

## PENGENALAN SIGNAL EKG MENGGUNAKAN DEKOMPOSISI PAKET WAVELET DAN K-MEANS-CLUSTERING

Achmad Rizal<sup>1</sup>, Vera Suryani<sup>2</sup>

Institut Teknologi Telkom Departemen Teknik Elektro<sup>1</sup> Departemen Teknik Informatika<sup>2</sup>  
Jl Telekomunikasi no 1, Dayeuh Kolot, Bandung  
E-mail: {arz,vra}@stttelkom.ac.id

### ABSTRAKSI

EKG (elektrokardiogram) merupakan salah satu sinyal tubuh yang digunakan untuk mendeteksi kondisi kesehatan jantung seseorang. EKG adalah suatu rekaman aktivitas kelistrikan jantung. Apabila terdapat gangguan pada pola-pola listrik yang normal maka dapat didiagnosis berbagai kelainan jantung. Pada penelitian ini dilakukan pengenalan kelainan/penyakit jantung berdasarkan sinyal EKG menggunakan dekomposisi paket wavelet. Sinyal EKG didekomposisi sampai level 5 menggunakan wavelet Daubechies 2, kemudian energi dari tiap subband di hitung periodogramnya. Sebagai classifier digunakan K-Means clustering, dimana digunakan metode cityblock sebagai penghitung jarak antar data. Dari 3 kelas data yang diujicobakan (Normal Sinus Rhythm (NSR), Congestive Heart Failure (CHF), dan Atrial Fibrillation (AF)) didapat akurasi sistem sebesar 94.4%. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang dikembangkan cukup baik untuk mengenali sinyal EKG yang diujikan.

**Kata kunci:** Elektrokardiogram, dekomposisi paket wavelet, k-means clustering

### 1. PENDAHULUAN

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 EKG[1][5]. Pengolahan sinyal EKG yang dilakukan bisa pada domain waktu, domain frekuensi atau domain wavelet. Pada penelitian ini diujicobakan metode wavelet untuk pengenalan kelainan jantung melalui sinyal EKG.

#### 1. TEORI ECG

Berikut akan dijelaskan teori tentang sinyal ECG dan akusisinya.

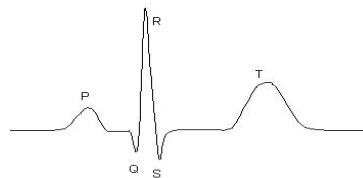
##### 2.1 Elektrokardiogram

Elektrokardiogram (EKG) adalah suatu gambaran dari potensial listrik yang dihasilkan oleh aktifitas listrik otot jantung. EKG ini merupakan rekaman informasi kondisi jantung diambil dengan elektrokardiograf yang ditampilkan melalui monitor atau dicetak pada kertas[5]. Rekaman EKG ini digunakan oleh dokter ahli untuk menentukan kondisi jantung dari pasien.

##### 2.2 Gelombang EKG Normal

Sebuah sinyal yang didapat dari EKG normal adalah seperti pada gambar 1. Gelombang EKG normal memiliki ciri-ciri sebagai berikut[9]:

1. Gelombang P mempunyai amplituda kurang dari 0,3 mV dan perioda kurang dari 0,11 detik.
2. Gelombang Q mempunyai amplituda sebesar minus 25% dari amplituda gelombang R.



**Gambar 1.** Gelombang EKG Normal

3. Gelombang R mempunyai amplituda maksimum 3 mV.
4. Gelombang S merupakan defleksi negatif sesudah gelombang R.
5. Kompleks QRS terdiri dari gelombang Q, R dan S yang memiliki perioda 0,06-0,10 detik dengan perioda rata-rata 0,08 detik.
6. Gelombang T mempunyai amplituda minimum 0,1 mV.

##### 2.3 Teknik-Teknik Elektrokardiografi

Pada dasarnya ada tiga teknik yang digunakan dalam elektrokardiografi, yaitu[9]:

1. *Standard clinical ECG.*

Teknik ini menggunakan 10 elektroda (12 lead) yang ditempatkan pada titik-titik tubuh tertentu. Teknik ini dipakai untuk menganalisa pasien.

2. *Vectorcardiogram.*

Teknik ini menggunakan 3 elektroda yang ditempatkan pada titik-titik tubuh tertentu. Teknik ini menggunakan pemodelan potensial tubuh sebagai vektor tiga dimensi dengan menggunakan sandapan baku bipolar (Einthoven). Dari sini akan dihasilkan gambar grafis dari eksistensi jantung.

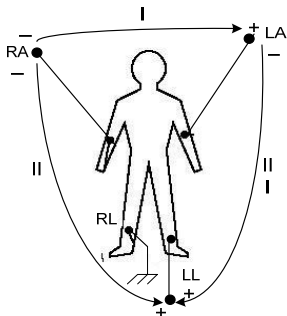
3. *Monitoring ECG.*

Teknik ini menggunakan 1 atau 2 elektroda yang ditempatkan pada titik-titik tubuh tertentu. Teknik ini digunakan untuk memonitor pasien dalam jangka panjang.[4]

2.4 **Sistem Lead Monitoring ECG**

Sinyal ECG yang dianalisis adalah sinyal yang diambil menggunakan 3 *lead* sesuai dengan segitiga Einthoven [9]. Pada sistem ini sinyal ECG tiap lead merupakan beda potensial antar anggota tubuh antara lain :

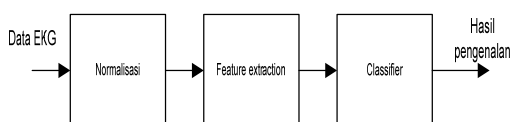
- *Lead I* : beda potensial antara LA (*left arm*) dengan RA (*right arm*)
- *Lead II* : beda potensial antara LL (*left leg*) dengan RA (*right arm*)
- *Lead III* : beda potensial antara LL (*left leg*) dengan LA (*left arm*)



Gambar 2. Segitiga Einthoven

1. BAHAN DAN METODE

Secara sederhana sistem pengenalan EKG dapat dilihat pada gambar 3. Pada bagian berikut akan dijelaskan tiap tahap pengerjaan secara lebih rinci



Gambar 3. Gambar sistem

3.1. Data

Data diambil dari MIT-BIH *data base* [4] terdiri dari 3 kelas data yaitu *Normal Sinus Rhythm* (NSR), *Congestive Heart Failure* (CHF), dan *Atrial Fibrillation* (AF). Data EKG ini diambil dari lead II, dengan frekuensi sampling 250 Hz. Panjang

rekaman sekitar 2-3 detik, atau tiap data berisi sekitar 3 gelombang QRS.

3.3 Preprocessing

*Preprocessing* yang dilakukan berupa penyeragaman pada data agar parameter-parameter data menjadi sama. Pada penelitian ini dilakukan proses normalisasi berupa normalisasi amplitudo dan penghilangan komponen DC dari data[1]. Penghilangan komponen DC dapat dilakukan oleh persamaan (1).

$$S(i) = S(i) - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S(i)$$

(1)

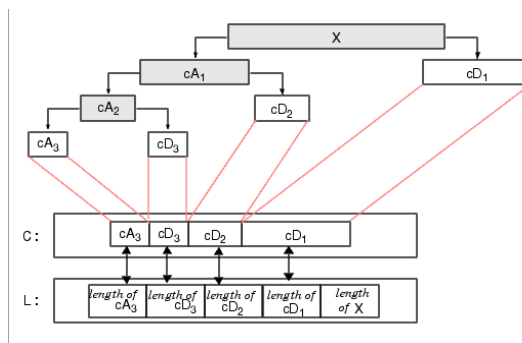
Sedangkan normalisasi amplitudo dilakukan dengan persamaan berikut :

$$S(i) = \frac{S(i)}{S_{max}}$$

(2)

3.4 Dekomposisi Paket Wavelet

Metode paket wavelet merupakan generalisasi dari dekomposisi wavelet yang memberikan jangkauan yang lebih luas untuk analisis sinyal. Pada dekomposisi wavelet sinyal dibagi menjadi komponen aproksimasi dan detail. Komponen aproksimasi kemudian dibagi lagi menjadi komponen aproksimasi dan detail, begitu seterusnya sampai level yang diinginkan[5].



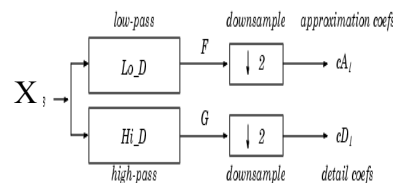
Gambar 4. Dekomposisi wavelet

Secara matematis dekomposisi wavelet 3 tingkat dapat dituliskan :

$$\begin{aligned} X &= cA_1 + cD_1 \\ &= cA_2 + cD_2 + cD_1 \\ &= cA_3 + cD_3 + cD_2 + cD_1 \end{aligned}$$

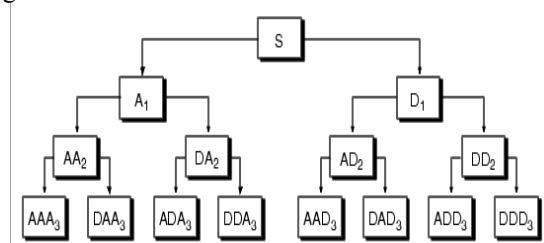
(3)

Komponen cA1 dan cD1 didapat lewat operasi seperti pada gambar 2.



Gambar 5. Proses dekomposisi wavelet[1]

Pada paket wavelet, dekomposisi dilakukan pada komponen aproksimasi dan detail sekaligus. Komponen detail juga dibagi menjadi komponen detail aproksimasi dan detail detail seperti pada gambar di bawah.



Gambar 6. Dekomposisi paket wavelet[1]

Dekomposisi yang dilakukan pada sinyal EKG dilakukan sampai level 5 dengan menggunakan Daubechies2 (db2) sebagai *mother wavelet*-nya. Proses ini akan menghasilkan 32 subband sinyal dengan lebar sekitar 7.8 Hz.

### 3.5 Periodogram

Langkah selanjutnya adalah menghitung periodogram dari tiap subband hasil dekomposisi. Periodogram dari deretan data  $[x_1, x_2, \dots, x_n]$  dapat dihitung dengan rumus berikut[8].

$$S(e^{j\omega}) = \frac{1}{n} \left| \sum_{l=1}^n x_l e^{-j\omega l} \right|^2 \quad (4)$$

Dari hasil perhitungan tersebut dihitung energi yang kemudian akan menjadi fitur dari sinyal EKG yang diamati. Hasilnya berupa matrik dengan ukuran  $32 \times 1$ .

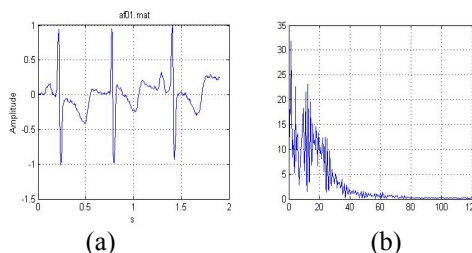
### 3.6 K-Means Clustering

Setelah ekstraksi ciri dilakukan, langkah berikutnya adalah mengenali ciri yang diambil dari tiap data. Sebagai classifier digunakan metode *K-means clustering*. Metode ini membagi data masukan menjadi kluster-kluster dengan centroid masing-masing. Karena terdapat 3 kelas data yang diujikan maka jumlah kluster yang dibentuk adalah 3 dan diharapkan antar kelas data terpisah pada masing-masing kluster. Untuk mengukur jarak antar data dengan centroid digunakan *Manhattan distance* dimana jarak antara  $(x_1, y_1)$  dengan  $(x_2, y_2)$  dirumuskan sebagai berikut [3]:

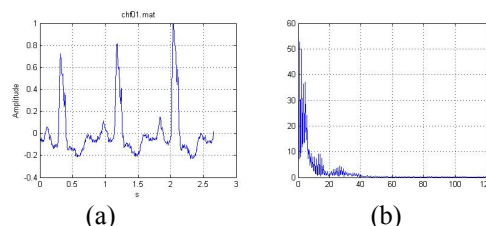
$$distance(x,y) = \sum_i |x_i - y_i| \quad (5)$$

## 2. HASIL DAN DISKUSI

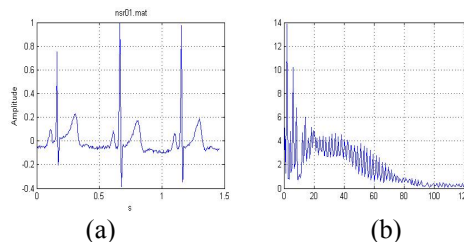
Contoh data sinyal EKG yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 7,8 dan 9. Masing-masing kelas berjumlah 30 data sehingga data total 90 data.



Gambar 7. (a) ECG kasus *Atrial fibrillation*  
(b) Spektrum frekuensi *Atrial Fibrillation*

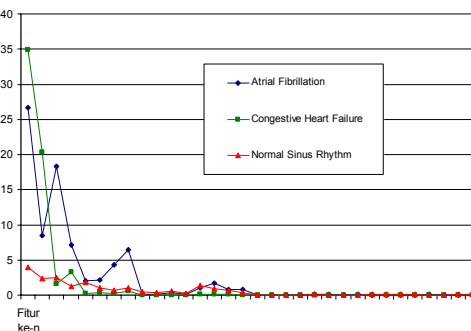


Gambar 8. (a) ECG kasus *Congestive heart failure*  
(b) Spektrum frekuensi *Congestive heart failure*



Gambar 9. (a) ECG kasus *Normal Sinus Rhythm*  
(b) Spektrum frekuensi *Normal Sinus Rhythm*

Hasil ekstraksi ciri yang diusulkan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 10. Contoh hasil ekstraksi ciri tiap kelas

Sedangkan hasil pengenalan menggunakan Kmeans Clustering ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengenalan

Data	Dikenali sebagai		
	AF	CHF	NSR
AF	29	1	0
CHF	4	26	0
NSR	0	0	30

Dari tabel 1 terlihat bahwa sebanyak 1 data AF yang dikenali sebagai CHF, 4 data CHF dikenali sebagai AF dan seluruh data NSR dikenali dengan baik. Dari hasil tersebut hanya ada 5 data yang dikenali salah oleh sistem. Dengan demikian akurasi sistem mencapai  $85/90 \times 100\% = 94.4\%$ .

Salah satu penyebab kesalahan deteksi adalah data yang tidak seragam panjang, irama jantung pada data yang tidak seragam dan noise pada data. Pemotongan data dilakukan secara manual menjadikan data kadang tidak sama persis 3 siklus EKG.

Dari nilai akurasi yang cukup tinggi, 94.4%, menunjukkan bahwa sistem yang diusulkan dapat diterapkan untuk pengenalan sinyal EKG secara *off-line*.

### 3. KESIMPULAN

Pengenalan sinyal EKG menggunakan dekomposisi paket wavelet yang diujicobakan menghasilkan kinerja yang cukup baik. Akurasi yang didapat mencapai 94.4%. Kelemahan dari sistem yang diusulkan adalah sifatnya yang belum bisa real-time dan pemotongan data yang masih manual. Untuk itu perlu adanya perbaikan sehingga metode ini bisa dilakukan pada sinyal EKG yang diambil terus-menerus pada pasien (*monitoring ECG*) serta segmentasi otomatis.

### PUSTAKA

- [1] A. Rizal, V. Suryani, Pengenalan Suara Jantung Menggunakan Dekomposisi Paket Wavelet dan Jaringan Syaraf Tiruan ART2, Proceeding EECCIS 2006, Universitas Brawijaya, Malang, 2006
- [2] G. Gómez Herrero, A. Gotchev, I. Christov, K. Egiazarian, *Feature Extaction For Heartbeat Classification Using Independent Component Analysis And Matching Pursuits*, Preceeding on ICCASP2005, 2005
- [3] <http://www.cs.uregina.ca/~hamilton/courses/831/notes/clustering/clustering.html>.
- [4] <http://www.physionet.org>
- [5] J. S. Walker, *Wavelet and Their Scientific Applications*, CRC Press, 1999
- [6] M. B. Tayell, M. E. Bouridy, ECG Images Classification Using Feature Based On Wavelet Transformation And Neural Network, AIML 06 International Confrence, Sharm El Shekh, Egypt, 2006
- [7] S Wijaya, *EKG Praktis*, Binarupa Aksara, Jakarta, 1990
- [8] S. Salivahanan, A. Vallavaraj, C. Gnanapriya, *Digital Signal Processing*, McGraw-Hill, Singapore, 2001
- [9] W. J. Tompkins, *Biomedical Signal Processing*, Prentice Hall, New Jersey, 1993