

PENGENALAN POLA SINYAL KARDIOGRAFI DENGAN MENGGUNAKAN ALIHRAGAM GELOMBANG SINGKAT

Evrita Lusiana Utari¹, Agus Qomaruddin Munir²

¹Prodi Teknik Elektro, Fakultas Sains & Teknologi Universitas Respati Yogyakarta
Jl. Laksda Adisucipto Km 6,3 Depok, Sleman, Yogyakarta 55281 Telp 0274 489780

²Prodi Manajemen Informatika, Fakultas Sains & Teknologi Universitas Respati Yogyakarta
Jl. Laksda Adisucipto Km 6,3 Depok, Sleman, Yogyakarta 55281 Telp 0274 489780

E-mail: evrita_lusiana@yahoo.com

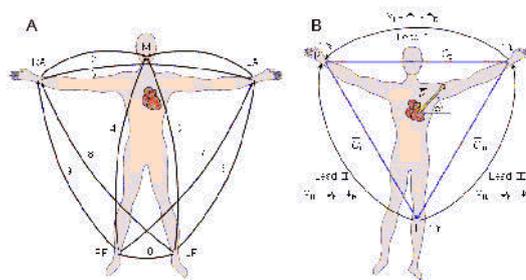
Abstrak

Sinyal Kardiografi merupakan sinyal yang diperoleh dari proses perekaman menggunakan 12 sadapan yang dipasang pada dada, lengan kanan, lengan kiri dan tungkai kaki sebelah kiri. Rekaman tersebut memungkinkan terjadinya kesalahan yang disebabkan oleh adanya kesulitan teknik Elektrokardiografi (EKG). Sinyal kardiografi memiliki pola morfologi atau tata bentuk yang selalu berubah baik pada pasien yang berbeda maupun pada pasien yang sama. Pada sinyal kardiografi mengandung banyak derau. Untuk itu perlu pengolahan sinyal yang sesuai dengan jenis sinyal kardiografi. Tahapan penelitian meliputi penyiapan data, pra pemrosesan, dan pengolahan sinyal dengan metode alih ragam gelombang singkat. Metode alihragam gelombang singkat merupakan metode yang dapat digunakan untuk menyajikan data dan fungsi kedalam komponen frekuensi lainnya. Proses pengolahan sinyal kardiografi dengan menggunakan alihragam gelombang-singkat memiliki keberhasilan tinggi. Dengan alihragam gelombang-singkat ini dimungkinkan pelokasian frekuensi-waktu. Dengan metode membatasi dan menghilangkan bagian-bagian sinyal yang dianggap tidak banyak memberikan informasi. Setelah melalui proses pengolahan sinyal dilanjutkan dengan pengenalan pola menggunakan metode symlet pada alihragam gelombang singkat. Yang diharapkan mendapatkan tingkat akurasi 96%.

Kata kunci : EKG, Kardiografi, Pengenalan Pola, Symlet, wavelet,

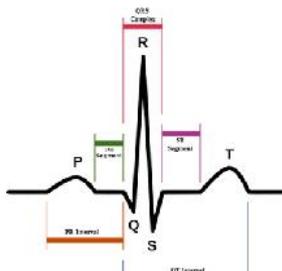
Pendahuluan

Penyakit jantung merupakan salah satu penyebab kematian terbesar di dunia dan di Indonesia. Sejumlah tokoh ditenggarai meninggal akibat serangan jantung. Untuk mengetahui kondisi kesehatan jantung biasanya digunakan alat elektrokardiografi (EKG). Di rumah sakit petugas medis dituntut memiliki kemampuan yang cukup dalam mengidentifikasi penyakit atau serangan jantung berdasarkan rekaman EKG. Namun pada kenyataannya banyak petugas medis tidak menguasai bagaimana cara membaca dan menginterpretasikan rekaman EKG. Banyak petugas paramedis beralasan bahwa membaca EKG adalah wewenang dokter atau dokter spesialis jantung. Proses pengolahan sinyal digital dalam dunia kedokteran telah menjadi hal penting untuk membantu dokter dalam membuat keputusan pada permasalahan medis. Sebagai contoh adalah aplikasi pemrosesan sinyal digital dalam mendeteksi penyakit jantung berdasarkan sinyal Anurada (2008). Dengan pemrosesan digital dimungkinkan untuk membuat klasifikasi otomatis berdasarkan pengetahuan kedokteran jantung sehingga membantu tenaga medis dalam menganalisa rekaman sinyal kardiografi. Sinyal kardiografi merupakan gambaran sinyal yang dihasilkan oleh jantung dengan meletakkan dua belas sadapan ke beberapa bagian permukaan tubuh pasien menggunakan perangkat elektrokardiografi (EKG). Sinyal kardiografi ini membantu para dokter untuk mendiagnosa kelainan jantung pada pasien. Elektrokardiografi (EKG) adalah suatu gambaran sinyal yang dihasilkan oleh jantung dan merupakan rekaman grafik potensial-potensial listrik yang ditimbulkan oleh jaringan jantung dengan meletakkan dua belas sadapan ke beberapa bagian permukaan tubuh pasien. Sinyal EKG ini membantu para dokter untuk mendiagnosa kelainan jantung pada pasien. Tetapi untuk mengetahui pasien mempunyai kelainan jantung atau tidak, dibutuhkan seorang ahli untuk melakukan penganalisaan pada sinyal EKG yang sudah ada. Sinyal EKG ini diperoleh dari aktivitas jantung yang direkam di disket mini dalam recorder yang nantinya akan dianalisa dengan komputer. Kemudian pada layar komputer akan tampil keluaran sinyal EKG. Pola sinyal inilah yang nantinya akan dianalisa.



Gambar 1 Pemasangan lead EKG

Sifat dari sinyal EKG adalah periodik, gambar standar dari sinyal EKG dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Kurva Standar EKG

Keterangan :

1. Gelombang P berasal sinoatrial node (SA node) pada atrium kanan, yang merupakan penyebaran rangsangan pada antrium.
2. Gelombang Q berasal dari *Atrioventrikular* (AV node) yang diteruskan melalui berkas His, lalu meneruskan gelombang elektronik ke ventrikel kanan dan kiri yang menghasilkan gelombang RS.
3. Sedangkan Gelombang T akibat pergerakan ventrikel kiri yang dibawa oleh serabut purkinje.

Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian yang telah dilakukan terhadap metode identifikasi sinyal kardiografi ditunjukkan dengan perkembangan oleh Wisana (2013) penelitian dengan frekuensi 150 Hz. Penelitian tentang analisis gelombang elektrokardiografi dengan menggunakan gelombang singkat mexican hat yang ditambahkan dengan metode *filter bank* dilaporkan mempunyai sensitivitas sebesar 87,5%. Penelitian selanjutnya dilakukan dengan menggabungkan metode gelombang singkat morlet dengan metode *neurofuzzy* untuk mendeteksi sinyal elektrokardiogram normal dilaporkan mempunyai sensitivitas sebesar 87,8% (Rizal, 2008). Pengenalan pola sinyal seismik dengan menggunakan wavelet pada aktivitas gunung berapi (utari, 2013). Wavelet dengan sistem penghilangan noise dan kompresi gambar oleh S. Grace Chang (2003) sedangkan untuk penelitian dari Sofia dan andrew (2003) membahas mengenai analisa alih ragam gelombang singkat dengan sistem *thresholding*.

Konsep alihragam alihragam gelombang singkat

Alihragam merupakan suatu proses pemetaan data kedalam bentuk lain sehingga mudah dianalisis. Sebagai contoh alihragam Fourier merupakan suatu proses pemetaan data (sinyal) kedalam beberapa gelombang sinusoida yang berfrekuensi berbeda, sedangkan alihragam gelombang singkat merupakan proses pemetaan sinyal kedalam berbagai gelombang basis *wavelet (mother wavelet)* dengan berbagai pergeseran dan penyekalan. Alihragam gelombang singkat kontinyu (*continuous wavelet transform, CWT*) sebagai jumlah hasil kali sinyal dengan fungsi *wavelet (ψ)* yang mengalami berbagai pergeseran dan penyekalaan dalam rentang waktu tertentu. Penerapannya bila suatu sistem tidak dapat diberi masukan berupa impuls maka, tanggapan impuls dapat digali berdasarkan fungsi atau korelasi keluaran sistem bila masukannya derau putih (*white noise*).

