KLASIFIKASI SINYAL ELEKTROKARDIOGRAF (EKG) DENGAN SHORT TIME FOURIER TRANSFORM (STFT) DAN BACKPROPAGATION

Herliyani Hasanah
STMIK Duta Bangsa Surakarta
herlydb@gmail.com

ABSTRAK

Kondisi atau kelainan jantung manusia dapat diketahui melalui grafik rekaman elektrokardiograf (EKG) berdasarkan criteria – kriteria tertentu. Elektrokardiografi (EKG) merupakan metode yang umum digunakan untuk mengukur kinerja jantung manusia melalui aktivitas elektrik jantung. Pengenalan pola rekaman EKG sangat penting dalam menegakkan keakuratan diagnosa kelainan jantung manusia oleh seorang dokter. Banyaknya pola rekaman EKG merupakan suatu persoalan tersendiri dalam memberikan suatu penafsiran kondisi jantung.

Pada penelitian ini dirancang pengenalan pola grafik rekaman EKG menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Backpropagation yang diharapkan sebagai solusi persoalan penafsiran pola rekaman EKG. JST Backpropagation memiliki karakteristik nonadaptif sehingga sesuai diterapkan dalam penafsiran pola rekaman EKG berdasarkan kriterianya yang tidak dapat diadaptasi pola kemiripannya. Untuk proses ekstraksi ciri menggunakan algoritma Short Time Fourier Transform (STFT).

Dari hasil penelitian didapatkan hasil ekstraksi ciri dengan STFT untuk 3 kelas data. Untuk sinyal kasus CHF memiliki pola sinyal yang hampir mirip dengan sinyal kasus NSR. Akan tetapi sinyal pada kasus NSR polanya lebih konsisten. Sedangkan untuk kasus AF, seperti pada pola sinyal aslinya maka hasil ekstraksi ciri dengan STFT terlihat puncak QRSnya tidak konsisten. Untuk perancangan klasifikasi diterapkan algoritma Backpropagation metode belajar terbimbing.

Kata Kunci : Electrokardiografi (EKG), *Backpropagation, Short Time Fourier Transform* (STFT)

A. PENDAHULUAN

Saat ini penduduk di Indonesia menhadapi masalah kesehatan yang kompleks dan bervariasi. Mulai dari penyakit ringan sampai penyakit yang sangat sulit untuk disembuhkan bahkan dapat menyebabkan kematian. Penyakit yang menyebabkan kematian nomor satu di Indonesia sampai sekarang yaitu penyakit jantung koroner (*acute coronary syndrome*) atau disebut *the silence killer*. Angka kematian di Indonesia akibat penyakit jantung koroner mencapai 26% (Prasetyo,2011). Ada berbagai jenis dari penyakit jantung. Oleh karena itu untuk mencegah tingginya angka kematian di Indonesia akibat penyakit jantung dapat dilakukan deteksi dini penyakit jantung. Salah satu caranya adalah pemeriksaan rekaman EKG (Elektrokardiogram/ *electrocardiograph*) atau pemeriksaan *echocardiograph* (Thaler, 2000).

Pasien dengan penyakit jantung yang dirawat di ruang ICU membutuhkan pengawasan (*monitoring* selama 24 jam. Monitoring dilakukan dengan mengamati sinyal EKG pasien. Seorang dokter spesialis jantung dapat dengan mudah membaca sinyal EKG untuk menentukan apakah pasien berada dalam kondisi normal atau butuh tindakan. Karena keterbatasan waktu, seorang dokter spesialis jantung tidak dapat selalu berada di ruang ICU untuk memantau kondisi pasien.

Berdasarkan pertimbangan di atas perlu dibangun perangkat lunak untuk mendeteksi dan mengkalsifikasikan kelainan jantung pasien berdasarkan sinyal ECG. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat membantu petugas medis, terutama perawat yang tidak terlatih membaca sinyal EKG, dalam menjalankan tugasnya. Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan klasifikasi terhadap sinyal ECG pasien apakah normal atau mengalami gangguan. Dalam menganalisa sinyal elektrik jantung menggunakan algoritma *Short Time Fourier Transform* (STFT). Metoda yang digunakan dalam klasifikasi sinyal EKG ini adalah ANN *Backpropagation* dengan pengamatan diskrit. Sinyal EKG yang merupakan sinyal kontinu terlebih dahulu diubah menjadi barisan pengamatan diskrit. Sinyal EKG yang akan dikenali adalah *Normal Sinus Rhythm* (*NSR*) atau *Atrial Fibrillation* (*AF*) atau *Congestive Heart Failure* (CHF).

B. TINJAUAN PUSTAKA

Kajian Pustaka

Penelitian yang dilakukan oleh Herliyani Hasanah tahun 2009 dengan judul Evaluasi Perbandingan *Short Time Fourier Transform* (STFT) dan *Wigner Distribution (WD)* Pada Klasifikasi Elektrokardiogram (EKG). Pada penelitian tersebut dilakukan ekstraksi sinyal ECG dengan menggunakan algoritma *Short Time Fourier Transform* (STFT) dan *Wigner Distribution* (WD). Sebagai *classifier* digunakan *K-Means Clustering*, dimana digunakan metode *Euclidean distance* sebagai penghitung jarak antar data. Sinyal-sinyal ECG yang dimodelkan antara lain adalah sinyal detak jantung normal/*Normal Sinus Rhythm* (NSR), *Congestive Heart Failure* (CHF), dan *Atrial Fibrilation* (AF) didapat akursi system untuk STFT adalah 94,67% dan untuk WD adalah 56%. Hal ini menunjukkan STFT merupakan metode yang dapat dikembangkan cukup baik untuk mengenali sinyal EKG yang diujikan (Herliyani, 2010).

Penelitian yang dilakukan oleh Galih Kinanthi Wahyu Jati dengan judul Pendeteksian Sinyal EKG dengan Menggunakan Dekomposisi Paket *Wavelet* dan *Support Vector Machine* sebagai Klasifier. 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 didekoposisi 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 Rhytm* (NSR), *Atrial Fibrilation* (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 (Kinanthi).

