

PENGENALAN SINYAL ELEKTROCARDIOGRAM (EKG) MENGUNAKAN SHORT TIME FOURRIER TRANSFORM (STFT)

Achmad Rizal¹, Vera Suryani²

¹ BioSPIN RG, Fakultas Elektro dan Komunikasi, Institut Teknologi Telkom, Bandung

² Fakultas Informatika, Institut Teknologi Telkom, Bandung
Jalan Telekomunikasi no 1, Terusan Buah Batu, Bandung 40257

¹ arz@stttelkom.ac.id, ² vra@stttelkom.ac.id

Abstrak

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 spectrogram/STFT (*Short Time Fourier Transform*) sebagai metode pengenalan sinyal EKG secara otomatis. Sinyal EKG dihitung STFT-nya kemudian dicari nilai maximum dan minimum tiap saat dari STFT. Sebagai *classifier* digunakan metode *K-Means clustering* untuk menguji keterpisahan data hasil ekstraksi ciri. Dari 3 kelas data yang diujicobakan *Normal Sinus Rhythm* (NSR), *Congestive Heart Failure* (CHF), dan *Atrial Fibrillation* (AF)) didapat akurasi sistem sebesar 94,67%. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang dikembangkan cukup baik untuk mengenali sinyal EKG yang diujikan. Diharapkan metode yang diusulkan dapat berguna untuk mendukung dokter dan petugas medis dalam rangka meningkatkan kualitas layanan kesehatan bagi masyarakat.

Kata kunci : EKG, STFT, *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][7]. Pengolahan sinyal EKG yang dilakukan bisa pada domain waktu, domain frekuensi atau domain wavelet. Pada penelitian ini diujicobakan metode STFT untuk pengenalan kelainan jantung melalui sinyal EKG.

2. Teori EKG

Berikut akan dijelaskan teori tentang sinyal EKG dan akusisinya.

2.1 Elektrokardiogram

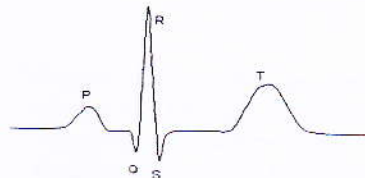
Elektrokardiogram (EKG) adalah suatu gambaran dari potensial listrik yang dihasilkan oleh

aktifitas listrik otot jantung. EKG ini merupakan rekaman informasi kondisi jantung diambil dengan elektrokardiograf yang ditampilkan melalui monitor atau dicetak pada kertas [9]. 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

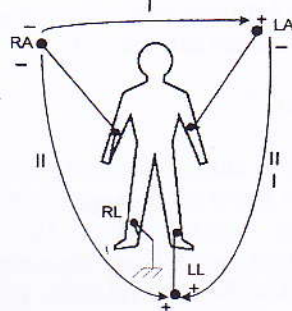
Pada dasarnya ada tiga teknik yang digunakan dalam elektrokardiografi, yaitu[9]:

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 EKG yang dianalisis adalah sinyal yang diambil menggunakan 3 lead sesuai dengan segitiga Einthoven [8]. Pada sistem ini sinyal EKG 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

3. 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 [3] 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 sebagai contoh agar panjang tiap data sama, dilakukan resampling agar panjang semua data menjadi 300 sample. Pada penelitian ini dilakukan proses normalisasi berupa normalisasi amplitudo dan penghilangan komponen DC dari data[5]. Penghilangan komponen DC dapat dilakukan oleh persamaan (1).

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

Sedangkan normalisasi amplitudo dilakukan dengan persamaan berikut :

$$S(i) = 2 \left(\frac{S(i)}{S_{\max}} - 0,5 \right) \quad (2)$$

3.4 Short Time Fourier Transform (STFT)

STFT merupakan teknik representasi sinyal pada domain waktu dan frekuensi. Tidak seperti transformasi Fourier yang menampilkan sinyal dalam domain frekuensi, STFT dapat menampilkan komponen frekuensi sinyal tiap saat [6].

Spektrogram dihitung dengan persamaan berikut[4]:

$$STFT(t_n, f_k) = \sum_{l=t_n D - \frac{T}{2}}^{t_n D + \frac{T}{2} - 1} w(t_n D - l) x(l) e^{-j2\pi f_k l / T} \quad (3)$$

dengan $x(l)$ merupakan sampel sinyal, $w(t_n D - l)$ merupakan *time domain window* dimana lokasinya merupakan perkalian dari sejumlah D sampel. Kelebihan dari STFT adalah dapat diketahui komponen frekuensi dari sinyal setiap saat. Resolusi dari STFT tergantung dari *window* yang digunakan dan berapa persen *overlap* antar *window*.

Pada penelitian ini dibuat panjang frame 25 sample dengan 20 sampel overlap. Hal ini

menghasilkan 56 frame dimana ditiap frame diambil nilai maksimum dan minimum sebagai fitur.

3. 4 K-Means Clustering

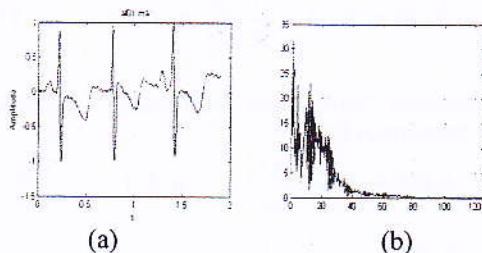
Setelah ekstraksi ciri dilakukan, langkah berikutnya adalah mengenali ciri yang diambil dari tiap data. Sebagai classifier digunakan metode *K-means clustering* [2]. Metode ini membagi data masukan menjadi kluster-kluster dengan centroid masing-masing. Karena terdapat 3 kelas data yang diujikan maka jumlah kluster yang dibentuk adalah 3 dan diharapkan antar kelas data terpisah pada masing-masing kluster.

