

## EKSTRAKSI CIRI POLA BUNYI JANTUNG MENGGUNAKAN FFT

Oleh: Bagus Haryadi

Program Studi Fisika FMIPA, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta

### ABSTRAK

Pengamatan bunyi jantung normal dan abnormal dapat dilakukan menggunakan sistem deteksi jantung berbasis komputer mikro. Penelitian ini dimaksudkan untuk menghasilkan ciri dari suatu sinyal bunyi jantung tertentu. Data sinyal bunyi jantung diperoleh dari data yang direkam menggunakan *sound recorder* melalui *soundcard* komputer. Selanjutnya data tersebut diekstrak menggunakan fungsi FFT yang menghasilkan ekstraksi ciri dari sinyal bunyi jantung. Analisis hasil ekstraksi ciri dari masing-masing pola grafik yang terbentuk dapat digunakan untuk membedakan pola bunyi jantung ritmi atau aritmi. Hasil ekstraksi ciri dapat digunakan sebagai masukan untuk pengenalan pola bagi jaringan syaraf tiruan ( JST ).

---

**Kata Kunci :** *Bunyi Jantung, ekstraksi ciri, FFT.*

## FEATURE EXTRACTION HEART SOUND PATTERN WITH FFT

### ABSTRACT

Determination of heart sound normal and abnormal can doing with heart detector system microcomputer based. This research intended to be result of feature from a heart sound signal. heart sound pattern data founded from some data with sound recorder program from soun card in computer. Result analysis are feature extraction from heart sound data. This result used for comparing ritmi or aritmi from heart sound pattern. Visualization *peak* of the pattern, we can found differences ritmi or aritmi heart sound pattern. Result of feature extraction used for pattern recognition input to Neural Networks.

---

**Keywords:** *Heart sound, feature extraction, FFT*

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Jantung merupakan organ sangat penting dalam tubuh manusia. Kelainan kecil pada jantung mengakibatkan kerusakan yang lebih parah, bahkan dapat merusak organ tubuh yang lain. Hal itu disebabkan karena jantung merupakan pusat sirkulasi darah sebagai sarana menghantarkan zat-zat kebutuhan jaringan tubuh, terutama oksigen (Kertohoesoedo, 1982). Karena itu mengetahui secara dini keadaan jantung menjadi sangat penting bagi manusia.

Salah satu cara mengetahui kelainan jantung adalah dengan mendengarkan bunyi jantung. Secara visual bunyi jantung memiliki bentuk pola-pola tertentu yang dapat digunakan untuk membedakan bunyi jantung ritmi dan aritmi (Haryadi, 2002). Untuk memudahkan analisis perbedaan bunyi jantung dapat dibuat sistem yang mampu melakukan pengenalan pola bunyi jantung. Secara komputasi, pengenalan pola tersebut dapat dilakukan dengan memberikan masukan data bagi jaringan Syaraf tiruan (JST). Untuk menjadi masukan JST, pola bunyi jantung yang berupa pola gelombang dengan banyak informasi harus diubah ke dalam bentuk ciri khas yang merupakan representasi dari pola gelombang tersebut. Salah satu cara mencirikan bentuk pola bunyi jantung adalah menggunakan FFT.

## **B. Perumusan Masalah**

Untuk mengetahui kelainan jantung dapat dilakukan dengan mengamati pola bunyi jantung ritmi dan aritmi. Bunyi jantung dapat berada pada keadaan ritmi atau aritmi, sesuai keadaan jantung tersebut. Masing-masing keadaan memiliki informasi yang berbeda, sehingga untuk mengetahui perbedaannya dilakukan dengan mendeskripsikan atau mengklarifikasikan informasi sesuai dengan kesamaan atau perbedaan yang terdapat pada bunyi jantung. Ilmu pengetahuan yang menitikberatkan pada deskripsi atau klasifikasi hasil-hasil pengukuran (pola) adalah pengenalan pola (Fadlil, 1999).

Menurut perkembangannya pengenalan pola terdiri dari 3 pendekatan, yaitu pendekatan teoritis, sintaksis dan berdasarkan JST. Dengan berkembangnya JST dalam teknik komputasi, maka pendekatan JST lebih banyak digunakan untuk penyelesaian masalah pengenalan pola.

Dalam melakukan pengenalan pola pada JST, data masukan berupa pola ciri yang merupakan sinyal khas dari data masukan tersebut. Untuk mencirikan pola bunyi jantung sebagai data masukan JST, diperlukan ekstraksi ciri dari pola tersebut. Pada penelitian ini, akan dilakukan proses ekstraksi ciri pada pola-pola bunyi jantung ritmi dan aritmi yang dapat digunakan sebagai data masukan pada proses pengenalan pola JST. Proses ekstraksi ciri dilakukan dengan menggunakan FFT.

## **C. Batasan Masalah**

Karena begitu luasnya cakupan bidang pemrosesan sinyal digital, maka penelitian ini dibatasi pada upaya untuk menampilkan sinyal bunyi jantung hasil pencuplikan (sampling) ke bentuk ciri sinyal dalam domain frekuensi.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan ekstraksi ciri pada pola bunyi jantung ritmi dan aritmi, yang dapat digunakan sebagai data masukan bagi pengenalan pola pada jaringan syaraf tiruan.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan memberikan faedah bagi perkembangan ilmu pengetahuan bidang fisika terapan. Penerapan transformasi Fourier dalam proses ekstraksi ciri merupakan bagian dari aplikasi fisika dalam dunia komputasi. Selain itu dapat digunakan sebagai media pembelajaran tentang pemrosesan sinyal digital pada mata kuliah *Digital Signal Processing* di program studi Fisika Elins.

## **II. LANDASAN TEORI**

### **A. Pengertian Sinyal**

Sinyal adalah besaran fisis yang berubah menurut waktu, ruang, atau variabel-variabel bebas lainnya. Contoh sinyal: sinyal ucapan, ECG, dan EEG ( Proakis dan Manolakis (1997). Secara matematis, sinyal adalah fungsi dari satu atau lebih variabel independen. Proses ini dilakukan melalui pemodelan sinyal.

Contoh sinyal adalah sinyal bunyi. Sinyal ini membawa informasi yang tersusun sebagai fungsi waktu. Berkaitan dengan sinyal adalah sumber yang menimbulkan bunyi tersebut.

### **B. Denyut Jantung**

Bunyi jantung merupakan salah satu contoh sinyal bunyi yang dihasilkan dari denyut jantung. Denyut jantung disebabkan terjadinya sistol yaitu menguncupnya ventrikel kiri dan kanan secara bersama-sama. Atrium kanan dan kiri juga menguncup sesaat sebelum ventrikel menguncup. Jika telinga ditempelkan pada dinding dada atau menggunakan stetoskop, maka dapat didengar bunyi jantung. Bunyi jantung dikelompokkan menjadi dua yaitu bunyi jantung ritmi dan aritmi. Bunyi jantung ritmi memiliki 2 bunyi. Bunyi pertama dibangkitkan pada waktu ventrikel menguncup atau disebut dengan bunyi sistol. Bunyi yang kedua dibangkitkan pada waktu kuncup dilepas segera setelah sistol berakhir. Bunyi kedua ini disebut bunyi diastol. Jarak antara bunyi diastol dan bunyi sistol lebih panjang dari jarak bunyi sistol dan diastol, \karena setelah diastol otot jantung beristirahat sejenak. Jadi setiap denyut jantung akan terdiri dari keadaan

sistol, diatol dan istirahat jantung yang berlangsung berturutan dan terus menerus ( Soehardjo K,1982 ).

### **C. Gangguan Irama jantung**

Jantung mendenyut dalam urutan yang kadang-kadang cepat dan kadang-kadang lambat, yang disebut dengan irama jantung. Pada orang dewasa, kecepatan irama jantung antara 60-100 denyut per menit. Dalam keadaan biasa , irama denyut jantung ditimbulkan dari pacuan yang bangkit dalam simpul sinus, maka irama jantung ritmi disebut irama sinus. Simpul sinus adalah simpul pada pembuluh kapiler yang terbentuk dari cabang-cabang pada hati, di celah-celah sel-sel hati ( Soehardjo K, 1982 ).

Simpul sinus bukan satu-satunya tempat yang dapat membangkitkan bunyi jantung. Seluruh miokard dinding rongga jantung dan terutama jaringan khusus yang terjalin dalam dinding rongga, dapat juga membangkitkan pacuan jantung. Bangkitnya pacuan jantung di tempat lain di luar simpul sinus merupakan suatu pengaman yang menjamin berlangsungnya denyut jantung secara terus menerus. Dengan kemungkinan tersebut, jika simpul sinus rusak atau hubungan antaa simpul sinus dan bagian lain dari jantung terhalang, jantung masih dapat mendenyuk karena pacuan yang bangkit dari tempat lain.

Bangkitnya pacuan jantung dalam simpul sinus atau dari tempat lain dalam dinding jantung dipengaruhi oleh syaraf vegetatif. Oleh karena pengaruh simpatikus dan parasimpatikus, maka denyut jantung kadang cepat atau lambat. Selama kecepatan denyut berkisar antara 60-100 denyut per menit, bagi orang dewasa, hal ini dianggap denyut jantung ritmi. Jika kecepataannya kurang dari 60 denyut per menit atau lebih dari 100 denyut per menit, hal ini termasuk kategori bunyi jantung aritmi atau terjadi kelainan pada jantung.

Secara umum yang disebut dengan gangguan irama jantung atau aritmi adalah denyut jantung yang berada dalam keadaan sebagai berikut:

1. Pada orang dewasa kecepatan irama jantung kurang dari 60 denyut per menit atau lebih dari 100 denyut per menit.
2. Kecepatan jantung ritmi namun jarak masing-masing denyut tidak sama
3. Bunyi jantung tidak hanya terdiri dari bunyi sistol dan diastol saja.

### **D. Ekstraksi Ciri**

Ekstraksi ciri merupakan proses untuk mendapatkan sesuatu yang khas dari suatu pola tertentu. Secara umum ciri yang dimiliki oleh pola-pola hasil pengukuran merupakan

intisari dari hasil pengukuran. Pola bunyi jantung juga merupakan pola-pola yang terbentuk dari hasil pengukuran, sehingga pola tersebut dapat dicirikan menjadi suatu pola tertentu.

Sebagai hasil pengukuran, pola bunyi jantung berbentuk pola gelombang yang berada pada suatu kawasan waktu yang memiliki kandungan informasi yang sangat banyak. Untuk mengurangi jumlah informasi tanpa menghilangkan data utama, pola bunyi jantung diubah ke dalam kawasan frekuensi menggunakan Transformasi Fourier.

### E. Algoritma *Fast Fourier Transform* (FFT)

Sinyal adalah besaran yang berubah terhadap waktu atau variabel lain, mengandung informasi dan dapat direkayasa. Selanjutnya yang dimaksud dengan sinyal adalah nilai tegangan listrik terhadap waktu. Suatu sinyal kontinyu periodik  $f(t)$ , dengan perioda  $T_p$ , akan dapat dianggap sebagai susunan dari sinyal sinus dan kosinus membentuk deret Fourier (Suwondo, 2002)

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} d_n e^{jn\omega t}$$

Tetapi jika sinyalnya tak periodik, periodanya dianggap tak hingga. Maka akan dapat diperoleh

$$F(j\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt \quad (2.1)$$

$F(j\omega)$  disebut integral Fourier atau transformasi Fourier. Invers transformasi tersebut adalah

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} F(j\omega) e^{j\omega t} d\omega \quad (2.2)$$

Dengan pencuplikan digital, data sinyalnya tak lagi kontinyu dan persamaan di atas harus diubah menjadi Transformasi Fourier Diskrit (*Discrete Fourier Transform* atau DFT). Bila

$\Omega = \frac{2\pi}{TN}$  adalah frekuensi harmonik fundamental dan  $X(k\Omega)$  cukup ditulis  $X(k)$  saja,

maka DFTnya diperoleh dari

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(nT) e^{-jk\Omega nT}, \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad (2.3)$$

dengan  $X(k)$  adalah komponen sinyal di kawasan frekuensi berupa bilangan kompleks,  $k$  kependekan dari  $k\Omega = \omega$ ,  $nT = t$  dan  $x(nT)$  adalah nilai cuplikan yang diperoleh dengan

frekuensi cuplik paling tidak dua kali frekuensi terbesar yang ada dalam sinyal. Nilai data kawasan waktu dapat direkonstruksi kembali menggunakan invers DFT dengan persamaan

$$x(nT) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) e^{jk\Omega nT}, \quad n = 0, 1, \dots, N-1 \quad (2.4)$$

Perhitungan persamaan (3) akan memerlukan  $N^2$  perkalian dan  $N(N-1)$  penjumlahan.

Namun dengan algoritma *Fast Fourier Transform* (FFT), jumlah perhitungan yang dilakukan tinggal  $N^2 - (N/2)\log_2 N$  untuk  $N$  titik DFT. Penghematan tersebut diperoleh dengan memanfaatkan sifat periodik  $e^{jk\Omega nT}$ , serta pemisahan genap-ganjil deret data  $x(nT)$ .

