

METODE DISCRETE WAVELET TRANSFORM DAN ALGORITMA K-NEAREST NEIGHBORS UNTUK DETEKSI JANTUNG ARITMIA

DISCRETE WAVELET TRANSFORM METHOD AND K-NEAREST NEIGHBOR FOR HEART ARRHYTHMIA DETECTION

Muhammad Rizki Firdaus¹, Ir. Rita Magdalena, M.T.², R.Yunendah, S.T., M.T.³

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

¹rizkyfir@students.telkomuniversity.ac.id,

²ritamagdalenat@telkomuniversity.ac.id,

³yunendah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Aritmia merupakan suatu gejala dari kelainan detak jantung atau irama jantung. Saat ini aritmia merupakan kelainan jantung yang cukup serius karena bila tidak ditangani dengan serius dapat berujung pada kematian. Kelainan jantung tersebut dapat didiagnosis melalui prosedur elektrokardiogram (EKG). Dimana Elektrokardiogram ini merupakan salah satu metoda diagnosa yang paling sering digunakan untuk mengetahui kondisi kesehatan jantung pada pasien. Berbagai macam sistem kesehatan yang mengadaptasi perekam EKG semakin banyak, contohnya pada pengklasifikasian kelainan jantung ini (aritmia).

Pada tugas akhir ini, akan digunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN). *Sinyal EKG* ini diekstraksi ciri dengan metode DWT yang hasil keluarannya merupakan ciri. Sedangkan KNN digunakan untuk mengklasifikasi ciri sinyal dari sinyal EKG.

Hasil dari penelitian tugas akhir ini merupakan data analisis yang mencapai tingkat akurasi 99.71% dan waktu komputasi 5.82 yang didapatkan dengan menggunakan jenis *wavelet* Bior4.4 level dekomposisi 2 dengan koefisien detail dan dengan nilai $k=1$ dan jarak Euclidean pada KNN.

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

Abstract

Arrhythmia is a symptom of a disorder of heart rhythm or jantung rate. When this arrhythmia is a pretty serious heart abnormalities because if not dealt with seriously can culminate in death. The heart abnormalities can be diagnosed through a procedure of an electrocardiogram (ECG). Where Elektrokardiogram is one of the most frequent diagnosis method is used to find out the condition of the heart health in patients. A wide range of health systems that adapt the ECG graph the more, for example on which this heart abnormalities (arrhythmias).

This thesis will use the discrete wavelet transform method (DWT) and the K-Nearest Neighbors (K-NN) algorithm. This ECG signal is characterized by the DWT method whose outcome is characteristic. While K-NN is use to classify signal characterized of ECG signal.

The final result from this thesis a system capable of detecting, and classifying the difference between an ECG signal in a person who has a healthy heart (normal) with a person with a cardiac arrhythmia with a best accuracy of 99.71% and a computational time of 5.82 obtained parameter type wavelet bior4.4, decomposition level 2 with detail coefficient with value $K = 1$ and Euclidean distance parameter.

Keywords : Discrete Wavelet Transform, ECG, K-Nearest Neighbors, Arrhythmia

1 Pendahuluan

Penyakit jantung merupakan penyakit yang sangat membahayakan tapi tidak menular [1]. Kelalaian seseorang dalam menjaga kesehatan jantung berakibat sangat fatal untuk kehidupannya. WHO menyatakan penyakit kardiovaskular adalah penyebab terbesar kematian pada manusia secara global [1]. Penyakit kardiovaskular adalah penyakit yang berhubungan dengan jantung, contohnya aritmia[2]. Penyakit aritmia adalah penyakit kelainan detak jantung, ini merupakan alasan paling mematikan dalam penyakit kardiovaskular, oleh karena itu agar dapat menghindari kematian tersebut perlu mendiagnosis secara cepat dan akurat[2].

Sudah banyak inovasi, studi, dan penelitian tentang aritmia ini agar dapat memudahkan mengkategorikan gangguan pada jantung dengan cara efisien dan efektif[1]. Semakin berkembangnya zaman dan teknologi banyak informasi dan penemuan baru terkait dengan tentang metode dan teknik untuk kelainan jantung aritmia ini[1]. 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 kelainan jantung aritmia[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 dan aritmia. Metode ekstraksi ciri dipilih menggunakan metode transformasi wavelet. Penggunaan Transformasi Wavelet ini sebagai pemroses dan analisa. Analisa menggunakan wavelet ini dapat menghasilkan sebuah representasi sebuah frekuensi berbanding dengan waktu, dimana hal ini ini dibutuhkan untuk sinyal non stasioner seperti EKG[3]. Pada tahap klasifikasi digunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN). KNN tersebut gunanya untuk dapat memisahkan pasien jantung normal dengan pasien jantung aritmia[2]. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Dewangan (2016) dan karimifard (2016) [1][2], hanya pada tugas akhir ini yang digunakan untuk klasifikasi yaitu metode K-NN agar bisa mengetahui hasil akurasi pada keluaran sistem ini. Penggunaan metode KNN dikarenakan sifatnya yang tangguh terhadap *training* data yang noisy dan efektif apabila data latihnya besar.

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

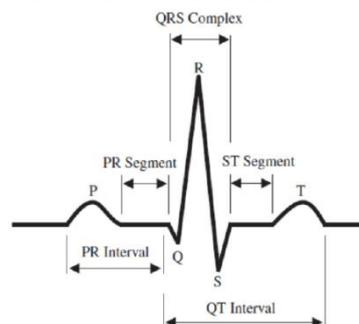
2 Dasar Teori

2.1 Aritmia

Aritmia merupakan suatu kelainan pada jantung, dimana kelainan ini menyebabkan jantung tidak berdetak secara efisien atau normal. Dimana Kelainan jantung ini dapat berdetak terlalu cepat dan terlalu lambat. Kelainan jantung ini merupakan kelainan yang dapat menyebabkan kematian paling tinggi dari penyakit jantung lainnya[2].], oleh karena itu setiap orang perlu coba memeriksa kesehatan jantung mereka walaupun tidak ada gejala gejala agar ada penanganan sejak dini. Aritmia dapat di bagi lagi menjadi beberapa jenis lagi yaitu, Ventricular Flutter Beat (VFB), Paced Beat (PB), Atrial Fibrilasi (AF), Atrial Premature Beat (APB), Left Bundle Branch Block (LBBB) dan lainnya [3][4].

2.2 Elektrokardiogram

Sinyal EKG merupakan sinyal yang menunjukkan aktivitas listrik yang berasal dari jantung manusia[6]. Aktivitas listrik yang berada dalam tubuh manusia dikenal dengan istilah bioelektrik[6]. Aktivitas listrik tersebut dapat ditangkap oleh elektroda-elektroda yang dipasang di bagian depan jantung ketika melakukan proses EKG. Hal ini akan memberikan tekanan grafis dari keseluruhan aktivitas jantung. Sinyal EKG dapat mendeteksi penyakit kardiovaskular oleh analisis sinyalnya dengan baik menggunakan gelombang sinyal P, T, QRS.[7]



Gambar 2.1 Komponen Sinyal EKG[7]

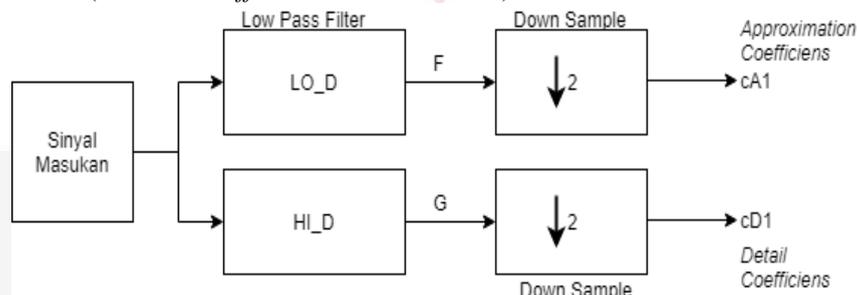
2.3 Detak Jantung

. Detak jantung adalah kecepatan ketika jantung berdetak. Kecepatan detak jantung sendiri dapat berubah ubah dalam waktu tertentu sesuai dengan kebutuhan tubuh seperti kebutuhan untuk menghirup oksigen, mengeluarkan karbondioksida, dan berpengaruh juga pada emosional ketika sedang stress atau marah maka detak jantung akan berdetak cepat tapi jika kita sedang rileks maka detak jantung kita akan berdetak dengan normal[3].

2.4 Discrete Wavelet Transform[8][9]

Wavelet adalah gelombang pendek yang berisolasi pada domain waktu . Sinyal EKG yang terekam biasanya dinilai dari karakteristik domain frekuensinya. Setiap satuan waktunya yang terekam nilai sinyal EKG berbeda – beda sehingga informasi yang didapatkan tidaklah sama. Ketidaksamaan informasi pada sinyal ini dapat dianalisis dengan *Discrete Wavelet Transform*. DWT adalah salah satu metode untuk mengekstraksi sinyal. DWT dapat menganalisis sinyal *single* maupun *multidimensional* terutama ketika sinyal tersebut memiliki informasi yang berbeda – beda tiap waktunya.

Pada transformasi ini, sinyal diubah ke dalam bentuk dimensi lain, yaitu ke dalam bentuk komponen – komponen fungsi basis yang dikenal dengan nama *wavelet* [10]. Hasil dari transformasi *wavelet* adalah sinyal yang berada dalam domain waktu. DWT ini berkerja sebagai filter. Sinyal yang masuk akan terbagi menjadi 2 kelompok sinyal[11], yaitu kelompok sinyal yang berfrekuensi rendah atau dikenal sebagai sinyal kasar (*Approximation Coefficient* atau Koefisien A) dan kelompok berfrekuensi tinggi atau yang dikenal sebagai komponen sinyal halus (*Detailed Coefficient* atau Koefisien D)



Gambar 2.2 Contoh Dekomposisi Level 1 pada DWT[11]

Gambar diatas merupakan proses membagi sinyal masukan dengan filter sehingga terbentuk 2 kelompok sinyal yaitu sinyal frekuensi rendah cA1 (koefisien aproksimasi) dan kelompok sinyal frekuensi tinggi cD1 (koefisien detail) level dekomposisi hanya 1[12].

Jenis DWT yang paling lazim dan sering digunakan adalah *daubechies wavelet*[12].

2.5 K-Nearest Neighbors[13]

Sistem klasifikasi yang digunakan ialah metode *K-Nearest Neighbors* (K-NN). KNN yaitu sebuah salah satu algoritma pendekatan penyelesaian masalah dengan berdasarkan kondisi yang telah dilakukan sebelumnya atau K – tetangga terdekatnya. Algoritma KNN ini dapat digunakan untuk mengklasifikasikan terhadap beberapa jenis kelas. Cara kerja dari KNN ini adalah berdasarkan dengan jarak minimum dari data baru ke sampel data latih untuk menentukan K tetangga yang terdekat

2.6 Parameter Pengujian

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Penggunaan *daubechies, symlet, coiflets, bior4.4* berawal dari db1 s.d. db8 sebagai metode ekstraksi ciri dan diambil 1 jenis wavelet yang terbaik.
- Penggunaan nilai K dan Jarak pada klasifikasi KNN.

2.7 Skenario Pengujian

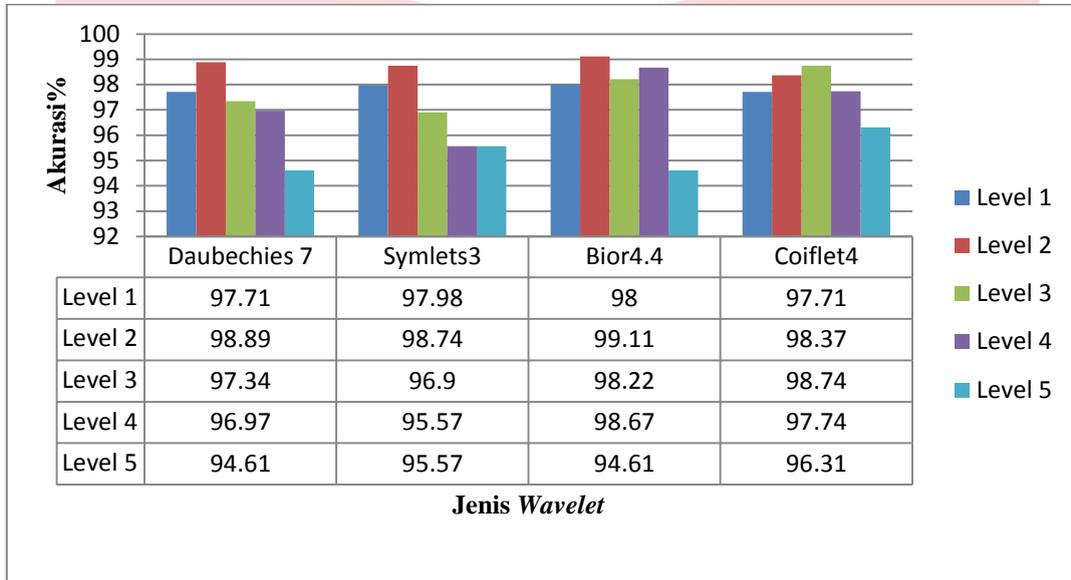
Pada penelitian ini, maka dibutuhkan suatu skenario pengujian terhadap parameter – parameter yang dianggap paling berpengaruh pada nilai performansi sistem dan waktu komputasi sistem. Berikut ini adalah skenario yang dilakukan :

1. Pengujian dan analisis pengaruh jenis wavelet dan level dekomposisi terhadap hasil akurasi sistem.
2. Pengujian dan analisis pengaruh penggunaan parameter statistik terhadap hasil akurasi sistem.
3. Pengujian dan analisis pengaruh kombinasi parameter statistik terhadap hasil akurasi sistem.
4. Pengujian dan analisis pengaruh nilai K pada KNN terhadap hasil akurasi sistem.
5. Pengujian dan analisis pengaruh parameter jarak KNN terhadap hasil akurasi sistem.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil dan Pembahasan Skenario

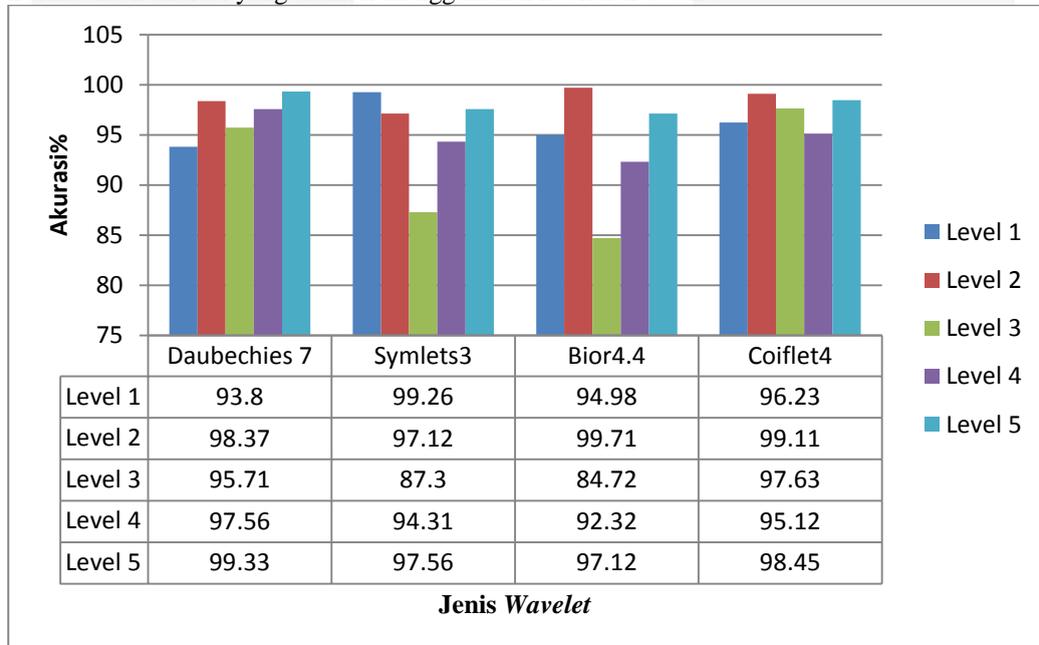
Jenis wavelet yang diujikan yaitu *daubechies*, *symlet*, *coiflets*, dan *bior*. Dari ke-empat jenis wavelet ini di dapatkan nilai akurasi tertinggi dan waktu komputasi dari setiap jenis wavelet dan level dekomposisi , berikut hasilnya ketika diambil dengan koefisien aproksimasi :



Gambar 3.1 Hasil Pengujian Jenis Wavelet dengan Koefisien aproksimasi

Nilai akurasi tertinggi didapat saat menggunakan koefisien aproksimasi yaitu sebesar 99,11% yang didapatkan saat menggunakan wavelet jenis bior4.4 saat level dekomposisi 2. Sedangkan nilai akurasi terendah yang didapatkan saat menggunakan koefisien aproksimasi yaitu sebesar 94,61% yang didapatkan dari bior4.4 level dekomposisi 5 dan juga daubechies7 dengan level dekomposisi yang sama. Maka dilihat dari waktu komputasi yang terefisien.

Berikut hasil akurasi yang diambil menggunakan koefisien detail :



Gambar 3.2 Hasil Pengujian Jenis Wavelet dengan koefisien detail

Untuk nilai akurasi tertinggi yang didapatkan saat menggunakan koefisien detail yaitu sebesar 99,71% yang didapatkan saat menggunakan wavelet jenis bior4.4 saat level dekomposisi 2. Sedangkan nilai akurasi terendah yang didapatkan saat menggunakan koefisien detail yaitu sebesar 84,72% yang didapatkan dari wavelet jenis bior4.4 level dekomposisi 3. Pada sistem ini wavelet jenis bior4.4 level dekomposisi 2 dengan koefisien

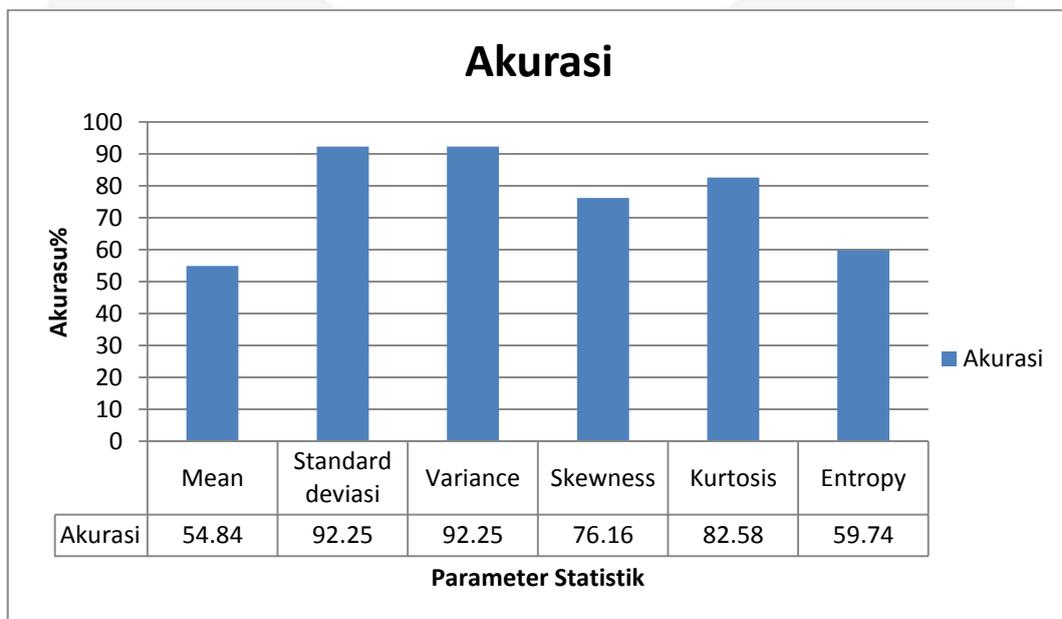
detail lebih cocok untuk digunakan karena memiliki nilai akurasi paling tinggi dibandingkan dengan jenis wavelet, level dekomposisi, dan koefisien lainnya.

3.2 Hasil dan Pembahasan Skenario 2

Pada pengujian skenario kedua bertujuan untuk dapat mengetahui perbedaan sinyal dengan sinyal lainnya dengan menggunakan parameter ciri orde satu. Parameter ciri statistic orde 1 yaitu mean, variance, standar deviasi, entropy, kurtosis dan skewness. Berikut hasil akurasi dan waktu komputasi dari 1 parameter statistik:

Tabel 3.1 Hasil Waku Komputasi Dari 1 Parameter

parameter	Waktu Komputasi
mean	12,14
std	9,84
var	11,06
skewness	9,88
kurtosis	9,82
entropy	9,88



Gambar 3.3 Grafik hasil Pengujian 1 Parameter Statistik yang Terbaik

Berdasarkan grafik diatas akurasi yang terbesar didapatkan oleh parameter orde 1 pada pengujian scenario ini adalah standar deviasi dan variance dengan nilai yang sama yaitu 92,25%, dan akurasi terkecil yang terdapat pada pengujian scenario ini adalah parameter mean dengan nilai 54,84%. Berdasarkan table diatas waktu komputasi yang paling efisien didapatkan pada pengujian scenario ini adalah kurtosis hanya nilai akurasi parameter kurtosis hanya 76,16% , maka tetap dipilih antara standard deviasi dan variance karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi, jika dilihat dari waktu komputasi parameter standard deviasi lebih unggul dengan nilai waku komputasi 9,84 detik. Maka parameter terbaik dalam scenario ini adalah standard deviasi.

