

ANALISIS KELAINAN JANTUNG MENGGUNAKAN SINYAL ELEKTROKARDIOGRAM DENGAN METODE TRANSFORMASI WAVELET DAN K-NEAREST NEIGHBORS

ANALYSIS OF HEART DISEASES USING ELECTROCARDIOGRAPHY SIGNAL WITH WAVELET TRANSFORM AND K-NEAREST NEIGHBORS

Immanuel Rayuzi Pandapotan Sinaga, Rita Magdalena², Ratri Dwi Atmaja³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹immanuelsinaga@student.telkomuniversity.ac.id, ²ritamagdalenat@telkomuniversity.ac.id,

³ratriidwiatmaja@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Jantung memiliki peran yang sangat penting dalam sistematis organ tubuh sehingga dituntut untuk selalu berada dalam kondisi yang baik. Dalam bidang medis, terdapat alat pendeteksi kondisi jantung yang disebut Elektrokardiograf (EKG) yang dapat menghasilkan gelombang sebagai representasi dari perubahan pola kelistrikan pada jantung. EKG adalah alat yang mampu merekam sinyal listrik pada permukaan kulit yang berasal dari jantung. EKG dapat menggambarkan kondisi jantung seseorang sehingga dapat memberikan pertimbangan kepada dokter untuk menganalisis penyakit secara cepat. Tugas akhir ini bertujuan untuk melakukan analisis data keadaan jantung dengan menggunakan metode diskrit transformasi wavelet. Sistem penelitian ini dirancang untuk menganalisis dan mendiagnosis sinyal elektrokardiogram yang kemudian dapat digunakan untuk mengetahui apakah kondisi jantung dalam keadaan normal atau tidak.

Metode yang digunakan pada tugas akhir ini adalah metode transformasi wavelet dan K-Nearest Neighbors. Sinyal EKG diekstraksi menggunakan transformasi wavelet sedangkan K-Nearest Neighbors berfungsi untuk mengklasifikasi ciri sinyal EKG.

Hasil dari penelitian tugas akhir ini merupakan data analisis dan diagnostik yang mencapai tingkat akurasi 98% dan kemudian dapat digunakan dalam dunia medis.

Kata Kunci: Diskrit Transformasi Wavelet, Elektrokardiogram, K-Nearest Neighbors

Abstract

Heart has a very important role in the systematic organs of the body so it is required to always work well. In the medical world, there is an instrument which can detect a heart condition, called electrocardiograph (ECG) that produces waves as a representation of the changes in the electricity of the heart. ECG is a device capable of recording electric signals on the surface of the skin coming from the heart. Moreover, ECG illustrates a person's heart condition so can provide consideration to the doctors to analyze disease quickly. As the aim of this work is to analyze the data of the heart conditions using transformation wavelet method. This activity research is designed to analyze and diagnose electrocardiogram signals and then used to find out whether the heart condition is in good condition or not.

Method used on this work is the transformation wavelet and k-nearest neighbors. ECG signals are extracted by using discrete transformation wavelet while K-nearest Neighbors serves to classify the features of those signals.

The result of this research is analytical and diagnostics data which is have reach the level of accuracy of 98% and may be used in the medical world.

Keywords: Discrete Wavelet Transformation, Electrocardiogram, K-Nearest Neighbors

1. Pendahuluan

Penyakit jantung merupakan penyakit yang sangat membahayakan [1]. Kelalaian seseorang dalam menjaga kesehatan jantung berakibat sangat fatal untuk kehidupannya. Dalam beberapa dekade terakhir, kematian yang disebabkan oleh penyakit jantung kian meningkat khususnya pada negara berkembang [2]. WHO menyatakan

penyakit kardiovaskular jantung dan pembuluh darah, terutama penyakit jantung coroner dan apnea masih menduduki peringkat teratas di negara berkembang hingga tahun 2020 yang akan datang [2].

Sampai saat ini, banyak alat yang digunakan untuk mendeteksi penyakit jantung, salah satunya adalah ECG (electrocardiography). Elektrokardiogram (EKG) merupakan tes medis untuk mendeteksi kelainan jantung dengan mengukur aktifitas listrik yang dihasilkan oleh jantung ketika sedang berkontraksi [3]. EKG dapat membantu diagnosis berbagai kondisi kesehatan seperti aritmia jantung, pembesaran jantung, peradangan jantung (perikarditis atau miokarditis), dan *sleep apnea* [3].

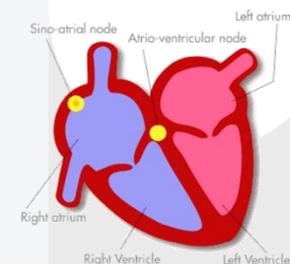
Penelitian tugas akhir ini bertujuan agar penderita dan bukan penderita penyakit jantung dapat mengetahui kondisi jantungnya sehingga perawatan medis dapat segera dilakukan. Adapun kondisi jantung diklasifikasikan berdasarkan Normal Sinus Rhythm (NSR) dan gangguan tidur (*Sleep Apnea*). Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Lestari (2015) dan Raekania (2017) [4,5].

Pemilihan metode transformasi Wavelet dibandingkan dengan metode lain seperti transformasi Fourier karena sinyal yang akan diproses merupakan sinyal non-stasioner. Kelebihan dari analisis sinyal menggunakan metode ini yaitu dapat dipelajarinya karakteristik sinyal secara lokal dan detail sesuai dengan skalanya. Sifat ini sangat berguna untuk sinyal non-stasioner, sinyal yang memiliki komponen transien dengan waktu hidup (lifetime) yang pendek, sinyal yang memiliki karakteristik yang berbeda pada skala-skala yang berbeda atau sinyal yang memiliki singularitas sedangkan untuk pengklasifikasiannya menggunakan metode KNN [4]. Penggunaan metode KNN dikarenakan sifatnya yang tangguh terhadap *training* data yang noisy dan efektif apabila data latihnya besar. Hal ini berbeda dengan metode SVM yang kurang efektif jika digunakan pada data latih yang besar [5].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, pada penelitian ini sinyal yang diproses merupakan sinyal yang sudah dinormalisasi terlebih dahulu sehingga diharapkan mendapatkan hasil dengan tingkat akurasi yang baik.

2. Elektrokardiograf

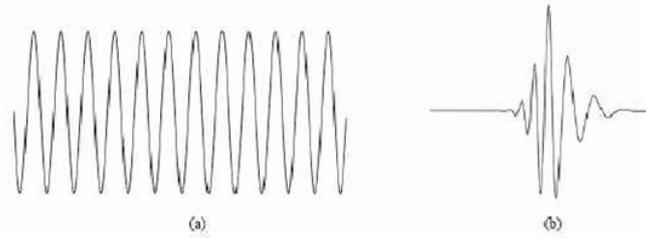
Elektrokardiografi merupakan ilmu yang mempelajari aktifitas listrik yang menggerakkan jantung sedangkan elektrokardiogram merupakan grafik yang menggambarkan aktifitas listrik yang berasal dari jantung. Aktifitas listrik tersebut ditangkap oleh elektroda-elektroda yang dipasang di kulit. Jantung terdiri dari 4 bagian yaitu atrium kiri, atrium kanan, ventrikel kanan dan ventrikel kiri. Bagian jantung yang penting dalam aktifitas listrik dan penting dalam pembacaan EKG adalah Sino Atrio Nodus, Atrio Ventrikuler Nodus, Berkas His dan Serabut Purkinje [6,7]



Gambar 2.1 Bagian-bagian jantung [7]

3. Wavelet

Wave didefinisikan sebagai sebuah fungsi waktu yang bergerak (oscillating) seperti kurva sinus. Wave mengembangkan sinyal ataupun fungsi dalam bentuk kurva sinus yang telah dibuktikan berguna dalam ilmu pengetahuan, matematika, pencitraan, dan pemrosesan sinyal terutama untuk fenomena periodik atau stationer. Wavelet adalah sebuah wave kecil dengan energi yang terkonsentrasi dalam waktu dan menyediakan alat bantu analisis fenomena kesementaraan, non-stationer atau perubahan waktu. Karakteristik wave bergerak masih tetap dimiliki, tapi juga dapat mensimulasikan analisis waktu-frekuensi dengan dasar matematika yang fleksibel. Hal ini di ilustrasikan dalam gambar 2.3 Dimana wave (kurva sinus) bergerak dengan amplitudo sama pada $-\infty \leq t \leq \infty$, maka dari itu memiliki energi yang tak berhingga, dengan wavelet yang memiliki energi yang berhingga terkonsentrasi pada suatu titik [6,7]. menggunakan *wavelet* lainnya juga.



