

# Deteksi dan Klasifikasi Kelainan Jantung Berdasarkan Sinyal Elektrokardiograf

Menggunakan Wavelet dan Jaringan Syaraf Tiruan Self Organizing Maps

Yuli Sun Hariyani  
Fakultas Elektro & Komunikasi  
Institut Teknologi Telkom  
Bandung, Indonesia

I Made Kusuma Wardhana  
Fakultas Elektro & Komunikasi  
Institut Teknologi Telkom  
Bandung, Indonesia

Sugondo Hadiyoso  
Fakultas Elektro & Komunikasi  
Institut Teknologi Telkom  
Bandung, Indonesia

**Abstrak**— Saat ini sistem deteksi otomatis untuk klasifikasi jenis penyakit sangat diperlukan untuk membantu pihak medis dalam memberikan keputusan diagnosis. Dengan adanya *software* atau *hardware* yang menunjang untuk keperluan diagnosis diharapkan dapat memberikan perbandingan dan pertimbangan kepada ahli medis dalam diagnosis penyakit. Salah satu jenis penyakit yang bisa dilakukan analisis menggunakan *software* adalah penyakit jantung. Kelainan ini dapat dilihat dari sinyal elektrokardiograf hasil pemeriksaan ECG / EKG. Oleh karena itu dirancang sebuah system yang dapat mengklasifikasi kelainan penyakit jantung. Sistem yang dirancang terdiri dari 4 tahap yaitu akuisisi data, pre-processing, ekstraksi ciri menggunakan dekomposisi paket wavelet, dan klasifikasi menggunakan jaringan syaraf tiruan. Dari penelitian didapatkan hasil akurasi sebesar 93.33% dengan waktu proses total untuk tiap data adalah 1.35 detik

**Kata Kunci;** ECG, wavelet, jaringan syaraf tiruan

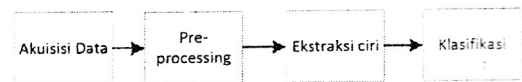
## I. PENDAHULUAN

Saat ini sistem deteksi otomatis untuk klasifikasi jenis penyakit sangat diperlukan untuk membantu pihak medis dalam memberikan keputusan diagnosis. Dengan adanya *software* atau *hardware* yang menunjang untuk keperluan diagnosis diharapkan dapat memberikan perbandingan dan pertimbangan kepada ahli medis dalam diagnosis penyakit. Salah satu jenis penyakit yang bisa dilakukan analisis menggunakan *software* adalah penyakit jantung. Kelainan ini dapat dilihat dari sinyal elektrokardiograf hasil pemeriksaan ECG / EKG. Sinyal EKG adalah sinyal listrik yang dihasilkan oleh aktifitas kelistrikan jantung. Kelainan dari fungsi jantung seseorang dapat dilihat dari rekaman sinyal EKG ini. Seorang ahli jantung menilai rekaman sinyal EKG dari bentuk gelombang, durasi, orientasi sinyal dan irama sinyal. Penilaian ini relatif subyektif, tergantung dari keahlian dokter dan kondisi pasien. Seiring dengan kemajuan teknologi elektronika dan berkembangnya teknik-teknik pengolahan sinyal digital, banyak cara dikembangkan untuk mengenali kelainan jantung secara otomatis melalui pengenalan sinyal [1][5]

Sinyal eletrokardiograf memiliki bentuk sinyal yang berbeda-beda untuk tiap kelainan jantung sehingga dapat dibedakan antara sinyal jantung normal dengan sinyal jantung berkelainan. Dengan demikian data

sinyal yang diperoleh akan dapat dianalisis untuk keperluan deteksi dan diagnosis penyakit/kelainan jantung. Proses ini akan dilakukan dengan bantuan program aplikasi yang akan dibuat berbasis MATLAB dan PS 400 sebagai generator sinyal EKG. Dengan demikian diharapkan system yang dibangun dapat menghasilkan akurasi tinggi.

Sistem yang dirancang merupakan sistem yang dapat mendeteksi kelainan jantung dan mengklasifikasikan sinyal jantung ke dalam 6 kelas yaitu sinyal jantung normal, *atrial fibrilasi*, *premature ventricular contractions*, *ventricular tachichardia*, *ventricular fibrillation* dan *paced beat*. Secara umum dapat dilihat pada blok diagram pada Gambar 1.