Untuk mengukur jarak antar data dengan centroid tiap kluster, digunakan Euclidean distance. Misal diberikan $m \times n$ data matriks X , dengan vector baris $x_1, x_2, \dots, x_m$, berbagai jarak antara vector x_r dan x_s didefinisikan sebagai berikut:

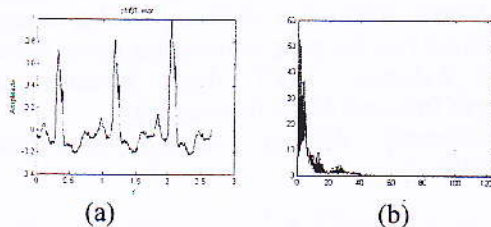
$$d_{rs}^2 = (x_r - x_s)(x_r - x_s) \quad (4)$$

4. Hasil dan Diskusi

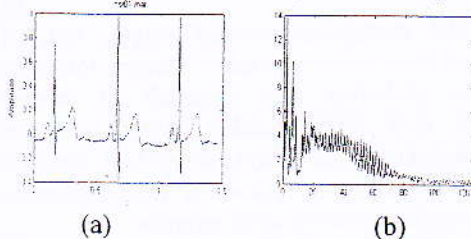
Contoh data sinyal EKG yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4, 5 dan 6. Masing-masing kelas berjumlah 25 data sehingga data total 75 data.



Gambar 4. (a) Sinyal EKG kasus *Atrial fibrillation*
(b) Spektrum frekuensi *Atrial Fibrillation*



Gambar 5. (a) Sinyal EKG kasus *Congestive heart failure*
(b) Spektrum frekuensi *Congestive heart failure*



Gambar 6. (a) Sinyal EKG 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. Plot STFT sinyal *Atrial Fibrillation*

Hasil klasifikasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengenalan untuk STFT

Data	Dikenali sebagai		
	AF	CHF	NSR
AF	25	0	0
CHF	0	25	0
NSR	4	0	21

Dari Tabel 1. terlihat bahwa sebanyak 4 data NSR dikenali sebagai AF. Dari hasil tersebut hanya ada 4 data yang dikenali salah oleh sistem. Dengan demikian akurasi sistem untuk kasus STFT mencapai $71/75 \times 100\% = 94,67\%$

Dari hasil percobaan terlihat bahwa kesalahan yang terjadi adalah sinyal NSR yang dikenali sebagai sinyal AF, hal ini disebabkan bentuk sinyal yang relatif mirip diantara keduanya. Kemungkinan penyebab kesalahan yang lain adalah sifat STFT yang membutuhkan panjang data masukan yang sama untuk menghasilkan fitur dengan panjang yang sama. Data masukan mempunyai panjang yang tidak selalu sama sehingga untuk mengatasi hal tersebut dilakukan proses resampling untuk membuat panjang semua data masukan menjadi 300 sampel. Hal ini membuat beberapa data hilang sehingga bisa menyebabkan kesalahan dalam klasifikasi.

5. Kesimpulan

Dari pengujian didapatkan nilai akurasi sistem untuk pengenalan sinyal EKG dengan STFT dan K-Mean Clustering sebesar 94,67 %. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan cukup baik dalam mengklasifikasi sinyal EKG. Kelemahan dari metode ini adalah panjang awal data masukan harus sama. Selain itu metode clustering yang diusulkan tidak dapat digunakan untuk pengenalan sinyal EKG secara *real-time*. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk pengembangan sistem lebih lanjut.

Daftar Pustaka:

- [1] Gómez, Herrero, A. Gotchev, I. Christov, K. Egiazarian, 2005, *Feature Extacion For Heartbeat Classification Using Independent Component Analysis And Matching Pursuits*, Preceeding on ICCASP2005
- [2] <http://www.cs.uregina.ca/~hamilton/courses/831/notes/clustering/clustering.html>.
- [3] <http://www.physionet.org>
- [4] Pourazd, M T, Z.K Mousavi, Thomas, 2003 "Heart Sound Cancellation from Lung Sound Recording Using Adaptive Threshold and 2D Interpolation in Time-Frequency Domain", *Proc. IEEE Eng. Med. Biol Soci. (EMBS)*, pp 2586-89, Sept. 2003
- [5] Rizal, A., Suryani, V., 2008, Pengaruh Berbagai Pengukuran Jarak pada *Pengenalan Sinyal EKG Menggunakan Dekomposisi Paket Wavelet dan K-Mean Clustring*, Proceeding AES 2008, Politeknik Caltex Riau, Pekanbaru
- [6] Salivahanan, S., A. Vallavaraj, C. Gnanapriya, 2001, *Digital Signal Processing*, McGraw-Hill, Singapore
- [7] Tayell, S.J., M. E. Bouridy, 2006, *ECG Images Classification Using Feature Based On Wavelet Transformation And Neural Network*, AIML 06 International Confrence, Sharm El Shekh, Egypt
- [8] Tompkins., W.J, 1993, *Biomedical Signal Processing*, Prentice Hall, New Jersey,
- [9] Wijaya, S., 1990, *EKG Praktis*, Binarupa Aksara, Jakarta