

**Sistem Deteksi Kelainan Jantung Menggunakan Jaringan Saraf
Tiruan Dengan Metode *Backpropagation* Pada Sinyal
Elektrokardiogram Dua Belas Sadapan**

Talitha Asmaria¹, Imam Sapuan², Endah Purwanti³

^{1,2,3} Program Studi Teknobiomedik Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

ABSTRACT

A system has been conducted to detect cardiac abnormalities using artificial neural network with backpropagation method on the signal of twelve leads of electrocardiogram. The software was designed using two artificial neural networks, which for detected abnormalities of wave on leads and finally identified cardiac abnormalities. The software has been conducted to detect cardiac normality, left atrial hipertrophy, right ventricular hipertrophy, and other cardiac abnormalities. Backpropagation parameters of this software was the number of hidden layer was fifteen, the value of learning rate was 0,1, the maximum epoch was 1000, and the error target was 0,001. The software has been tested to detect cardiac abnormalities on ECG images with an accuracy rate was 93,33%.

Key words : *Artificial neural network, Backpropagation, Cardiac*

ABSTRAK

Telah dibuat sistem deteksi kelainan jantung menggunakan jaringan saraf tiruan dengan metode *backpropagation* pada sinyal elektrokardiogram dua belas sadapan sinyal. Perangkat lunak dibuat dengan menggunakan dua jaringan saraf tiruan, yaitu jaringan saraf tiruan untuk mendeteksi kelainan gelombang pada sadapan dan jaringan saraf tiruan untuk mengidentifikasi akhir kelainan jantung. Perangkat lunak ini digunakan untuk mendeteksi kondisi jantung normal, *left atrium hypertrophy*, *right ventricular hypertrophy*, dan kelainan jantung lainnya. Parameter *backpropagation* pada perangkat lunak ini adalah jumlah lapisan tersembunyi=15, *learning rate*=0,1, maksimum epoch=1000, dan target error=0,001. Perangkat lunak telah diuji dapat mendeteksi kelainan jantung pada citra EKG dengan tingkat akurasi sebesar 93,33%.

Kata kunci : Jaringan Saraf Tiruan, *Backpropagation*, Jantung

I. PENDAHULUAN

Penyakit jantung merupakan penyebab nomor satu kematian di dunia. Di Indonesia angka kematian yang disebabkan serangan jantung mencapai 26 hingga 30 persen. Pemantauan kondisi jantung selama ini salah satunya menggunakan Elektrokardiograf (ECG). Prinsip kerja dari alat ini adalah mengukur potensial listrik sebagai fungsi waktu yang dihasilkan oleh jantung. Hasil pengukuran elektrokardiograf ini berupa grafik waktu terhadap tegangan yang disebut elektrokardiogram (EKG).

Walaupun telah didapatkan data EKG, namun untuk mengetahui informasi yang terdapat pada data hasil rekaman EKG sangat sulit. Untuk membaca kertas rekaman EKG diperlukan pengalaman dan pengetahuan mengenai penyakit jantung serta gejala-gejalanya. Ekstraksi manual terhadap informasi penting sinyal pada ECG sangatlah tidak efisien karena banyaknya data yang harus diamati. (Scamroth, 1990)