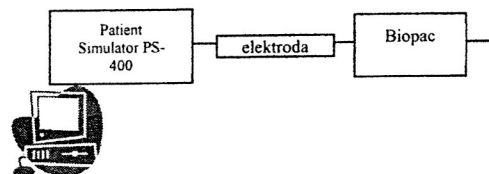


Gambar 1. Blok diagram system

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa system terdiri dari proses akuisisi data, *pre-processing*, ekstraksi ciri dan proses klasifikasi.

## II. AKUISISI DATA

Proses akuisisi data dilakukan berdasarkan gambar 2. Data didapatkan dari alat patient simulator PS-400. Patient simulator merupakan generator sinyal jantung yang bisa membangkitkan sinyal jantung normal maupun sinyal jantung dengan kelainan. Dari alat patient simulator, sinyal dibaca menggunakan biopac reader, yaitu alat pembaca sinyal jantung sehingga didapatkan data dengan format yang bisa dibaca oleh komputer. Selanjutnya data diubah menjadi file ber-ekstensi .mat sehingga bisa dibaca menggunakan matlab



Gambar 2. Sketsa proses pengambilan data

III. PRE-PROCESSING

Pre processing dilakukan dengan tujuan mempersiapkan data yang akan digunakan untuk proses selanjutnya. Pada system yang dibangun, pre processing yang dilakukan adalah *resampling* dan normalisasi.

A. Resampling

Resampling merupakan proses pensamplingan ulang dengan menaikkan nilai frekuensi sampling atau menurunkan nilai frekuensi sampling. Proses resampling akan dilakukan berdasarkan karakteristik data dengan melihat spectrum frekuensi untuk masing-masing kelas data.

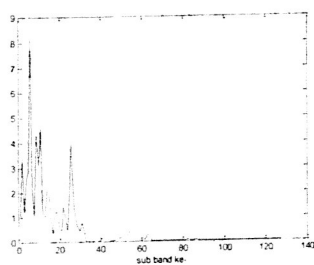
B. Normalisasi

Normalisasi dilakukan dengan tujuan agar amplitudo sinyal berada pada daerah -1 hingga +1. Proses normalisasi dilakukan dengan penskalaan, sehingga tidak merubah bentuk sinyal.

IV. EKSTRAKSI CIRI

Ekstraksi ciri bertujuan untuk mendapatkan karakteristik tertentu dari sebuah sinyal. Ekstraksi ciri yang optimal akan menghasilkan karakteristik yang berbeda untuk setiap kelas data, sehingga akan mempermudah proses selanjutnya yaitu proses klasifikasi. Ekstraksi ciri yang digunakan pada penelitian kali ini adalah dekomposisi paket wavelet. Nilai ciri didapatkan dari perhitungan energy setiap sub band yang terbentuk.

Data sinyal hasil normalisasi akan di dekomposisi dengan menggunakan mother wavelet daubechies 2 dan level dekomposisi 7 sehingga akan didapatkan 128 sub band. Masing-masing sub band dihitung periodogram nya, sehingga akan didapatkan ekstraksi ciri berukuran 128 x 1 seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Ekstraksi Ciri

V. KLASIFIKASI

Pembangunan sistem klasifikasi menggunakan JST dilakukan dua tahap yaitu tahap pembelajaran dan tahap pengujian. Tahap pembelajaran dilakukan untuk membangun jaringan syaraf tiruan dengan parameter jaringan yang optimal. Parameter yang didapatkan dari tahap pembelajaran akan digunakan untuk klasifikasi pada tahap pengujian. Lebih jelasnya proses perancangan dapat dilihat pada gambar 4

Proses *learning* dilakukan dengan menggunakan data hasil ekstraksi ciri dari proses dekomposisi paket wavelet. JST Kohonen-SOM merupakan salah satu model JST yang menggunakan metode unsupervised learning. Artinya, jaringan tersebut melakukan pembelajaran tanpa bimbingan data input-target. Sebelum dilakukan training dilakukan terlebih dahulu pendefinisian jaringan, yaitu ukuran topology layar, fungsi topologi, fungsi jarak, laju pemahaman fase pengaturan, jumlah iterasi langkah pengaturan, laju pemahaman fase penyempurnaan dan jarak sekitar neuron pemenang. Untuk laju pemahaman fase pengaturan digunakan default software yaitu :