Bahan dan Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan 5 jenis EKG diperoleh dari RSUD Panembahan Senopati, yang menggambarkan kondisi jantung berbeda, yakni *Normal, Ventrikular Hypertrophy, Atrial Tachycardia, dan Myocardial Infarctio*. Spesifikasi teknik data sinyal Kardiografi yang diperoleh dari RSUD Panembahan Senopati lengkap disajikan. Pengambilan sampel data dengan frekuensi yang sama 50 Hz dan lama waktu 10 detik. Data yang ada dalam data sampel adalah asli dari pasien.

Tabel 1 Spesifikasi Teknis Sampel Kardiografi

Jenis EKG	F (Hz)	A (Volt)	Sadapan	HR (bpm)
Normal	50	0.3	I, II, III	80
<i>Atrial Tachicardia</i>	50	0.5	III,V2,V3	69
<i>VentrikularHypertrophy</i>	50	0.2	III,AVF,V3	76
<i>Myocardial Infarctio</i>	50	0.8	I, II, III	96

Alat penelitian

Alat yang digunakan untuk melaksanakan penelitian ini menggunakan perangkat lunak program Matlab (*Matrix Laboratory*). Matlab merupakan perangkat lunak matematis yang menggunakan vektor dan matrik sebagai elemen data utama. Perangkat ini diciptakan di Universitas Mexico dan Universitas Stanford pada tahun 70-an yang kemudian dikembangkan dan disempurnakan hingga saat ini. Matlab menyediakan fasilitas-fasilitas untuk komputasi, visualisasi dan pemrograman. Selain itu Matlab juga memiliki beberapa fitur yang dikelompokkan berdasarkan aplikasi tertentu yang dikenal dengan *Toolbox*. *Toolbox* yang penting dalam penelitian ini adalah *Toolbox Wavelet*, dan *Toolbox Signal Processing*. Dengan fasilitas yang disediakan pada *Toolbox* tersebut pemrograman untuk analisis sinyal kardiografi. Kelebihan lain Matlab adalah dapat membangun *tool* yang dapat digunakan berulang kali (*reusable tool*).

Tahapan-tahapan penelitian

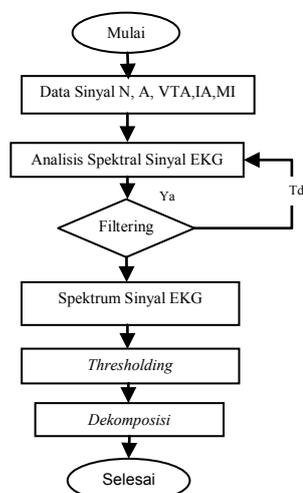
Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan mulai penyiapan data sinyal kardiografi, pra-pemrosesan hingga pasca pemrosesan yang secara garis besar dapat dilihat pada gambar 3. Tahapan penyiapan data sampel sinyal kardiografi dalam penelitian ini dengan cara melakukan pengambilan gambar, kemudian melakukan seleksi kualitas dari hasil gambar. Pada tabel 2 merupakan data sinyal kardiografi dengan kondisi pasien normal dan pasien dengan memiliki kelainan jantung jenis *Myocardial Infarction* serta untuk gambaran sinyal kardiografi dapat dilihat pada gambar 4. Tahapan pra-pemrosesan meliputi pengolahan sinyal kardiografi dengan menggunakan tapis *Nonequispaced Fast Fourier Transformation* (NFFT), melakukan pemfilteran sinyal kardiografi yang mengandung *noise* dari interferensi jaringan listrik.