Teori EKG

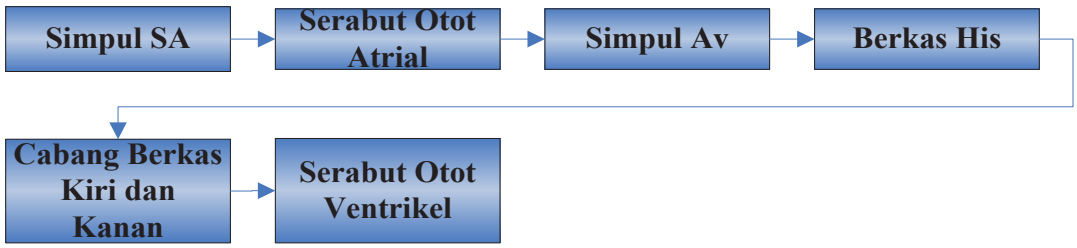
Berikut ini akan dijelaskan teori tentang sinyal EKG dan akusisinya.

1. Elektrokardiogram

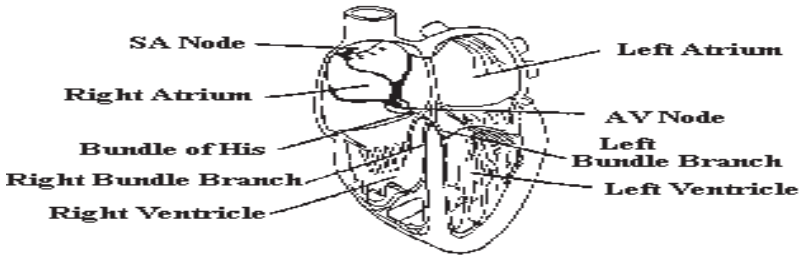
Elektrokardiogram (EKG) adalah suatu gambaran dari potensial listrik yang dihasilkan oleh aktifitas listrik otot jantung (Thaler, 2000). EKG ini merupakan rekaman informasi kondisi jantung diambil dengan elektrokardiograf yang ditampilkan melalui monitor atau dicetak pada kertas. Rekaman EKG ini digunakan oleh dokter ahli untuk menentukan kondisi jantung dari pasien.

2. Sistem Konduksi Jantung Normal

Dalam keadaan normal, *impuls* dibentuk oleh *pace-maker* di simpul SA kemudian melewati serabut otot atrial menuju simpul AV lalu menuju ke berkas His dan terpisah menjadi dua melewati berkas kiri dan kanan dan berakhir pada serabut *Purkinye* yang mengaktifkan serabut otot ventrikel. Rangkaian sistem tersebut dapat dilihat pada gambar 2.1 dan gambar 2.2.



Gambar 2.1 Sistem konduksi jantung normal



Gambar 2.2 Organ jantung

3. Gangguan pada Jantung

Ada banyak jenis gangguan pada jantung. Gangguan-gangguan pada jantung dikelompokan dalam lima kategori yaitu: *hipertrofi*, arrhytmia, gangguan konduksi, *infark miokard* dan gangguan elektrolit.

Hipertrofi merupakan suatu kondisi yang menyebabkan massa otot jantung membesar pada dilatasi ruang tertentu. Sedangkan gangguan konduksi merupakan gangguan yang ada pada jalur perambatan potensial aksi. Istilah *infark miokard* atau yang lebih dikenal dengan istilah serangan jantung, terjadi apabila salah satu arteri koroner tersumbat secara total. Gangguan elektrolit dapat disebabkan oleh perubahan kadar kalium, kalsium, suhu tubuh, dll.

Dalam penelitian ini hanya akan dibahas tiga kelainan jantung, yaitu NSR, AF, dan CHF.

a) Normal sinus rhythm

Jantung normal berdenyut dengan irama teratur, 60 sampai 100 kali per menit. Karena setiap denyut berasal dari *depolarisasi* nodus sinus, irama jantung setiap hari yang biasa itu disebut irama sinus normal.

b) Atrial Fibrillation

Atrial fibrillation adalah suatu kondisi jantung dimana perubahan elektrikal bersifat *irregular* dan sangat cepat pada atrium. Hal ini dikarenakan perubahan elektrikal tidak dibangkitkan dari nodus sinus melainkan dari bagian lain dari atrial.

c) Congestive Heart Failure

Congestive heart failure merupakan suatu kondisi dimana fungsi jantung sebagai pengantar oksigen ke seluruh tubuh tidak dapat memadai kebutuhan oksigen tubuh. *Congestive heart failure* dapat diakibatkan oleh penyakit yang melemahkan otot jantung,
penyakit yang diakibatkan pengerasan otot jantung dan penyakit yang meningkatkan kebutuhan oksigen yang melebihi kemampuan jantung untuk mengalirkan oksigen.

4. *Short Time Fourier Transform* (STFT)

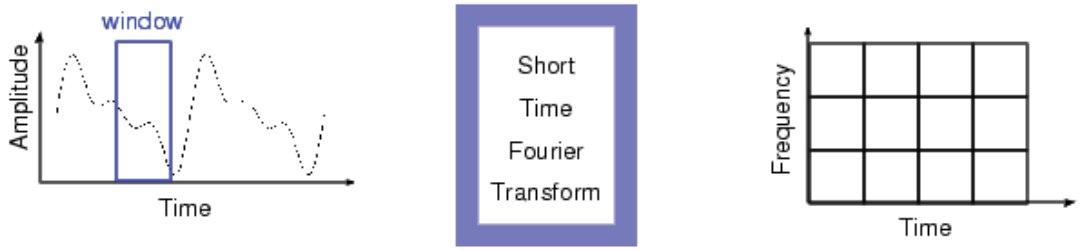
Perangkat analisa tradisional yang digunakan untuk sinyal *stationary* (diam), seperti transformasi Fourier yang tidak cukup untuk analisa sinyal bergerak. Sebagai gantinya, Representasi Frekuensi-Waktu (TFR) lebih cocok. TFR menggabungkan domain waktu dan frekuensi untuk menghasilkan gambaran pernyataan bagaimana isi frekuensi sinyal berubah dengan waktu. Ketika sinyal yang berbeda memiliki properti diinginkan berbeda dengan yang diperlukan pada berbagai aplikasi, TFR yang berbeda adalah penting untuk analisis sinyal yang berbeda. TFR bisa dibagi ke dalam dua kelompok oleh sifat alami dari transformasinya, yaitu metode linier (STFT) dan metode kuadrat (berbasis WD)

Algoritma STFT adalah pengembangan dari FFT (*Fast Fourier Transform*). Dimana pada algoritma ini, sinyal akan dicuplik dalam waktu tertentu. Sinyal yang diterima akan diterjemahkan dalam domain frekuensi. Kemudian sinyal dicuplik selama *t* detik, sehingga akan sinyal tersebut akan diketahui posisinya dalam domain waktu dan frekuensi.

Pada STFT ini mengalikan $x(\tau)$ dengan fungsi window sementara *h,* menghasilkan :

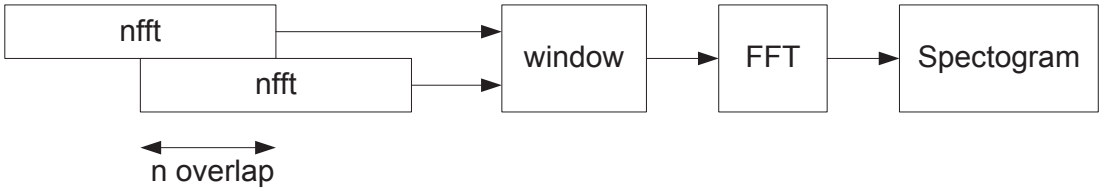
$$STFT(t,f) = \int x(\tau)h*(\tau - t)e^{-2j\pi ft}\,d\tau \qquad (2.12)$$

Yang memetakan sinyal ke dalam domain frekwensi – waktu dua dimensi.



Gambar 2.5. *Short Time Fourier Transform*

Pada STFT digunakan fungsi window (*h*), dengan lebar (τ) yang sesuai dengan sinyal hasil pencuplikan. Fungsi window diletakkan pada sinyal yang pertama, yaitu pada saat *t*=0. Lebar τ adalah sebesar minimal $\tau/2$ kali besar frekuensi maksimal.



Gambar 2.6. Diagram blok STFT

Pada domain waktu diskret, data yang ditransformasikan akan overlap antara yang satu dengan yang lain dalam satu *frame*/segmen. Segmen ini disebut dengan transformasi Fourier, dan hasil kompleksnya ditambahkan pada matriks, yang menyimpan magnitude dan fasa dari tiap bagian dalam domain waktu dan frekuensi. Jika terdapat suatu sinyal x(n) dan window h(n), *m* adalah diskrit dan *h* adalah kontinyu. STFT dihitung dengan menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT), maka kedua variabel ini harus dalam diskrit. *m* adalah waktu yang menyatakan resolusi tinggi dari *n*.

Magnitude dari STFT dinyatakan dalam *spectrogram*, dengan persamaan sebagai berikut :

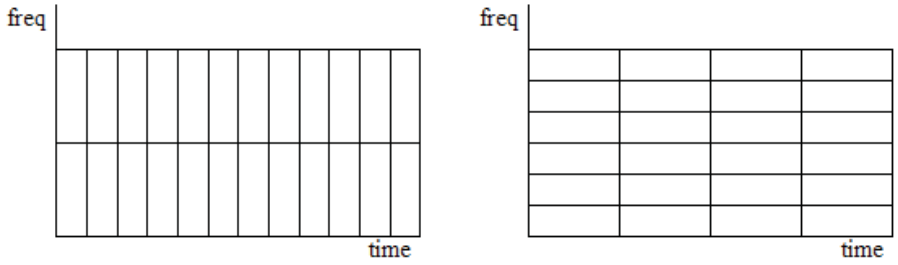
$$spectrogram(x(\tau,h)) = |X(\tau,h)|^2 \qquad (2.13)$$

Adalah penting untuk mempertimbangkan batas pada resolusi sementara Δt dan resolusi frekwensi Δf dari STFT. Resolusi waktu dari dari STFT adalah proporsional dengan durasi efektif dari window *h*, bisa dilihat pada pertimbangan untuk *x Impuls Dirac*. Dengan cara yang sama, resolusi frekwensi STFT adalah proporsional dengan bandwidth efektif jendela / window *h*. Konsekuensinya, untuk STFT memiliki trade-off antara resolusi waktu dan frekuensi : resolusi waktu yang baik memerlukan window pendek, dan resolusi frekuensi yang baik memerlukan window yang panjang. Batasan ini adalah suatu konsekuensi dari "prinsip

ketidakpastian bandwidth-waktu (*time-bandwidth uncertainty principle*)" atau "ketidaksamaan *Heisenberg*".

$$\Delta t.\Delta f \geq \frac{1}{4\pi} \qquad (2.14)$$

Oleh karena itu, masalah terdiri dari pemilihan window analisis optimal untuk masing – masing aplikasi.



Gambar 2.7. Resolusi frekuensi dan waktu

5. Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation

Kelemahan jaringan syaraf tiruan yang terdiri dari lapisan tunggal membuat perkembangan jaringan syaraf tiruan menjadi terhenti pada sekitar tahun 1970. Penemu *Backpropagation* yang terdiri dari beberapa lapisan membuka kembali cakrawala. Terlebih setelah berhasil ditemukan berbagai aplikasi yang dapat diselesaikan dengan *Backpropagation*, membuat semakin diminati orang.

Jaringan syaraf tiruan dengan lapisan tunggal memiliki keterbatasan dalam pengenalan pola. Kelemahan ini bisa ditanggulangi dengan menambahkan satu atau beberapa lapisan tersembunyi diantara lapisan masukan dan keluaran. Meskipun pengguna lebih dari satu lapisan tersembunyi memiliki kelebihan manfaat untuk beberapa kasus, tapi pelatihannya memerlukan waktu yang lama. Maka umumnya orang mulai mencoba dengan sebuah lapisan tersembunyi terlebih dahulu.

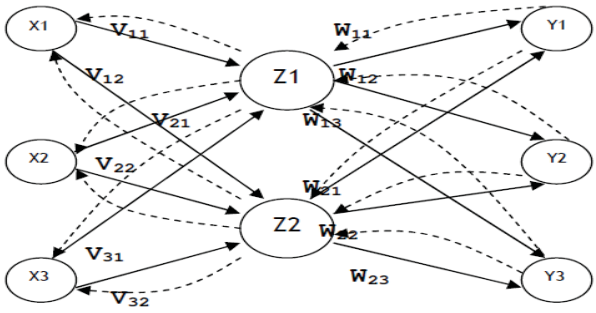
Seperti halnya model jaringan syaraf tiruan lain, *Backpropagation* melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa (tapi tidak sama) dengan pola yang dipakai selama pelatihan (Ludeman, 1987).

Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh *perceptron* dengan banyak lapisan untuk mengubah *bobotbobot* yang terhubung dengan *neuron-neuron* yang ada pada lapisan tersembunyinya. Algoritma *Backpropagation* menggunakan eror output untuk mengubah nilai bobotbobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan eror ini, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu. Pada saat perambatan maju. *Neuron-neuron* diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid, yaitu (Kusumadewi, 2002):

$$F(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$$

6. Arsitektur Jaringan Backpropagation

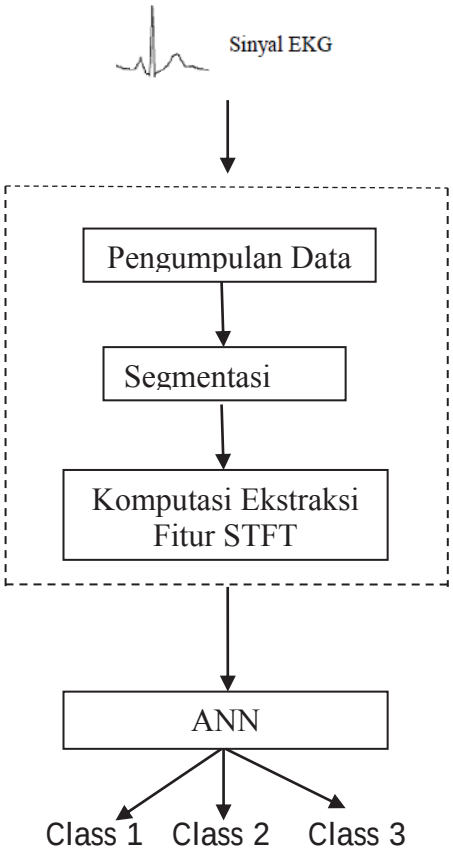
Arsitektur jaringan *Backpropagation* seperti terlihat pada gambar 2.8 dibawah ini:



Gambar 2.8 Arsitektur jaringan *Backpropagation*

C. METODE PENELITIAN

Skema yang dirancang dari algoritma dalam penelitian ini untuk klasifikasi denyut EKG ditunjukkan pada Gambar 3.1. Tahap pertama adalah tahap pengolahan data yaitu pemilihan *sample* data, segmentasi data, dan akhirnya ekstraksi fitur. Tahap berikutnya adalah klasifikasi denyut EKG, yang merupakan tujuan utama dari penelitian ini.



Gambar 3.1 Blok Diagram Penelitian

Pengambilan Data

Data-data dari sinyal EKG yang menjadi data sinyal masukan, diambil dari MIT-BIH *database* di www.physionet.co.id dalam file ber-ekstensi .mat. Sinyal EKG yang menjadi sinyal masukan adalah 3 kelas data yang terdiri dari 150 file single-sinyal EKG dan terbagi dalam 50 file *Normal Sinus Rhythm* (NSR), 50 file *Atrial Fibrilation* (AF), serta 50 file *Congestive Heart Failure* (CHF). Data EKG ini diambil dari lead II, dengan frekuensi sampling 250 Hz. Panjang rekaman sekitar 2-3 detik, atau tiap data berisi 3 gelombang QRS

Pre-Process Sinyal EKG

Pre-processing yang dilakukan berupa penyeragaman pada data agar parameter – parameter data menjadi sama.

Ekstraksi Sinyal EKG

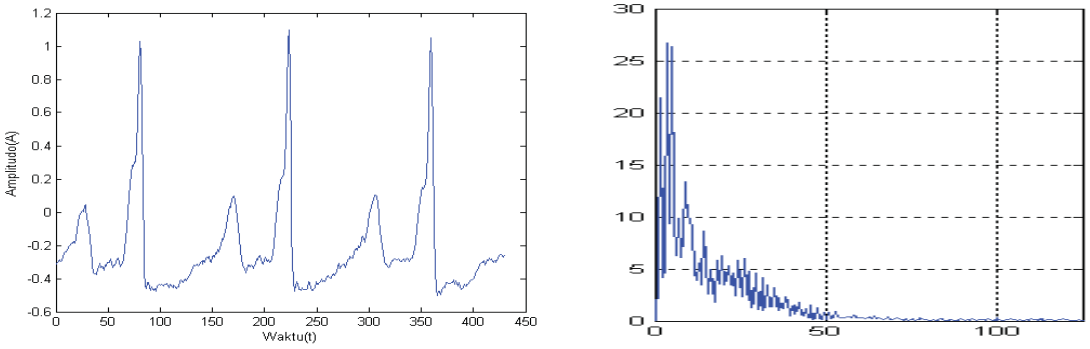
Penelitian ini dalam proses ekstraksi cirri sinyal EKG menggunakan algoritma *Short Time Fourier Transform* (STFT). Ekstraksi ciri dari sinyal EKG, dilakukan setiap kali sistem melakukan proses uji pada sinyal EKG masukan. Pengekstrak ciri STFT membandingkan nilai-nilai komponen frekuensi setiap waktu sebagai ciri, antara lain: nilai maksimum dan nilai minimum.

Database sinyal EKG memuat 150 file single-sinyal EKG ber-extensi .mat yang terbagi dalam 50 file NSR, 50 file AF, serta 50 file CHF. Sementara itu dalam database sinyal EKG tersebut terbagi lagi menjadi database latih dan database uji. Pada database latih dan uji berisi sama yaitu 75 file single-sinyal EKG yang terdiri atas 25 file NSR, 25 file AF, serta 25 file CHF.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

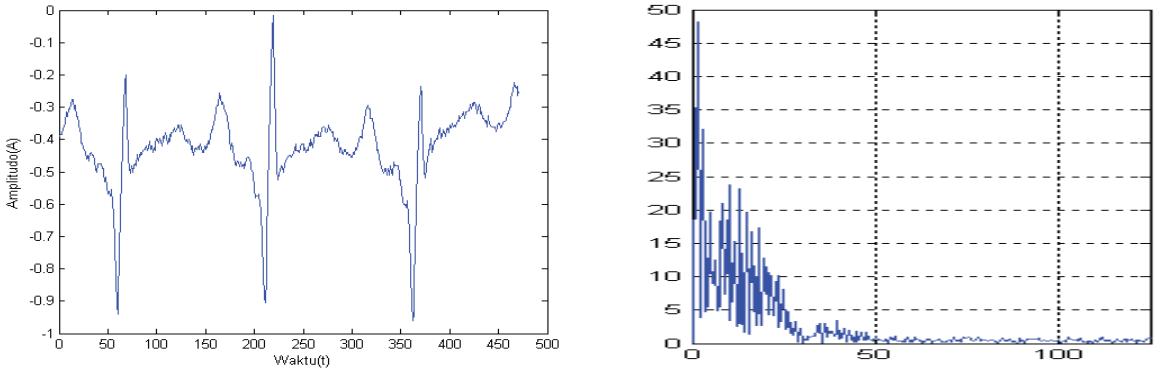
Input Sinyal EKG

Simulasi pada penelitian ini diterapkan untuk 3 kelas sinyal-sinyal EKG yang berbeda, yaitu sinyal EKG-AF, EKG-CHF dan EKG-NSR pada database MIT-BIH yang masing-masing berisi 25 file data EKG-AF, 25 file data EKG-CHF dan 25 file data EKG-NSR. Contoh data sinyal EKG dapat dilihat pada gambar 4.1, 4.2 dan 4.3.



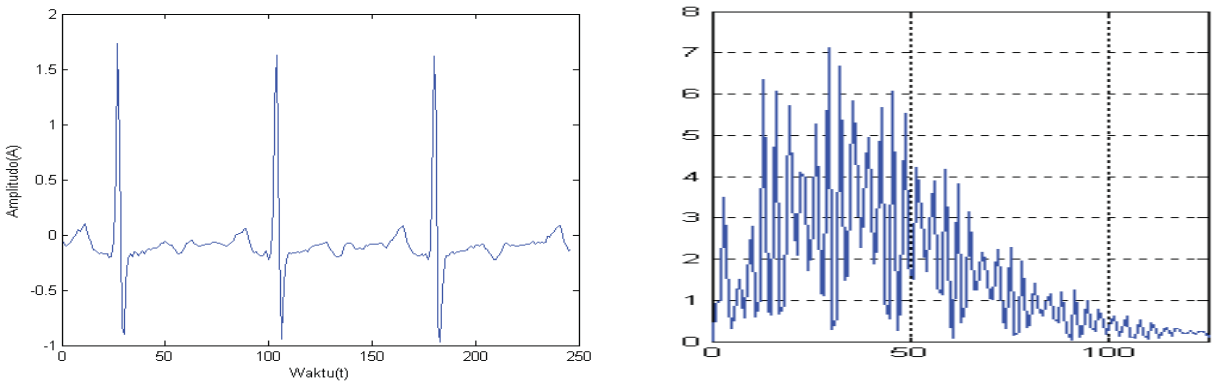
(a) (b)

Gambar 4.1 (a) Sinyal EKG kasus AF dengan frekuensi *sampling* asli;
(b) Spektrum frekuensi AF



(a) (b)

Gambar 4.2 (a) Sinyal EKG kasus CHF dengan frekuensi *sampling* asli;
(b) Spektrum frekuensi CHF



(a) (b)

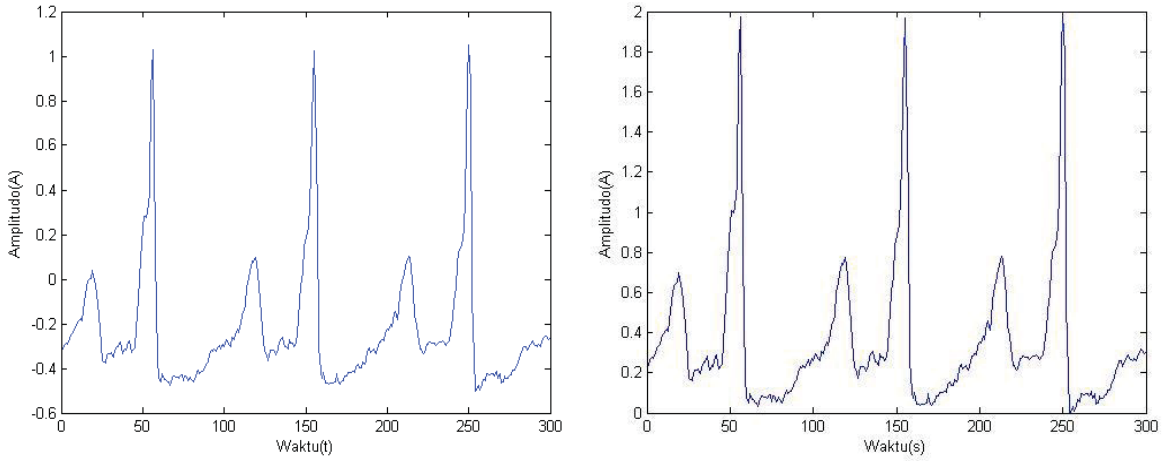
Gambar 4.3 (a) Sinyal EKG kasus NSR dengan frekuensi sampling *asli*;
(b) Spektrum frekuensi NSR

Dari gambar 4.1(a), 4.2(a) dan 4.3(a) di atas dapat dilihat dua buah sinyal input dalam domain waktu, sumbu x menunjukkan waktu dan sumbu y menunjukkan magnitudo sinyal. Segmentasi yang dilakukan pada tiap-tiap jenis kelas menghasilkan panjang sinyal yang berbeda. Sedangkan dari gambar 4.1(b), 4.2(b) dan 4.3(b) di atas dapat dilihat gambar spektrum frekuensinya.

Pre-Processing Sinyal EKG

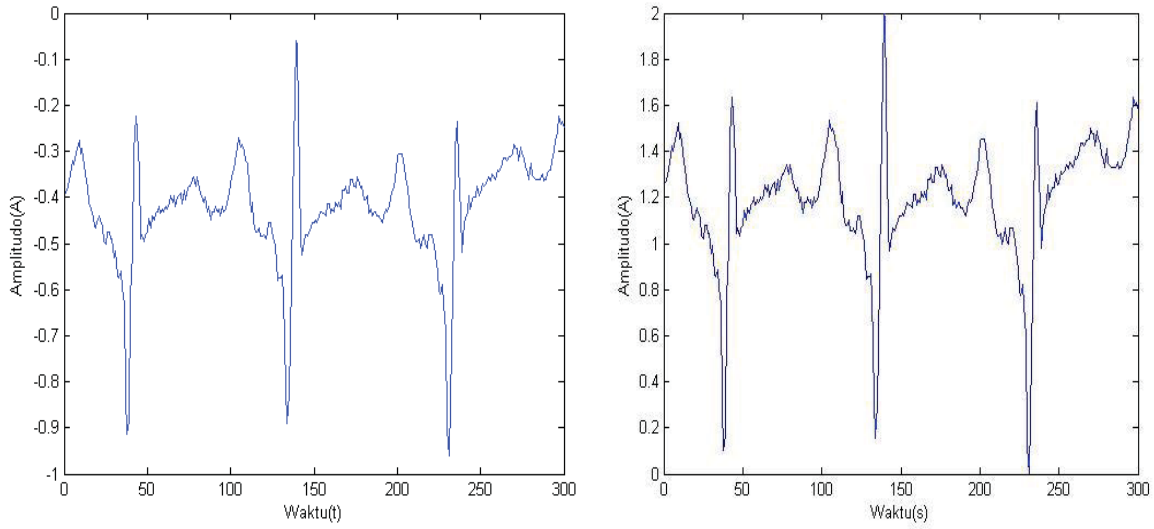
Sinyal input EKG hasil segmentasi masih menghasilkan panjang sinyal yang berbeda, sehingga perlu disamakan dengan melakukan *resampling* yang mampu menghasilkan keluaran sinyal mendekati sempurna dengan sinyal aslinya. Pada gambar 4.4 (a), 4.5(a) dan 4.6(a) berdasarkan hasil simulasi diperoleh bentuk sinyal tetap sesuai sinyal asli dan panjang sample menjadi 300 sampel.

Sinyal hasil resampling selanjutnya discaling, yaitu penempatan sinyal sehingga jangkauan amplitudonya sama yaitu berada pada nilai (0) dan (+2) tanpa mengubah bentuk sinyal inputan. Sinyal hasil scaling bisa dilihat pada gambar 4.4 (b), 4.5(b) dan 4.6(b).



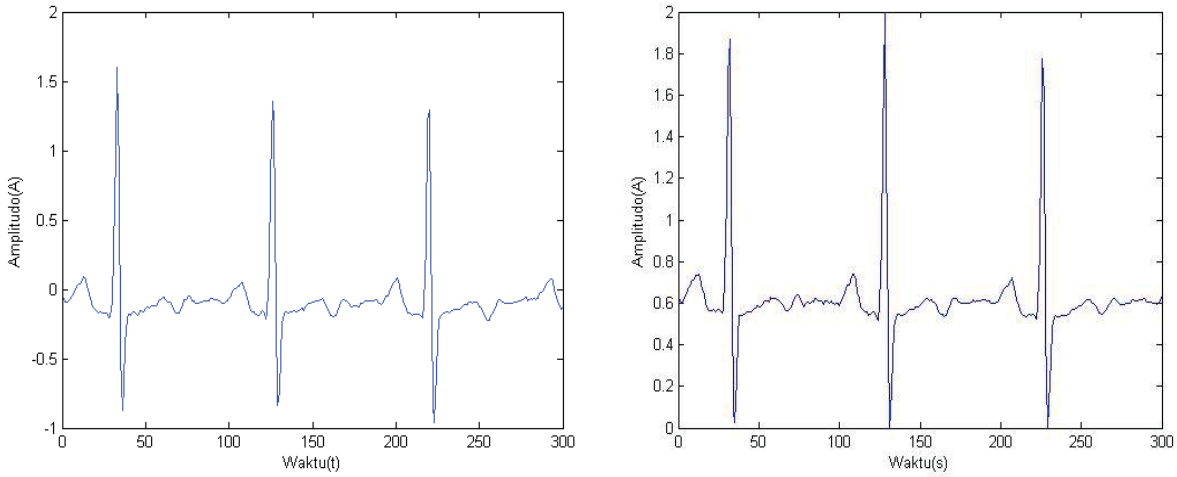
(a) (b)

Gambar 4.4 (a) Sinyal kasus AF hasil *resampling* dengan panjang 300 *sample*;
(b) Sinyal kasus AF hasil *scaling*



(a) (b)

Gambar 4.5 (a) Sinyal kasus CHF hasil *resampling* dengan panjang 300 *sample*;
(b) Sinyal kasus CHF hasil *scaling*



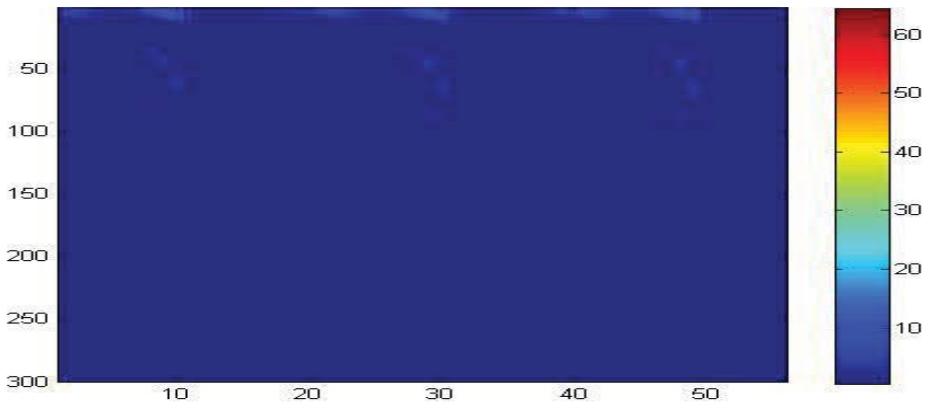
(a) (b)

Gambar 4.6 (a) Sinyal kasus NSR hasil *resampling* dengan panjang 300 *sample*; (b) Sinyal kasus NSR hasil *scaling*

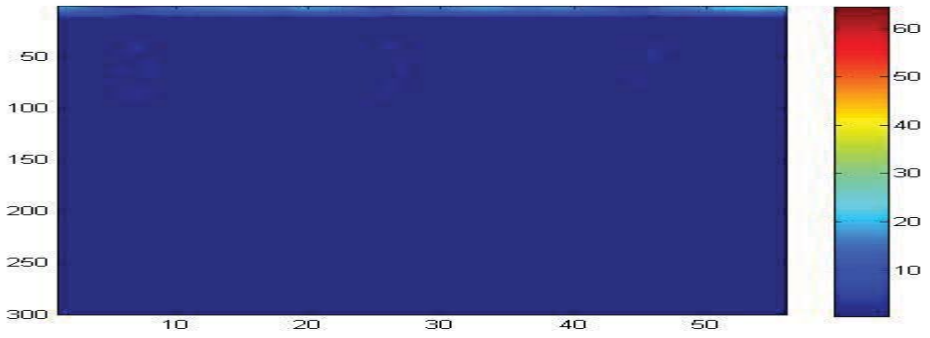
Dari gambar di atas dapat dilihat tidak ada perubahan bentuk sinyal untuk sinyal hasil resampling dengan sinyal hasil scaling. Letak perbedaannya hanya pada besar amplitudonya. Pada sinyal hasil resampling memiliki amplitudo yang tidak sama untuk semua sinyal, sedangkan pada hasil scaling memiliki nilai amplitudo yang sama untuk semua sinyal yaitu (0) dan (+2).

