

Pendeteksian Sinyal EKG dengan Menggunakan Dekomposisi Paket Wavelet dan Support Vector Machine sebagai Klasifier

Galih Kinanthi Wahyu Jati¹, Achmad Rizal², Rita Magdalena³

Biospin RG Fakultas Elektro dan Komunikasi Institut Teknologi Telkom
Jln. Telekomunikasi no. 1, IT Telkom, Dayeuh kolot, Bandung
Email: galih_kwj@yahoo.co.id, arz@ittelkom.ac.id, rta@ittelkom.ac.id

Abstrak

Dalam kehidupan, jantung memiliki peran yang sangat penting, sehingga jantung senantiasa dituntut untuk ada dalam keadaan yang selalu baik, dalam dunia kedokteran dikenal alat untuk mendeteksi kondisi jantung disebut Elektrokardiograf (EKG) yang menghasilkan gelombang sebagai representasi dari perubahan pola kelistrikan pada jantung, EKG tersusun dari gelombang QRS kompleks yang akan merepresentasikan keadaan jantung kita, Dalam Penelitian ini akan dilakukan pengenalan kelainan/penyakit pada jantung dengan menggunakan dekomposisi wavelet. Dekomposisi wavelet membuat sinyal outputan menjadi unik berupa energy sub-band sehingga setiap sinyal menjadi unik tersebut mudah untuk dicirikan. Sinyal EKG didekomposisi dengan wavelet Daubechies 2 hingga mencapai 32 level energy sub-band. Kemudian dilakukan proses perhitungan periodogramnya. Support Vector Machine (SVM) akan bertindak sebagai Classifier. Cara kerja SVM adalah dengan mencari bidang pemisah (hiperlane) yang terbaik sehingga bisa mengurangi *empirical risk* dan mendapatkan generalisasi yang baik. Dari 3 jenis data keadaan jantung yaitu Normal Sinus Rhythm (NSR), Atrial Fibrillation (AF), Congestive Heart Failure (CHF) didapatkan tingkat akurasi pengenalan sebesar 98,89 %. Oleh karena itu, metode ini cukup representatif untuk mengenali sinyal EKG yang diujicobakan.

Kata kunci : Jantung, elektrokardiograf, dekomposisi paket wavelet, SVM.

1. PENDAHULUAN

Sinyal EKG merupakan representasi pola kelistrikan pada jantung manusia. Kelainan pada jantung dapat dideteksi dengan melihat perbedaan pada bentuk gelombang durasi, orientasi sinyal, dan irama sinyal. Beberapa tahun terakhir ini dikembangkan sebuah teknik untuk pengenalan kondisi jantung dengan menggunakan teknik pengolahan sinyal, sehingga tidak lagi harus mendatangi dokter ahli jantung untuk mengetahui kondisi jantung pasien. Pada penelitian ini akan digunakan teknik dekomposisi wavelet sebagai ekstraksi ciri dan Support Vector Machine sebagai *classifier*.

2. TEORI EKG

Berikut ini teori EKG dan akuisisinya.

2.1 Elektrokardiogram

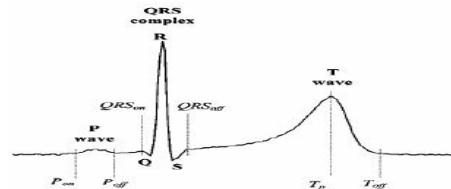
Elektrokardiograf (EKG) adalah sebuah perangkat medis berupa rekaman aktivitas elektrik pada jantung pada selang waktu tertentu untuk memeriksa kenormalan kinerja jantung. Rekaman yang dihasilkan ini akan digunakan oleh Dokter ahli jantung untuk memeriksa kondisi pasien

2.2 Gelombang Normal Sinus Rhythm

Normal sinus rhythm adalah kondisi jantung seseorang dimana keadaan jantungnya dalam keadaan yang normal dan baik, sinyal yang akan didapat dari EKG normal dengan ciri-ciri adalah sebagai berikut :

