

EKSTRAKSI CIRI PADA ISYARAT SUARA JANTUNG MENGUNAKAN POWER SPECTRAL DENSITY BERBASIS METODE WELCH

Yul Antonisfia¹, Romi Wiryadinata²

¹Staf Pengajar, Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang, Sumatera Barat

²Mahasiswa Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta

Website: <http://wiryadinata.web.id>; e-Mail: romi_wiryadinata@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan ekstraksi ciri data EKG untuk jantung murmur dan normal dengan mengklasifikasikan 24 isyarat murmur dan beberapa jantung normal. Perekaman menggunakan stetoskop dengan penguat berlebar bidang 1 kHz direkam suara jantung normal dari beberapa orang sampel dan untuk melengkapi data murmur patalogis maka di-download suara murmur jantung dari situs internet. Isyarat suara jantung kemudian dianalisis spektral dayanya untuk diekstraksi ciri dan dicari beberapa resolusi spectral-nya. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dengan ekstraksi ciri menggunakan metode spektral dapat membedakan suara jantung normal dan murmur. Keberhasilan isyarat yang bercampur derau dengan SNR 10 dB dapat mencapai 90% dengan resolusi 125 cacah cuplikan frekuensi. Makin besar derau yang mempengaruhi isyarat suara jantung (SNR makin kecil) maka keberhasilan pengujian semakin mengecil.

Kata kunci: Ekstraksi Ciri, EKG, PSD Metode Welch

1. PENDAHULUAN

Serangan jantung masih menempati urutan pertama penyebab kematian dibanyak tempat di dunia. Gejala abnormalitas jantung (*murmur*) seringkali datang secara tiba-tiba, oleh karena itu pengenalan secara dini terhadap penyakit jantung dapat membantu untuk terhindar dari serangan jantung. Sampai saat ini dokter masih menggunakan isyarat suara jantung untuk memantau kinerja jantung dengan menggunakan stetoskop yang penggunaannya menghasilkan suara yang lemah, oleh sebab itu untuk mendiagnosis diperlukan kepekaan dan pengalaman, selain itu keterbatasan fisik juga sangat mempengaruhi hasil interpretasi hingga hasil diagnosis sangat dipengaruhi oleh subyektivitas dokter (Anonim, 2004).

Suara jantung yang didengar oleh dokter dengan menggunakan stetoskop sebenarnya terjadi pada saat penutupan katup. Kejadian ini dapat menimbulkan anggapan yang keliru bahwa suara tersebut disebabkan oleh penutupan daun katup tersebut, tetapi sebenarnya disebabkan oleh efek arus pusar (*eddy*) dalam darah akibat penutupan katup tersebut (Carr, 2001). Suara jantung normal mempunyai rentang frekuensi antara 20 Hz hingga 200 Hz, sedangkan suara jantung abnormal mempunyai rentang frekuensi hingga 1000 Hz. Salah satu jenis

regurgitasi menyebabkan *murmur* dalam rentang 100 hingga 600 Hz dan bahkan untuk jenis *murmur* tertentu hingga 1000 Hz (Cromwell, 1980).

Pada penelitian ini ekstraksi ciri dilakukan dengan mencari rapat spektral daya (*Power Spectral Density*, PSD) dari isyarat suara jantung kemudian hasil berupa himpunan PSD nantinya dapat dilanjutkan pada penelitian berikutnya menggunakan beberapa metode dan algoritma kecerdasan buatan untuk pengenalan, klasifikasi, maupun proses lainnya, sehingga penelitian ini membatasi permasalahan untuk bagaimana mengklasifikasikan isyarat suara jantung dengan menggunakan metode PSD untuk ekstraksi ciri dengan menggunakan parameter-parameter yang diantaranya adalah frekuensi, cacah cuplikan dan SNR.

Beberapa penelitian tentang isyarat suara jantung yang pernah dilakukan sebelumnya diantaranya adalah seperti yang dilakukan Widodo dan Soesanti pada tahun 2004 yang melakukan penelitian untuk merealisasikan sistem akuisisi, pengolahan, dan analisis isyarat suara jantung dengan metode spektral dan alih-ragam gelombang singkat. kemudian Widodo (2005) mengaplikasikan ANN (*Artificial Neural Network*) untuk klasifikasi *murmur* jantung. Penelitian juga dilakukan oleh Jumnahdi pada tahun 2006 untuk mengklasifikasikan isyarat *murmur* jantung berbasis ANN metode LVQ (*Learning Vector Quantization*) dengan ekstraksi ciri menggunakan FFT (*Fast Fourier Transform*). Pada penelitian ini mencoba untuk mengekstraksi ciri isyarat *murmur* jantung dengan mencari rapat spektral daya.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat membantu untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan kelainan jantung setelah melalui proses ekstraksi ciri. Hasil dari penelitian ini diharapkan juga dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya pada bidang instrumentasi medis dengan memanfaatkan kolaborasi penelitian antara bidang kedokteran dengan bidang instrumentasi elektronis. Menurut batasan dari *American College of Cardiology*, *murmur* adalah rangkaian panjang vibrasi suara yang bervariasi dalam intensitas, frekuensi, kualitas, konfigurasi dan lamanya.

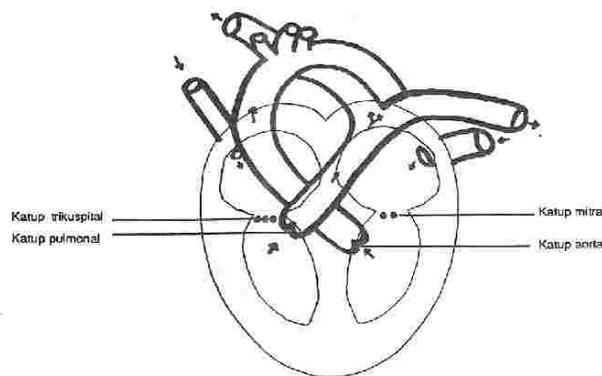
Joewono (2003) menyatakan *murmur* disebabkan oleh adanya turbulensi *Eddie's current* dan pembentukan gelembung dalam sistem sistem sirkulasi. Widodo pada tahun 2005 pada penelitiannya mengatakan bahwa *Artificial Neural Network* dapat membedakan dengan baik suara jantung normal dan beberapa *murmur*. Makin tinggi resolusi spektral isyarat maka keberhasilan klasifikasi semakin meningkat, sedangkan Efendi (2000) menganalisa isyarat EKG (*Elektrokardiogram*), mendeteksi dan membuat instrument monitoring abnormalitas isyarat EKG yang akan menghasilkan banyak atau macam-macam pola. Tahun 2002 Hasani telah menganalisis isyarat EKG yang digunakan untuk mendeteksi kondisi jantung pasien. Pada penelitiannya berbagai kondisi jantung yang merupakan isyarat elektronis disimpan dalam bentuk data sehingga pengelompokan dilakukan berdasarkan klasifikasi tersebut dan Jumnahdi (2006) mengklasifikasi isyarat *murmur* jantung yang pada penelitiannya menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan LVQ (*Learning Vector Quantization*) dan ekstraksi ciri menggunakan FFT sebagai metode pengenalan untuk membedakan isyarat jantung normal, abnormal dan *murmur*.

2. DASAR TEORI

2.1 Jantung Sebagai Sumber Isyarat Bioelektris

Jantung adalah organ *muscular* berlubang yang berfungsi sebagai pompa ganda sistem *kardiovaskular*. Sisi kanan jantung memompa darah ke paru sedangkan sisi kiri jantung memompa darah keseluruh tubuh. Berat jantung normal sekitar 1 pon (0,45 kg) atau sebesar tinju orang dewasa dan terletak didalam rongga dada diantara ruang dada (*sternum kolumna vertebralis*) (Atwood, 1996).

Jantung manusia terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian kiri dan bagian kanan. Kedua bagian jantung ini dipisahkan oleh *septum*. Masing-masing bagian dibagi lagi menjadi dua ruangan yaitu serambi jantung (*atria*) yang terletak disebelah atas dan bilik jantung (*ventricle*) yang terletak disebelah bawah. Seperti yang terdapat pada (Gambar 1) dibawah ini, jantung mempunyai empat katup utama yang terbuat dari jaringan *endokardium*. Katup merupakan bangunan yang mirip penutup yang membuka dan menutup sebagai respon terhadap pemompaan jantung dengan membuka dan menutup katup memungkinkan darah bergerak keseluruh jantung, paru dan mencegah aliran darah kembali.



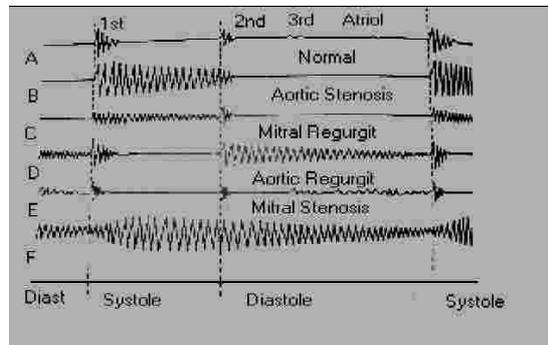
Gambar 1. Katup-katup Jantung

2.2 Isyarat Suara Jantung

Detak jantung menghasilkan 2 suara yang berbeda yang dapat didengarkan pada stetoskop yang sering dinyatakan dengan *lub-dub*. Suara *lub* disebabkan oleh penutupan katup *tricuspid* dan *mitral* (*atrioventrikular*) yang memungkinkan aliran darah dari serambi jantung (*atria*) ke bilik jantung (*ventricle*) dan mencegah aliran balik. Umumnya hal ini disebut suara jantung pertama (S1), yang terjadi hampir bersamaan dengan timbulnya QRS dari elektrokardiogram dan terjadi sebelum periode jantung berkontraksi (*systole*). Suara *dub* disebut suara jantung ke-dua (S2) dan disebabkan oleh penutupan katup *semilunar* (*aortic* dan *pulmonary*) yang membebaskan darah ke sistem sirkulasi paru-paru dan sistemik.

Katup ini tertutup pada akhir *systole* dan sebelum katup *atrioventrikular* membuka kembali. Suara S2 ini terjadi hampir bersamaan dengan akhir gelombang *T* dari EKG, suara jantung ke-tiga (S3) sesuai dengan berhentinya pengisian *atrioventrikular*, sedangkan suara jantung ke-empat (S4) memiliki korelasi

dengan kontraksi *atria*. Suara S4 ini memiliki amplitudo dan komponen frekuensi rendah seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Contoh grafik EKG (A: normal, B sampai F: Abnormal/*murmur*)

Jantung abnormal menghasilkan suara tambahan yang disebut *murmur* yang disebabkan oleh pembukaan katup yang tidak sempurna atau memaksa darah melewati bukaan sempit (*stetonic*) atau oleh *regurgitasi* yang disebabkan oleh penutupan katup yang tidak sempurna dan mengakibatkan aliran balik darah, dalam masing-masing kasus suara yang timbul adalah akibat aliran darah dengan kecepatan tinggi yang melewati bukaan sempit. Penyebab lain terjadinya *murmur* adalah adanya kebocoran *septum* yang memisahkan jantung bagian kiri dan kanan sehingga darah mengalir dari *ventrikel* kiri ke *ventrikel* kanan sehingga menyimpangkan sirkulasi sistemik (Anonim, 2004).

Gambar 2 bagian B sampai F menunjukkan rekaman suara jantung abnormal dan beberapa contoh jenis *murmur*. Suara jantung normal mempunyai rentang frekuensi antar 20-200 Hz, sedangkan suara jantung abnormal mempunyai rentang frekuensi hingga 1000 Hz. Suara jantung S1 terdiri atas energi dalam rentang frekuensi 30-45 Hz, yang sebagian besar berada dibawah ambang dengar. Suara jantung S2 biasanya memiliki nada lebih tinggi dengan energi maksimum berada dalam rentang 50-70 Hz. Suara jantung S3 merupakan vibrasi yang sangat lemah dengan hampir semua energinya dibawah 30 Hz. Sedangkan *murmur* sering menghasilkan suara dengan nada yang lebih tinggi.

Tabel 1. Jenis-jenis jantung abnormal/*murmur*

| No | Nama suara jantung | Penjelasan |
|----|---|--|
| 1 | <i>Acute rheumatic fever</i> | Demam rematik akut, penyakit peradangan akut yang dapat menyertai faringitis yang disebabkan oleh <i>streptococcus beta-hemolyticus</i> grup A, cenderung berulang, dan sebagai penyebab terpenting penyakit jantung didapat pada anak dan dewasa muda |
| 2 | <i>Aortic insufficiency loud systolic ejection murmur, third sound</i> | Katup <i>aorta</i> tidak dapat menutup dengan sempurna dengan bising yang keras waktu fase <i>ejeksi</i> sistolik bunyi jantung ketiga |
| 3 | <i>Aortic stenosis opening snap of aortic early systolic ejection sound</i> | Pembukaan katup <i>aorta</i> tidak sempurna dengan bunyi pembukaan katup <i>aorta</i> pada pada fase <i>ejeksi</i> sistolik dini |

Tabel 1. lanjutan...

| No | Nama suara jantung | Penjelasan |
|----|--|--|
| 4 | <i>Atrial septal defect abnormal splitting of</i> | Bunyi jantung terbelah yang abnormal |
| 5 | <i>Coarctation of aorta systolic murmur</i> | Coartasio aorta dengan bising pada fase sistolik |
| 6 | <i>Compleat heart block slow heart rate, varying first sound</i> | Blok jantung total dengan frekuensi jantung rendah, bunyi jantung pertama bermacam-macam. |
| 7 | <i>Mitral regurgiation holosystolic murmur</i> | Mitral regurgitasi dengan bising holosistolik |
| 8 | <i>Mitral regurgiation late systolic murmur crescendo type</i> | Mitral regurgitasi dengan bising diakhir sistolik tipe <i>crescendo</i> |
| 9 | <i>Mitral regurgiation mid systolic click and late systolic murmur</i> | Mitral regurgitasi dengan bunyi klik ditengah sistolik dan bising diakhir sistolik |
| 10 | <i>Mitral regurgiation systolic murmur, crescendo type</i> | Mitral regurgitasi dengan bising sistolik tipe <i>crescendo</i> |
| 11 | <i>Mitral regurgiationand mitral stenosis all sound features of mitral stenosis and mitral regurgitation</i> | Mitral regurgitasi dan mitral stenosis dengan menonjolkan semua bunyi semua bunyi mitral stenosis dan mitral regurgitasi |
| 12 | <i>Mitral regurgiation systolic murmur, high pitched and blowing type</i> | Mitral regurgitasi dengan bising sistolik tipe <i>high pitched</i> dan <i>blowing</i> |
| 13 | <i>Mitral regurgitation systolic Murmur</i> | Mitral regurgitasi dengan bising sistolik |
| 14 | <i>Mitral regurgition third heart sound</i> | Mitral stenosis dengan bunyi jantung Ketiga |
| 15 | <i>Mitral stenosis accentuated first</i> | Mitral stenosis dengan menonjolkan bunyi jantung pertama |
| 16 | <i>Mitral stenosis opening snap</i> | Mitral stenosis dengan <i>opening snap</i> |
| 17 | <i>Mitral stenosis presystolic Murmur</i> | Mitral stenosis dengan bising pansistolik |
| 18 | <i>Mitral stenosis short middiastolic</i> | Mitral stenosis dengan tengah <i>diastolic</i> yang singkat |
| 19 | <i>Patent ductus arteriosus continuous machinery murmur</i> | bising khas seperti sebuah kereta api memasuki terowongan |
| 20 | <i>Pulmonary stenosis harsh systolic ejection murmur</i> | Pulmonary dengan bising <i>ejeksi</i> sistolik yang keras |
| 21 | <i>Right bundle branch block of first sound</i> | <i>Right bundle branch</i> blok dengan bunyi jantung pertama |
| 22 | <i>Systemic hypertension accentuated second sound</i> | Hipertensi sistemik dengan menonjolkan bunyi jantung kedua |
| 23 | <i>Tricuspid regurgitation holosystolic murmur</i> | Tricuspidal regurgitasi dengan bising holosistolik |
| 24 | <i>Ventricular sepatal defect continuous murmur</i> | Ventrikel septal defek dengan bising yang bersifat kontinyu |

2.3 spektrum Daya

Salah satu komponen yang dapat diambil dari isyarat adalah spektrum frekuensinya dengan cara mentransformasikan suatu isyarat dari kawasan waktu ke kawasan frekuensi sehingga akan diperoleh sekumpulan informasi tentang frekuensi yang terkandung dalam isyarat tersebut, transformasi yang digunakan adalah transformasi Fourier.

Mendapatkan spektrum frekuensi dari isyarat suara jantung dapat dilakukan dengan menggunakan transformasi Fourier tetapi menghitung secara langsung menggunakan FFT tidak efisien karena disebabkan waktu komputasi yang akan menjadi sangat besar. Oleh karena itu digunakan metode untuk mendapatkan spektrum frekuensi isyarat yaitu perhitungan estimasi spektrum daya.

Rapat spektral memiliki sifat yang acak yang berarti tidak periodis maka spektrum isyarat dilandasi analisis Fourier (untuk isyarat periodis) yang disebut proses acak karena periodis dengan periode dari -8 hingga 8. Maka bila komponen frekuensi semula adalah $n = n2pf_0 = n2p/T$ dengan T adalah 8 dan f_0 adalah 0. Nilai koefisien yang sebelumnya dapat ditulis,

$$C_n = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x(t) \cdot e^{-j2\pi n f_0 t} dt \quad , \text{menjadi} \quad (1)$$

$$X(f) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x(t) \cdot e^{-j2\pi n f t} dt \quad (2)$$

2.4 Periodogram Metode Welch

Metode ini pertama sekali dikemukakan oleh Welch (1967). Isyarat masukan dibagi menjadi segmen-segmen yang pendek dan perhitungan periodogram dilakukan berdasarkan perhitungan FFT, dengan demikian untuk mencari estimasi spektrum daya dapat dilakukan dengan perhitungan yang lebih efisien. Setiap segmen data dimodifikasi dengan mengalikan pada suatu fungsi jendela (*window*), sebelum dilakukan perhitungan periodogram. Selanjutnya periodogram yang telah dimodifikasi ini dirata-ratakan dan akan menghasilkan estimasi spektrum yang lebih baik.

Untuk data $x(n)$, $0 \leq i \leq K$, dibagi menjadi K segmen dengan panjang masing-masing adalah M , sehingga $N = KM$, maka diperoleh $x^{(i)}(n) = x(n+iM-M)$, untuk $0 \leq n \leq M-1$ dan $1 \leq i \leq K$, jadi perhitungan untuk K sampel periodogram adalah:

$$J_M^{(i)}(f) = \frac{1}{MU} \left| \sum_{n=0}^{M-1} x^{(i)}(n) w(n) (e^{-j2\pi f n T}) \right|^2 \quad , \text{dengan} \quad U = \frac{1}{M} \sum_{n=0}^{M-1} w^2(n) \quad (3)$$

sedangkan estimasi spektrum daya dinyatakan dengan

$$\hat{E}_x(f) = \frac{1}{K} \sum_{i=0}^K J_M^{(i)}(f) \quad \text{dan nilai variansinya} \quad \hat{E}_x(f) \approx \frac{1}{K} \hat{E}_x^2(f) \quad (4)$$

Estimasi akan mendekati nilai sebenarnya jika K sangat besar, ini berarti jumlah periodogram dibuat sebanyak mungkin namun resolusi frekuensi yang dihasilkan menjadi turun. Pada persamaan (4) segmen data saling bebas dan untuk mendapatkan nilai yang lebih baik maka bingkai (*frame*) data diatur saling bertumpukan (*overlap*). Untuk N sampel data deretan masukan $x(n)$ dipecah ke dalam segmen-segmen dengan panjang M data dimulai dengan D bagian data, dengan kata lain segmen-segman data tersebut akan saling bertumpukan sepanjang D data. Jika segmen pertama adalah, dengan $n = 0, 1, \dots, M-1$ maka secara umum segmen berikutnya adalah:

$$x_{i+1}(n) = x(n), \text{ untuk } i = 0, 1, \dots, K-1 \quad \text{dan} \quad N = 0, 1, \dots, M-1 \quad (5)$$

Pada persamaan (11) terlihat bahwa akan terdapat K segmen dari seluruh panjang data N , sehingga panjang total data N adalah:

$$N = (K - 1) \quad (6)$$

Agar dapat diproses secara langsung dengan FFT maka besar M dipilih angka kelipatan dua (2^n), dan untuk menekan variansi pada hasil estimasi dilakukan saling cakup (*overlap*) data sebesar $r = 50\%$, sedangkan perhitungan modifikasi periodogram untuk masing-masing segmen untuk $i = 1, 2, \dots, K$ dan $k = 0, 1, \dots, M-1$ pada persamaan (7 dan 8) adalah:

$$Y_i(f_k) = \frac{1}{M} \sum_{n=0}^{M-1} x_i(n) w(n) \left(e^{-j2\pi nk/M} \right) \quad (7)$$

Sehingga periodogram atas K -segmen yang telah dimodifikasi adalah

$$J_i(f_k) = \frac{M}{U} |Y_i(f_k)|^2 \quad (8)$$

dan estimasi spektrum diperoleh dari rata-rata periodogram diatas, yaitu

$$\hat{P}_x(f_k) = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K J_i(f_k) \quad (9)$$

Sedangkan nilai harapan (*expected value*) atas periodogram yang dimodifikasi adalah

$$E \left(\hat{P}_x(f_k) \right) = \frac{1}{f} \int_{-f/2}^{f/2} A(f) P_x(f_k - f) \quad (10)$$

$$A(f) = \frac{1}{MU} \left| \sum_{n=0}^{M-1} w(n) \left(e^{-j2\pi f n T} \right) \right|^2 \quad (11)$$

Sehingga nilai harapan atas estimasi adalah kerapatan PSD yang dikonvolusikan dengan kuadrat dari magnitude fungsi *window*.

Sampling atau pencuplikan adalah proses pengukuran besaran nilai dengan interval waktu yang sama. Isyarat *sampling* berisi informasi yang lengkap dan jelas selama frekuensi *sampling* tidak kurang dari dua kali frekuensi tertinggi dari sumber isyarat, hal ini dapat ditunjukkan secara matematis jika sumber isyarat mempunyai spektrum isyarat yang dicuplik berisi semua informasi tentang sumber isyarat karena spektrum isyarat serupa dengan sumber isyarat dalam bidang $fs + B$ *subspektra* dari isyarat tercuplik akan *overlap* atau saling tindih satu sama lain, dan hal ini akan mengakibatkan kehilangan informasi tentang sumber isyarat asli, kejadian ini disebut distorsi *aliasing*.

Kuantisasi adalah suatu proses dimana pencuplikan analog diklasifikasikan kedalam sejumlah interval kuantisasi. Tiap-tiap interval diwakili dengan suatu nilai tertentu yang disebut nilai kuantisasi, dimana nilai ini sama dengan *sampling* yang dibentuk pada penerjemahan. Interval kuantisasi adalah suatu interval atau jangkauan nilai yang membagi jangkauan kerja. Jangkauan kerja adalah jangkauan nilai isyarat analog yang memenuhi syarat kemudian dibagi kedalam interval-interval kuantisasi.

3. LANGKAH PERCOBAAN

Estimasi spektrum daya dengan metode Welch adalah dengan menghitung DFT atas runtun $x(n)$ dan kemudian mengambil magnitude kuadrat dari hasil DFT

tersebut. Algoritma untuk pengolahan isyarat suara jantung menggunakan metode Welch yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Isyarat suara jantung dibagi menjadi segmen-segmen ($x(n)$, K -segmen)
2. Setiap segmen data dimodifikasi dengan mengalikan pada suatu fungsi *window*

$$w(k+1) = 0.54 - 0.46 \cos\left(2\pi \frac{k}{n-1}\right) \quad (12)$$

$k = 0, 1, 2, \dots, n-1$ dan $n =$ jumlah elemen tiap *window*

3. Selanjutnya dengan FFT diperoleh nilai *power* spektrum

$$s(e^{jw}) = \frac{\frac{1}{n} \left| \sum_{l=1}^n w_l x_l \cdot e^{-jwl} \right|^2}{\frac{1}{n} \sum_{l=1}^n |w_l|^2} \quad (2.18)$$

4. PSD diperoleh dengan

$$P_{xx}(w) = \frac{s(e^{jw})}{2\pi} \quad (2.19)$$

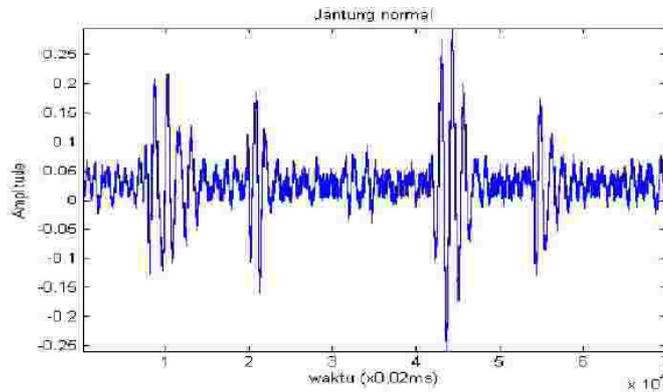
Pada awal penelitian suara jantung diperoleh dengan menggunakan stetoskop dan penguat berlebar bidang 1 kHz yang direkam dari suara jantung normal beberapa orang. Untuk melengkapi data murmur patologis data juga diperoleh dengan *men-download* suara jantung dari situs internet pada alamat <http://www.sci.sdsu.edu/multimedia/heartsounds>.

Analisis isyarat dengan PSD berfungsi untuk mendapatkan ekstraksi ciri dari isyarat suara jantung. PSD kemudian dilakukan analisis menggunakan metode Welch diantaranya yaitu dengan membagi isyarat menjadi segmen-segmen, mengalikan pada suatu fungsi *window*, mentransformasikannya dan kemudian dikuadrat dan dirata-ratakan untuk memperoleh pola dalam daerah frekuensi yang dilakukan normalisasi terlebih dahulu terhadap isyarat PSD.

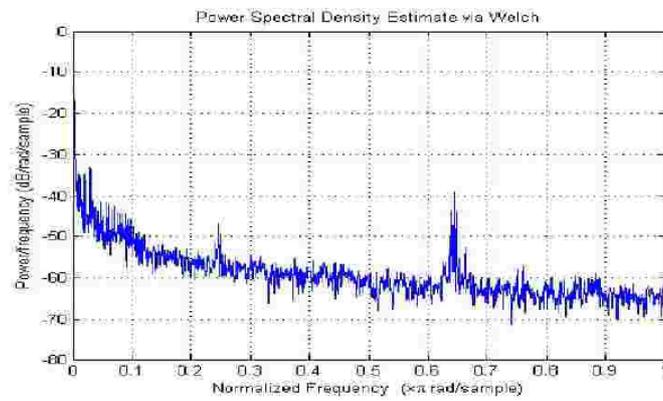
4. PERCOBAAN DAN DISKUSI

Penelitian yang telah dilakukan meliputi proses ekstraksi ciri terhadap data dengan mencari PSD isyarat suara jantung. Isyarat PSD dinormalisasi agar menghasilkan amplitudo 0 sampai 1 dan pola yang dihasilkan lebih tampak. Frekuensi di-diskritkan dengan mencuplik PSD dalam beberapa cuplikan (20, 40, 50, 80, 100, 125 dan 200 cuplikan) dengan interval pencuplikan 50, 25, 20, 12.5, 10, 8, dan 5 Hz sehingga daerah frekuensi yang digunakan adalah dari 0 hingga 1000 Hz (20 x 50 Hz). Berikut di bawah ini (Gambar 3) sampai (Gambar 6) adalah contoh bentuk gelombang dan hasil pengolahan isyarat suara jantung normal.

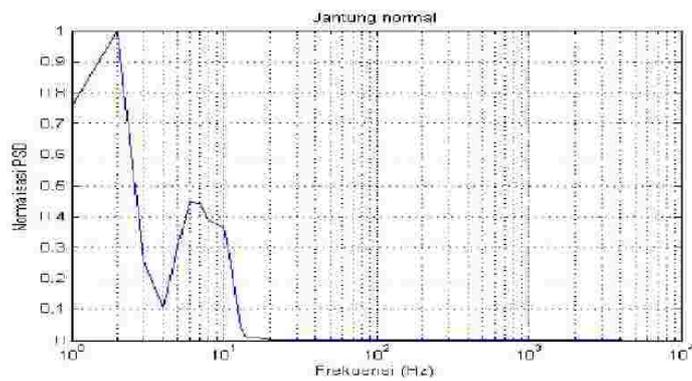
Pada (Gambar 5) magnitude yang dihasilkan sudah bernilai antara 0 dan 1. Pada dasarnya proses normalisasi dilakukan agar nilai amplitudo maksimum sama dengan satu. Selain itu proses ekstraksi ciri juga merupakan pra-proses yang salah satunya bertujuan untuk mengurangi beban komputasi, maka pencuplikan (diskretisasi frekuensi) dari isyarat ternormalisasi dilakukan dalam 20 cuplikan dengan interval pencuplikan 50Hz (Gambar 6).



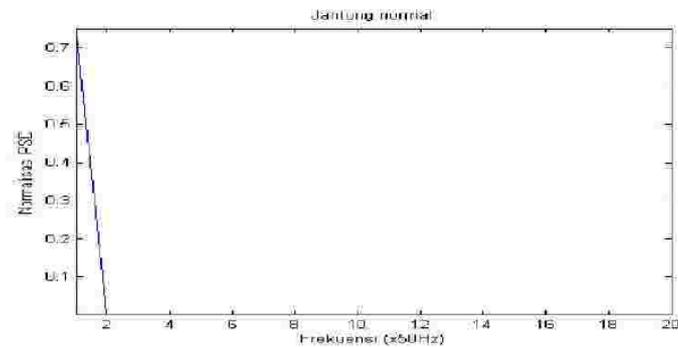
Gambar 3. Isyarat jantung normal dalam kawasan waktu



Gambar 4. Isyarat jantung normal dengan PSD metode Welch

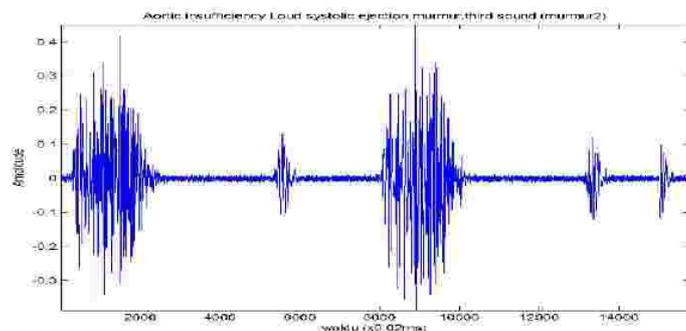


Gambar 5 Normalisasi isyarat PSD jantung normal

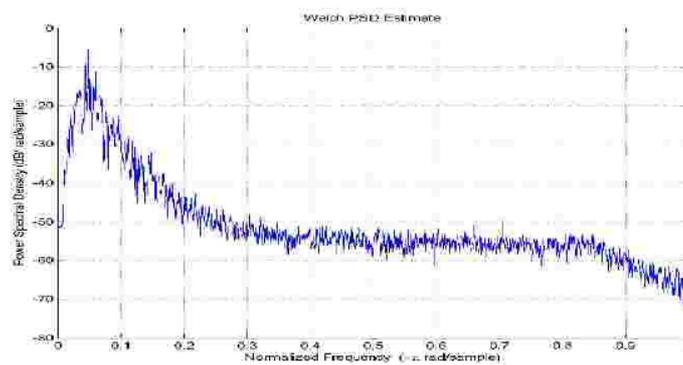


Gambar 6. Isyarat tercuplik jantung normal

Berikut di bawah ini (Gambar 7) sampai (Gambar 4.12) adalah hasil ekstraksi ciri dari isyarat jantung *murmur* dengan mengambil contoh isyarat jantung *murmur* jenis 2 atau *Aortic insufficiency loud systolic ejection murmur third sound murmur* seperti yang terdapat pada (Tabel 1) di atas.

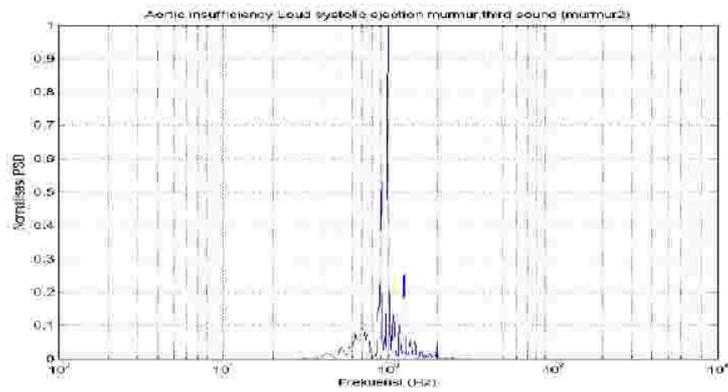


Gambar 7. Isyarat jantung *murmur* dalam kawasan waktu.

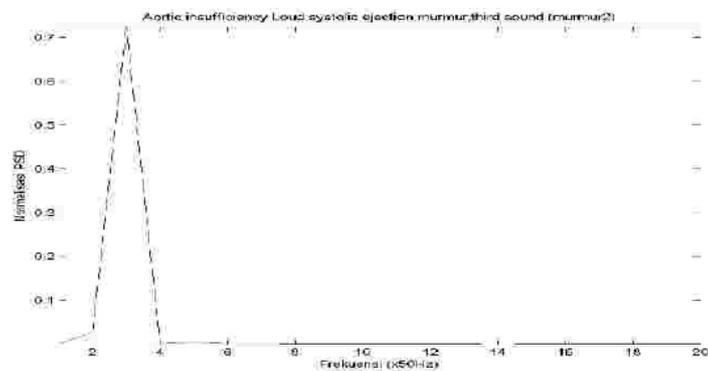


Gambar 8. Isyarat jantung *murmur* dengan PSD metode Welch

Pada (Gambar 9) dan (Gambar 10) sama dengan proses pada (Gambar 5) dan (Gambar 6) hanya menggunakan data isyarat jantung *murmur* jenis 2.

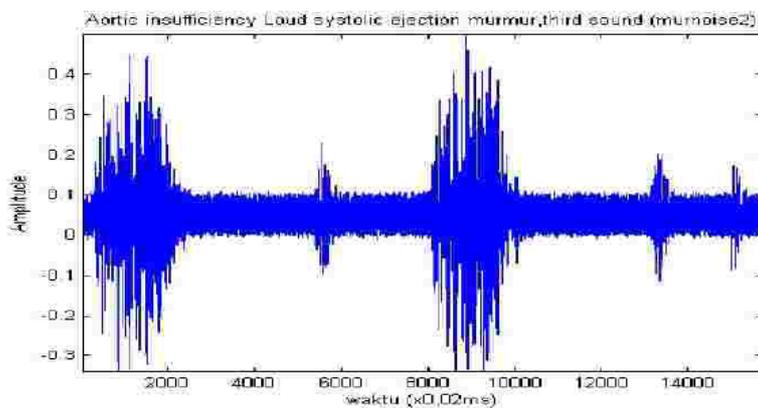


Gambar 9. Normalisasi isyarat PSD jantung *murmur*

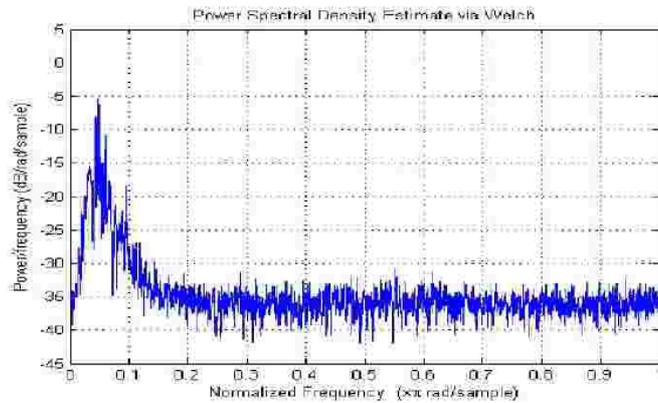


Gambar 10. Isyarat tercuplik jantung *murmur*

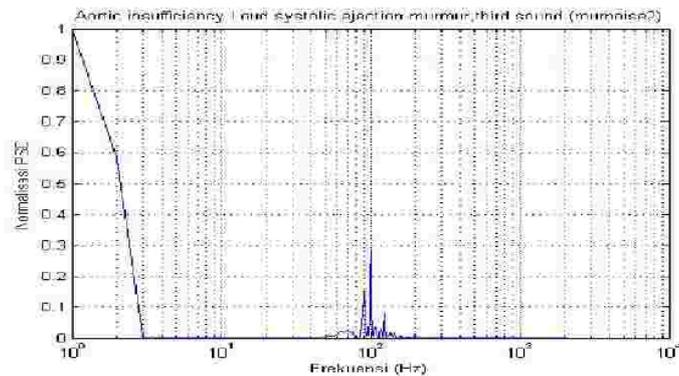
(Gambar 11) sampai (Gambar 14) berikut ini sama dengan langkah dan proses sebelumnya yaitu (Gambar 7) sampai (Gambar 10) tetapi dengan ditambahkan derau.



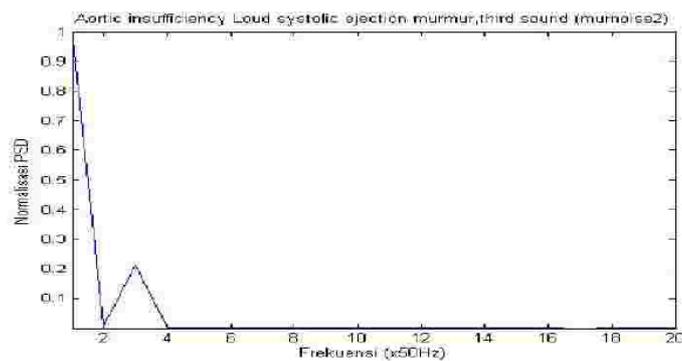
Gambar 11. Isyarat jantung *murmur* 2 ditambah derau.



Gambar 12. Isyarat jantung *murmur* dengan PSD metode Welch ditambah derau



Gambar 13. Normalisasi isyarat PSD jantung *murmur* ditambah derau



Gambar 14. Isyarat tercuplik jantung *murmur* ditambah derau

Untuk memperoleh hasil ekstraksi ciri, isyarat suara jantung diolah dengan PSD yang mentransformasi isyarat dalam kawasan waktu kedalam kawasan frekuensi, rapat spektral daya (PSD) diolah menggunakan metode Welch (*pwelch*), dan isyarat PSD yang berupa isyarat dalam kawasan frekuensi yang ternormalisasi

dan nilai amplitudo yang bervariasi dengan deretan matriks 4097 titik. Elemen vektor yang dihasilkan adalah:

```
0.0009 0.0283 0.7236 0.0016 0.0043 0.0015 0.0017 0.0003 0.0001 0.0001 0.0000
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
```

Dari data diatas dapat diamati bahwa nilai yang paling besar ada pada interval ketiga, ini berarti bahwa informasi untuk isyarat ini ada disekitar frekuensi 150 Hz. Vektor ini merupakan komponen matriks yang akan menjadi masukan bagi proses berikutnya.

5. SIMPULAN

Telah dilakukan ekstraksi isyarat jantung normal dan murmur dengan menggunakan rapat spektral daya atau PSD (*Power Spectral Density*) dengan keberhasilan mencapai 90 % pada pengujian menggunakan isyarat suara jantung yang telah ditambahkan derau yang mempunyai SNR 10 dB pada 50 data yang sama.

Semakin besar cacah cuplikan (resolusi spektral makin tinggi) maka keberhasilan semakin meningkat sampai pada batas 125 cuplikan dimana kenaikan cacah cuplikan tidak lagi meningkatkan keberhasilan.

Makin besar derau yang mempengaruhi isyarat suara jantung (SNR makin kecil) maka keberhasilan pengujian semakin mengecil.

PUSTAKA

- Anonim. (2004). *Heart Sounds*, diperoleh pada bulan september 2007 pada alamat: <http://www.sci.sdsu.edu/multimedia/heartsounds>.
- Atwood, S., Stanton C., dan Storey J. (1996). *Pengenalan Dasar Distrima Jantung*, terjemahan, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Carr J.J., and J.M. Brown. (2001). *Introduction to Biomedical Equipment Technology*, Prentice Hall, New Jersey.
- Jumnahdi, M. (2006). *Klasifikasi Isyarat Murmur Jantung Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan*, Tesis, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Widodo, T.S. (2006). *Akuisisi Pengolahan dan Analisis Isyarat Suara Jantung*, Jurusan Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

DAFTAR ISTILAH

Aorta: pembuluh darah besar yang langsung berhubungan dengan *ventrikel* jantung untuk mengalirkan darah keseluruh tubuh.

Aorta stenosis: pembukaan katup *aorta* tidak sempurna.

Aorta insufisiensi: katup *aorta* tidak menutup dengan sempurna sehingga terjadi aliran balik dari *aorta* pada fase *diastolic*.

Mitral stenosis: pembukaan katup *mitral* tidak sempurna.

Mitral regurgitasi: katup *mitral* tidak menutup sempurna waktu *sistolik*.

Atrium septal defek: kelainan anatomi jantung akibat terjadi kesalahan pada jumlah absorpsi dan proliferasi jaringan pada tahap perkembangan pemisahan rongga atrium menjadi atrium kanan dan kiri.

Ventrikel septal defek: kelainan jantung bawaan akibat *septum* tidak menutup sempurna atau ada lobang yang disebut *foramen ovale* tidak menutup sempurna (terdapat perbedaan tekanan pada saat *sistolik*).

Septum: pembatas antara ruang *ventrikel* kiri dan kanan.

Sistolik (suara jantung 1): dihasilkan saat pengeluaran darah dari *ventrikel* jantung waktu jantung berkontraksi untuk diedarkan keseluruh tubuh.

Early sistolik: diawal fase.

Mid sistolik: ditengah fase.

Late sistolik: diakhir fase.

Holosisistolik/pansistolik: disepanjang fase.

Diastolik (suara jantung ke-2): dihasilkan waktu relaksasi *ventrikel* dan menutupnya katup *aorta* dan *pulmonalis*.

Hight pitch: bisping jantung yang timbul akibat darah mengalir dari ruangan bertekanan tinggi ke rendah dan melewati lobang kecil

Opening snap: sumber bunyi yang berasal dari pembukaan katup *mitral* atau *triskupidal* yang abnormal.

Blowing: bisping yang terdengar bersifat meniup.

Crescendo: intensitas menaik.

Decrescendo: intensitas menurun.