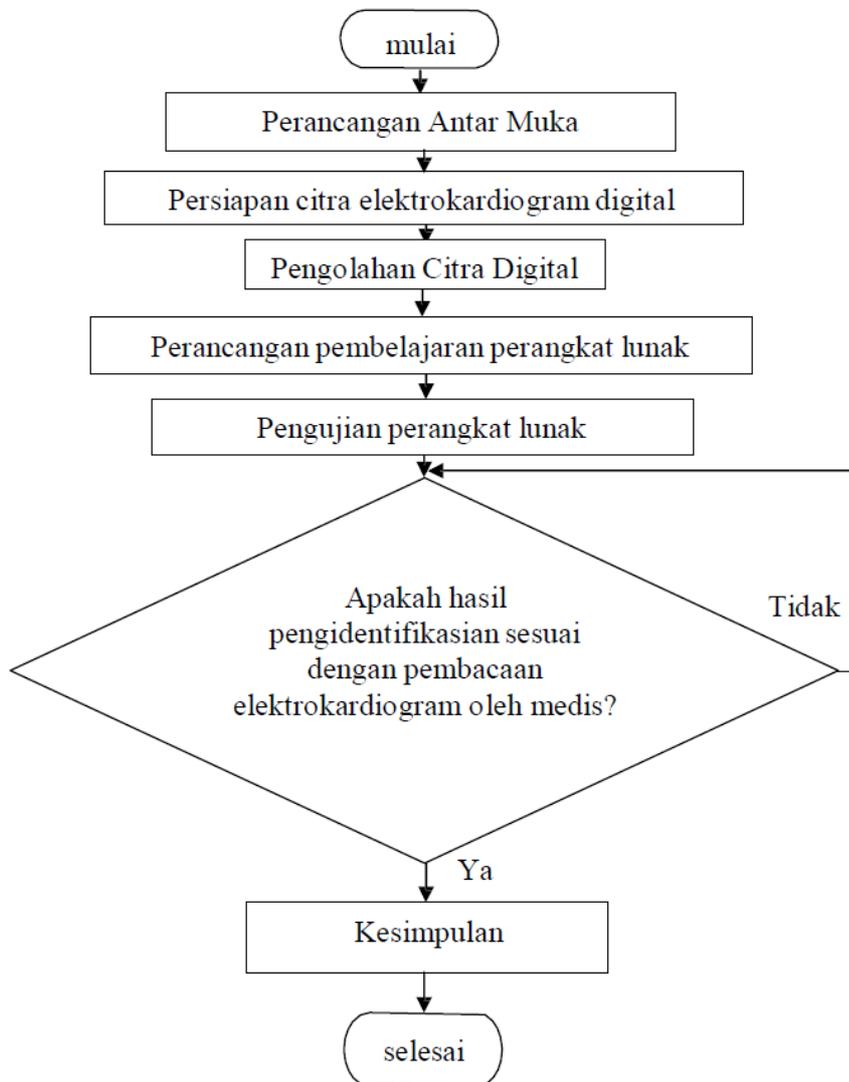
Salah satu pemecahan dalam menganalisis sinyal elektrik jantung pada ECG ini adalah dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) berbasis Jaringan Saraf Tiruan (JST) atau *Artificial Neural Network* (ANN), yang merupakan metode komputasi cerdas, yang dapat menirukan sistem jaringan saraf otak pada manusia. JST merupakan suatu metode kecerdasan buatan komputasional berbasis pada model saraf biologis manusia sehingga komputer atau mesin dapat menduplikasi kecerdasan manusia (Waslallaludin dkk, 2010).

Pada penelitian ini dilakukan pengidentifikasian pola sinyal elektrik jantung pada EKG menggunakan JST dengan metode *backpropagation*. *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 tak sama) dengan pola yang dipakai selama pelatihan. Berdasarkan fungsinya, jaringan saraf tiruan ini dapat memecahkan sebuah masalah dengan teknik pembelajaran (Budhi, 2004).

II. PROSEDUR PENELITIAN

Prosedur penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu, perancangan antar muka, persiapan citra EKG, pengolahan citra digital, pembelajaran perangkat lunak, dan pengujian perangkat lunak. Data (EKG) yang digunakan adalah data primer yang didapatkan dari salah satu rumah sakit di Surabaya.

Prosedur penelitian disajikan pada Gambar 1.

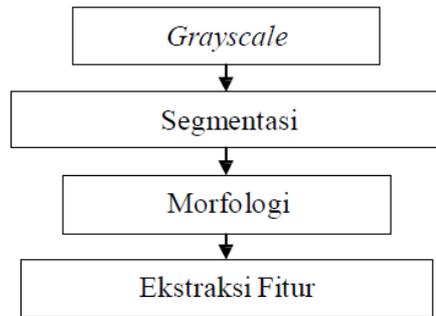


Gambar 1. *Flowchart* Prosedur Penelitian

A. Pengolahan Citra Digital

Citra EKG diolah menggunakan beberapa metode pengolahan citra digital, yaitu *grayscale*, segmentasi, morfologi gelombang, dan ekstraksi fitur. Pada tahapan *grayscale* citra EKG berwarna diubah menjadi citra EKG putih dan gradiasi warna hitam. Pada penelitian ini teknik segmentasi yang digunakan yaitu pengambangan (*Thresholding*). Teknik pengambangan menghasilkan citra menjadi dua warna, yaitu hitam berkaitan dengan *background* dan putih berkaitan dengan pola sinyal EKG. Pada tahapan morfologi terjadi proses “penebalan” dan ”penipisan” dalam citra biner. Tahapan ekstraksi fitur dalam tugas akhir ini digunakan

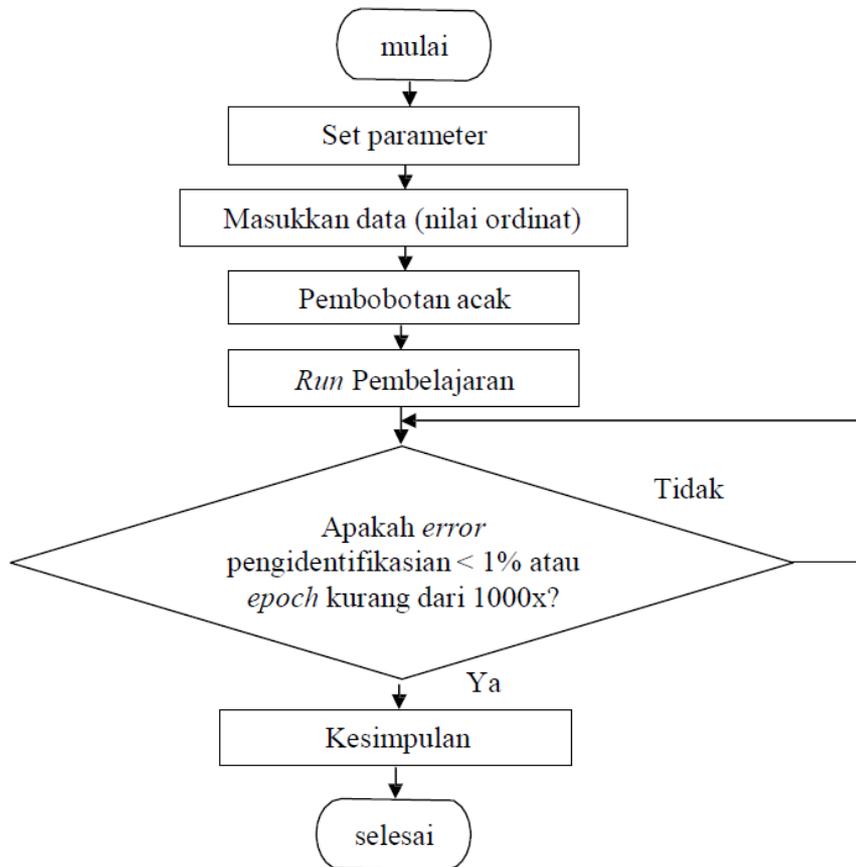
untuk mendapatkan nilai ordinat dari citra EKG di setiap pixel yang menginterpretasikan nilai tegangan potensial sinyal ECG yang dijadikan nilai inputan dalam perangkat lunak. Prosedur pengolahan citra digital disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Proses Pengolahan Citra EKG

B. Pembelajaran Perangkat Lunak

Algoritma pembelajaran perangkat lunak dibuat menggunakan proses *forward* dan *backward*. Prosedur pembelajaran perangkat lunak disajikan pada Gambar 3. Terdapat dua jaringan saraf tiruan pada tahapan pembelajaran, yaitu jaringan saraf tiruan yang pertama untuk sadapan 2 dan sadapan V6 dan jaringan saraf tiruan yang kedua untuk identifikasi akhir. Jaringan saraf tiruan pada sadapan 2 dan sadapan V6 digunakan untuk menentukan jenis morfologi gelombang pada masing-masing sadapan. Dengan mengetahui morfologi gelombang pada sadapan 2 dan sadapan



Gambar 3. Flowchart Algoritma Pembelajaran Perangkat Lunak

Tabel 1. Hubungan Perubahan Gelombang P mitral dan Gelombang S dengan Jenis Penyakit Jantung

Jenis Kelainan Jantung	Sadapan 2	Sadapan V6
Normal	normal (-1)	normal (-1)
<i>Left Atrium Hiperthrophy (LAH)</i>	<i>P mitral</i> (0)	normal(-1) atau kelainan lain (1)
<i>Right Ventricular Hipertrophy (RVH)</i>	normal(-1) atau kelainan lain (1)	ada gelombang S (0)
<i>LAH dan RVH</i>	<i>P mitral</i> (0)	ada gelombang S (0)
Penyakit Jantung Lain	kelainan lain (1)	kelainan lain (1)

Karena banyaknya kemungkinan pengambilan keputusan, dibuat jaringan saraf tiruan yang kedua untuk identifikasi akhir agar hasil yang diperoleh benar- benar

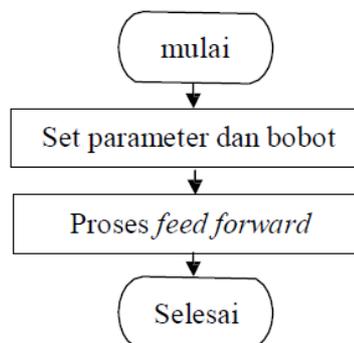
tepat. Jaringan Saraf Tiruan identifikasi akhir digunakan untuk menentukan beberapa kondisi jantung, yaitu :

1. Jantung normal
2. *Left Atrium Hipertrophy (LAH)*
3. *Right Ventricular Hipertrophy (RVH)*
4. *LAH dan RVH*
5. Kelainan jantung lainnya.

Pembelajaran perangkat lunak selesai apabila *error* hasil pendeteksian yang dibandingkan dengan *database* atau target bernilai kurang dari satu persen dan banyaknya epoch kurang dari 1000 sehingga pendeteksian berhasil.

C. Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak akan dilakukan dengan metode Jaringan Saraf Tiruan jenis *feed forward*. Prosedur pengujian perangkat lunak disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. *Flowchart* Algoritma Pengujian Perangkat Lunak

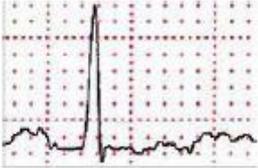
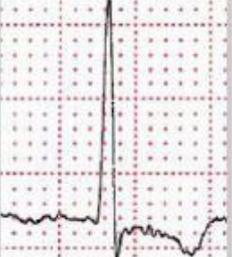
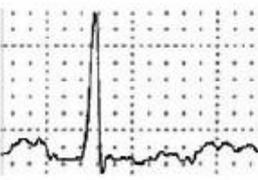
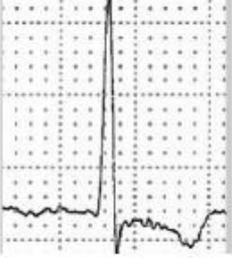
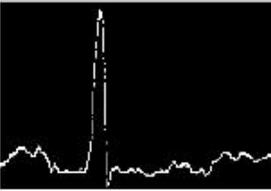
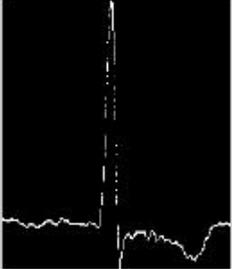
Nilai bobot dan parameter jaringan saraf tiruan yang akan digunakan yaitu nilai bobot dan parameter pada waktu pembelajaran. Hasil pembacaan elektrokardiogram secara analog akan dibandingkan dengan *database* citra digital elektrokardiogram normal dan tidak normal yang sudah diidentifikasi pola sinyalnya.

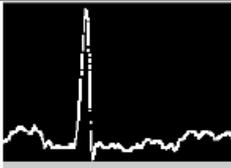
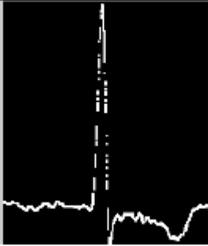
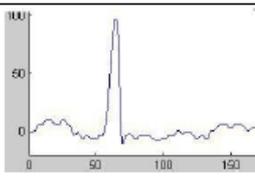
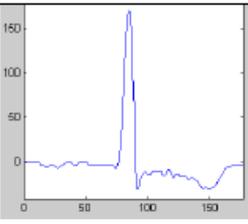
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengolahan Citra Digital

Proses pengolahan citra yang dilakukan adalah *grayscale*, segmentasi, morfologi gelombang, dan ekstraksi fitur. Tabel 2 menggambarkan hasil proses pengolahan citra digital.

Tabel 2. Contoh Hasil Pengolahan Citra Digital Pada Data Pembelajaran

Sadapan	Sadapan 2	Sadapan V6
<i>Citra Asli</i>		
<i>Grayscale</i>		
Segmentasi		

Morfologi		
Ekstraksi Fitur		

B. Hasil Pembelajaran Perangkat Lunak

Pembelajaran perangkat lunak dilakukan berulang-ulang dengan mengubah banyaknya *hidden layer* untuk mendapatkan hasil output yang maksimal. Tabel 3 menunjukkan bahwa variasi jumlah *hidden layer* yang optimal terhadap jumlah epoch, MSE, dan waktu pembelajaran adalah 15.

Tabel 3. Hubungan jumlah *hidden layer* terhadap Epoch, MSE, dan Waktu pembelajaran.

Jumlah	Epoch	MSE	Waktu
5	1426	0.000970	12 s
10	62	0.000994	>1 s
15	25	0.000934	>1 s
20	44	0.000975	>1 s

Pembelajaran identifikasi akhir dilakukan dengan mengacak (random) bobot input dan output layer. Pengguna dapat menetapkan besarnya nilai error maksimum yang dapat ditolerir dan nilai maksimum epoch. Pada saat pembelajaran proses *update* bobot akan berhenti, apabila error yang diinginkan sudah tercapai, atau pada saat epoch yang diinginkan sudah terpenuhi. Kemudian bobot akhir hasil pembelajaran akan disimpan untuk kemudian digunakan pada saat pengujian.

C. Hasil Pengujian Perangkat Lunak

Setelah didapatkan variasi jumlah *hidden layer* yang optimal pada tahap pembelajaran maka langkah selanjutnya adalah melakukan proses pengujian. Proses pengujian dilakukan terhadap 15 data yang tidak pernah disertakan dalam pelatihan. Hasil pengujian perangkat lunak pada tahapan pengujian untuk identifikasi akhir disajikan pada Tabel 4. Dari penyajian Tabel 4 terdapat dua kali kesalahan identifikasi dari 15 data yang diuji cobakan terhadap sistem yaitu pada data uji ke-12 dan ke-15. Pada perhitungan diperoleh tingkat akurasi pengujian perangkat lunak adalah 93,33%.

Tabel 4. Hasil Uji 15 Data Identifikasi Akhir

No.	Data Ke-	Keterangan	
		Medis	Perangkat Lunak
1	1	Kelainan Lain	Kelainan Lain
2	2	Normal	Normal
3	3	<i>LAH dan RVH</i>	<i>LAH dan RVH</i>
4	4	<i>LAH</i>	<i>LAH</i>
5	5	<i>RVH</i>	<i>RVH</i>
6	6	<i>LAH</i>	<i>LAH</i>
7	7	<i>LAH dan RVH</i>	<i>LAH dan RVH</i>
8	8	<i>LAH</i>	<i>LAH</i>
9	9	<i>RVH</i>	<i>RVH</i>
10	10	<i>LAH</i>	<i>LAH</i>
11	11	Normal	Normal
12	12	<i>LAH dan RVH</i>	<i>RVH</i>
13	13	<i>RVH</i>	<i>RVH</i>
14	14	<i>LAH</i>	<i>LAH</i>
15	15	<i>LAH</i>	<i>LAH dan RVH</i>

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa :

1. Proses pengolahan citra digital grayscale, segmentasi dengan teknik pengambangan (thresholding), morfologi, dan ekstraksi fitur berupa nilai ordinat citra EKG dapat diterapkan untuk mendapatkan fitur citra EKG 12 sadapan sebagai masukan perangkat lunak untuk mendeteksi kelainan jantung.
2. Jaringan saraf tiruan yang telah dibangun memiliki identifikasi akhir dengan memiliki konfigurasi optimal 140-15-5 (140 neuron pada lapisan input, 15 neuron pada lapisan tersembunyi, dan 5 lapisan pada lapisan output) dan parameter trainingnya adalah learning rate=0,1, maksimum epoch=1000, dan target error=0,01.
3. Perangkat lunak yang telah uji memiliki tingkat akurasi sebesar 93,33%. Jaringan saraf tiruan mampu mendeteksi kondisi jantung normal, *left atrium hipertrophy*, *right ventricular hipertrophy*, dan kelainan jantung lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alim, A.M., 2008. *Pocket ECG-How to Learn ECG*, Yogyakarta.
- BITLIPI, 2012, http://www.bit.lipi.go.id/pangan-kesehatan/index.php/artikel_jantung, 27 Juli 2012 pukul 06.00 WIB
- Budhi, G. S., Gunawan, I., dan Jaowry, S., 2004. *Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Pengenalan Huruf Cetak pada Citra Digital*, Jurusan Teknik Informatika Universitas Kristen Petra. Surabaya
- Busono, P., Susanto, E., Wiwie., dan Sadeli Y., 2004, *Algoritma Untuk Deteksi QRS Sinyal ECG*, Prosiding Semiloka Teknologi Simulasi dan Komputasi serta Aplikasi
- Ganong, W. F., 2005, *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta
- Hanbury, A., http://cmm.ensmp.fr/~hanbury/intro_ip/. 24 Juli 2012 pukul 9.48 WIB
- <http://health.kompas.com/read/2011/09/15/1458380/Cegah.Sakit.Jantung.Awali.dari.Keluarga>, 09 November 2011 pukul 22:18 WIB
- <http://howmed.net/physiology/action-potential/>, 30 Desember 2011 pukul 09:35 WIB
- Klabunde, R. E., 2011, *Fisiologi Konsep Jantung*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta
- Martini, F. H., 2001, *Fundamental of Anatomy and Physiology, Prentice Hall International*. United State of America.
- Munir, R., 2004, *Pengolahan Citra Digital*, Penerbit Informatika Bandung. Bandung
- Nothrop, R. B., 2004, *Analysis and Application of Analog Electronic Circuits to Biomedical Instrumentation*, CRC Press. Biomedical Engineering Series. Washington D.C 64
- Priyani, D. R. E., 2009, *Aplikasi Diagnosa Gangguan Lambung melalui Citra Iris Mata Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation*, Universitas Pembangunan Nasional Fakultas Ilmu Komputer, Jakarta
- Putra, D., 2010, *Pengolahan Citra Digital*, Penerbit Andi, Yogyakarta
- Schramot, L., 1990, *An Introduction To Electrography*, Blackwell Scientific Publication, Oxford

- Siang, J. J., 2005, *Jaringan Saraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*, Penerbit Andi. Yogyakarta
- Sloane, E., 2003, *Anatomi dan Fisiologi Untuk Pemula*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta
- Vahed, A., 2005, *3-Lead Wireless ECG*, University of KwaZulu-Natal, South Africa
- Waslaludin, S. dan Wahyudin, A., 2010, *Klasifikasi Pola Sinyal Elektrik Jantung Pada Elektrokardiograf (EKG) Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Berbasis Metode Backpropagation*, Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung
- Widodo, A., 2009, *Sistem akuisisi ECG menggunakan USB untuk mendeteksi aritmia*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya