

## Identifikasi Isyarat Suara Murmur Jantung Menggunakan Transformasi Forier Cepat Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan

Muhammad Jumnahdi

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung

muhd.jumnahdi@gmail.com

### Abstract

*This research was to explore the merit of signal processing scheme in solving the identification problems of heart murmurs signal utilizing the available data from a number of Indonesia heart patients. The signal processings were based on an Artificial Neural Network (ANN) method preceded by the Fast Fourier Transform (FFT) analysis and directed to nine known classes of murmurs, namely the stenosis aorta valve, defect septum atrium, regurgitation mitral, defect septum ventricle, click-mid systolic, regurgitation stenosis aorta, presistolic, stenosis mitral, and ductus arteriosus paten ones. The ANN weight vectors were grouped according to their clustering patterns which represent their respective specific features, based on the corresponding training data samples. The 78.5% success of identification on other data samples is encouraging. The research resorted mainly to the available MATLAB software tools.*

**Keywords:** heart murmurs, specific features, ANN, FFT, training.

### Intisari

Penelitian yang telah dilakukan ini bertujuan untuk mendukung sistem yang mampu mengidentifikasi isyarat murmur jantung yang banyak terjadi di Indonesia. Metode yang digunakan untuk mengklasifikasi isyarat ini adalah dengan sistem Jaringan Syaraf Tiruan (JST) yang diawali dengan analisis FFT yang merupakan suatu pendekatan dalam pengenalan nama-nama pola murmur jantung: stenosis katup aorta, *defect septum atrium*, *regurgitation mitral*, *defect septum ventricle*, *click-mid systolic*, *regurgitation stenosis aorta*, *presistolic*, *stenosis mitral*, dan *ductus arteriosus paten*. Dengan pembobotan vektor pada JST sebagai pola-pola masukan yang mirip dengan pola-pola yang telah diberikan pada saat pelatihan. Selanjutnya jaringan diuji untuk satu pola masukan tertentu dan jaringan akan memberikan vektor keluaran sebagai hasil klasifikasi. Ujicoba identifikasi isyarat murmur jantung yang telah dilakukan memberikan keberhasilan mencapai 78,5%. Program ditulis dengan menggunakan perangkat-lunak MATLAB.

**Kata-kata kunci:** Murmur jantung, ekstraksi ciri, JST, FFT, pelatihan.

### I. PENDAHULUAN

Suara jantung manusia berada pada frekuensi yang berbeda-beda antara 65 Hz – 1kHz dan dengan mengamati dari perbedaan frekuensi tersebut dapat menunjukkan apakah jantung itu berfungsi secara normal atau sebaliknya, untuk jantung normal tidak memiliki bagian frekuensi tinggi sebesar 1kHz, dengan cara melatih pendengaran dapat dibedakan[1]. Bunyi kardiovaskular terdiridari gejala yang masanya pendek (bunyi jantung) dan getaran yang lebih panjangnya (murmur jantung) yang keduanya disebut juga dengan auskultasi jantung [2].

Untuk mengetahui lebih dalam tentang suara jantung diperlukan peralatan yang mendukung guna melakukan perekaman, agar

dapat diketahui komposisi frekuensi pembentuknya. Penelitian tentang perangkat yang dapat digunakan telah menganalisa spektral isyarat jantung, tetapi ragam gelombang yang dihasilkan masih terlihat adanya derau 50 Hz yang berasal dari jalur daya, sehingga masih digunakan tapis takik yang sempit untuk menghilangkannya.

Selain itu isyarat jantung termasuk isyarat yang nonstasioner sehingga perlu menggunakan teknik analisis yang lebih lanjut untuk menganalisisnya[3]. Menghilangkan derau 50 Hz dari jalur daya dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya memodifikasi perangkat penguat yang digunakan. Atau menggunakan penguat yang dirancang khusus untuk memperkuat sinyal dengan daya rendah misalnya dengan memodifikasi rangkaian penguat pita (*pre-amp head*). Untuk menganalisa dapat dilakukan

melalui teknik analisis dengan bantuan perangkat lunak. Untuk mengidentifikasi suara murmur tersebut sangat sulit dilakukan oleh telinga, karena masing-masing suara murmur jantung memiliki nilai korelasi yang tinggi [4]. Penelitian ini dilakukan untuk mempermudah dalam melakukan identifikasi murmur jantung dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan.

## II. LATAR BELAKANG

Dalam bidang kedokteran terutama tentang isyarat jantung, telah banyak dilakukan penelitian Prabowo berhasil menghilangkan derau yang terdapat pada isyarat EKG(*Electro Kardiograf*)[5]. Kartika, mengklasifikasikan pola isyarat EKG menggunakan logika *Fuzzy*[6]. Lie, melakukan pengelompokan isyarat EKG berdasarkan kelasnya dengan menggunakan model Markov tersembunyi dan berhasil mengenali klasifikasi isyarat jantung sebesar 95%[7]. Hasan, mensimulasikan pengenalan isyarat EKG dengan jaringan neural[8]. Selain itu algoritma dengan menggunakan JST telah digunakan untuk mengklasifikasi sinyal EKG dalam 4 jenis EKG [9]. Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan dapat dipakai sebagai alat bantu untuk dapat membedakan isyarat suara jantung normal, abnormal, kemampuan pembedaan itu telah berhasil dilakukan 100% untuk data yang sudah dikenali dan 99,69% untuk data yang belum dikenali[10].

### A. Murmur Jantung

Murmur jantung dapat digambarkan sebagai nada rendah atau gemuruh dengan jangkauan frekuensi 60-100 Hz. Murmur dapat bernada menengah, kasar atau keras dengan jangkauan frekuensi 100-150 Hz, dan juga dapat bernada tinggi dengan frekuensi lebih besar dari 300 Hz. Murmur yang sering timbul pada penderita kelainan jantung di Indonesia dapat digolongkan menjadi sistolik, diastolik dan kontinu. Murmur jantung sistolik dapat

lagi dibedakan menjadi ejeksi sistolik, regurgitasi dan diastolik. Untuk ejeksi sistolik meliputi Murmur Stenosis Katup Aorta (MSKA), dan Murmur Defek Septum Atrium (MDSA). Pada murmur regurgitasi terdiri dari Murmur Regurgitasi Mitral (MRGM) dan Murmur Defek Sektum Ventrikel (MDSV). Murmur akhir sistolik hanya memiliki satu jenis yaitu Murmur Klik-mid Sistolik (MKS). Murmur jantung berikutnya adalah dari kelompok diastolik yang terdiri dari Murmur Regurgitasi Stenosis Aorta (MRSA), Murmur Presistolik (MPS) dan Murmur Stenosis Mitralis (MSM). Untuk golongan terakhir adalah golongan murmur kontinu yang disebut dengan Murmur Duktus Arteriosus Paten (MDAP)[11].

### B. Transformasi Fourier cepat

*Fast Fourier Transform (FFT)* merupakan salah satu jenis alih ragam. Alih ragam berfungsi sebagai mengubah fungsi pada kawasan waktu  $f(t)$  menjadi fungsi pada kawasan frekuensi  $F(f)$  dan atau sebaliknya :

$$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} F(f) \exp.i(2\pi f t) df, \quad (1)$$

ataupun representasi :

$$F(f) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \exp.-i(2\pi f t) dt, \quad (2)$$

Tampak dalam alih raga mini member hasil fungsi kompleks, meski untuk keperluan teknis dapat saja diambil absolutnya.[12]

### C. Jaringan Syaraf Tiruan LVQ

Pengolahan rekaman isyarat jantung untuk membedakan antar pola isyarat jantung normal dan murmur jantung, dapat memanfaatkan kemampuan komputasi Sistem Jaringan Neural, atau Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Isyarat tersebut diolah hingga menjadi vector yang sudah memenuhi syarat untuk dapat diolah, dipakai sebagai masukan (*input*) bagi sistem JST. Salah satu kelompok JST

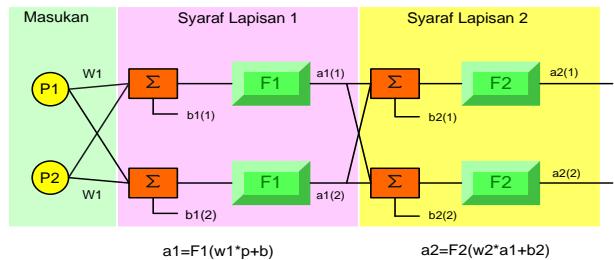
menggunakan prinsip kalkulasi kompetensi untuk menyatakan criteria keberhasilan pengelompokan masukannya. Adalah JST Kohonen SOM, LVQ (Learning Vector Quantization). Pada JST ini terdapat kelompok-kelompok neuron yang berkompetisi, sehingga setelah sekuen kompetisinya hanya akan ada satu neuron yang member keluaran tidak nol.

Masukan dari JST ini berupa vector hasil dari alih ragam Fourier cepat, berfungsi sebagai merubah isyarat jantung berada dalam kawasan waktu menjadi kawasan frekuensi. Isyarat vector masukan tersebut dapat klasifikasikan sesuai dengan kelompoknya dengan bantuan JST-LVQ. Sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik kinerja tertentu seperti jaringan syaraf biologis. JST telah dikembangkan sebagai generalisasi model matematik dari kognisi manusia atau syaraf biologi. Jaringan syaraf dikarakteristikkan dengan pola interkoneksi antara *neuron* (arsitektur), metode penentuan bobot pada koneksi (pembelajaran atau algoritma), dan fungsi aktivasinya. Pembelajaran jaringan syaraf tiruan penjalaran balik meliputi 3 tahap yaitu perambatan maju, perambatan mundur dan perubahan bobot. Ada dua parameter pembelajaran utama dalam penjalaran balik yaitu laju pembelajaran  $\alpha$  dan momentum  $\mu$ . Laju pembelajaran digunakan untuk mengatur cepat lambatnya pembelajaran. Momentum digunakan untuk menghindari perubahan bobot yang mencolok akibat adanya data yang berbeda dengan yang lain. Struktur jaringan JST dengan jumlah lapis jamak, dimungkinkan mempunyai fungsi alih ragam lapis satu terhadap yang lain tidak sama. Demikian sehingga seperti tampak pada Gambar 1, rinci

### III. METODE USULAN

Proses identifikasi isyarat suara jantung diawali dengan perekaman suara jantung yang sudah disimpan pada alat perekam yang dapat berupa kaset atau media penyimpan suara lainnya, kemudian suara tersebut diekstraksi

bagi  $F_1$  dapat berbeda dengan  $F_2$ , akan tetapi jenis fungsi alih ragam dalam lapis yang sama tidak akan berbeda.



Gambar 1. Sistem Syaraf 2 masukan 2 lapisan.

Masukan lapis terbelakang diperoleh dari keluaran lapis JST sebelumnya. Pada Gambar 2.18 keluaran bagi sistem JST 2 lapis yang diperlihatkan pada Gambar 2.19 mempunyai rumusan sebagai lapisan pertama:

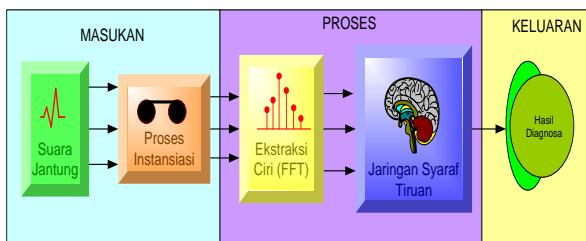
$$a_2 = F_2 (w_2 * a_1 + b_2) \quad (3)$$

sebagai lapisan ke dua

$$a_1 = F_1 (w_1 * p + b_1) \quad (4)$$

dengan pengertian,  $p$  = masukan dapat terdiri lebih dari satu baris,  $b_1$  = pra sikap pada lapis pertama,  $b_2$  = pra sikap pada lapis kedua,  $w_1$  = menyatakan bobot atas masukan lapis pertama, dapat lebih dari satu baris,  $w_2$  = bobot atas masukan lapis kedua, dapat lebih dari satu baris,  $a_1$  = keluaran JST pada lapis pertama,  $a_2$  = keluaran JST pada lapis kedua,  $F_1$  = fungsi alih ragam lapis pertama dan  $F_2$  = fungsi alih ragam lapis kedua. [13]

dengan menggunakan FFT dengan koefisien 4096. Untuk Arsitektur JST Gambar 2.



Gambar 2. Metode yang digunakan

## IV. EKSPERIMENT

## A. Koefisien Korelasi Murmur Jantung

Pengujian koefisien korelasi diperlukan untuk mengetahui tingkat kesamaan dari masing-masing suara murmur jantung. Dari Tabel 1 untuk dapat membedakan suara murmur jantung dapat digunakan data hasil rekaman pada satu siklus. Koefisien korelasi yang dihasilkan paling tinggi sebesar

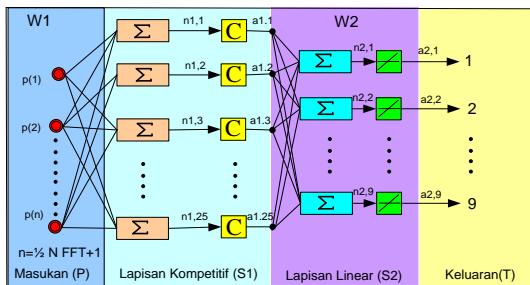
0.8993 terdapat pada `mps.wav` (MPS) dan `mrg.wav` (MRG). Alih ragam Fourier cepat dimanfaatkan pada proses ini, dengan jumlah titik sebesar 4096, hingga memberikan beban komputasi yang tinggi. Rekaman suara jantung merupakan sekvens vektor yang berperan sebagai peubah X. Alih ragam Fourier cepat diskret bagi vektor X yang merupakan langkah penyelesaian  $\text{FFT}(x)$  dengan komputasi Matlab [14]. Dalam operasi matriks alih ragam cepat dilakukan kolom demi kolom. Sebelum dinormalisasi amplitude yang dihasilkan dikawasan frekuensi memiliki tinggi lebih dari satu. Agar tinggi amplitude-nya sama dengan satu dan pola yang dihasilkan lebih tampak maka dilakukan normalisasi.

TABEL 1.  
NILAI KOEFISIEN KORELASI MURMUR JANTUNG

wa v	jnr	mska	mdsa	mrg	mdsv	mkms	mrsa	Mps	msm	mdap
JN R	1 22	0.00 38	0.01 11	0.00 54	0.00 30	0.00 06	0.00 12	0.01 3	0.046 3	0.046 3
MS KA	0.00 22	1	0.85 79	0.81 98	0.88 94	0.85 94	0.89 68	0.78 92	0.588 4	0.882 2
MD SA	0.01 38	0.85 79	1	0.66 60	0.78 68	0.89 59	0.82 51	0.78 11	0.667 0	0.881 0
MR G	0.00 11	0.81 98	0.66 60	1	0.82 32	0.63 97	0.89 67	0.89 94	0.665 0	0.762 4
MD SV	0.00 54	0.88 94	0.78 68	0.82 32	1	0.81 38	0.87 20	0.83 30	0.649 7	0.856 7
MK MS	0.00 30	0.85 94	0.89 59	0.63 97	0.81 38	1	0.81 64	0.76 00	0.573 5	0.889 5
MR SA	0.00 06	0.89 68	0.82 51	0.76 99	0.87 20	0.81 38	1	0.66 64	0.899 3	0.865 5
MP S	0.01 12	0.78 92	0.78 11	0.89 94	0.89 67	0.76 00	0.83 30	1	0.830 8	0.794 0
MS M	0.04 63	0.58 84	0.66 70	0.66 50	0.64 97	0.57 35	0.89 93	0.83 08	1	0.548 4
MD AP	0.04 63	0.88 22	0.88 10	0.76 24	0.85 67	0.88 95	0.86 55	0.79 40	0.548 4	1

### B. Arsitektur JST

Pelatihan atau pembelajaran didukung oleh data-data, didapat dari hasil rekaman yang disimpan pada format wav. Pelatihan yang digunakan memiliki lapisan  $S_1$  sebanyak 25 lapis, 9 kelas. Mengingat suara murmur jantung yang digunakan sebanyak 9 jenis.Untuk melakukan pelatihan dilakukan pembacaan data suara pada berbagai data masukan. Jaringan yang dibangun sesuai dengan arsitektur yang ada pada Gambar 3.



Gambar 3. Arsitektur JST

Pengujian dilakukan berulang-ulang untuk masing-masing suara jantung sebanyak 100 kali. Dari hasil tersebut didapatkan tingkat keberhasilan proses pengenalan suara jantung dengan menggunakan jaringan cerdas buatan.

### C. Persentase Keberhasilan

Berdasarkan seluruh ekstraksi cirri diperoleh bahwa tiap jenis murmur terdapat 9 pola ciri. Masing-masing pola diperoleh dari rerata ekstraksi cirri individu yang mempunyai kemiripan kemudian dinormalisasi. Data yang digunakan untuk melatih jaringan syaraf tiruan sebanyak 25 data latih (100pola) dari k-sembilan jenis murmur yang diharapkan dapat membedakan satu jenis murmur dengan jenis murmur lainnya berdasarkan pola ekstraksi cirri murmur tersebut, kemudian didapatkan data seperti ditunjukkan pada Tabel 2.Untuk murmur MSKA dari 100 data yang diujikan menghasilkan 25 data tidak dikenali dan 75 data

dikenali, MDSA menghasilkan 23tidak dikenali , 78 dikenali; MRG 19 tidak dikenali, 81 dikenali;dan seterusnya. Jika dirata-rata maka persentase akurasi JST mengenali semua jenis murmur sebesar 78,5 %. Persentase akurasi tertinggi mengenali murmur jenis MDS (83 %) dan persentase akurasi terendah mengenali murmur jenis MDAP(74 %). Dari ke-sembilan jenis murmu rtersebut

TABEL 2.

PRESENTASI KEBERHASILAN JST

N o	Murmu r	Tidak Dikena li	Dikena li	Jumla h	Persentase Keberhasi lan
1	MSKA	25	75	100	75%
2	MDSA	23	78	100	78%
3	MRG	19	81	100	81%
4	MDSV	20	80	100	80%
5	MKMS	24	76	100	76%
6	MRSA	23	78	100	78%
7	MPS	17	83	100	83%
8	MSM	18	82	100	82%
9	MDAP	26	74	100	74%
Rata-Rata Keberhasilan					78,5%

### V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis pada hasil penelitian ini maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Koefisien korelasi yang dihasilkan paling tinggi sebesar 0.8993 terdapat pada `mps.wav` (MPS) dan `mrg.wav`. (MRG) Alih ragam Fourier Cepat dimanfaatkan pada proses ini, dengan jumlah titik sebesar 4096 (NFFT).
2. Jaringan syaraf tiruan LVQ mampu mengenali 9 jenis isyarat murmur jantung dengan keberhasilan rata-rata 78,5%. Laju pembelajaran sebesar 0,1 dan momentum sebesar 0,5 paling optimal dalam mengenali pola murmur yang dilatihkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dampley, R,A .,*Functional Organization of Central Pathway Regulating the cardiovascular and diagnostic in the Brain Stem*, Physol.No.290, Vol 72.1994.
- [2]Guyton.,A C., dan E. Hall,Jhon., *Buku Ajar FisiologiKedokteran*, terjemahanIrawatiSetiawan, PenerbitBukuKedokteran EGC, Jakarta. 1988
- [3] Widodo, Th. Sri., *Akuisisi, Pengolahan dan Analisis Isyarat Suara Jantung*. Forum Teknik UGM Volume : XXX No. 3., 2006.
- [4] Candy, Liem, 1997,*Artificial Neural Network-Based Method of Screening Heart Murmurs in Children*, University of Colorado Health Science Center, the Children's Hospital, Colorado.1997
- [5]Prabowo,cipto.,*Reduksi Derau menggunakan Sistem Adaptif Dengan Metode Prediksi Pada Sinyal EKG*, Tesis Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta,2005.
- [6] Agustinus, AndiSantoso., *Anatomi Fisiologi Sistem Pernapasan dan Sistem Koardiovaskuler*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta, 1999
- [7]ChanyLany, 1997,*Classification of arrhythmic events in ambulatory elctrocardiogram, using artificial neural networks*. Comput Biomed. 28:1305–1318.
- [8] Hasan,Chasrun, *Analisis Elektrokardiogram menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Mendeteksi Kondisi Jantung*, Tesis Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.2002
- [9] Sulton, Arif., Thomas Sri widodo.,dan MaesajiCokronagoro., *Analisis Klasifikasi Sinyal EKG Berbasis Wavelet dan Jaringan Syaraf Tiruan*, JNTETI, Vol. 1. No. 3 November 2012
- [10] Jumnahdi, muhammad., *Pembedaan Isyarat Jantung Normal Abnormal Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan LVQ*. Prosiding Seminar Nasional Universitas Wangsa Manggala Yogyakarta, 11 Nov. 2006
- [11] Oswari, Jonathan ., dan W.D Tuner, Richard., Ronald Gold, 1995, *Auskultasi Jantung*, terjemahan, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- [12]Kraus, Thomas P., dan Loren Shure., John N Little., *Signal Processing Toolbox for Use with Matlab.*, The Mat Work Inc., USA.,1994.
- [13]Kosko, B., *Neural Networks and Fuzzy Systems*, Prentice Hall,NewJersey, 1992
- [14]Mitra, Sanjit K ., *Digital Signal ProsessingLaboratory Using MATLAB*, McGraw Hill, Singapore,200.