1. Gelombang P mempunyai amplitude kurang dari 0.3 mV dan periode kurang dari 0.11 detik

2. Gelombang Q mempunyai amplitude sebesar minus 25 % dari besar amplitude gelombang R.
3. Gelombang R mempunyai Amplitude maksimum sebesar 3 mV.
4. Gelombang S merupakan defleksi negative sesudah gelombang R.
5. Kompleks QRS terdiri dari gelombang Q, R, dan S yang memiliki periode 0.06 – 0.10 detik dengan periode rata-rata 0.08 detik.
6. Gelombang T mempunyai amplitudo minimal 0.1 mV



Gambar 1. Gelombang EKG normal

2.3 Teknik Elektrokardiografi

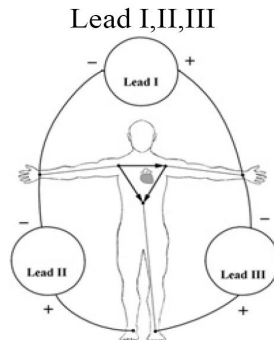
Ada 3 teknik pengambilan data EKG, yaitu:

1. Standard Clinical ECG (12 lead)
Teknik ini menggunakan 10 elektroda (12 lead) yang ditempelkan pada titik tertentu tubuh pasien untuk menganalisa kondisi pasien
2. Vectorcardiogram (3 Orthogonal Lead)
Teknik ini menggunakan 3 elektroda (12 lead) yang ditempelkan pada titik tertentu tubuh pasien dengan menggunakan pemodelan potensial tubuh sebagai sebuah vector 3 dimensi berdasarkan sadapan baku bipolar (Einthoven). Teknik ini menghasilkan gambar grafis dan eksistensi jantung
3. Monitoring ECG
Teknik yang menggunakan hanya 1 atau 2 elektrode pada tubuh pasien untuk mengetahui kondisi pasien secara jangka panjang.

2.4 Sistem Lead Monitoring pada EKG

Sinyal EKG yang dihasilkan menggunakan elektroda 3 lead berdasarkan segitiga Einthoven dimana tiap lead merupakan beda potensial antar anggota tubuh, antara lain:

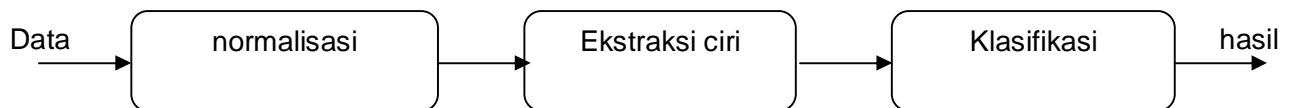
1. aVL dibentuk dengan lengan kiri (LA-left arm) elektroda positif dan anggota tubuh lainnya (ekstremitas) elektroda negatif. Sudut orientasi -30°
2. aVR dibentuk dengan lengan kanan (RA- right arm) elektroda positif dan anggota tubuh lainnya (ekstremitas) elektroda negatif. Sudut orientasi -150°
3. aVF dibentuk dengan membuat kaki kiri (LL-left leg) elektroda positif dan anggota tubuh lainnya (ekstremitas) elektroda negatif. Sudut orientasi $+90^{\circ}$



Gambar 2. Segitiga Einthoven

3. PEMODELAN SISTEM

Pemodelan sistem EKG untuk penelitian ini secara sederhana dapat dilihat pada Gambar 3. Pada bagian selanjutnya akan dijelaskan secara lebih rinci.



Gambar 3. Pemodelan Sistem

3.1 Data

Data diambil dari MIT-BIH data base terdiri dari 3 kelas data yaitu Normal Sinus Rhythm (NSR), Atrial Fibrillation (AF), dan Congestive Heart Failure (CHF). Data ini diambil dari lead 2 dengan frekwensi sampling 250 Hz, panjang rekaman 2-3 detik atau tiap data terdiri dari 3 gelombang QRS.

3.2 Preprocessing

Preprocessing yang dilakukan berupa penyeragaman data agar parameter data menjadi sama. Proses yang dilakukan adalah normalisasi berupa normalisasi amplitudo dan DC removal dari data yang didapat. DC removal dapat dilakukan dengan persamaan:

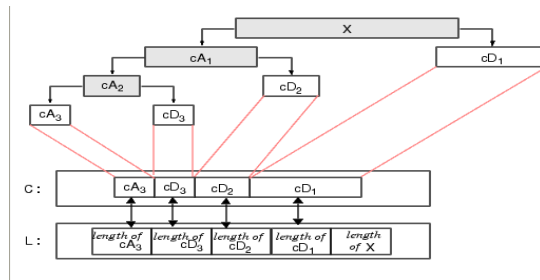
$$S(i) = S(i) - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S(i) \quad (1)$$

Sedangkan normalisasi amplitudo dilakukan dengan persamaan berikut :

$$S(i) = \frac{S(i)}{S_{\max}} \quad (2)$$

3.3 Dekomposisi paket wavelet

Metode ini merupakan generalisasi dari dekomposisi paket wavelet yang memberikan jangkauan lebih luas untuk analisis sinyal. Dekomposisi wavelet ini akan dibagi menjadi aproksimasi dan detail. Komponen aproksimasi yang didapat dibagi lagi menjadi aproksimasi dan detail dan begitu seterusnya, sampai level yang diinginkan:

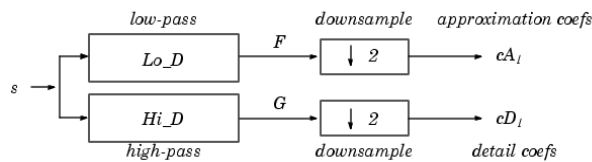


Gambar 4. Dekomposisi wavelet

Secara matematis dekomposisi wavelet 3 tingkat dapat dituliskan :

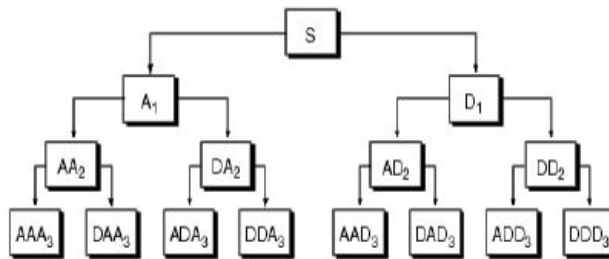
$$\begin{aligned}
 X &= cA_1 + cD_1 \\
 &= cA_2 + cD_2 + cD_1 \\
 &= cA_3 + cD_3 + cD_2 + cD_1
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Komponen cA1 dan cD1 didapat lewat operasi seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Proses dekomposisi wavelet

Paket wavelet yang ada, di dekomposisi menjadi aproksimasi dan detail sekaligus, komponen detail juga didekomposisi menjadi aproksimasi dan detail seperti gambar di bawah ini



Gambar 6. Dekomposisi paket wavelet

Dekomposisi yang dilakukan menggunakan Daubechies2 (db2) sebagai mother wavelet dan dilakukan hingga mencapai 5 level, yang menghasilkan Energi Sub-band 32 level dengan lebar sekitar 7,8 Hz.

3.4 Periodogram

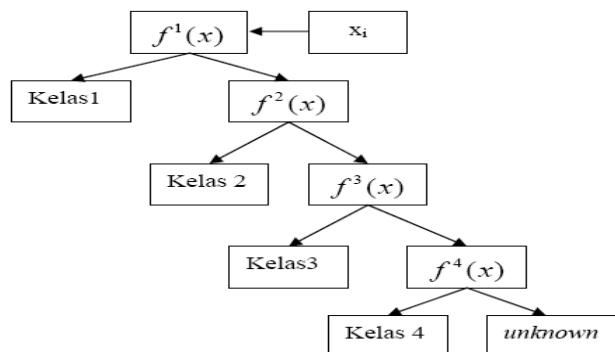
Langkah selanjutnya adalah menghitung periodogram dari tiap subband hasil dekomposisi dan untuk menghitung nilai energy subband. Periodogram dari deretan data $[x_1, x_2, \dots, x_n]$ dapat dihitung dengan rumus berikut:

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

Dari hasil perhitungan tersebut dihitung energi yang kemudian akan menjadi fitur dari sinyal EKG yang diamati. Hasilnya berupa matrik dengan ukuran 32x1. Hasil ini lalu ditranspose yang menghasilkan matrik 1x32 sebagai input SVM.

3.5 Support Vector Machine

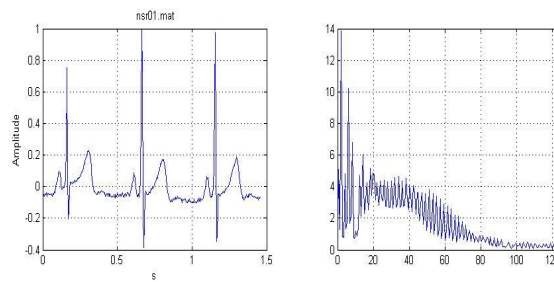
Support Vector Machine (SVM) adalah sistem pembelajaran yang menggunakan ruang hipotesis berupa fungsi-fungsi linier dalam sebuah ruang fitur (feature space) berdimensi tinggi, dilatih dengan algoritma pembelajaran yang didasarkan pada teori optimasi dengan mengimplementasikan learning bias yang berasal dari teori pembelajaran statistik. Metode ini akan membandingkan data dari masing2 kelas yang berbeda dengan menggunakan teknik Multiclass SVM karena kelas data yang akan diklasifikasikan lebih dari 2 kelas data. Ada dua pilihan untuk mengimplementasikan multi class SVM yaitu dengan menggabungkan beberapa SVM biner atau menggabungkan semua data yang terdiri dari beberapa kelas ke dalam sebuah bentuk permasalahan optimasi. Namun, pada pendekatan yang kedua permasalahan optimasi yang harus diselesaikan jauh lebih rumit. Metode yang akan digunakan adalah metode ones against all. Dengan menggunakan metode ini, dibangun k buah model SVM biner (k adalah jumlah kelas).dimisalkan k =4.



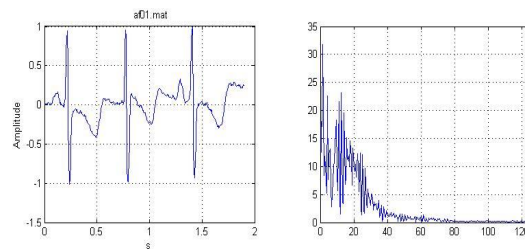
Gambar 7. Klasifikasi ones against all

4. HASIL DAN DISKUSI

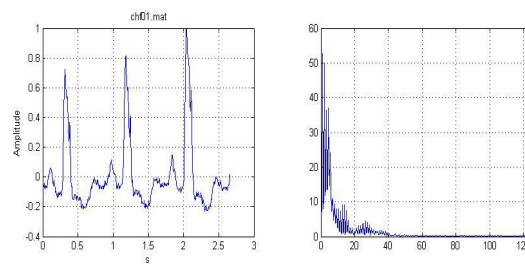
Contoh data yang akan diujikan dapat dilihat pada gambar 8, 9, 10. Dengan jumlah data tiap kelas berjumlah 30 pada tiap kelas sehingga jumlah data uji adalah 90 data. Dan jumlah data training sebanyak 60 data, dengan jumlah data tiap kelasnya berjumlah 20 data.



Gambar 8. (a) Sinyal EKG *Normal Sinus Rhythm* (b) Spektrum frekuensi *Normal Sinus Rhythm*

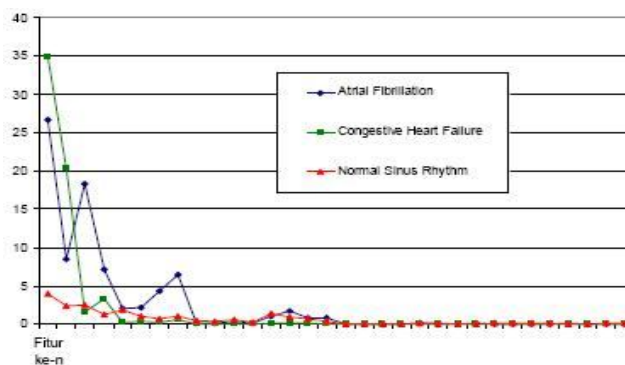


Gambar 9. (a) Sinyal EKG *Atrial fibrillation* (b) Spektrum frekuensi *Atrial Fibrillation*



Gambar 10. (a) Sinyal EKG *Congestive heart failure* (b) Spektrum frekuensi *Congestive heart failure*

Contoh hasil ekstraksi ciri pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Hasil Ekstraksi ciri

Sedangkan hasil pengenalan menggunakan Support Vector Machine ditunjukkan pada table1.