Gambar 2.2 Sebuah wave dan wavelet

4. K-Nearest Neighbors

K-Nearest Neighbour (k-NN) adalah sebuah metode yang menggunakan algoritma supervised dimana hasil dari query instance yang baru diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori pada KNN. Algoritma ini bertujuan untuk mengklasifikasikan obyek baru berdasarkan data uji. Classifier tidak menggunakan model apapun untuk dicocokkan dan hanya berdasarkan pada memori. Diberikan titik query, akan ditemukan sejumlah k obyek atau (titik training) yang paling dekat dengan titik query. Klasifikasi menggunakan voting terbanyak diantara klasifikasi dari k obyek algoritma KNN menggunakan klasifikasi ketetanggaan sebagai nilai prediksi dari query instance yang baru [9].

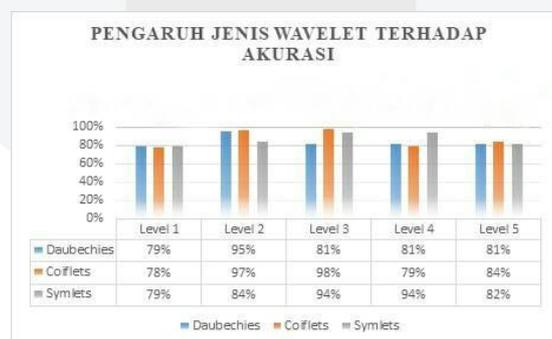
Algoritma KNN bekerja berdasarkan jarak terdekat dari query instance ke data latih untuk menentukan KNN-nya. Data latih diproyeksikan ke ruang berdimensi banyak, dimana masing-masing dimensi merepresentasikan fitur dari data. Ruang ini dibagi menjadi bagian-bagian berdasarkan klasifikasi data latih. Dekat atau jauhnya tetangga biasanya dihitung berdasarkan Euclidean Distance. Algoritma K-NN [10]:

1. Tentukan nilai k
2. Hitung jarak antara data baru ke setiap labeled data.
3. Tentukan k labeled data yang mempunyai jarak paling minimal.
4. Klasifikasikan data baru ke dalam labeled data yang mayoritas.

5. Hasil pengujian penggunaan metode ekstraksi ciri DWT

Pada pengolahan sinyal ada banyak jenis wavelet yang sering digunakan. 3 jenis wavelet yang digunakan pada penelitian sebelumnya ada Daubechies Coiflets, dan Discrete Meyer. Namun pada penelitian ini pengujian sistem dilakukan dengan melihat pengaruh perbedaan 3 jenis wavelet yang berbeda dengan penelitian sebelumnya, yaitu Daubechies, Coiflets, dan Symlets terhadap parameter sistem.

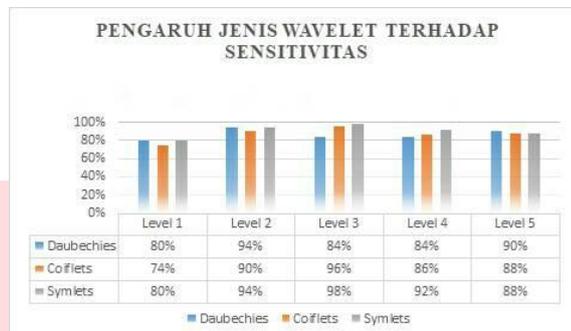
Gambar 4.3 menunjukkan bahwa adanya pengaruh terhadap nilai akurasi atas skenario perubahan jenis wavelet dan level dekomposisi. Pengujian terhadap ketiga jenis wavelet dilakukan sebanyak lima kali level dekomposisi wavelet yang tentunya masing-masing memiliki orde yang berbeda. Dari hasil pada gambar 4.3 didapatkan hasil akurasi terbesar yaitu 98% pada level 3 dengan menggunakan jenis wavelet coifelts dan akurasi terendah yaitu 78% dengan menggunakan coifelts juga namun berada pada dekomposisi level 1.



Gambar 4. 1 Grafik tingkat akurasi terhadap perubahan jenis wavelet dan level dekomposisi

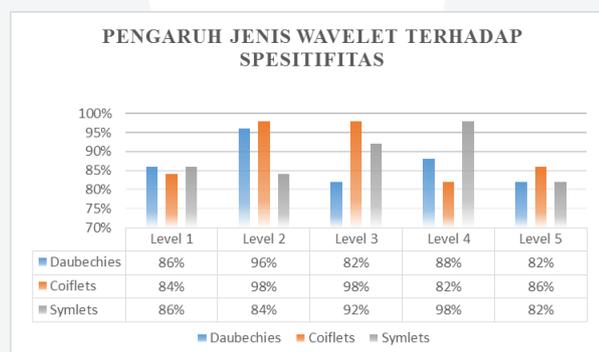
Gambar 4.4 menunjukkan bahwa adanya pengaruh terhadap nilai sensitivitas atas skenario perubahan jenis wavelet dan level dekomposisi. Nilai sensitivitas digunakan untuk mengetahui berapa banyak pasien berada pada kondisi normal dan terdeteksi oleh sistem sebagai normal. Pada table 4.4, nilai sensitivitas tertinggi didapatkan