Pemilihan fungsi wavelet

Fungsi *wavelet Daubechies* dan *symlet* memiliki bentuk yang kompak mirip dengan gelombang QRS sehingga cocok digunakan untuk analisis sinyal kardiografi Mahmoodabadi (2010). Pada penelitian ini akan dicoba melakukan sintesa sinyal kardiografi kemudian merekonstruksi kembali sinyal tersebut. Fungsi wavelet yang memberikan selisih paling kecil yang akan digunakan untuk tahap penelitian berikutnya seperti untuk menghilangkan derau dengan membatasi dan menghilangkan bagian-bagian sinyal yang dianggap tidak banyak memberikan informasi.

Pra-pemrosesan (pre-processing)

Setelah melalui proses pengolahan sinyal dilanjutkan dengan pengenalan pola menggunakan metode *symlet* pada alihragam gelombang singkat. Fungsi *wavelet* yang digunakan meliputi *sym1*, *sym2*, *sym3*, *sym4* dan *sym5*. Yang diharapkan mendapatkan tingkat akurasi 96%. Tujuan pra-pemrosesan adalah untuk memperbaiki kualitas sinyal agar hasil analisis sinyal kardiografi lebih akurat. Diagram alir pemrosesan sinyal dapat dilihat pada gambar 3. Dalam usaha melakukan pengenalan pola suatu sinyal, pra-pemrosesan berguna untuk menyamakan kondisi awal suatu sinyal misalnya sinyal terbebas dari derau, frekuensi pencuplikan sinyal, besarnya amplitudo, durasi sinyal, jumlah periode sinyal dan sebagainya. Pada tahapan penelitian ini tahapan utamanya pra pemrosesan meliputi spektral sinyal kardiografi, *filtering* sinyal, spektrum sinyal, dan *thresholding*.



Gambar 3 Diagram Alir Proses Pengenalan Pola

Hasil dan Pembahasan

Pengambilan sampel data sinyal mewakili dari data pasien penderita gangguan jantung. Diantaranya sinyal kardiografi untuk penderita kelainan *Myocardial Infarction*, *Atrial Tachycardia*, dan *Ventrikular Hypertrophy*. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 2 dan 3

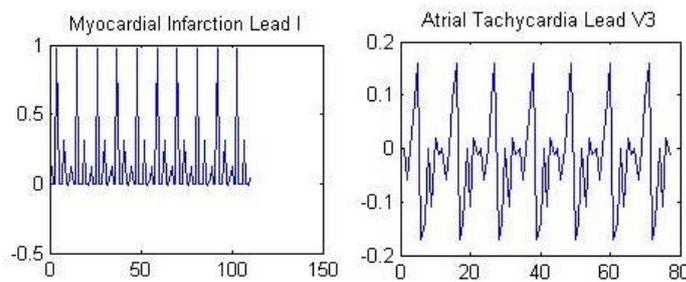
Tabel 2 Data *Myocardial Infarction*

Sadapan	Lead I	Lead II	Lead III
P+, mv	0.12	0.13	0.05
P-,mv	0	0	0
Q,mv	0	-0.12	-0.80
Rd,mV	0.97	0.20	0.13
Rl,mV	0	0	0
S,mV	0	0	0
S1,mV	0	0	0
T+,mV	0.13	0.09	0
T-,mV	0	0	-0.19
ST,mV	-0.01	0.02	0.04
ST,mV	0.04	0.04	-0.00

Tabel 3 Data *Atrial Tachycardia*

Sadapan	Lead III	Lead V3	Lead V2
P+, mv	0	0	0
P-,mv	-0.06	0	0
Q,mv	0	0	0
Rd,mV	0.09	1.4	0.75
Rl,mV	0.16	0	0
S,mV	-0.17	-0.96	-0.86
S1,mV	-0.14	0	0
T+,mV	0	0	0
T-,mV	-0.11	-0.09	-0.06
ST,mV	0.02	-0.04	0.03
ST,mV	-0.01	-0.02	-0.00