3.3 Hasil dan Pembahasan

Pengujian skenario 3 ini akan mencari nilai akurasi dan waktu komputasi dari kombinasi parameter ciri statistik, yaitu kombinasi dari 2 parameter yang memiliki nilai terbaik, 3 parameter yang memiliki nilai terbaik, 4 parameter yang memiliki nilai terbaik, 5 parameter yang memiliki nilai terbaik dan terakhir 6 parameter yang memiliki nilai terbaik. Kombinasi parameter masih terdiri dari parameter statistic yaitu mean, variance, standar deviasi, entropy, kurtosis dan skewness. Berikut hasil akurasi dari kombinasi parameter statistik :

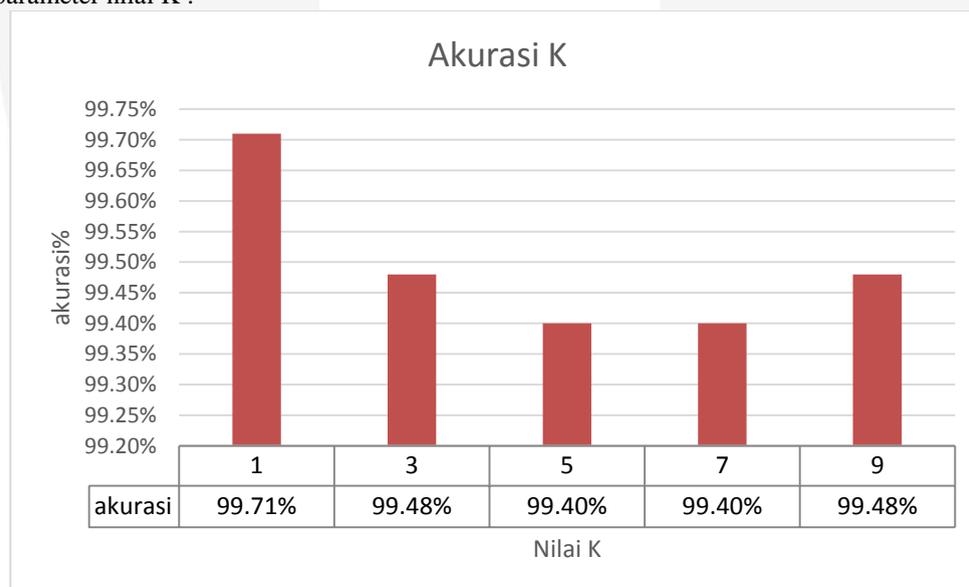
Tabel 3.1 Hasil Akurasi dari Pengujian kombinasi paramater

	1 parameter terbaik	2 parameter terbaik	3 parameter terbaik	4 parameter terbaik	5 parameter terbaik	6 parameter terbaik
	Standar Deviasi	mean, Stadar Deviasi	mean, Stadar Deviasi, Kurtosis	mean, Variance, Kurtiosis, Entropy	Mean, Standar Deviasi, Skewness, Kurtosis, Entropy	Mean,Standar Deviasi, Variance, Skewness, Entropy, Kurtosis
Akurasi	92,25%	97,86%	99,11%	99,40%	99,55%	99,71%
Waktu Komputasi	9.84	9.80	9.92	10,40	10,29	8,52

Dari data pada tabe 3.1 merupakan perbandingan kombinasi parameter ciri statistic dalam pengujian ini terlihat kombinasi dari 1 parameter hingga 6 parameter, hasil dari setiap kombinasi parameter terus meningkat, mulai dari 92.25% hingga nilai paling tinggi didapatkan 99,71%. Dapat disimpulkan jika memakai lebih banyak parameter ciri statistic yaitu keseluruhan parameter ciri statistic yang digunakan maka hasil ciri yang didapatkan akan lebih optimal dibandingkan dengan 1 sampai 5 kombinasi parameter ciri statistik, terbukti dari nilai akurasi yang paling maksimal.

3.4 Hasil dan Pembahasan Skenario 4

Pengujian skenario 4 ini akan mencari nilai akurasi yang terbaik dan mencari waktu komputasi dari hasil klafikasi K-NN menggunakan nilai 5 nilai K yang berbeda beda yaitu ketika nilai K=1, K=3, K=5, K=7, K=9. Pada tahap pengujian ini parameter wavelet yang digunakan adalah *Bior4.4* dengan level dekomposisi 2 dengan koefisien detail dan parameter jarak *euclidean* pada klasifikasi K-NN adalah *Euclidean*. Berikut hasil pengujian parameter nilai K :



Gambar 3.4 Hasil Pengujian Akurasi Parameter Nilai K

Berdasarkan grafik diatas diperoleh nilai akurasi yang paling tinggi pada nilai K=1 sebesar 99,71% dan juga terdapat nilai akurasi terendah yaitu dengan nilai K= 5 dan K=7 sementara waktu komputasi tercepat yaitu

ketika nilai K=1. Nilai K yang memiliki tingkat akurasi yang paling besar di antara lain dan waktu komputasi tercepat adalah nilai parameter K=1 senilai 8,52 detik.

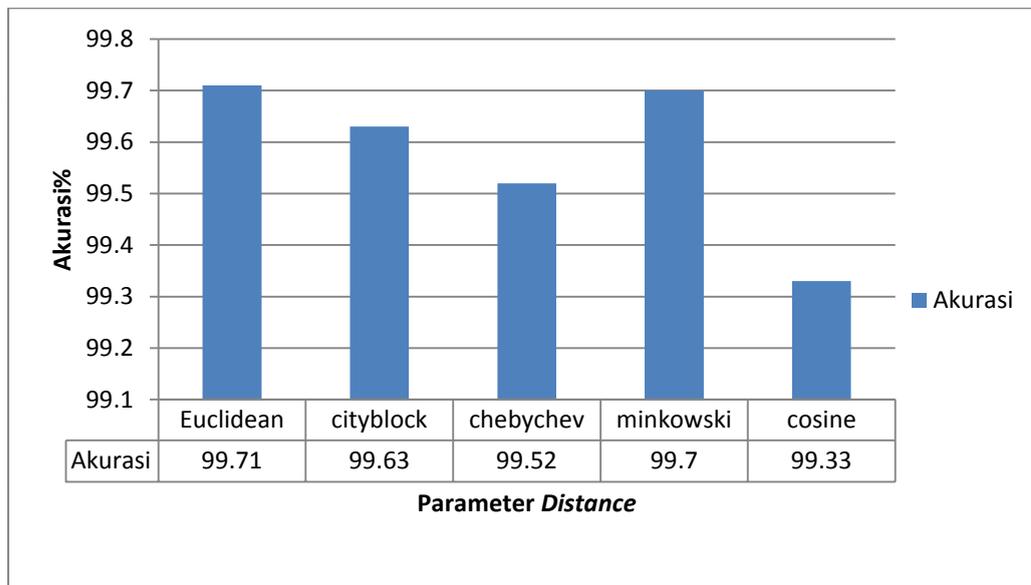
3.5 Hasil dan Pembahasan Skenario 5

Parameter yang diujikan pada skenario ini adalah parameter jarak pada K-NN yang terdiri *euclidean, cityblock, chebychev, minkowski dan cosine*. Pada tahap pengujian ini parameter wavelet yang digunakan adalah *Bior4.4* dengan level dekomposisi 2 dengan koefisien detail dan nilai parameter K=1 pada klasifikasi K-NN.

Berikut grafik dan table dibawah menampilkan hasil dari nilai akurasi waku komputasi dari setiap jenis parameter-parameter jarak pada K-NN.

Tabel 4.2 Pengujian Hasil Waktu Komputasi

Jarak	waktu komputasi
euclidian	8,52
cityblock	9,71
chebychev	10,25
minkowski	10,7
cosine	11,37



Gambar 3.5 Grafik Hasil Akurasi dari Parameter Jarak

Berdasarkan table diatas dapat dilihat parameter jarak Euclidean memiliki nilai akurasi terbesar daripada parameter jarak lain sebesar 99,71% ,dan parameter jarak cosine memiliki nilai akurasi yang paling kecil dengan nilai akurasi 99,33% sedangkan waktu komputasi yang paling efisien daripada parameter jarak lain yaitu Euclidean dengan nilai 8,52 detik. Pada table diatas waktu komputasi yang paling efisien daripada parameter jarak lain yaitu Euclidean dengan nilai 8,52 detik dengan parameter jarak Euclidean dan waktu komputasi terlama yaitu cosine dengan waktu komputasi 11,37 detik.

Hasil akhir dari jurnal didapatkan nilai nilai akurasi dengan waktu komputasi yang efisien. Jenis *wavelet* yang memiliki nilai akurasi dan waktu komputasi adalah *Bior4.4* dengan level dekomposisi 2, koefisien detail dan parameter KNN dengan nilai K = 1 dan parameter jarak *Euclidean*, maka didapatkan nilai akurasi sebesar 99,71% dengan waktu komputasi 8,52 detik.

4 Simpulan dan Saran

Adapun kesimpulan yang dapat diambil ialah :

1. Sistem ini mampu mengklasifikasikan kondisi kelainan jantung berupa penyakit Aritmia pada seseorang dengan menggunakan metode DWT dan K-NN dengan nilai akurasi 99,71% dan waktu komputasi tercepat 8,52 detik.
 2. Metode ekstraksi ciri DWT dapat digunakan untuk mengekstraksi sinyal, jenis wavelet yang dipakai dan terbaik yaitu bior4.4, level dekomposisi 2 dengan koefisien detail dan metode klasifikasi K-NN, dengan nilai k yang terbaik yaitu 1 dan distancenya yang terbaik yaitu *Euclidean* dengan parameter parameter dapat menghasilkan nilai akurasi sebesar 99.71 % dan waktu komputasi tercepat 8.52 detik.
 3. Tingkat akurasi system terbaik didapatkan saat menggunakan *distance Euclidean* dan dekomposisi wavelet level 2, jenis *wavelet* Bior4.4 dengan nilai akurasi dengan nilai komputasi sebesar 99,71% dan 8,52 detik.
- Adapun saran yang dapat diambil ialah:
1. Tugas akhir ini dapat dikembangkan lagi dengan kelainan jantung yang lainnya tidak hanya aritmia saja.
 2. Menggunakan jenis metode yang berbeda.

5 Daftar Pustaka

- [1] Dewangan, Naveen Kumar, ' *ECG Arrhythmia Classification using Discrete Wavelet Transform and Artificial Neural Network* ' p.1.892-1.895, 2016.
- [2] Karimifard, S: Ahmadyan, A, ' *Morphological Heart Arrhythmia Detection Using Hermitian Basis Functions and kNN Classifier* ' p. 1.367-1369, 2006.
- [3] Y. S. Nien dan S.F. Chen, " *Emotion State Identification Based on Heart Rate Variability and Genetic Algorithm*," 2015.
- [4] Haryosuprobo, Ig R. Sugiarto Yohanes. Suryadi FX, 2016, "Ekstraksi Ciri Sinyal EKG Aritmia Menggunakan Gelombang Singkat Diskrit", Surakarta, Politeknik Akademi Mesin Teknik Industri.
- [5] Maedeh Kiani Sarkaleh dan Asadollah Shahbahrami, " *Classification of ECG arrhythmias using discrete wavelet transform and neural networks*," *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications (IJCSA)*, 2(1): 1-13, 2012
- [6] Ramadhan, Gilang Titah, 2018, "Klasifikasi Penyakit Aritmia Melalui Sinyal Elektrokardiogram (EKG) Menggunakan Metode *Local Features* dan *Support Vector Machine*", Bandung, Telkom University.
- [7] V Upanlawar, Isha and Harshal Chowhan. 2014. " *Pre-processing of ECG Signals Using Filter*". *International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT)*.
- [8] H. Olkkonen, *Discrete Wavelet Transforms: Algorithms and Applications*, Rijeka: InTech, 2011.
- [9] Van Fleet, P. J., " *Discrete Wavelet Transformations: An Elementary Approach with Applications*", Wileyinterscience. John Wiley & Sons Inc. Publication, 2008.
- [10] E. C. Djamal, H. A. Tjokronegoro dan S. , *The Use of Wavelet Power Spectrum and Identification of Thinking-Induced EEG Signals*, Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2005.
- [11] M. M. Shaker, " *EEG Waves Classifier using Wavelet Transform and Fourier Transform*," *World Academy of Science, Engineering and Technology*, vol. 3, p. 725, 2007.
- [12] A. d. Vries, "Daubechies Wavelets," dalam *Wavelets*, Hagen, Germany, FH S'udwestfalen University of Applied Sciences, 2006, pp. 2-8.
- [13] N. Bhatia dan V. , "Survey of Nearest Neighbor Techniques," *IJCIS*, pp. 302-304, 2010.