Tabel 1. Hasil klasifikasi 3 kelas

DATA	DIKENALI SEBAGAI		
	NSR	AF	CHF
NSR	30	0	0
AF	0	30	1
CHF	0	0	29

Dari data pada table 1. Hanya terdapat 1 kesalahan pendeteksian oleh sistem yaitu ada 1 data CHF yang dikenali sebagai AF. Dari hasil tersebut maka dapat disimpulkan tingkat akurasi dari sistem adalah $89/90 \times 100\% = 98,89\%$. Salah satu penyebab kesalahan yang terjadi pada pendeteksian dikarenakan pemotongan data yang dilakukan secara manual menjadi hanya 3 buah sinyal EKG menyebabkan tidak seragamnya panjang data, irama jantung yang di sampling, dan adanya noise pada sinyal. Dari hasil akurasi data yang tinggi sebesar 98,89% maka pendeteksian kondisi jantung pasien dengan metode klasifikasi SVM ini dapat dipergunakan untuk pemeriksaan secara off-line.

5. KESIMPULAN

Penggunaan metode dekomposisi paket wavelet dan Support Vector Machine sebagai salah satu alternative pengenalan kondisi jantung pasien dinilai baik dengan tingkat akurasi data sebesar 98,89%. Kelemahan dari sistem ini adalah pemotongan data masih dilakukan secara manual dan belum diujicobakan pada sistem yang real-time. Oleh karena itu perlu dilakukan penyempurnaan metode agar dapat dilakukan pemeriksaan otomatis pada pasien secara kontinyu. Pengembangan pengenalan hasil klasifikasi diperlukan untuk kelas yang lebih banyak dan diperlukan metode yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad rizal, V. Suryani, *Pengenalan Suara Jantung Menggunakan Dekomposisi Paket Wavelet dan Jaringan Saraf Tiruan ART2*, Proceeding EECCIS 2006, Universitas Brawijaya, Malang, 2006.
- [2] Achmad rizal, V. Suryani, *Pengenalan Sinyal EKG Menggunakan Dekomposisi Paket Wavelet dan K-Means Clustering*, SNATI 2005, Institute Teknologi Telkom, Bandung, 2005.
- [3] G. Gomes Herrero, A. Gotchev, I. Chirstov, K. Egiazarian, *Feature Extraction For Heartbeat Classification Using Independent Component Analysis And Matching Pursuits*, Preceeding on ICCASP 2005, 2005.
- [4] Falahuddin, Fajar, *Identifikasi Golongan Darah Menggunakan Independent Component Analysis Dan Support Vektor Machine*, Institute Teknologi Telkom, Bandung, 2009
- [5] <http://www.csuregina.ca/~hamilton/courses/831/notes/clustering/clustering.html>.
- [6] <http://www.physionet.org/>
- [7] S, Wijaya, *EKG Praktis*, Binarupa Aksara, Jakarta, 1990
- [8] J. S., Walker, *Wavelet and Their Scientific Applications*, CRC Press, 1990.
- [9] Kurniadi Angriawan, *"Pengenalan Sidik Jari Menggunakan Support Vector Machine"*. IT Telkom Bandung, 2009.
- [10] Paulus, *"Klasifikasi Golongan Darah Menggunakan Gabor Wavelet dan Support Vector Machine"*. IT Telkom Bandung, 2009.
- [11] Sembiring. Krisantus, *Penerapan Teknik Support Vector Machine untuk Pendeteksian Intrusi pada Jaringan*, S1 Teknik Informatika, Sekalah Teknik Elektro dan Informatika, ITB, 2007.
- [12] Steve R. Gunn, *Support Vector Machines for Classification and Regression*, Faculty of Engineering, Science and Mathematics School of Electronics and Computer Science, 1998.