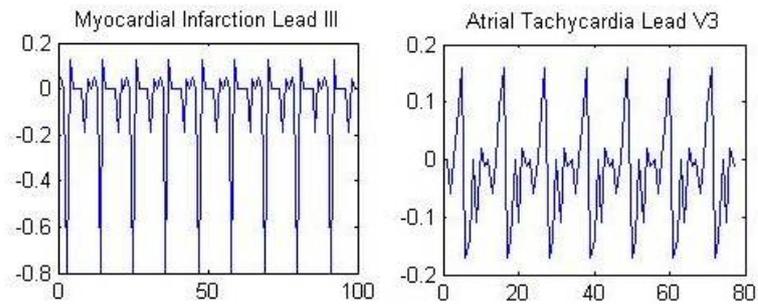
Pemilihan sampel yang diambil adalah data yang mewakili informasi kelainan pada jantung. Pemilihan data ini dengan cara membandingkan data penderita gangguan jantung dengan data normal. Data normal diperoleh dari data alat medis atau yang disebut dengan phantom. Data sinyal ini dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 *Myocardial Infarction* dan *Atrial Tachycardia*

Pengolahan awal Sinyal kardiografi

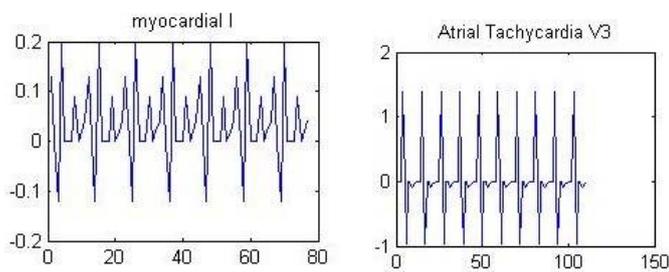
Tahapan pra-pemrosesan meliputi pengolahan sinyal kardiografi dengan menggunakan tapis *Nonequispaced Fast Fourier Transformation* (NFFT), melakukan pemfilteran sinyal kardiografi yang mengandung noise dari interferensi jaringan listrik.



Gambar 5 Myocardial Infarction dan Atrial Tachycardia V3

Penghilangan Noise/ Pemfilteran

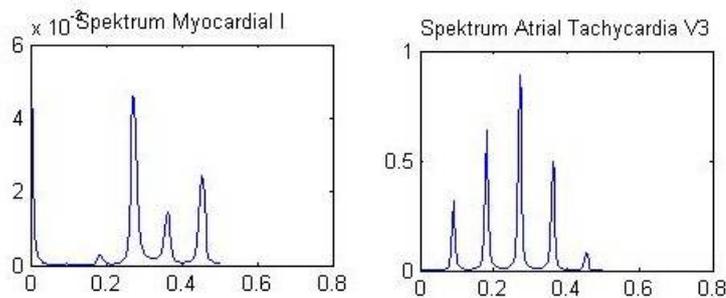
Tahapan pra-pemrosesan penghilangan noise atau dikenal dengan pemfilteran menggunakan tapis *Nonequispaced Fast Fourier Transformation* (NFFT). Dengan metode NFFT data yang sebelumnya membawa *noise* dapat diminimalisasi. Sehingga informasi yang diharapkan dapat lebih jelas diterima. Penghilangan *noise* ini dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Myocardial Infarction, Atrial Tachycardia V3

Pengolahan sinyal akhir

Semua informasi yang relevan pada fungsi periodik selanjutnya dapat diringkas dalam nilai-nilai amplitude dan fase tersebut pada frekuensi-frekuensi yang bersesuaian. Penggambaran frekuensi dari fungsi yang dimaksud dinamakan spektrum atau spektrum frekuensi. Pengolahannya dapat dilihat pada spektrum gambar 7. Pengolahan sinyal menggunakan program Matlab Dengan melihat hasil melalui gambar tersebut dapat dengan mudah menunjukkan adanya pengaruh yang sangat besar. Perintah dapat digunakan untuk estimasi spektrum daya dari satu atau dua runtun data sinyal $P=SPECTRUM(X,NFFT,NOVERLAP,WIND)$ digunakan untuk estimasi rapat spektral sinyal menggunakan metode periodegram rata-rata *Welch*.