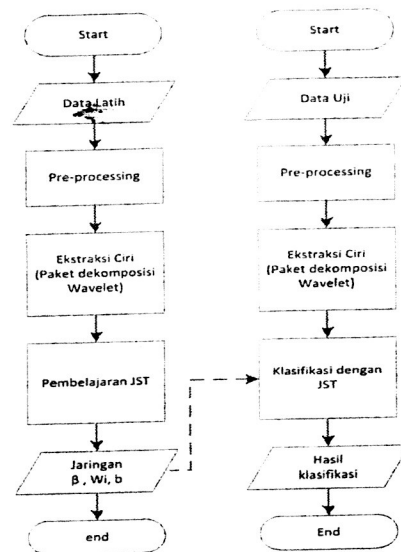
- laju pemahaman fase pengaturan = 0.9
- jumlah iterasi langkah pengaturan = 1000
- laju pemahaman fase penyempurnaan = 0.02
- jarak sekitar neuron pemenang = 1

sedangkan topologi layar yang digunakan [3 2] sehingga data akan dikelompokkan menjadi 6 kelas.

Beberapa parameter yang mempengaruhi kinerja JST-SOM antara lain bentuk topologi dan penggunaan jenis pengukuran jarak antara 2 neuron. Ada 3 jenis topologi yang bisa digunakan yaitu random topology, hexagon topology dan grid topology.

Selain itu dalam SOM perubahan bobot tidak hanya dilakukan pada bobot garis yang terhubung ke neuron pemenang saja, tetapi juga pada bobot garis ke neuron-neuron di sekitarnya. Neuron di sekitar neuron pemenang ditentukan berdasarkan jaraknya dari neuron pemenang. Ada 4 fungsi jarak yang akan diteliti, yaitu: Euclidean distance, link distance, box distance, dan manhattan distance.

Jumlah data yang digunakan pada proses learning adalah 300 data yang terdiri dari 50 data untuk masing-masing jenis kelainan. Hasil dari proses learning adalah jaringan yang terbentuk berdasarkan parameter, dan jaringan ini yang akan digunakan pada proses uji.

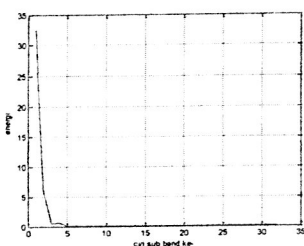


Gambar 4. Diagram Alir Sistem Klasifikasi

VI. HASIL DAN DISKUSI

A. Data masukan dan Ekstraksi Ciri

Dari spectrum frekuensi dapat dilihat bahwa ternyata frekuensi sinyal jantung rata-rata hanya berada pada range 0-60 Hz. Jika dilakukan ekstraksi ciri dari sinyal tersebut maka diperlukan level dekomposisi yang cukup besar untuk mendapatkan ciri yang merepresentasikan sinyal tersebut. Karena jika digunakan level dekomposisi yang kecil maka energy sinyal untuk sub band diatas 60Hz akan bernilai mendekati 0. Sebagai contoh jika dilakukan ekstraksi ciri dengan level dekomposisi 5 dengan frekuensi sampling tetap yaitu 1000Hz, maka hasil ekstraksi ciri dapat dilihat pada gambar 5

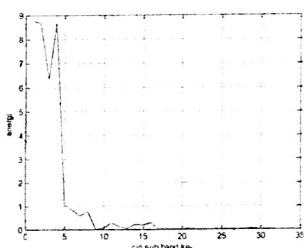


Gambar 5. Hasil Ekstraksi dengan fs=1000Hz

Oleh karena itu dilakukan resampling (dalam hal ini downsampling) untuk menurunkan nilai frekuensi sampling sehingga hanya dibutuhkan level dekomposisi kecil untuk bisa mendapatkan hasil ekstraksi ciri yang efektif. Sesuai dengan teorema sampling Nyquist seperti yang terlihat pada persamaan 6.1. Yang berarti nilai frekuensi sampling minimal yang harus digunakan agar tidak terjadi aliasing adalah lebih dari 2 kali frekuensi maksimum sinyal.

$$fs > 2fmax \tag{6.1}$$

Jika diambil fmax 100 Hz, maka fs yang bisa digunakan adalah 200Hz. Artinya dilakukan downsampling 5 kali. Sehingga spectrum frekuensi dan hasil ekstraksi ciri seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil ekstraksi ciri setelah downsampling

Pada ekstraksi ciri digunakan level dekomposisi 7 sehingga didapatkan jumlah sub band sebanyak 127 sub band. Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk proses ekstraksi ciri adalah 0.17 detik.

B. Proses Learning dan Pengujian

Jumlah data yang digunakan pada proses learning adalah 300 data yang terdiri dari 50 data latih untuk masing- masing jenis kelainan jantung. Dari proses

learning ini dihasilkan kelas – kelas data. Beberapa data menghasilkan kelas yang sama, maka untuk meningkatkan akurasi digunakan Euclidean distance untuk membantu jaringan menentukan jenis kelainan sinyal jantung dengan tepat. Sehingga didapatkan akurasi proses learning adalah 100%.

Sedangkan untuk proses uji menggunakan data uji sebanyak 150 data yang terdiri dari 25 data untuk masing-masing jenis kelainan sinyal jantung. Dan dari hasil pengujian menggunakan jaringan yang dihasilkan dari proses learning didapatkan hasil seperti yang terlihat pada tabel 1.

TABEL 1 HASIL PROSES UJI

| Topologi | Distance | Jumlah data uji | Jumlah Data Salah | Akurasi (%) | Waktu uji (detik) |
|----------|----------|-----------------|-------------------|-------------|-------------------|
| Randtop  | mandist  | 150             | 10                | 93.3333     | 1.155833898       |
|          | linkdist | 150             | 10                | 93.3333     | 1.192883165       |
|          | boxdist  | 150             | 10                | 93.3333     | 1.158007295       |
|          | dist     | 150             | 10                | 93.3333     | 1.114161813       |
| Hextop   | mandist  | 150             | 11                | 92.6667     | 1.091660222       |
|          | linkdist | 150             | 10                | 93.3333     | 1.169380704       |
|          | boxdist  | 150             | 10                | 93.3333     | 1.141389446       |
|          | dist     | 150             | 10                | 93.3333     | 1.148688092       |
| Grid     | mandist  | 150             | 10                | 93.3333     | 1.105771622       |
|          | linkdist | 150             | 10                | 93.3333     | 1.157045206       |
|          | boxdist  | 150             | 10                | 93.3333     | 1.247133693       |
|          | dist     | 150             | 10                | 93.3333     | 1.109485388       |

Pada hasil pengujian terlihat bahwa sebagian besar pasangan topologi dan distance menghasilkan akurasi sebesar 93.33%, kecuali untuk pasangan topologi hexagonal dan manhattan distance yang menghasilkan akurasi sebesar 92.67%

Dengan distribusi kesalahan deteksi untuk masing-masing sinyal adalah sebagai berikut :

TABEL 2 DISTRIBUSI KESALAHAN DETEKSI

| Jenis Sinyal Jantung     | Jumlah data | Jumlah data terdeteksi benar | Jumlah data terdeteksi Salah | Akurasi (%) |
|--------------------------|-------------|------------------------------|------------------------------|-------------|
| Atrial Fibrillation      | 25          | 25                           | 0                            | 100         |
| Normal                   | 25          | 25                           | 0                            | 100         |
| Paced                    | 25          | 25                           | 0                            | 100         |
| PVC                      | 25          | 16                           | 9                            | 64          |
| Ventricular Fibrillation | 25          | 25                           | 0                            | 100         |
| Ventricular Tachicardia  | 25          | 24                           | 1                            | 96          |
| Total                    |             |                              |                              | 93.33       |

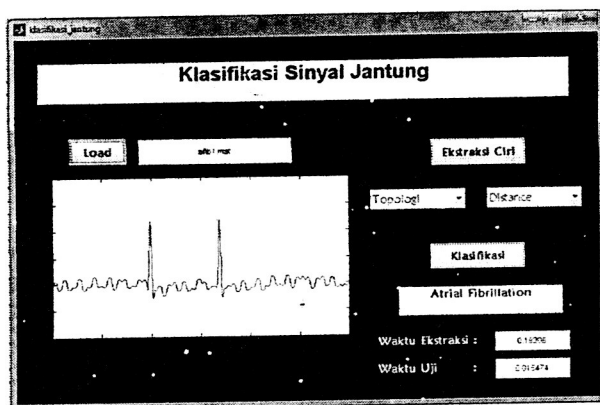
Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kesalahan terbanyak terjadi pada sinyal PVC, yaitu mendeteksi sinyal PVC sebagai sinyal jantung normal. Hal tersebut disebabkan karakteristik sinyal PVC yang hanya memiliki satu pembeda dengan sinyal jantung normal

yaitu adanya loncatan amplitude secara tiba-tiba yang memiliki tinggi melebihi amplitude sinyal jantung normal. Pemotongan sinyal yang dilakukan secara acak terkadang menyebabkan loncatan amplitude tidak terambil atau tidak terambil secara sempurna sehingga system mengidentifikasi sinyal tersebut sebagai sinyal normal. Kemungkinan kesalahan bisa diminimalisir jika rentang waktu pengambilan data diperpanjang sehingga probabilitas untuk mendapatkan loncatan amplitude tersebut bisa lebih besar.

Waktu yang dibutuhkan untuk tiap proses untuk satu data dapat dilihat pada table 3. Dan tampilan program dapat dilihat pada gambar 7.

TABEL 3 WAKTU PROSES

| Proses         | Waktu proses (detik) |
|----------------|----------------------|
| Pre-processing | 0.028794             |
| Ekstraksi Ciri | 0.167134473          |
| Klasifikasi    | 1.149286712          |
| Total          | 1.345215185          |



GAMBAR 7. TAMPILAN PROGRAM

## VII. KESIMPULAN.

Berdasarkan penelitian didapatkan bahwa diperlukan proses *downsampling* pada *pre processing* sinyal masukan untuk mendapatkan ekstraksi ciri yang optimal. Dilihat dari spectrum frekuensi nya, sinyal jantung berada pada frekuensi sekitar 0-60 Hz. Maka bisa dilakukan downsample hingga 5 kali, sehingga ketika dilakukan proses ekstraksi ciri dengan menggunakan wavelet, pada daerah frekuensi rendah dimana informasi penting berada akan didapatkan lebar band frekuensi yang lebih sempit.

Algoritma JST SOM dengan ekstraksi ciri menggunakan paket wavelet menghasilkan akurasi rata-rata sebesar 93,33% dengan waktu proses total untuk setiap data adalah 1.35 detik. Penggunaan jenis topologi dan distance tidak banyak mempengaruhi hasil akurasi.

## REFERENCES

- [1] A. Rizal, V. Suryani, *Pengenalan Suara EKG Menggunakan Dekomposisi Paket Wavelet dan K-Means Clustering*, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2008, Universitas Brawijaya, Malang, 2006
- [2] G. Gomez Herrero, A. Gotchev, I.Christov, K. Egiazarian, Feature Extraction For Heartbeat Classification Using Independent Component Analysis And Matching Pursuits, Preceeding on ICCASP2005,2005
- [3] <http://www.physionet.org>
- [4] J.S. Walker, *Wavelet and Their Scientific Applications*, CRC Press, 1999
- [5] M.B. Tayell, M.E. Bouridy, *ECG Images Classification Using Feature Based on Wavelet Transformation And Neural Network*, AIML 06 International Conference, Sharm El Shekh, Egypt, 2006.
- [6] S Wijaya, *EKG Praktis*, Binarupa Aksara, Jakarta, 1990.
- [7] S. Salivahanan, A. Vallavaraj, C. Gnanapriya. *Digital Signal Processing*, McGraw-Hill. Singapore, 2001.
- [8] W.J. Tompkins. *Biomedical Signal Processing*, Prentice Hall, New Jersey, 1993.