pada dekomposisi level 3 yaitu 98% dengan menggunakan mother wavelet symlets. Sedangkan nilai sensitivitas terendah berada pada dekomposisi level 1 yaitu 74% dengan menggunakan mother wavelet coiflets. Angka 98% sebagai nilai sensitivitas tertinggi menunjukkan bahwa dari 100 data pasien normal, terdeteksi 98 data sebagai normal sedangkan angka 74% menunjukkan bahwa dari 100 data pasien normal terdeteksi 74 data sebagai normal dan 26 data terdeteksi sleep apnea



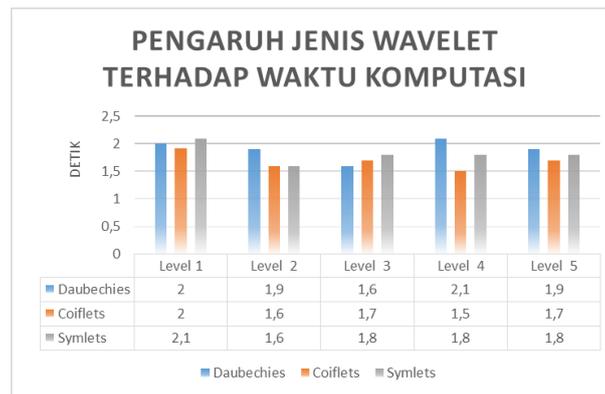
Gambar 4. 2 Grafik tingkat sensitivitas terhadap perubahan jenis wavelet dan level dekomposisi

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa adanya pengaruh terhadap nilai spesifitas atas skenario perubahan jenis wavelet dan level dekomposisi. Nilai spesifitas digunakan untuk mengetahui berapa banyak pasien berada pada kondisi sakit dan terdeteksi oleh sistem sebagai sakit. Pada table 4.5 nilai spesifitas tertinggi didapatkan pada dekomposisi level 2,3, dan 4 yaitu 98% dengan menggunakan mother wavelet symlets dan coifelts. Sedangkan nilai sensitivitas terendah berada pada dekomposisi level 3,4 dan 5 yaitu 82% dengan menggunakan mother wavelet daubechies, coiflets, dan symlets. Angka 98% sebagai nilai spesifitas tertinggi menunjukkan bahwa dari 100 data pasien apnea, terdeteksi 98 data sebagai apnea sedangkan angka 82% menunjukkan bahwa dari 100 data pasien apnea terdeteksi 82 data sebagai apnea dan 18 data terdeteksi normal.



Gambar 4.5 Grafik tingkat spesifitas terhadap perubahan jenis wavelet dan level dekomposisi

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa adanya pengaruh terhadap hasil waktu komputasi atas skenario perubahan jenis wavelet dan level dekomposisi. Nilai waktu komputasi digunakan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan sistem untuk melakukan satu kali percobaan atau satu kali running. Pada table 4.6 waktu komputasi tercepat didapatkan pada dekomposisi level 4 yaitu 1,5 detik dengan menggunakan mother coifelts. Sedangkan waktu komputasi terlama berada pada dekomposisi level 1 dan 4 yaitu 2,1 detik dengan menggunakan mother wavelet daubechies dan symlets.



Gambar 4.6 Grafik lama waktu komputasi terhadap perubahan jenis wavelet dan level dekomposisi

6. Hasil pengujian penggunaan metode Klasifikasi KNN

Pengujian yang dilakukan dengan metode klasifikasi KNN ini merupakan pengujian berdasarkan pengaruh jenis distance yang digunakan terhadap nilai akurasi, sensitivitas, spesifitas, dan waktu komputasi. Adapun jenis-jenis distance yang digunakan adalah euclidean, cosine, dan chebychev. Pada tabel 1.0 yang akan ditunjukkan hanya hasil terbaik yang didapatkan dari akurasi, sensitivitas, spesifitas, dan waktu komputasi. Selain jenis distance, pengaruh terhadap perubahan setiap level dekomposisi juga akan di perhatikan sebagai salah satu skenario pada sistem ini

Pada tabel 4.1 ditunjukkan bahwa nilai akurasi tertinggi pada sistem di tugas akhir ini adalah 98% dengan menggunakan distance Chebychev dan dekomposisi wavelet level 3 serta menggunakan mother wavelet jenis coiflets dengan nilai sensitivitas 94% , spesifitas 92% dan waktu komputasi selama 1,6 detik. Sehingga dari tabel 1.0 dapat dianalisis bahwa nilai akurasi dipengaruhi oleh jenis distance yang digunakan pada klasifikasi KNN ini.

Tabel 4. 1 Tabel nilai akurasi, sensitivitas, spesifitas, dan waktu komputasi terhadap perubahan jenis distance dan level dekomposisi wavelet pada klasifikasi KNN

Distance	Akurasi	Sensitivitas	Spesifitas	Waktu (detik)
Euclidean	94%	98%	98%	1,6
cosine	97%	94%	98%	1,5
chebychev	98%	94%	92%	1,6

7. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisi yang telah dilakukan pada Bab IV , maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode DWT dan klasifikasi dengan menggunakan K-NN(*Euclidean Distance*) dapat digunakan dalam membedakan sinyal EKG yang didiagnosis apnea atau normal.
2. Jenis distance pada klasifikasi KNN mempengaruhi akurasi dari sistem.

3. Waktu komputasi dari sistem dipengaruhi oleh jenis mother wavelet dan level dekomposisi wavelet yang digunakan. Semakin tinggi level dekomposisi maka akan semakin lama waktu komputasi yang dibutuhkan.
4. Menggunakan klasifikasi KNN terbukti memiliki akurasi lebih baik dibandingkan dengan metode PCA pada penelitian sebelumnya.
5. Tingkat akurasi sistem terbaik didapatkan dengan menggunakan distance Chebychev dan dekomposisi wavelet level 3 serta menggunakan mother wavelet jenis coiflets dengan nilai akurasi 98% dan waktu komputasi 1,6 detik.

Menurut hasil akurasi yang diperoleh, maka sistem pada tugas akhir ini berhasil dirancang dan digunakan untuk menganalisis sinyal elektrokardiogram dengan metode diskrit transformasi wavelet dan klasifikasi knn.

Daftar Pustaka

- [1] [E. S. R. H. Achmad Arifin, "Analisa Sinyal Elektrokardiography dan Ponokardiography Secara Simultan Menggunakan Cotinous Wavelet Transform," in ResearchGate, Malang, 2012.
- [2] "Tribunnews,"[Online].Available: <http://www.tribunnews.com/kesehatan/2016/03/30/penyakit-jantung-koroner-%20penyebab-kematian-terbesar-di-negara-berkembang-hingga-tahun-2020>. [Accessed 30 03 2016].
- [3] "MedKes,"092015.[Online].Available:prosedur%20elektrokardiogramekg.html. [Accessed 24 10 2016].
- [4] <https://repository.telkomuniversity.ac.id/home/catalog/id/127971/slug/deteksi-gangguan-tidur-melalui-sinyal-elektrokardiogram-ekg-menggunakan-hjorth-descripor-dan-fuzzy-k-nearest-neighbor.html>
- [5] <https://repository.telkomuniversity.ac.id/home/catalog/id/105546/slug/deteksi-apnea-tidur-melalui-sinyal-elektrokardiogram-menggunakan-metode-discrete-wavelet-transform-principal-component-analysis-dan-linear-discriminant-analysis.html>
- [6] Akbaruddin, "Implementasi Sistem Deteksi Kelainan Jantung Berdasarkan Sinyal Elektrokardiogram (EKG) Menggunakan Dekomposisi Wavelet Pada FPGA," IT Telkom, Bandung, 2012.
- [7] H. M. Adi, "Klasifikasi Sinyal EKG Menggunakan Metode Dekomposisi Wavelet pada Software Labview Secara Realtime," Repository.telkomuniversity.ac.id, Bandung, 2013.
- [8] Afdallah, "Deteksi dan Klasifikasi Kelainan Jantung Berdasarkan Sinyal Elektrokardiogram secara Real Time Menggunakan Metode Wavelet dan Least Square Support Vector Machine(LS-SVM)," Universitas Telkom, Bandung, 2014.
- [9] T. Danika, "Beef Freshness Clasification by Using Color Analysis, Multywavelet Transform and Artichular Neural Network.," Telkom University, Bandung , 2015.
- [10] H. Hustanto, "Peningkatan Kualitas Citra Preaprikal Pada Deteksi Penyakit Pulpitis Irriversible Menggunakan metode Adaptive Region Growing Approach.," Telkom University, Bandung, 2015.
- [11] H. Hasanah, "Klasifikasi Sinyal Elektrokardiograf (EKG) Dengan Short" journal.stmikdb.ac.id, p. 15, 2015.