Gambar 7 Spektrum Myocardial, dan Spektrum Atrial Tachycardia

Analisa Hasil dan Pembahasan

Analisis spektrum sinyal kardiografi dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya interferensi jaringan listrik 50Hz. Data sinyal kardiografi Normal (N), *Atrial Tachycardia* (A), *Ventrikular Hypertrophy* (VTA), dan *Myocardial* (M) proses perekamannya dilakukan di RSUD Senopati. Di Indonesia jaringan listrik umumnya menggunakan frekuensi 50 Hz, oleh karena itu sinyal kardiografi akan mengandung derau jaringan listrik tampak pada punya spektrum pada frekuensi 50 Hz dan harmonisasinya (100 Hz, 150 Hz, 200 Hz dan seterusnya). Berdasarkan analisis spektral keseluruhan sinyal kardiografi yang digunakan pada penelitian ini telah ditemukan derau interferensi jaringan listrik dengan frekuensi asal sesuai dengan asal data rekaman sinyal kardiografi (50Hz dan nilai harmonisasinya). Hasil dari interferensi tersebut ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4 Jumlah Data Interferensi Jaringan Listrik 50 Hz

No	Jenis EKG	Interferensi Jaringan 50 Hz dan harmonisasinya
1	<i>Atrial</i>	-
2	<i>Ventrikular</i>	-
3	<i>Myocardial</i>	16
4	Normal	16

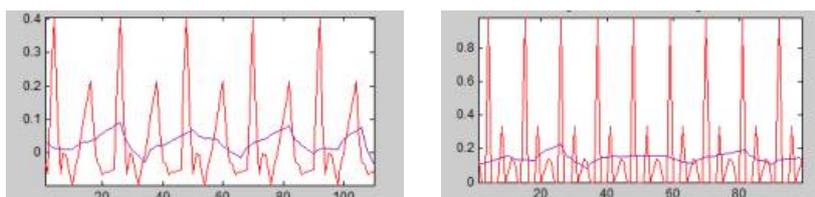
Pada tabel 4 menunjukkan besarnya nilai keluaran sadapan pada titik Q, R, dan S. Sedangkan lama waktu pengambilan data rekamannya dapat dilihat dari nilai timingnya. Pada *timing* memiliki *range* nilai untuk jenis sinyal *Myocardial* 623 s/d 635 ms, untuk *ventrikular* 768 s/d 803ms, untuk *Atrial* 813 s/d 888 ms dan untuk jenis normal 750 s/d 753 ms.

Tabel 5 Data Timing dan keluaran QRS

No	Jenis EKG	Keluaran QRS	Timing	Frekuensi Detak
1	<i>Atrial</i>	90,6 ms	870 ms	69 beat/min
2	<i>Ventrikular</i>	92,7 ms	785 ms	76 beat/min
3	<i>Myocardial</i>	89 ms	628 ms	96 beat/min
4	Normal	74,1 ms	750ms	80 beat/min

Thresholding

Proses membatasi data yang akan dikenali adalah salah satu cara untuk mempermudah dalam melakukan pengenalan pola. Pembatasan data ini dilakukan hingga data sinyal yang akan dikenali sudah tidak memberikan informasi lagi. Dalam pembatasan data sinyal dengan sistem *thresholding*.



