

Ekstraksi Ciri Suara Jantung Menggunakan Metode Dekomposisi dan Korelasi Sinyal (Dekorlet) Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan

Danu Setiawan, Arif Surtono, Sri Wahyu Suciwati

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung
email: danusetiawan264@yahoo.co.id

Diterima (14 Agustus 2014), direvisi (17 September 2014)

Abstract. Auskultasi technic is one of the old technic had been used by doctor to analyze heartbeat sound using stethoscope. Beside that, the other technic to analyze heartbeat sound is using phonocardiogram. In this study, planning system has been done to analyzed heartbeat sound using phonocardiogram with feature extraction using dekorlet method (decomposition and correlation). Signal correlation was done at the same each sub band decomposition to the normal and abnormal heartbeatsound. Signal correlation was done at the time region and counted *Power Spectral Density* (PSD) was done at frequency region. Based on the analysis of PSD, PSD at each sub-band decomposition can illustrate the differences of normal and abnormal heart sound. For example normal heartbeat sound have spectral dominan at the sixth sub-band aproksimasi (A6) with frequency range 0- 82,06 Hz, while for Mitral Regurgitasi heartbeat sound have spectral dominan at the sixth sub-band details (D6) with frequency range 82,06-164,12 Hz. The result of feature extraction was used as artificial neural network input to identifred heart sound. The structure of artificial neural network designed consists of 7 neurons input, 7 hidden neurons and 6 neurons output. Artificial neural network can identified Normal, Aortic stenosis, Mitral regurgitation, Aortic regurgitation, Mitral stenosis and Patent ductus arteriosus heartbeat sound with the average success rate is 85,7 %.

Key word : *phonocardiogram, welch method, dekorlet*

Abstrak. Teknik auskultasi adalah salah satu teknik lama yang digunakan oleh para dokter untuk menganalisis suara detak jantung menggunakan steteskope. Selain menggunakan teknik auskultasi, terdapat teknik lain yang digunakan untuk analisis suara jantung yaitu menggunakan *phonocardiogram*. Pada penelitian ini telah dilakukan perancangan sistem analisis suara jantung menggunakan *phonocardiogram* dengan ekstraksi ciri menggunakan metode dekorlet (Dekomposisi dan Korelasi). Korelasi sinyal dilakukan pada masing-masing sub-band dekomposisi yang sama untuk suara jantung normal dan abnormal lainnya. Korelasi sinyal dilakukan pada kawasan waktu dan dihitung *Power Spectral Density* (PSD) dilakukan pada kawasan frekuensi. Berdasarkan hasil analisis PSD menunjukkan bahwa PSD pada masing-masing sub-band dekomposisi dapat menggambarkan perbedaan antara suara jantung normal dan abnormal lainnya. Misalnya untuk jenis suara jantung Normal memiliki rapat *spectral* dominan pada sub-band aproksimasi ke-6 (A6) dengan rentang frekuensi 0- 82,06 Hz, sedangkan untuk jenis suara jantung *Mitral Regurgitasi* memiliki rapat *spectral* dominan pada sub-band detil ke-6 (D6) dengan rentang frekuensi 82,06-164,12 Hz. Hasil ekstraksi ciri tersebut digunakan sebagai input jaringan syaraf tiruan (JST) untuk mengenali suara jantung. Struktur JST yang dirancang terdiri dari 7 *neuron* input, 7 *neuron* tersembunyi dan 6 *neuron* output. JST mampu mengenali suara jantung Normal, *Aortic stenosis*, *Mitral*

regurgitation, Aortic regurgitation, Mitral stenosis dan *Patent ductus arteriosus* dengan tingkat keberhasilan rata-rata 85,7 %.

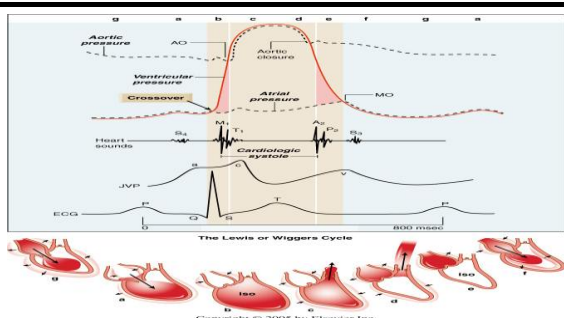
Kata kunci: *phonocardiogram, metode welch, dekorlet*

PENDAHULUAN

Penyakit jantung (koroner) merupakan salah satu penyebab kematian terbesar di dunia dan di Indonesia. Penyakit ini dikategorikan sebagai salah satu penyakit tidak menular yang paling berbahaya setelah penyakit kanker. Pasalnya penyakit ini menyerang jantung secara tiba-tiba. Untuk mengatasi serangan jantung yang datang secara tiba-tiba, pasien penyakit jantung akan melakukan rekaman aktifitas jantung secara rutin baik menggunakan *Elektrokardiogram* (EKG) maupun menggunakan *Phonocardiogram* (PCG).

Phonocardiogram adalah suatu alat yang digunakan untuk merekam dan menampilkan data sinyal detak jantung (suara jantung) pada sebuah osiloskop. Rekaman dari *Phonocardiogram* ini akan setara dengan gelombang aktifitas jantung yang direkam menggunakan *Elektrokardiogram* (EKG). Pada **Gambar 1** menunjukkan sinkronisasi hasil rekaman *Elektrokardiogram* (EKG) dengan *Phonocardiogram* (PCG).

Pada umumnya suara jantung pertama (S1) terjadi hampir bersamaan dengan timbulnya QRS dari *elektrokardiogram* dan terjadi sebelum periode jantung berkontraksi (systole). Suara jantung ke-dua (S2) 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 *atrioventikular* membuka kembali. Suara S2 ini terjadi hampir bersamaan dengan akhir gelombang T dari EKG, suara jantung ke-tiga (S3) sesuai dengan berhentinya pengisian *atrioventikular*,



Gambar 1. Rekaman aktifitas jantung dengan EKG dan PCG

sedangkan suara jantung ke-empat (S4) memiliki korelasi dengan kontraksi *atria* (Antonisfia Y, 2008). Dari hasil rekaman *phonocardiogram*, untuk mengetahui kandungan atau ciri dari suara jantung yang telah direkam dapat menggunakan teknik pengolahan sinyal digital.

Beberapa peneliti telah melakukan analisis dan ekstraksi ciri suara jantung menggunakan teknik yang berbeda-beda. Salah satu teknik yang paling populer adalah metode transformasi wavelet (Setiawan E, 2011). Dari beberapa penelitian metode transformasi wavelet dan paket wavelet mampu melakukan ekstraksi ciri sinyal stasioner dan non-stasioner secara maksimal (Rizal A, 2007).

Pada penelitian ini telah dilakukan pengolahan sinyal suara jantung menggunakan metode dekorlet. Metode dekorlet merupakan salah satu teknik pengolahan sinyal digital yang menggabungkan proses dekomposisi dan korelasi sinyal (Putra, AE, 2006). Penggunaan metode dekorlet ini diharapkan mampu melakukan ekstraksi ciri sinyal serta dapat mengelompokkan suara jantung berdasarkan jenisnya.

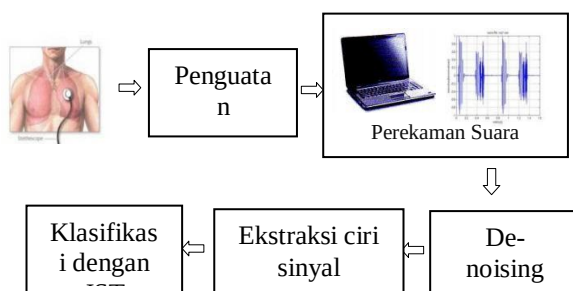
METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian ini meliputi pembuatan sistem akuisisi data suara jantung, ekstraksi ciri sinyal dan klasifikasi jenis suara jantung, seperti diagram blok pada **Gambar 2**.

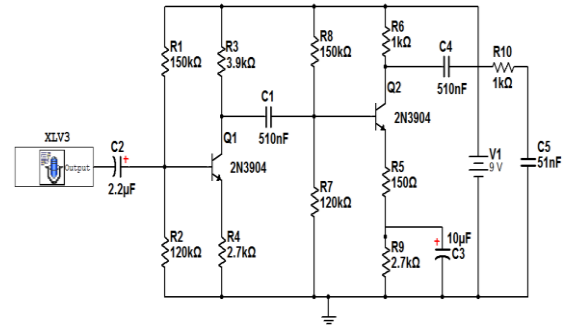
Tahap akuisisi data adalah tahap pengambilan sampel data (sinyal suara jantung) yang akan dijadikan data dalam penelitian ini. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara merekam suara jantung menggunakan stetoskope yang telah diintegrasikan dengan sebuah mikrofone. Sebelum sinyal *output* mikrofone masuk ke komputer untuk direkam, sinyal *output* mikrofone terlebih dahulu harus dikuatkan menggunakan penguat *pre-amplifier*. Rangkaian *pre-amplifier* yang digunakan seperti pada **Gambar 3**.

Penguat *pre-amplifier* pada **Gambar 3** menggunakan penguat transistor bias pembagi tegangan dua tingkat dengan *mode common emitter* yang dilengkapi dengan *low pass filter*. *Low pass filter* dengan *pre-amplifier* ini dirancang dengan frekuensi *cutoff* sebesar 1500 Hz. Pemilihan frekuensi *cutoff* sebesar 1500 Hz ini didasari dari rentang frekuensi jantung yang berada pada range 20-1000 Hz untuk jenis suara jantung normal dan abnormal.

Pengujian *pre-amplifier* dilakukan dengan memberikan sumber masukan sinyal suara. Sumber sinyal frekuensi berasal dari signal generator dengan tegangan *peak to peak* sebesar 6 volt.



Gambar 2. Blok Diagram Tahapan Penelitian



Gambar 3. Rangkaian penguat mikrofone dengan antarmuka *sound card*

Signal generator dihubungkan langsung dengan sebuah speaker sebagai komponen yang digunakan untuk merubah sinyal listrik menjadi sinyal audio menggunakan speaker (impedansi 4 Ω). Kemudian dari *output* speaker ini akan digunakan sebagai *input* audio dari mikrofone. Pengukuran penguatan untuk rangkaian *pre-amplifier* dilakukan dengan cara mengukur *input* dan *output* sinyal menggunakan osiloskope.

Perhitungan penguatan (dB) dapat dihitung menggunakan persamaan 1.

$$G(dB) = 20 \times \log \frac{V_{out}}{V_{in}} \quad (1)$$

dimana: $G(dB)$ = Penguatan (dB)

V_{in} = Tegangan sinyal *input*

V_{out} = Tegangan sinyal *output*

Tahapan filtering sinyal merupakan salah satu tahapan pemrosesan sinyal yang bertujuan untuk menghilangkan *noise* random dari hasil rekaman suara jantung. *De-noising* sinyal dilakukan dengan filter digital menggunakan wavelet. Algoritma proses *de-noising* sinyal dengan transformasi wavelet pada penelitian ini dapat dilihat dalam diagram blok seperti pada **Gambar 4**.

Proses dekomposisi sinyal *noise* dilakukan menggunakan transformasi wavelet diskrit dengan level dekomposisi sebanyak 6 tingkat. *Thresholding* sinyal dilakukan dengan cara menentukan nilai standar

deviasi dari sinyal *noise* untuk masing-masing sub-band dekomposisi, kemudian *thresholding* dihitung dengan persamaan berikut (Gokhale P S, 2012):

$$Thr = \sigma \sqrt{2 \log(N)} \quad (2)$$

dimana: σ = Standar deviasi sinyal *noise*

N = Panjang data sinyal diskrit

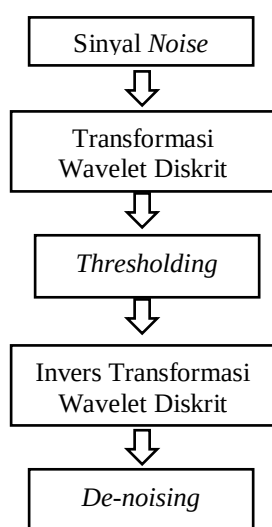
Thr = *Threshold*

Jenis threshold yang digunakan adalah *Hard Threshold* dengan persamaan (Aggarwal at all, 2011).

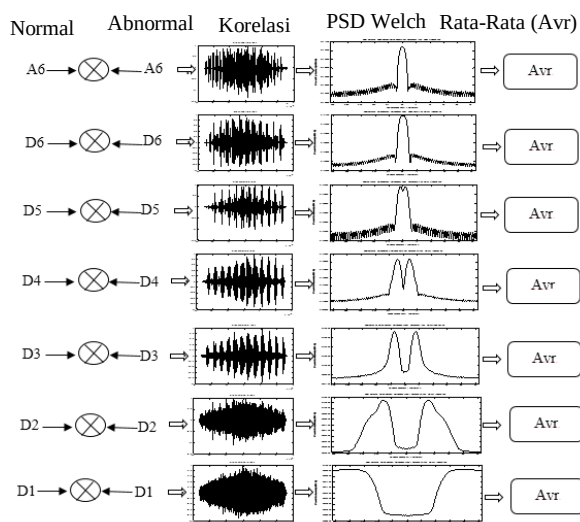
$$T_{hard} = \begin{cases} x, & |x| \geq Thr \\ 0, & |x| < Thr \end{cases} \quad (3)$$

dimana: T_{hard} = Jenis *hard threshold*

Pemilihan *hard threshold* ini didasari dari sifat *hard threshold* yang bersifat diskontinyu sehingga nilai x yang berada diatas Thr tidak disentuh. Sehingga sinyal *noise* yang memiliki informasi penting pada sub-band tertentu tidak ikut dihilangkan saat *de-noising* dan rekonstruksi sinyal.



Gambar 4. Diagram blok *de-noising* sinyal

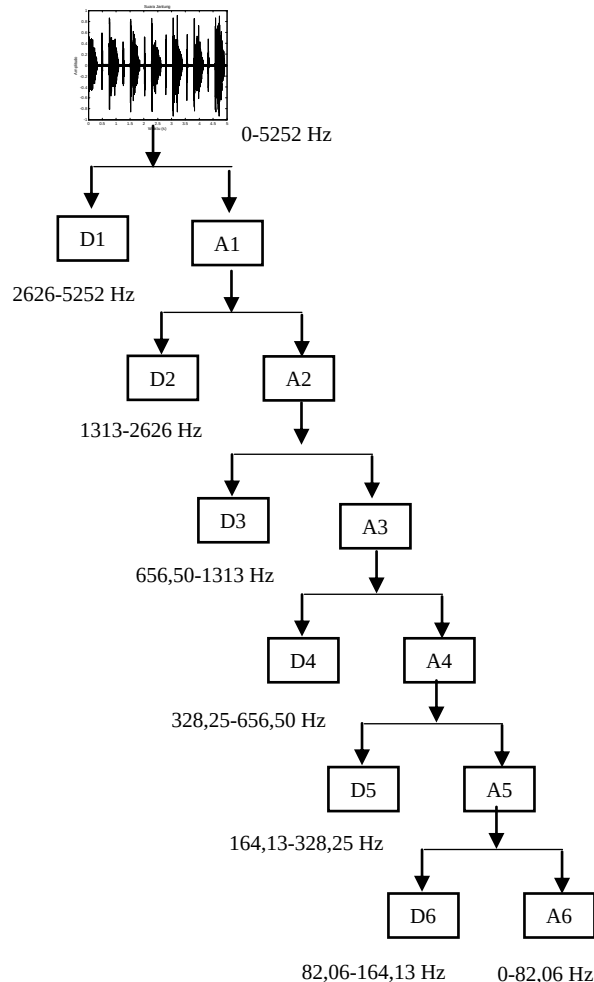


Gambar 5. Proses ekstraksi ciri sinyal

Tahap ekstraksi ciri merupakan salah satu tahapan pemrosesan sinyal yang bertujuan untuk memperoleh perbedaan ciri antara satu jenis sinyal suara jantung dengan jenis yang lain. Dalam hal ini suara jantung normal dan abnormal. Jenis suara jantung yang akan menjadi perbandingan dalam ekstraksi ciri yaitu jenis suara jantung Normal, *Aortic stenosis*, *Mitral regurgitation*, *Aortic regurgitation*, *Mitral stenosis* dan *Patent ductus arteriosus*. Masing-masing jenis suara jantung ini dihasilkan dari proses pembukaan dan penutupan katup jantung yang memiliki ciri khas tersendiri dilihat dari bentuk dan pola sinyalnya. Proses ekstraksi ciri dilakukan seperti pada **Gambar 5** dengan 3 tahap sebagai berikut:

Pertama, proses dekomposisi sinyal dilakukan sebanyak 6 tingkat dengan menggunakan rumusan transformasi wavelet seperti pada persamaan 4 dan **Gambar 6**. Sinyal suara jantung disampling dengan frekuensi smpling sebesar 10504 Hz.

Kedua, proses korelasi dilakukan antara sinyal dekomposisi normal dengan sinyal dekomposisi abnormal lainnya pada sub-band yang sama.



Gambar 6. Dekomposisi suara jantung

$$T(a, b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \psi^* \left(\frac{t-b}{a} \right) dt \quad (4)$$

Sinyal dekomposisi normal digunakan sebagai referensi atau pembanding sedangkan sinyal abnormal lainnya sebagai pola yang akan dikenali. Proses korelasi yang digunakan adalah kros-korelasi dengan persamaan berikut.

$$x(n) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} z(n)y(n-k) \quad (5)$$

dengan:

$z(n)$ =sinyal dekomposisi suara jantung Normal

$y(n-k)$ =sinyal dekomposisi suara jantung Abnormal

Ketiga, menghitung *Power Spectrum Density* (PSD) dari hasil kros-korelasi. *Power Spectrum Density* digunakan untuk mengetahui rapat *spectral* daya dari hasil korelasi pada frekuensi terkait. Perhitungan PSD dilakukan menggunakan metode Welch dengan membagi isyarat menjadi beberapa segmen-segmen, kemudian mengalikannya dengan fungsi atau window, serta dilakukan transformasi pada kawasan frekuensi dan terakhir hasil transformasi dikuadratkan dan dirata-rata untuk memperoleh pola dalam daerah frekuensi yang dinormalisasi (Kandi S D, 2013). Window yang digunakan adalah window Hamming seperti pada persamaan 6. Window ini dipilih untuk mengurangi efek diskontinuitas saat melakukan transformasi pada kawasan frekuensi.

$$w(n) = 0,54 - 0,46 \cos \left(2\pi \frac{n}{N} \right); \quad 0 \leq n \leq N \quad (6)$$

Proses perkalian sinyal hasil korelasi dengan fungsi window dilakukan dengan persamaan berikut.

$$x_i(n) = x(iD+n)w(n); \quad 0 \leq n \leq N-1 \quad (7)$$

Sedangkan untuk komputasi metode Welch dapat menggunakan persamaan 8 berikut.

$$\bar{S}_w(e^{j\omega}) = \frac{1}{K} \sum_{p=0}^{K-1} \bar{S}_p(e^{j\omega}) \quad (8)$$

dimana:

N =Indeks segment

K =Sampel periodegram

$\bar{S}_p$ = Spectral estimasi periodogram $x_i(n)$

$\bar{S}_w$ = Spectral estimasi Welch

x_i =Signal korelasi ditambah window

D =Panjang antar segment

$w(n)$ =Window hamming

Kemudian dari rerata PSD yang dinormalisasi akan dijadikan input jaringan

Tabel 1. Struktur JST yang digunakan

Karakteristik	Spesifikasi
Arsitektur	1 lapisan tersembunyi
Neuron input	7
Neuron tersembunyi	7
Neuron output	6
Fungsi Aktivasi	Sigmoid
Toleransi error (MSE)	0,01
Laju pembelajaran	0,3
Momentum	0,4
Jumlah data latih	6 jenis
Jumlah epoch	1000

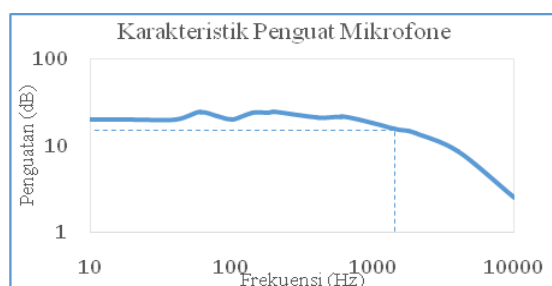
syaraf tiruan perambatan balik (*backpropagation*).

Tahapan klasifikasi merupakan tahapan pemrosesan sinyal suara jantung yang dilakukan untuk mengelompokkan suara jantung berdasarkan jenisnya. Pengelompokan sinyal suara jantung ini menggunakan sistem jaringan syaraf tiruan perambatan balik (*backpropagation*). Struktur jaringan syaraf tiruan yang dibangun dalam penelitian ini dapat dilihat seperti pada **Tabel 1**.

Input jaringan syaraf tiruan berasal dari ekstraksi ciri suara jantung yang telah dilakukan menggunakan metode dekorlet.

HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan hasil pengujian penguat mikrofone yang dilakukan diperoleh data seperti ditunjukkan pada **Gambar 7**.

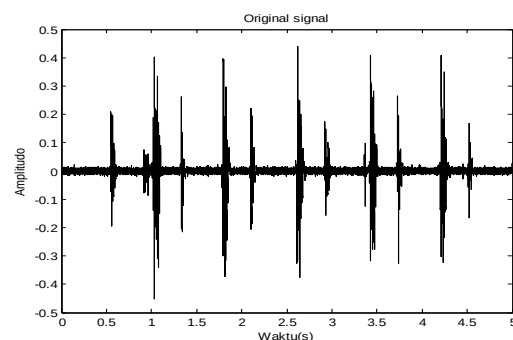


Gambar 7. Grafik tanggapan frekuensi penguat mikrofone

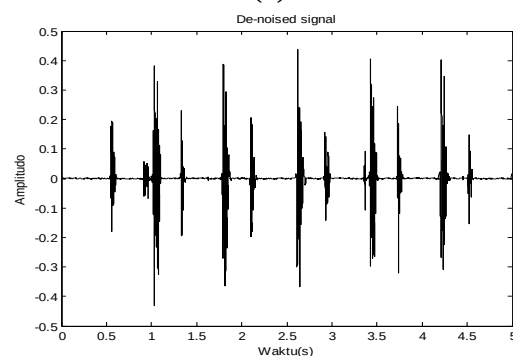
Pada **Gambar 7** terlihat bahwa pada frekuensi diatas 1500 Hz terjadi peredaman frekuensi dengan penguatan di bawah 15 dB. Hal ini menunjukkan bahwa *low pass* filter yang telah dirancang sudah mampu meredam frekuensi diatas 1500 Hz. Penguat mikrofone ini sudah cukup baik digunakan untuk deteksi suara jantung.

Hasil rekaman suara jantung menggunakan penguat mikrofone yang masih mengandung *noise* random kemudian difilter dengan filter wavelet. Hasil pemfilteran dapat dilihat seperti pada **Gambar 8**.

Pada **Gambar 8** terlihat bahwa filter wavelet yang dirancang sudah mampu menekan *noise* random dengan nilai SNR sebesar 24,57dB. Setelah sinyal terbebas dari *noise*, selanjutnya dapat dilakukan ekstraksi ciri sinyal menggunakan metode dekorlet dengan menghitung nilai *Power Spectrum Density* (PSD).

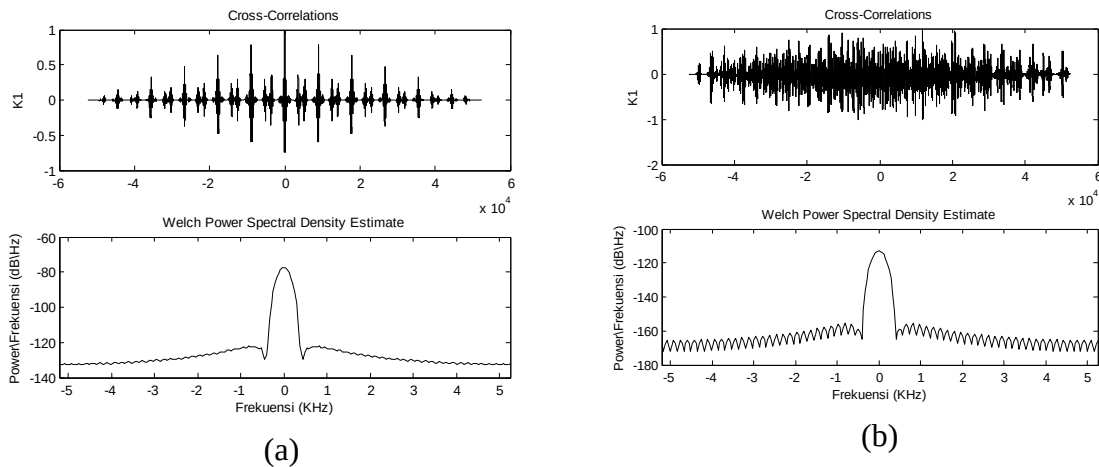


(a)



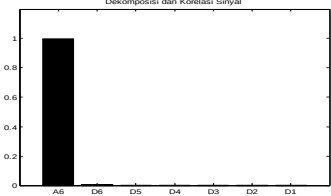
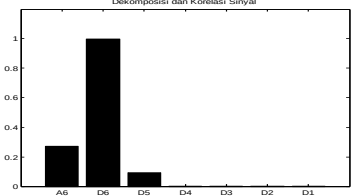
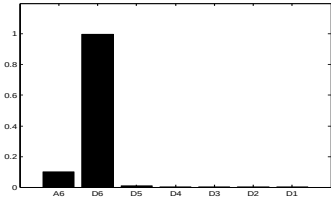
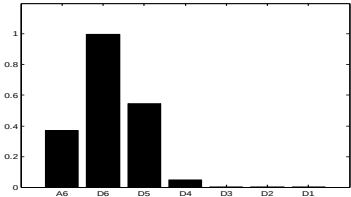
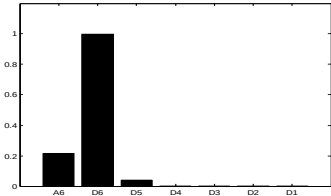
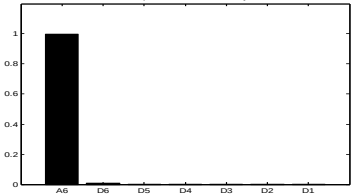
(b)

Gambar 8. (a) Sinyal suara jantung yang mengandung noise (b) Sinyal hasil filter (SNR=24,57 dB)



Gambar 9. Hasil korelasi dan perhitungan PSD untuk suara jantung (a) Normal (b) *Mitral Regurgitasi*

Tabel 2. Hasil perhitungan PSD untuk beberapa jenis kondisi jantung yang dijadikan data latih

Kondisi Jantung	Korelasi Sinyal	Kondisi Jantung	Korelasi Sinyal
Normal		<i>Aortic Regurgitasi</i>	
<i>Mitral Regurgitasi</i>		<i>Aortic Stenosis</i>	
<i>Mitral Stenosis</i>		<i>Patent Ductus Arteriosus</i>	

Perhitungan PSD dilakukan menggunakan persamaan 7 dan 8 serta memakai window Hamming sebagai fungsi penjendela.

Gambar 9 berikut adalah contoh korelasi sinyal pada kawasan waktu dan PSD untuk suara jantung Normal dan

Mitral Regurgitasi yang dilakukan pada sub-band aproksimasi ke-6 (A6).

Berdasarkan hasil ini menunjukkan bahwa korelasi dan PSD dari suara jantung Normal dan *Mitral Regurgitasi* berbeda satu sama lain walaupun korelasi dilakukan pada sub-band yang sama. Demikian juga untuk suara jantung normal dan abnormal lainnya.

Untuk perhitungan PSD suara jantung yang lain dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Berdasarkan hasil perhitungan PSD yang telah dinormalisasi selanjutnya akan dijadikan inputan dalam jaringan syaraf tiruan (JST). Selanjutnya dilakukan uji coba sistem secara keseluruhan mulai dari perekaman, ekstraksi ciri sampai klasifikasi. Uji coba system jaringan syaraf tiruan dilakukan pada sinyal hasil rekaman menggunakan *phonocardiogram* yang telah dirancang sebelumnya. **Tabel 3** berikut merupakan hasil klasifikasi suara jantung untuk satu jenis pasien bernama Jamal yang diambil sampel suara jantung sebanyak 7 kali.

Berdasarkan hasil ini menunjukkan bahwa sistem secara keseluruhan sudah mampu melakukan pengenalan pola secara benar dengan menggunakan *phonocardiogram* yang telah dirancang. Epoch rata-rata yang dicapai dalam proses pengenalan pola sebesar 98 dengan tingkat keberhasilan mencapai 85,7 %. Besar kecilnya epoch ini ditentukan oleh parameter laju pembelajaran dan momentum yang telah dimasukkan dalam jaringan syaraf tiruan dengan nilai 0,3 dan 0,4.

Tabel 3. Data uji coba JST

Uji Coba Ke	Kondisi Jantung	Status
1	N	Dikenali
2	PDA	Tidak dikenali
3	N	Dikenali
4	N	Dikenali
5	N	Dikenali
6	N	Dikenali
7	N	Dikenali

Keterangan:

N=Suara Jantung Normal

PDA= Suara Jantung *Patent Ductus Arteriosus*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa metode dekorlet dapat digunakan sebagai ekstraksi ciri sura jantung, yang dilengkapi dengan sistem jaringan syaraf tiruan mampu mengenali suara jantung dari hasil rekaman menggunakan *phonocardiogram* dengan tingkat keberhasilan mencapai 85,7%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal R, Singh J K, Gupta V K, Rathore S, Tiwari M, Khare A. (2011). Noise reduction of Speech Signal Using Wavelet Transform with Modified Universal Threshold. *International Journal of Computer Applications*. 20(5): 14-19.
- Antonisfia ,Wiryadinata R. (2008). Ekstraksi Ciri Pada Isyarat Suara Jantung Menggunakan Power Spectral Density Berbasis Metode Welch. *Jurnal Media Informatika*. 6(1): 71-84.
- Gokhale P S. (2012). ECG Signal Denoising using Discrete Wavelet Transform for removal of 50 Hz PLI noise. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. 2(5): 81-85.
- Kandi S D. (2013). Analisis Kinerja Spectrum Sensing Menggunakan Metode Matched Filter Pada Cognitive Radio. *SINGUDA ENSIKOM*. 2(2): 78-86.
- Putra, AE. (2006). *Transformasi Paket Wavelet, Dekomposisi Wavelet dan Korelasi pada Data Seismik Gunung Merapi, Jawa – Indonesia*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi

- (2006). Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Taruma Negara, Jakarta.
- Rizal A, Suryani V. (2007). *Aplikasi Pengolahan Sinyal Digital pada Analisis dan Pengenalan Suara Jantung dan Paru untuk Diagnosis Penyakit Jantung dan Paru Secara Otomatis*. Seminar Instrumentasi Berbasis Fisika. ITB. Bandung.
- Setiawan E, Alkaff A, Yogiarto M R. (2011). Analisa dan Pengenalan Suara Jantung Menggunakan Wavelet dan Jst Dalam Mengklasifikasikan Jenis Kelainan Katup Jantung Pada Manusia. *Seminar Nasional Pascasarjana XI – ITS*. 27 Juli 2011, Surabaya, Indonesia.