Frekuensi, amplitudo dan fasa komponen sinyal yang ada diperoleh dari  $X(k)$ . Magnitudo  $X(k)$  menyatakan amplitudo komponen sinyal pada frekuensi  $k\Omega$  sedangkan fasa sinyal dihitung dari arcus tangen rasio komponen imajiner terhadap komponen real pada frekuensi yang bersangkutan.

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Piranti

##### 1. Perangkat keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas seperangkat komputer dengan spesifikasi sebagai berikut: Prosesor Intel Celeron 1.7 GHz, RAM 128 MB, Hard Disk 20 GB dan soundcard on board.

##### 2. Perangkat lunak

a. Perangkat lunak system yaitu *operating system Windows XP*

b. Perangkat lunak aplikasi untuk melakukan proses sebagai berikut:

i. **Perekaman.** Perekaman dilakukan melalui soundcard computer menggunakan fungsi sound recorder pada system windows. Data sampel diambil dari rekaman bunyi jantung yang dibuat oleh tiilkien dan conover (1994).

ii. **Pemrograman.** Pemrograman dilakukan untuk menghasilkan ekstraksi ciri dari pola bunyi jantung sampel menggunakan MATLAB 6

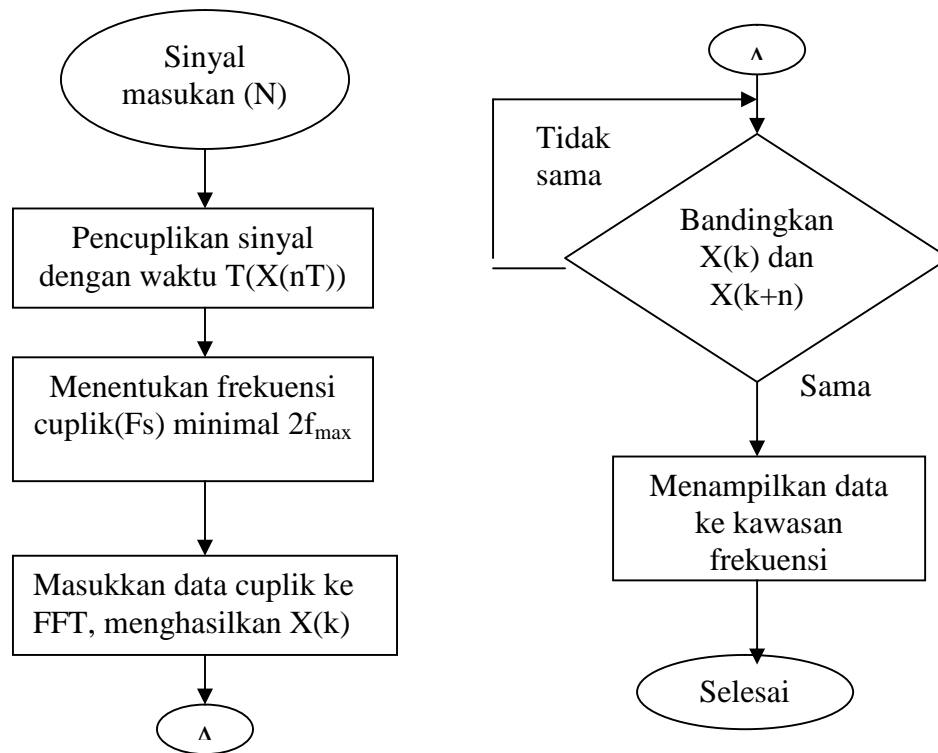
#### B. Langkah-langkah penelitian

##### 1. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan memasukkan data ke dalam berkas file dengan ekstensi namafile.m.

## 2. Pembuatan program

Program dibuat menggunakan program MATLAB 6. Tujuan pembuatan program adalah untuk memperoleh ciri dari suatu sinyal hasil pencuplikan. Algoritma pemrogramannya adalah sebagai berikut:



**Gambar 3.1.** Diagram alir proses ekstraksi ciri menggunakan FFT

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

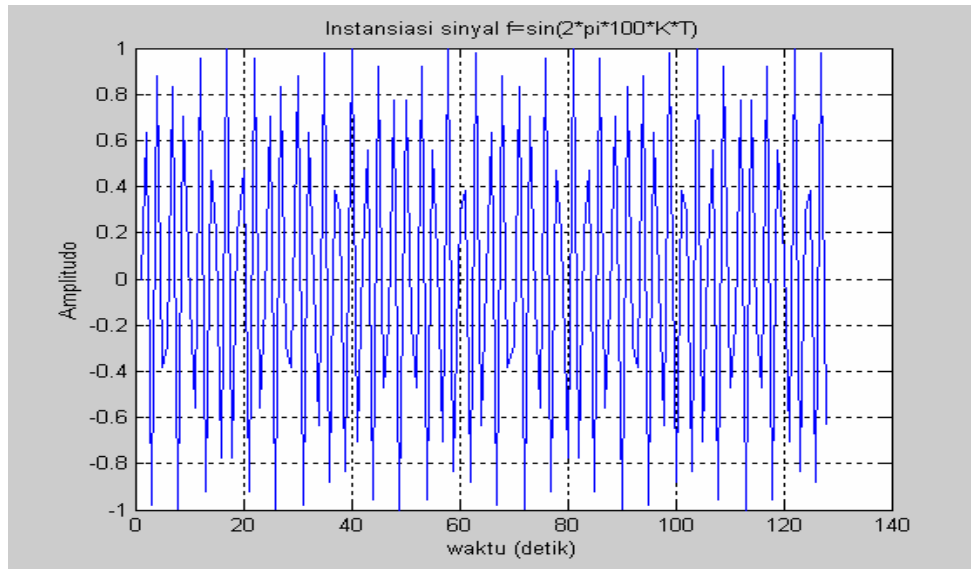
Penelitian yang dilakukan meliputi proses instansiasi dan ekstraksi ciri. Proses instansiasi digunakan untuk mendapatkan bentuk gelombang dari sinyal bunyi jantung. Sedangkan proses ekstraksi ciri menghasilkan bentuk pola ciri dari sinyal bunyi jantung.

### A. Pengujian program

Sebelum program diimplementasikan untuk mendapatkan pola ciri dari bunyi jantung, terlebih dahulu program diujikan untuk suatu sinyal yang mempunyai frekuensi tertentu. Sebagai contoh diberikan suatu sinyal dengan persamaan:

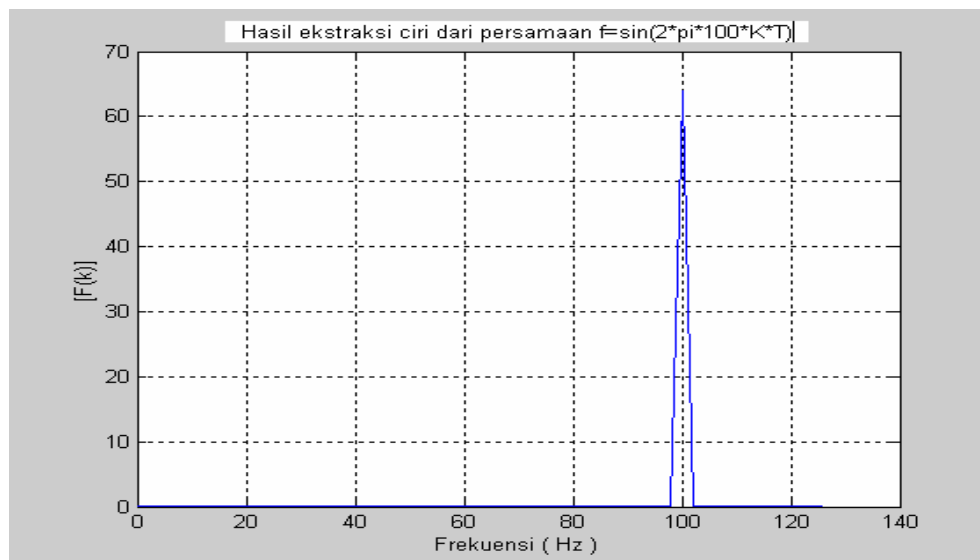
$$f = \sin(2 * \pi * 100 * K * T) \quad (4.1)$$

Persamaan tersebut menghasilkan frekuensi gelombang 100 Hz. Bentuk sinyal dari persamaan tersebut ditampilkan pada gambar 4.1.



**Gambar 4.1.** Pola Instansiasi dari persamaan  $f = \sin(2\pi \cdot 100 \cdot k \cdot T)$

Bentuk gelombang tersebut selanjutnya diekstrak untuk mendapatkan ciri khas dari pola gelombang tersebut ke dalam domain frekuensi yang harus menghasilkan pola gelombang yang menunjukkan frekuensi 100 Hz. Sebelum ditampilkan, data hasil dinormalisasi untuk mendapatkan nilai magnitude yang sama. Bentuk gelombang hasil ekstraksi ciri dari pola gelombang yang dihasilkan dari persamaan 1 ditampilkan pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Pola Hasil Ekstraksi ciri dari persamaan  $f = \sin(2\pi \cdot 100 \cdot K \cdot T)$

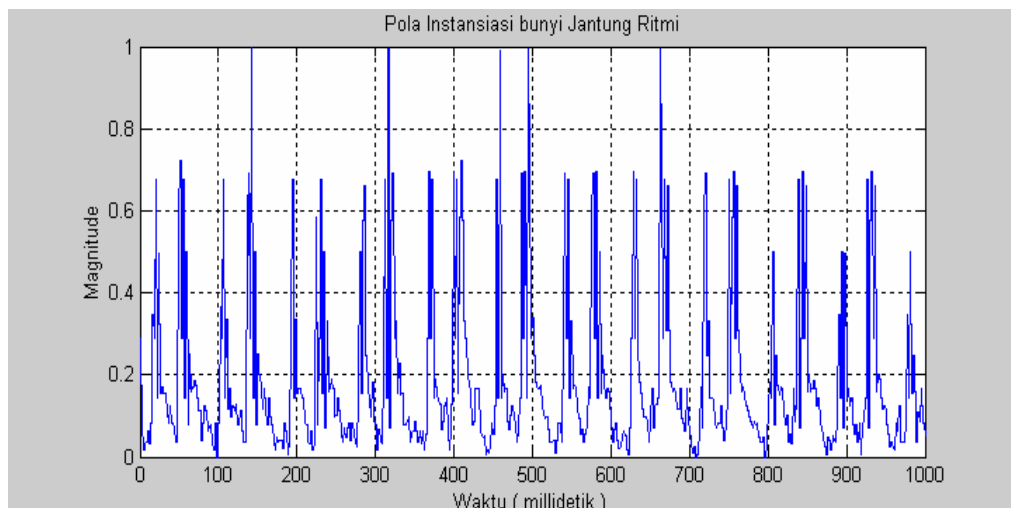
## B. Pengujian pada data sampel

Pada pengujian sampel didapatkan hasil instansiasi dan ekstraksi ciri dari bunyi jantung ritmi dan aritmi. Karena penelitian ini hanya ditunjukkan untuk menghasilkan



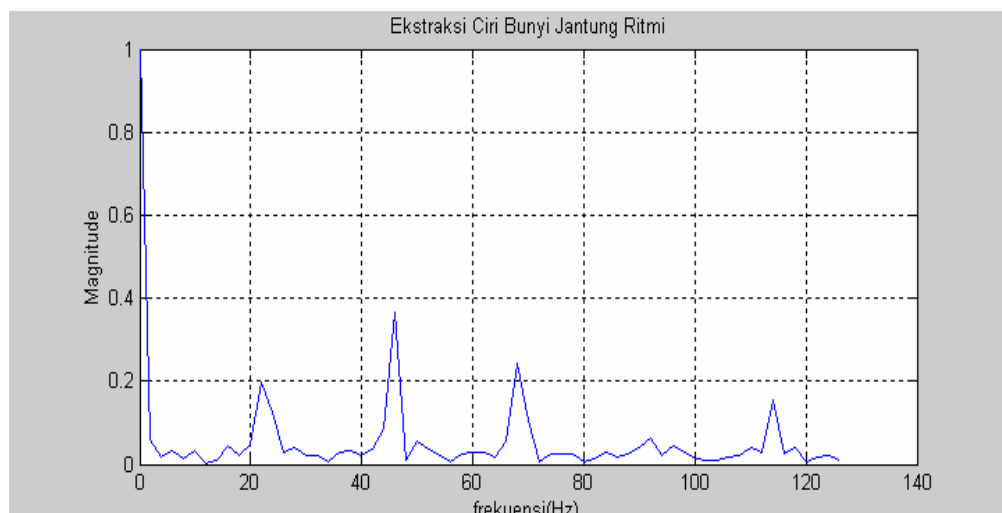
ekstraksi ciri yang digunakan untuk membedakan bunyi jantung ritmi dan aritmi, maka hasil yang ditunjukkan hanya terdiri dari hasil instansiasi dan ekstraksi ciri dari bunyi riitmi dan aritmi pada contoh sampel tertentu.

Hasil dari instansiasi dan ekstraksi ciri dari bunyi jantung ritmiditunjukkan oleh bentuk gelombang dan bentuk pola yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 dan 4.4.



**Gambar 4.3.** Pola instansiasi bunyi jantung ritmi

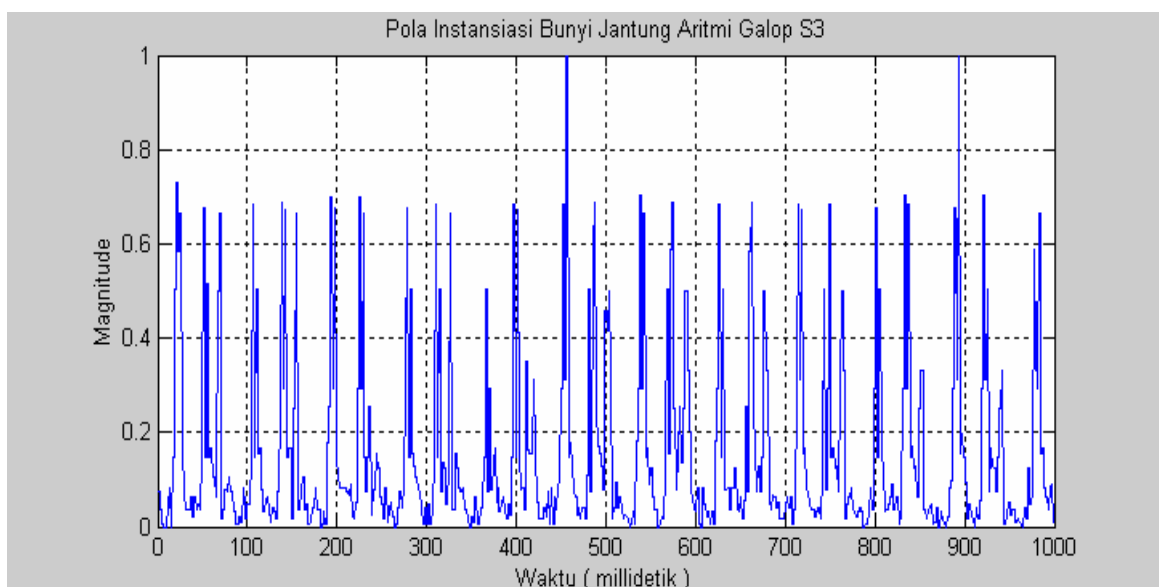
Pada Gambar 4.3 adalah bentuk gelombang dari hasil instansiasi sinyal bunyi jantung ritmi. Bentuk gelombang memperlihatkan puncak-puncak tertinggi yang mempunyai pola yang mirip dan saling berurutan dengan periode yang sama. Bentuk ini adalah bentuk gelombang bunyi jantung ritmi yang menggambarkan puncak sistol sebagai bunyi jantung pertama dan puncak diastol sebagai bunyi kedua.



**Gambar 4.4** Hasil Ekstraksi Ciri Bunyi Jantung Ritmi

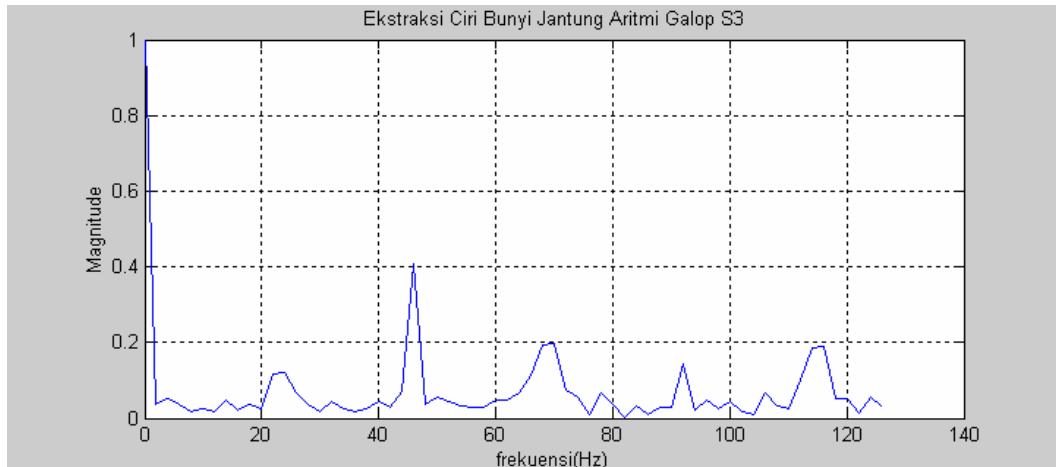
Sedangkan Gambar 4.4 adalah pola ciri dari bentuk gelombang bunyi jantung ritmi yang telah diekstraksi. Hasil dari ekstraksi ciri menggambarkan suatu pola yang lebih sederhana dibandingkan dengan bentuk gelombang hail instansiasi.

Hasil instansiasi untuk bentuk gelombang bunyi jantung aritmi , ditunjukkan pada Gambar 4.5. Bentuk gelombang tersebut adalah instansiasi dari salah satu bentuk jantung aritmi yaitu bunyi jantung aritmi galop S3. Bentuk gelombang tersebut ditunjukkan dengan 3 puncak yang berurutan, dimana puncak pertama adalah representasi dari bunyi sistol, puncak kedua adalah bunyi diastol dan puncak ketiga adalah galop S3 ( Bising bunyi ketiga ). Bentuk gelombang yang ditampilkan menunjukkan bunyi jantung aritmi.



**Gambar 4.5.** Pola Instansiasi Bunyi Jantung Aritmi Galop S3

Adapun hasil ekstraksi ciri dari bentuk gelombang bunyi jantung aritmi ditunjukkan pada Gambar 4.6. Hasil ekstraksi ciri dari dari bentuk gelombang bunyi jantung aritmi adalah merupakan pola ciri yang berbeda dari hasil ekstraksi ciri dari bunyi jantung ritmi. Perbedaan tersebut ditunjukkan dengan puncak frekuensi yang lebih didapatkan pada ekstraksi ciri bunyi jantung aritmi dibandingkan dengan hasil ekstraksi pada bunyi jantung ritmi.



**Gambar 4.6.** Hasil Ekstraksi Ciri Bunyi Jantung Aritmi Galop S3

Dari perbedaan kedua hasil ekstraksi ciri tersebut menunjukkan bahwa hasil ekstraksi ciri dari bentuk gelombang bunyi jantung ritmi dan aritmi berhasil dilakukan. Hasil ekstraksi tersebut selanjutnya dapat digunakan sebagai masukan untuk pengenalan pola bagi jaringan syaraf tiruan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil instansiasi dan ekstraksi ciri pada sinyal bunyi jantung telah dapat dilakukan dengan baik.
2. Algoritma FFT yang digunakan telah dapat digunakan untuk proses ekstraksi ciri pada bentuk gelombang bunyi jantung ritmi dan aritmi.
3. Hasil ekstraksi ciri menunjukkan pola ciri tertentu dari tiap-tiap bentuk gelombang sehingga dapat digunakan sebagai masukan bagi pengenalan pola bagi jaringan syaraf tiruan.

### B. Saran

Dari kesimpulan diatas, diberikan saran bagi penelitian berikutnya adalah :

Penelitian ini dilabnjutkan dengan memberikan masukan hasil ekstraksi ciri ke dalam JST untuk mendapatkan hasil analisis pola bunyi jantung ritmi dan aritmi.

## DAFTAR PUSTAKA

Etter, D.M., 1993, *Engineering Problem Solving with MATLAB*, Prentice Hall, Englewood Cliff, New Jersey.

- Fadlil, A., 1999,** *Pengenalan Ucapan dengan Jaringan Syaraf Tiruan Kuantisasi Vektor Adaptif*, Tesis S-2, Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Haryadi, B., 2002,** *Perancangan Alat Deteksi Irama Jantung Berbasis Komputer Mikro*, Skripsi S-1, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- Kertohoesoedo, S., 1982,** *Yang Perlu Diketahui Umum tentang Memelihara Jantung Sehat dan Menjaga Jantung Sakit*”, Jakarta: Citra budi dan Karya Pembina Bangsa.
- Proakis, John G., dan Dimitris G. Manolakis, 1997,** *Pemrosesan Sinyal Digital: Prinsip, Algoritma, dan Aplikasi*, Edisi Bahasa Indonesia Jilid I, PT. Prenhallindo, Jakarta.
- Stearns, Samuel D., dan Ruth A. David, 1996,** *Signal Processing Algorithms in MATLAB*, Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, New Jersey 07458.
- Suwondo, N., 2002,** *Perancangan Pengukur Amplitudo dan Frekuensi Sinyal Berbasis PC dengan Algoritma FFT*, Proceeding Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia Volume A5.
- Tiilkien dan Conover, 1994,** *Understanding Heart Sound with introduction to lung sound*, Cassete recorder.