Analisis Kawasan Waktu – Frekuensi berdasarkan Short Time Fourier Transform

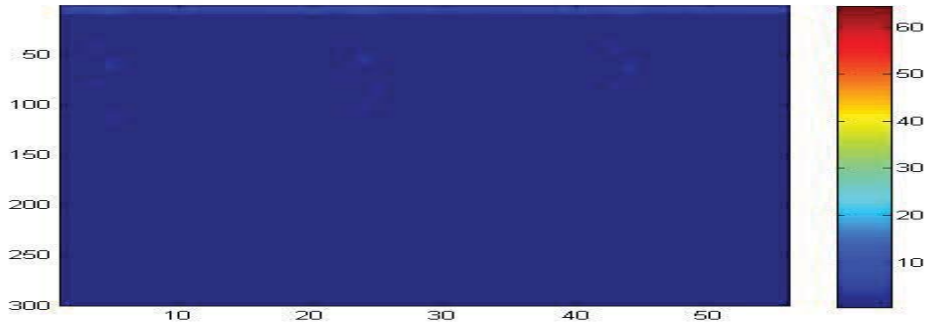
Setelah melalui tahap *pre-processing* maka sinyal masuk ke dalam proses ekstraksi ciri. Bahwasannya proses ekstraksi ciri dengan STFT terdapat 3 parameter penting yaitu window, n-overlap dan nfft. Dalam proses ekstraksi ciri dengan STFT sinyal ditampilkan dalam bentuk 2D. Adapun sumbu x menunjukkan frekuensinya dan sumbu y menunjukkan waktunya.



Gambar 4.7 Sinyal kasus AF hasil *pre-processing* yang ditransformasi dengan STFT

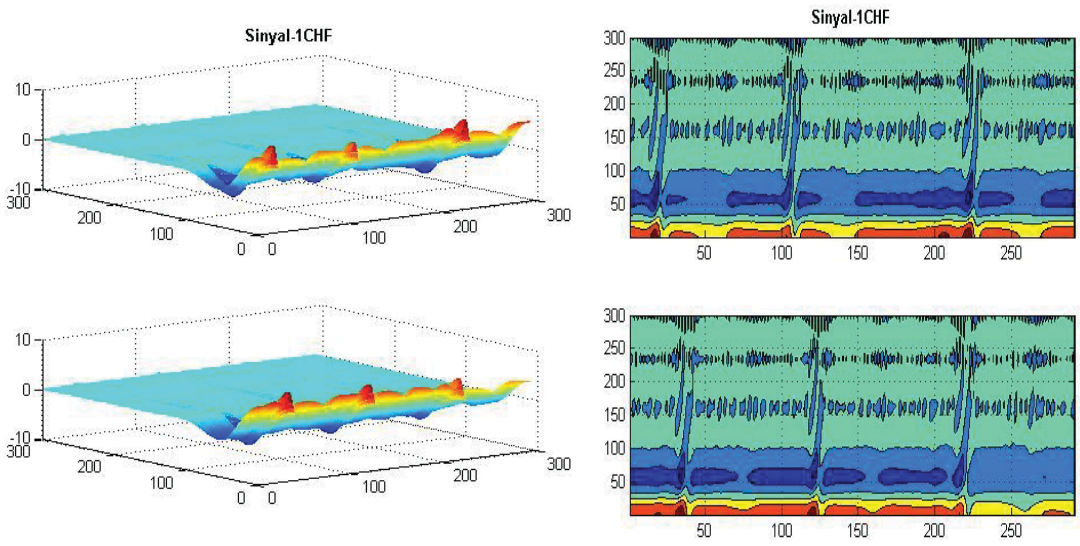


Gambar 4.8 Sinyal kasus CHF hasil *pre-processing* yang ditransformasi dengan STFT



Gambar 4.9 Sinyal kasus NSR hasil *pre-processing* yang ditransformasi dengan STFT

Dari gambar 4.7, 4.8 dan 4.9 bisa dilihat hasil ekstraksi ciri dengan STFT untuk 3 kelas data. Untuk sinyal kasus CHF dari hasil gambar 4.8 memiliki pola sinyal yang hampir mirip dengan sinyal kasus NSR pada gambar 4.9. Akan tetapi sinyal pada kasus NSR polanya lebih konsisten. Sedangkan untuk kasus AF, seperti pada pola sinyal aslinya maka hasil ekstraksi ciri dengan STFT terlihat puncak QRSnya tidak konsisten.



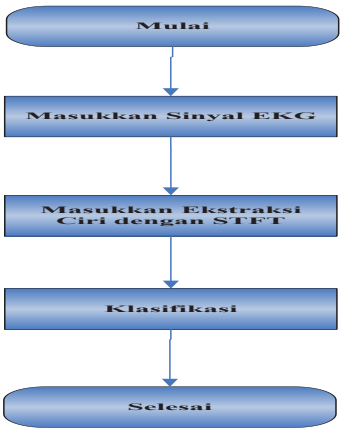
(a) (b)

Gambar 4.10 (a). Plot mesh STFT untuk sinyal 1 CHF
(b). Plot contour STFT untuk sinyal 1 CHF

Perancangan Simulasi Program

Simulasi program klasifikasi sinyal EKG dilakukan dengan menggunakan bantuan Software Matlab 7.8.0 (R2009a) dan juga beberapa software-software pendukung lainnya. Simulasi program ini kurang lebih memiliki beberapa tahapan, seperti yang dapat dilihat pada diagram alir pada gambar 4.11

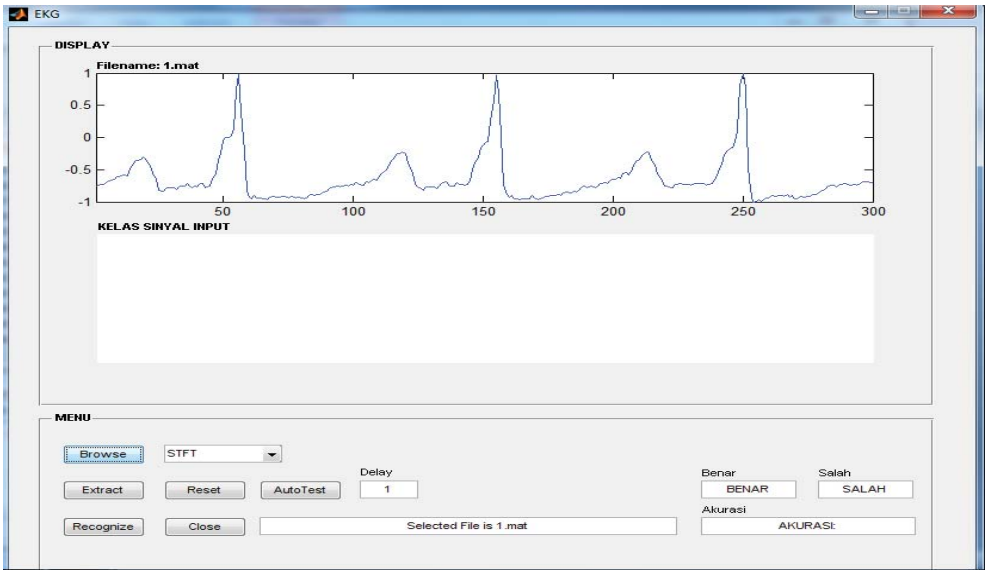
Pertama kali program akan meminta sinyal yang akan diklasifikasi. Dalam folder ”DataUji”, ditempatkan sejumlah data sinyal uji yang akan diuji pada sistem. Setelah diambil sinyal yang akan diklasifikasi, langkah kemudian adalah mengekstrak ciri dari sinyal tersebut. Seperti telah dijelaskan sebelumnya, proses pengekstraksian ciri ini menggunakan metode STFT.



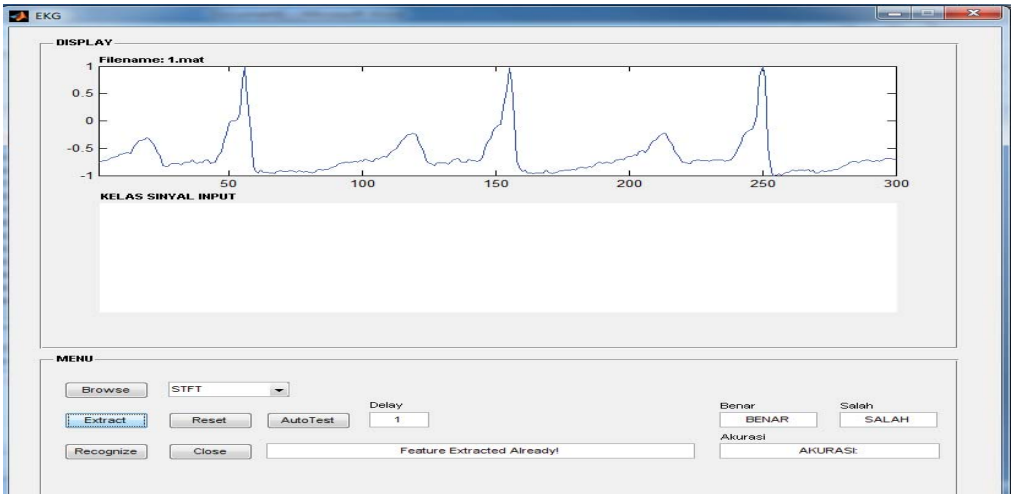
Gambar 4.11 Proses Diagram Alir Simulasi Sinyal EKG

Pada proses ini sistem akan memberikan nilai-nilai koefisien parameter masing-masing metode. Gambar 4.12 (a), (b), (c) merupakan rancangan tampilan

program simulasi pengklasifikasian sinyal EKG setelah sinyal yang diminta melakukan pengekstraksian ciri dengan metode STFT. Pada tampilan GUI terdapat 4 tahap proses. Yaitu memasukkan data yang akan diujikan, melakukan tahap ekstraksi ciri, melakukan tahap recognize untuk mengetahui jenis klasifikasi data dan yang terakhir adalah auto test yaitu untuk mengetahui nilai akurasi system yang diujikan.



(a)



(b)

Gambar 4.12. (a).Tampilan GUI proses mengambil data uji
(b). Tampilan GUI proses recognize

E. KESIMPULAN

Dari hasil analisis terhadap perancangan yang dilakukan pada sistem klasifikasi sinyal EKG menggunakan STFT dan *Backpropagation*, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini, sinyal EKG diekstrak menggunakan *Short Time Fourier Transform* (STFT)
2. Hasil ekstraksi ciri dengan STFT untuk 3 kelas data. Untuk sinyal kasus CHF memiliki pola sinyal yang hampir mirip dengan sinyal kasus NSR. Akan tetapi sinyal pada kasus NSR polanya lebih konsisten. Sedangkan untuk kasus AF, seperti pada pola sinyal aslinya maka hasil ekstraksi ciri dengan STFT terlihat puncak QRSnya tidak konsisten.
3. Dalam penelitian ini perancangan diterapkan algoritma *Backpropagation* metode belajar terbimbing.

DAFTAR PUSTAKA

Azhar, *Studi Identifikasi Sinyal ECG Irama Myocardial Ischemia dengan Pendekatan Fuzzy Logic*. Jurnal JUTI Volume 7, Nomor 4, Juli 2009 : 193–206

Hasanah, Herliyani. (2009). *Evaluasi Perbandingan Short Time Fourier Transform (STFT) dan Wigner Distribution (WD)* Pada Klasifikasi Elektrokardiogram (EKG)

Kinanthi, Galih. *Pendeteksian Sinyal EKG dengan Menggunakan Dekomposisi Paket Wavelet dan Support Vector Machine sebagai Klasifier*

Kusumadewi, S. 2002. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Ludeman, C, *Fundamentals of Digital Signal Processin*, 1987, New York State University

Meurs - Arntzenius. 1990. *Elektrokardiografi Praktis*. Penerbit Hipokrates.

Munir, Rinaldi, *Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik*, Informatika, Bandung, 2004.

Siang Jong Jek, *Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan Matlab*, Andi, Yogyakarta, 2005.

Thaler, Malcolm S, *Satu – satunya buku EKG yang anda perlukan [The Only EKG Book You'll Ever Need*, Hipokrates, Edisi Ke-2. Tahun 2000]

http://www.physionet.co.id
http://www.mathworks.com.matlabcentral/files/15637/mywigner.m