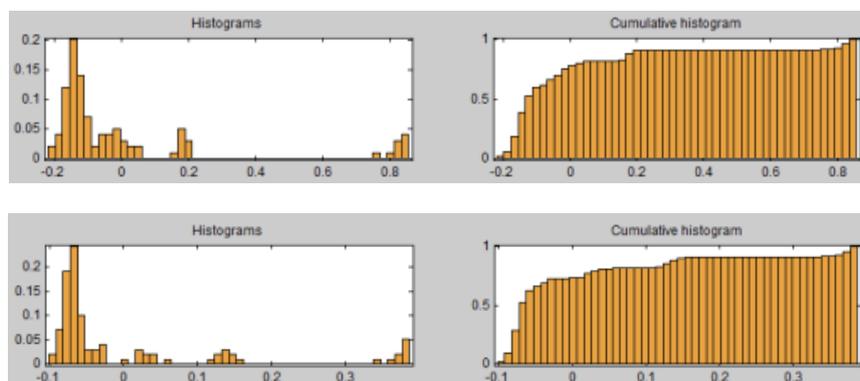
Gambar 8 *Thresholding*

Dekomposisi

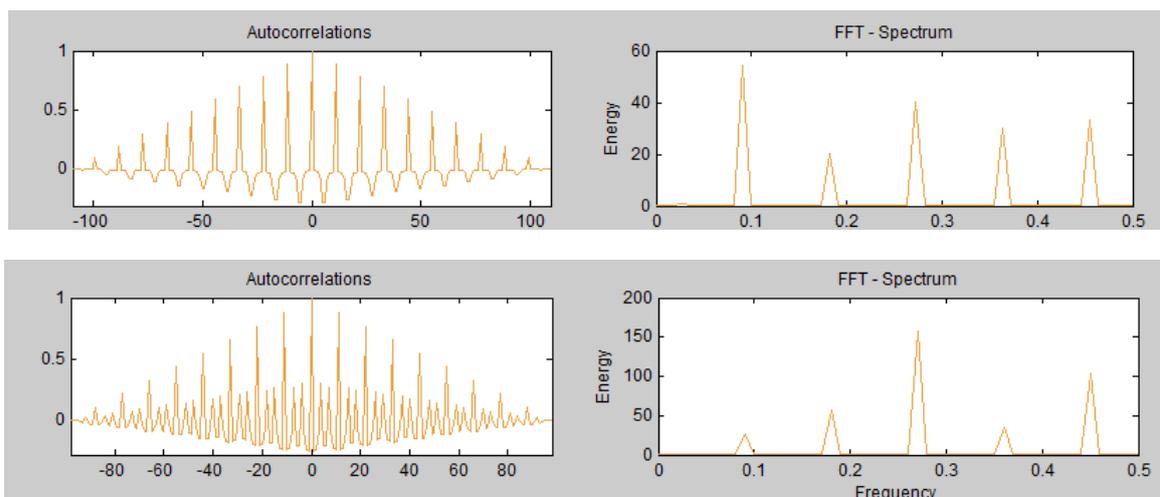
Proses pengenalan pola sinyal kardiografi oleh alihragam gelombang singkat berdasarkan data sinyal kardiografi. Data latih yang digunakan berupa normalisasi energi dekomposisi rerata sinyal kardiografi yang diperoleh pada tahap pengenalan pola. Data latih setiap jenis sinyal kardiografi dibuat 4 buah pola untuk mewakili kelompoknya. Dengan dekomposisi sinyal kardiografi ini maka diperoleh komponen sinyal detil (D1, D2, D3, D4 dan D5). Masing-masing sinyal detil di tiap tingkat dan sinyal tingkat terakhir (tingkat 5) dihitung energi dekomposisi reratanya sebagai ekstraksi ciri sinyal kardiografi.

Pengenalan Pola Sinyal

Pengenalan pola yang akan dilakukan dengan menggunakan metode *symlet* pada alihragam gelombang singkat. Metode ini sesuai dengan bentuk sinyal kardiografi yang diharapkan dapat memberikan pengenalan pola secara lebih akurat. Hal ini dapat ditunjukkan pada histogram pada masing-masing sinyal kardiografi.



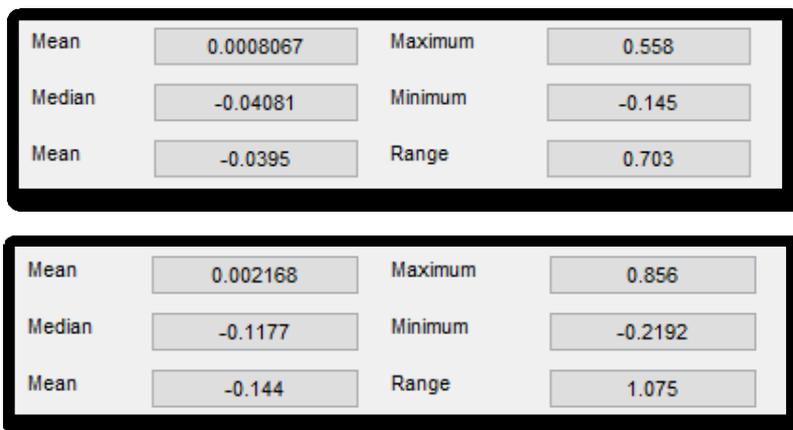
Gambar 9 *Atrial Tachycardia (A)*, dan *Myocardial (M)*



Gambar 10 Atrial Tachycardia (A), dan Myocardial (M)

Analisis Pengenalan Pola Sinyal

Analisis sinyal kardiografi berguna untuk mengetahui kandungan frekuensi sinyal kardiografi. Pada penelitian ini, analisis spektral sinyal kardiografi bertujuan untuk mengetahui frekuensi dari interferensi jaringan listrik sebesar 50 Hz pada data sinyal kardiografi. Spektral sinyal kardiografi diperoleh melalui transformasi Fourier pada semua data sinyal kardiografi. Hal ini penting dilakukan karena interferensi jaringan listrik 50 Hz pada data sinyal kardiografi seringkali terjadi dan dapat mengganggu informasi yang ada didalamnya. Dalam program Matlab telah menyediakan sintak transformasi faurier dengan perintah $X=fft(ekg)$, artinya lakukan *fast faurier transform* (FFT) pada sinyal kardiografi.



Gambar 11 Analisa Data Hasil Pengenalan Pola

Kesimpulan

Dalam pengolahan sinyal kardiografi dapat kita lihat karakter dan jenis dari sinyal tersebut. Hal yang paling bermanfaat adalah untuk mempermudah mengenali jenis sinyal kardiografi yang dihasilkan dari proses rekaman yaitu:

1. Hasil data rekaman yang menunjukkan nilai negatif pada sinyal kardiografi menunjukkan adanya kelainan pada pasien.
2. Proses pengolahan sinyal kardiografi dalam arah vertikal maupun arah horisontal dapat dideteksi menggunakan *lead* yang terpasang pada pasien. Dengan metode ini data sinyal dapat ditentukan dalam kawasan frekuensi dan waktu.
3. Validitas sinyal hasil pemfilteran dapat diatur secara tepat dengan mengatur besarnya frekuensi pada saat melakukan pemfilteran. Pada spektrum pada dilihat hasil pengolahan sinyal yang lebih akurat. Sehingga nilai yang diharapkan sesuai dengan informasi dari pasien.
4. Dalam pengenalan pola dengan menggunakan alih ragam gelombang singkat ini metode yang menghasilkan tingkat keakurasian data yang lebih besar dengan menggunakan metode *symlet*.

5. Dengan menggunakan melakukan proses pembatasan data memudahkan kita dalam proses pengenalan pola utamanya untuk data sinyal kardiografi, karena pada sinyal kardiografi pola yang dihasilkan cenderung mendekati sama. Sehingga apabila metodenya kurang sesuai pola yang dihasilkan akan sama.

Daftar Pustaka

- Rizal, A. 2008, *Pengenalan Signal EKG Menggunakan Dekomposisi Paket Wavelet dan K-Means Clustering*, SNATI Yogyakarta
- S. Grace Chang, September 2003, *Adaptive Wavelet Thresholding for Image Denoising and Compression*, Student Member, IEEE, University of California.
- Sofia C. OLHEDE and Andrew T. WALDEN November 2003, '*Analytic*' *Wavelet Thresholding*, Department of Mathematics, Imperial College London, SW7 2AZ, London
- Utari,L. Evrita Juli 2013, *Pengenalan Pola Sinyal Seismik dengan menggunakan Wavelet pada Gunung Merapi* , Jurnal Teknologi Informasi, Unriyo.
- Wisana, Dewa Gede Hari, 2013 , *Identifikasi Isyarat Elektrokardiogram Segmen ST dan Kontraksi Ventrikel Prematur Berbasis Gelombang-singkat*, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta