

# ALAT DETEKSI SINYAL ELEKTROKARDIOGRAFI PADA JANTUNG MENGGUNAKAN WAVELET TRANSFORM DAN NEURAL NETWORK

Mohammad Azizul Mukhtar

Teknik Elektro, Univeersitas Trunojoyo Madura, Sumenep.

[azizulmukhtar@gmail.com](mailto:azizulmukhtar@gmail.com)

**Abstract - Abstract-Electrocardiography (ECG) is a method commonly used to measure the performance of the human heart through the electrical activity of the heart. In this research, a system that is able to analyze and classify ECG signal abnormalities has been realized. Continuous Wavelet Transform (CWT) with Morlet function was used to explore the time-frequency characteristics of the ECG signal. ECG signal classification is done by using Artificial Neural Network (ANN) backpropagation algorithm method. Heart disease is a dangerous disease that is still the leading cause of death worldwide. Valvular heart disease is a type of heart disease caused by abnormal functioning of the heart valves. The traditional auscultation technique which is still commonly used today contains a major weakness, namely intra-subject and inter-subject variability, which can result in different diagnostic results. In order to develop a modern auscultation system, a method is needed that is able to analyze heart sounds properly. The signal processing procedure to extract hidden physical phenomena from heart sound signals consists of 3 stages. The first, Discrete Wavelet Transform, is used to reduce background noise in the original signal. Second, the signal is segmented using the Normalized Average Shannon Energy. Third, the characteristics of the signal will be extracted using Complex Continuous Wavelet Transform (CWT). The proposed CWT method demonstrates the ability to extract and identify the first S1 heart sound, the S2 second heart sound and its components. The results of time-frequency contours that reflect the mechanical activity of the valves and heart muscle are expected to be used in diagnosing human heart defects.**

**Keywords — ANN; CWT; Detak jantung; EKG; Segmentasi**

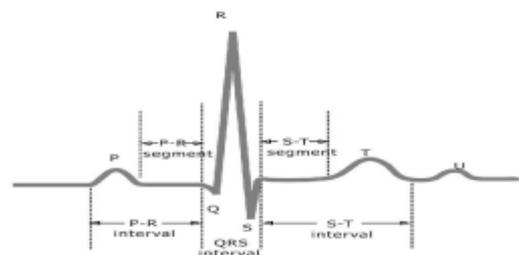
Abstrak - Abstrak-Elektrokardiografi (EKG) merupakan metode yang umum digunakan untuk mengukur kinerja jantung manusia melalui aktivitas elektrik jantung. Pada penelitian ini telah direalisasikan sebuah sistem yang mampu menganalisis dan mengklasifikasi kelainan sinyal EKG. Continuous Wavelet Transform (CWT) dengan fungsi Morlet digunakan untuk mengeksplorasi karakteristik time-frequency sinyal EKG. Klasifikasi sinyal EKG dilakukan dengan Artificial Neural Network (ANN) metode algoritma backpropagation. Penyakit jantung merupakan salah satu penyakit berbahaya yang masih menjadi penyebab utama kematian di seluruh dunia. Penyakit jantung valvular merupakan salah satu jenis penyakit jantung yang disebabkan ketidaknormalan fungsi katup-katup jantung. Teknik auskultasi tradisional yang masih umum dijalankan hingga saat ini mengandung kelemahan yang utama, yaitu faktor variabilitas intrasubjek dan inter-subjek, sehingga dapat mengakibatkan perbedaan hasil diagnosa. Dalam rangka mengembangkan sistem

auskultasi modern diperlukan suatu metode yang mampu menganalisa suara jantung dengan baik. Prosedur pemrosesan sinyal untuk mengekstrak fenomena fisik tersembunyi dari sinyal suara jantung terdiri dari 3 tahap. Pertama, Discrete Wavelet Transform, digunakan untuk mengurangi background noise pada sinyal asli. Kedua, sinyal disegmentasi menggunakan Normalized Average Shannon Energy. Ketiga, karakteristik dari sinyal akan diekstrak menggunakan Complex Continuous Wavelet Transform (CWT). Metode CWT yang telah diusulkan ini, menunjukkan kemampuan dalam mengekstrak dan mengidentifikasi suara jantung pertama S1, suara jantung kedua S2 dan komponen-komponennya. Hasil kontur time-frekuensi yang merefleksikan aktifitas mekanik dari katup maupun otot jantung diharapkan dapat digunakan dalam mendiagnosa kelainan jantung manusia.

**Kata Kunci—ANN; CWT; Detak jantung; EKG; Segmentasi**

## I. PENDAHULUAN

Gejala abnormalitas pada jantung seringkali datang secara tiba-tiba. Untuk itu, pengenalan secara dini terhadap penyakit jantung dengan prosedur dan penanganan lanjutan dapat mencegah peningkatan resiko fatal dari serangan jantung. Informasi seputar kerja jantung dapat diperoleh melalui prinsip kelistrikan pada jantung menggunakan sebuah instrumen medis yang disebut Electrocardiograf (EKG).



Diagnosis kelainan jantung hanya dengan mendengarkan suara jantung melalui stetoskop saja tidak cukup. Kelemahan dari cara ini adalah bahwa keterampilan mendiagnosa suara jantung menggunakan stetoskop adalah suatu hal yang tidak mudah. Keakuratan analisa sangat tergantung pada kepekaan telinga dan tingkat pengalaman seorang ahli dalam membedakan antara satu kelainan dengan kelainan yang lain. Dibutuhkan waktu bertahun-tahun untuk memperoleh dan memfilter suara jantung tersebut. Dan keahlian teknik

auskultasi ini pun tidak bisa dengan mudah diajarkan secara terstruktur, sehingga pendengaran seorang ahli jantung dengan ahli jantung yang lain tidak dapat digandakan. Oleh sebab alasan-alasan yang dikemukakan di atas, maka diagnosa kelainan jantung hanya dengan mendengarkan suara jantung menjadi sangat subjektif. Kelemahan lainnya yaitu bahwa pada teknik auskultasi tradisional, suara jantung tidak direkam, sehingga tidak dapat didengarkan ulang untuk didengarkan bersama-sama dokter yang lain sebagai bahan diskusi. Untuk itu, diperlukan prosedur yang lebih obyektif menggunakan teknik auskultasi modern. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan perumusan matematis sebagai kompensasi untuk analisa medis, dan dengan melakukan perekaman, visualisasi serta analisa suara jantung, sehingga dapat didengarkan ulang dan mempunyai data yang kuantitatif sehingga dapat dianalisa lebih lanjut secara lebih objektif. Ada banyak metode yang dapat digunakan dalam menganalisa sinyal elektrik jantung berdasarkan timefrequency, beberapa metode yang terkenal adalah wigner-ville distribution (WVD), transformasi fourier (TF), Short Time Fourier Transform (STFT), dan wavelet transform (WT). Pada penelitian sebelumnya telah ditunjukkan bahwa FFT dapat menginformasikan frekuensi yang berharga. Akan tetapi, FFT tidak mempertimbangkan waktu. Pada perkembangan selanjutnya, TF berkembang menjadi Short Time Fourier Transform (STFT) yang dibuat secara terpotong-potong berdasarkan window yang telah ditentukan dan berpengaruh pada resolusi timefrequency yang mampu dianalisa. Apabila panjang window waktunya sempit, maka resolusi frekuensinya buruk. Sebaliknya, apabila panjang window waktunya lebar maka resolusi waktunya buruk. Metode alternatif yang telah berkembang hingga sekarang adalah menggunakan wavelet transform (WT). WT merupakan suatu multiresolution analysis yang dapat merepresentasikan informasi waktu dan frekuensi sinyal elektrik jantung dengan penggunaan modulasi window yang fleksibel. WT sangat baik dalam menganalisa time-frequency untuk sinyal yang non-stationer. Teknik yang digunakan dalam WT adalah pada menyempit dan melebarnya fungsi mother wavelet yang merupakan fungsi basis yang akan dikonvolusikan terhadap sinyal yang akan diekstrak. Salah satu jenis metode WT yaitu Continuous wavelet transform (CWT) yang memiliki kemampuan analisa spectral lebih tepat dari sinyal yang nonstationer. Hasil studi di literatur telah menunjukkan bahwa WT adalah metode yang paling menjanjikan untuk mengekstrak fitur yang mencirikan perilaku dari sinyal EKG.

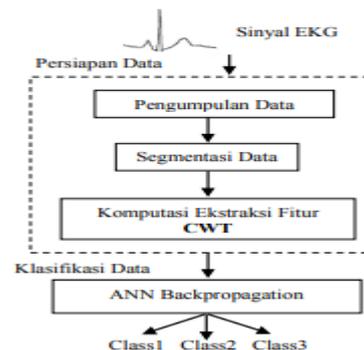
## II. METODE PENELITIAN

### A. Metode

Skema yang dirancang dari algoritma dalam penelitian ini untuk klasifikasi denyut EKG ditunjukkan pada Gambar 2. Tahap pertama adalah tahap pengolahan data yaitu pemilihan sample data, segmentasi data, dan akhirnya ekstraksi fitur.

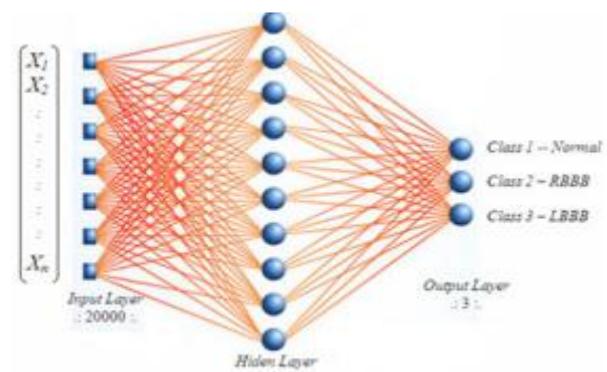
Tahap berikutnya adalah klasifikasi denyut EKG, yang merupakan tujuan utama dari penelitian ini

### B. Gambar dan Tabel



Data dari sinyal EKG yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari database sinyal EKG MITBIH Arrhythmia, 10 file dengan panjang waktu 1 menit dan sample frequency 360 Hz, sinyal denyut normal dan dua jenis denyut aritmia yang berbeda. Setelah karakteristik ciri dilakukan, langkah berikutnya adalah mengenali ciri yang diambil dari tiap data. Sebagai pengklasifikasi digunakan metode Artificial Neural Network dengan pembelajaran Backpropagation. Klasifikasi data dilakukan dengan memisahkan sinyal EKG ke dalam dua bagian, yaitu data untuk pelatihan dan data untuk pengujian. 75 data.

No	Klasifikasi data	Data keluaran biner
1	Kondisi normal	1 0 0
2	Right Bundle Branch Block	0 1 0
3	Left Bundle Branch Block	0 0 1



Untuk mengevaluasi hasil klasifikasi, dari hasil pengujian dihitung sensitifitas (Se), spesifisitas (Sp) dan Total akurasi (Ta). Langkah-langkah didefinisikan menggunakan True Positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP) dan False Negative (FN). Keputusan TP terjadi ketika deteksi sinyal normal dari classifier dan dokter dianggap benar. Keputusan TN terjadi ketika classifier dan dokter keduanya menyarankan adanya ketidaknormalan. FP terjadi ketika sinyal normal dianggap sebagai sinyal abnormal oleh sistem. Sedangkan, FN terjadi ketika sinyal abnormal dianggap normal oleh sistem. Sensitifitas dihitung dari jumlah identifikasi benar dari pengujian dengan sinyal EKG normal.

Spesifisitas dihitung dari jumlah identifikasi benar dari pengujian sinyal abnormal. Total akurasi dihitung dari total klasifikasi benar dari total pengujian dengan sinyal normal dan abnormal. CWT dihitung melalui konvolusi sinyal  $s(t)$  dengan sebuah modulasi window pada setiap waktu dengan setiap skala yang diinginkan. Modulasi window yang mempunyai skala fleksibel inilah yang disebut dengan mother wavelet atau fungsi dasar (a) (b) (c) (d) Gambar 1. Data publik sinyal suara jantung (a) normal, (b) atrial seftal defect, (c) mitral stenosis, (d) patent ductus arteriosus (a) (b) (c) (d) Gambar 2. Data satu siklus suara jantung menggunakan stetoskop digital (a) aorta, (b) mitral, (c) pulmonal, (d) tricuspid. wavelet, yang menghasilkan sejumlah koefisien  $C(a,b)$  yang diberikan oleh :

$$C(a,b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} s(t) g * \left( \frac{t-b}{a} \right) dt$$

- dimana :
- b adalah lokasi waktu;
  - a dinamakan faktor skala dan berbanding terbalik dengan frekuensi ( $a > 0$ );
  - Lambang \* menyatakan suatu konjugat kompleks
  - g(t) adalah mother wavelet.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, masing-masing data suara jantung S1 dan S2 yang sudah diidentifikasi melalui proses segmentasi akan diekstrak menggunakan CWT berupa fitur matriks berukuran 100 x 100. Sumbu x adalah merupakan indeks dari waktu dan sumbu y merupakan indeks dari frekuensi (skala). Sementara itu, spektrum warna adalah magnitudo ternormalisasi dari koefisien wavelet C. Dimana magnitudo yang maksimum ditunjukkan dengan warna merah dibandingkan dengan magnitudo yang kecil. Pada penelitian ini mother wavelet yang digunakan adalah Morlet. Dan skala yang digunakan adalah 0.0001 hingga 0.0101. Nilai skala ini berbanding terbalik dengan frekuensi. Dimana skala yang lebih besar menunjukkan frekuensi yang rendah dan skala yang lebih kecil menunjukkan frekuensi yang tinggi. Hasil perhitungan CWT digambarkan dalam bentuk contour

No.	Normal	Skala [0,001 - 0,101]	
		Batas Atas	Batas Bawah
1	Aorta-1	0,101	0,021
2	Aorta-2	0,101	0,011
3	Aorta-3	0,101	0,031
4	Aorta-4	0,101	0,011
5	Pulmonal-1	0,101	0,011
6	Pulmonal-2	0,101	0,011
7	Pulmonal-3	0,101	0,015
8	Pulmonal-4	0,101	0,011
9	Tricuspid-1	0,101	0,015
10	Tricuspid-2	0,101	0,011
11	Tricuspid-3	0,101	0,015
12	Tricuspid-4	0,101	0,011
13	Mitral-1	0,101	0,011
14	Mitral-2	0,101	0,011
15	Mitral-3	0,101	0,005
16	Mitral-4	0,101	0,015
<b>Avg ± SD</b>		<b>0,101</b>	<b>0,013 ± 0,005</b>

### IV. KESIMPULAN

Hasil ekstraksi ciri untuk data yang diambil menggunakan stetoskop digital menunjukkan bahwa hasil perekaman data tersebut masih banyak mengandung noise. Hal ini bisa diakibatkan oleh banyak faktor, diantaranya noise lingkungan, pergeseran stetoskop saat perekaman data dan lainlain. Sebaiknya perekaman data ini dilakukan oleh tenaga ahli, sehingga diharapkan bisa didapatkan data yang lebih baik. Selain itu perlu ditambahkan proses filter secara digital untuk membantu memperkecil noise. Namun secara umum dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa CWT mampu mengekstrak ciri fisiological event pada jantung normal maupun murmur yang diujikan dan menyajikan informasi frekuensi (dalam skala) dan waktu secara bersamaan. Berdasarkan hasil pengujian, sinyal suara S2 mempunyai konten frekuensi yang lebih tinggi dan range frekuensi yang lebih lebar dari S1. Data juga menunjukkan bahwa range frekuensi murmur diastolik (mitral stenosis) lebih lebar dibandingkan dengan range frekuensi murmur sistolik (atrial seftal defect).

### II. DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka mengikuti format IEEE seperti terlihat di bawah ini. Untuk memudahkan sangat dianjurkan untuk menggunakan *Endnotes Program* ataupun *Mendelay* di dalam mengatur daftar pustaka.

[1] Faizan Javed, P A Venkatachalam, Ahmad Fadzil, "A Signal Processing Module For The Analysis of Heart Sounds and Heart Murmurs", *Journal of Physics: Conference Series* 34 (2006) 1098– 1105, International MEMS Conference 2006.

[2] S.M Debbal, F.Bereksi Reguig, "Computeried Heart Sound Analysis", *Computers in biology and Medicine*, vol.38, pp.263-280, 2008.

[3] S.M Debbal, F.Bereksi Reguig, "Wavelet Transform Analysis of The Normal Cardiac Sound," *Biomedical Soft Computing and Human Sciences*, vol.12, No.1, pp.53-58, 2007.

[4] Z.Syed, D. Leeds, D.Curtis, F. Nesta, R.A.Levine, and J.Gutttag, "A Framework for The Analysis f Acoustical Cardiac Signals", *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol.54, pp.651-662, 2007.

[5] M. Akay, "Wavelet Applications on Medicine," *IEEE Spectrum. Biomed. Eng.*, May 1997.

[6] Putri Madona dkk,"Segmentasi Suara Jantung S1 dan S2 Menggunakan Kurva Amplop", 13th Seminar on Intelligent Technology and It's Applications., May 2012.

[7] R. Polikar, "The Wavelet Tutorial Part III Multiresolution Analysis and The Continuous Wavelet Transform," 2nd ed., June 5, 1996.

[8] B. Ergena, Y.Tatara, dan H.O.Gulcur, "Time Frequency Analysis for Phonocardiogram Signals Using Wavelet

Transform: A Comparatve Study," Computer Methodes in Biomechanics and Biomedic Engineering, 2010.

[9] Lehrer, Steven. MD, "Memahami Bunyi dan BisingJantung