

Metode Jaringan Syaraf Tiruan dalam Prediksi Serangan Jantung yang Efektif

Sahat Sonang S¹, Ferri Ojak Imanuel Pardede², dan Arifin dan Tua Purba³

^{1,3}Manajemen Informatika, AMIK Tunas Bangsa

²Teknik Informatika, AMIK Parbina Nusantara

Email : sahatsonangstr@gmail.com¹, ferri_pardede@yahoo.com², dan arifintuaprb@gmail.com³

Abstract

The diagnosis of diseases is a vital and intricate job in medicine. The recognition of heart disease from various features or signs is a multi-layered problem that is not free from false assumptions and is frequently accompanied by impulsive effect. To detect whether the patient has heart disease, the authors used 13 input variables are: age, smoking, overweight, alcohol intake, high salt diet, high saturated fat diet, hereditary, blood pressure, cholesterol, blood sugar, heart rate, sports, and daily habits. Backpropagation algorithm is used by the author. Neural networks are used has an input layer consisting of 13 pieces of nodes, one hidden layer made consists of six pieces that were randomly determined by the activation function, and also an output layer with 1 piece of nodes with Sigmoid activation function. Training and testing in this thesis using Visual Basic 6.0 software, and tested network architecture is 13-2-1, 13-3-1, 13-4-1, 13-5-1, and 13-6-1. of the results of processing with Visual Basic 6.0, training and testing can be summed up with the architectural pattern of 13-6-1 is the best patterns with minimum error -0.0027.

Keywords : Neural Network, Back propagation, Heart Disease.

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Sekarang ini, kebutuhan pengakuan akan informasi data yang efektif tidak jelas dan penting untuk pengambilan keputusan, dari kumpulan besar data yang terus meningkat. Ini terdiri dari berbagai sub-tugas dan keputusan dan disebut sebagai proses interaktif dan iteratif penemuan pengetahuan dari data. Proses penting dari penemuan pengetahuan adalah konversi pakar dan sistem prediksi serangan jantung yang efektif menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan.

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) atau *Neural Network* adalah suatu metode komputasi yang meniru sistem Jaringan Syaraf biologis (Yani, Eli, 2003). Data riwayat medis terdiri dari sejumlah tes penting untuk mendiagnosa penyakit tertentu. Deteksi penyakit dari beberapa faktor atau gejala adalah multi-lapis masalah dan dapat mengakibatkan asumsi yang salah yang sering dikaitkan dengan efek tidak menentu. Oleh karena itu tampak masuk akal untuk mencoba memanfaatkan pengetahuan dan pengalaman beberapa pakar dikumpulkan dalam membantu proses diagnosis.

Teknik Jaringan Syaraf Tiruan digunakan oleh penulis untuk menyajikan pendekatan diagnosis untuk beragam jenis penyakit jantung. Dengan memanfaatkan teknik Jaringan Syaraf Tiruan dengan algoritma *Backpropagation* sehingga untuk mengambil data yang relevan dengan serangan jantung. Setelah itu, Jaringan Syaraf Tiruan adalah dilatih dengan pola yang signifikan dipilih untuk memprediksi serangan jantung dengan cara yang efisien. Penulis melanjutkan pengolahan data dengan *Backpropagation* sebagai algoritma pelatihan.

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai tentang penyakit jantung yang diderita oleh pasien dan menganalisa penyakit melalui data dari keluhan-keluhan yang dirasakan oleh pasien.

2. DASAR TEORI

2.1. Artificial Intelligence

Artificial intelligence atau kecerdasan buatan menurut Rich and knight [1991] "merupakan sebuah studi tentang bagaimana membuat komputer melakukan hal-hal yang pada saat ini dapat

dilakukan lebih baik oleh manusia" dan H.A. Simon [1987] mendefinisikan "Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) merupakan kawasan penelitian, aplikasi dan instruksi yang terkait dengan pemrograman komputer untuk melakukan sesuatu hal yang -dalam pandangan manusia adalah- cerdas" dalam *Encyclopedia Britannica* : "Kecerdasan buatan (AI) merupakan cabang dari ilmu komputer yang dalam merepresentasi pengetahuan lebih banyak menggunakan bentuk simbol-simbol dari pada bilangan, dengan memproses informasi berdasarkan metode *heuristic* atau dengan berdasarkan sejumlah nilai.

Jadi *Artificial Intelligence* atau kecerdasan buatan merupakan salah satu cabang ilmu dalam bidang komputer dengan kemampuan atau kepintaran seperti manusia, yang tujuannya adalah untuk mempercepat, menganalisa, meringankan, menggantikan, pendidikan, akuntansi perbankan, olah raga dan lainnya, karena kecerdasan buatan yang diterapkan dalam komputer sudah merambah segala aspek kehidupan.

2.2. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) atau *neural network* adalah suatu metode komputasi yang meniru sistem jaringan Syaraf biologis. Metode ini menggunakan elemen perhitungan *non-linear* dasar yang disebut *neuron* yang diorganisasikan sebagai jaringan yang saling berhubungan, sehingga mirip dengan jaringan Syaraf manusia. Jaringan Syaraf Tiruan dibentuk untuk memecahkan suatu masalah tertentu seperti pengenalan pola atau klasifikasi karena proses pembelajaran (Yani, Eli, 2005). Layaknya *neuron* biologi, Jaringan Syaraf Tiruan juga merupakan sistem yang bersifat "*fault tolerant*" dalam 2 hal. Pertama, dapat mengenali sinyal *input* yang agak berbeda dari yang pernah diterima sebelumnya. Sebagai contoh, manusia sering dapat mengenali seseorang yang wajahnya pernah dilihat dari foto atau dapat mengenali seseorang yang wajahnya agak berbeda karena sudah lama tidak menjumpainya. Kedua, tetap mampu bekerja meskipun beberapa *neuron*nya tidak mampu bekerja dengan baik. Jika sebuah *neuron* rusak, *neuron* lain dapat dilatih untuk menggantikan fungsi *neuron* yang rusak tersebut.

2.3. Propagasi Balik

Propagasi balik atau *backpropagation* merupakan salah satu teknik pembelajaran/pelatihan *supervised learning* yang paling banyak digunakan. Metode ini merupakan salah satu metode yang sangat baik

dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Di dalam jaringan propagasi balik, setiap unit yang berada di lapisan *input* terhubung dengan setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi. Setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi terhubung dengan setiap unit yang ada di lapisan *output*. Jaringan ini terdiri dari banyak lapisan (*multilayer network*). Ketika jaringan diberikan pola masukan sebagai pola pelatihan, maka pola tersebut menuju unit-unit lapisan tersembunyi untuk selanjutnya diteruskan pada unit-unit di lapisan keluaran. Kemudian unit-unit lapisan keluaran akan memberikan respon sebagai keluaran Jaringan Syaraf Tiruan. Saat hasil keluaran tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka keluaran akan disebarkan mundur (*backward*) pada lapisan tersembunyi kemudian dari lapisan tersembunyi menuju lapisan masukan (Puspitaningrum, Diah, 2006).

Tahap pelatihan ini merupakan langkah untuk melatih suatu Jaringan Syaraf Tiruan, yaitu dengan cara melakukan perubahan bobot. Sedangkan penyelesaian masalah akan dilakukan jika proses pelatihan tersebut telah selesai, fase ini disebut fase pengujian (Puspitaningrum, Diah, 2006).

2.4. Arsitektur Propagasi Balik

Setiap unit di dalam *layer input* pada jaringan propagasi balik selalu terhubung dengan setiap unit yang berada pada *layer* tersembunyi, demikian juga setiap unit pada *layer* tersembunyi selalu terhubung dengan unit pada *layer output*. Jaringan propagasi balik terdiri dari banyak lapisan (*multilayer network*) (Puspitaningrum, Diah, 2006), yaitu :

1. Lapisan *input* (1 buah), yang terdiri dari 1 hingga n unit *input*.
2. Lapisan tersembunyi (minimal 1 buah), yang terdiri dari 1 hingga p unit tersembunyi.
3. Lapisan *output* (1 buah), yang terdiri dari 1 hingga m unit *output*.

2.5. Analisa Penyakit Jantung

Penyakit jantung meliputi penyakit beragam yang mempengaruhi jantung. Penyakit jantung adalah penyebab utama dari korban di Amerika Serikat, Inggris, Kanada dan Wales pada tahun 2007. Penyakit jantung membunuh satu orang setiap 34 detik di Amerika Serikat. Penyakit jantung koroner, *kardiomiopati* dan penyakit *kardiovaskular* adalah beberapa kategori penyakit jantung. Istilah "*Kardiovaskular* penyakit" mencakup berbagai kondisi yang mempengaruhi jantung dan pembuluh darah dan cara di mana darah dipompa dan diedarkan ke seluruh tubuh. *Kardiovaskular* penyakit (CVD) menghasilkan penyakit berat, cacat, dan kematian. Penyempitan

arteri koroner hasil dari pengurangan suplai darah dan oksigen ke jantung dan mengarah ke penyakit jantung koroner (PJK). Miokard infark, umumnya dikenai sebagai serangan jantung, dan angina pectoris, atau nyeri dada tercakup dalam PJK tersebut. Sebuah tiba-tiba penyumbatan arteri koroner, umumnya karena bekuan darah menyebabkan serangan jantung. Sakit dada muncul ketika darah yang diterima oleh otot-otot jantung tidak memadai.

Tekanan darah tinggi, penyakit arteri koroner, penyakit katup jantung, stroke, atau rematik demam / penyakit jantung rematik adalah berbagai bentuk penyakit kardiovaskular. Organisasi Kesehatan Dunia Organisasi memperkirakan bahwa 12 juta kematian terjadi di seluruh dunia, setiap tahun karena penyakit kardiovaskular. Separuh dari kematian di Amerika Serikat dan Negara-negara maju lainnya terjadi karena *cardio* penyakit pembuluh darah. Itu juga merupakan alasan utama kematian di banyak negara berkembang. Pada keseluruhan, itu dianggap sebagai alasan utama di balik kematian pada orang dewasa.

2.6. Data Input

Data input diperoleh dari hasil pemeriksaan oleh dokter-dokter terhadap pasien di Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Djasamen Saragih Pematangsiantar. Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan oleh dokter-dokter, maka data rekam medis di Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Djasamen Saragih Pematangsiantar seperti yang terdapat pada tabel 4.2:

Tabel 1. Daftar Kriteria dalam Deteksi Penyakit Jantung

Kriteria	Keterangan	Bobot
Jenis Kelamin (Laki-Laki; Perempuan)	Umur < 30	0.1
	Umur > 30 < 50	0.3
	Umur > 50 < 70	0.7
	Umur > 70	0.8
Merokok	Tidak	0.1
	Masa Lalu	0.3
	Ya	0.6
Kelebihan berat badan	Ya	0.8
	Tidak	0.1
Penggunaan alkohol	Tidak	0.1
	Masa Lalu	0.3
	Ya	0.6
Pola makan garam yang tinggi	Ya	0.9
	Tidak	0.1
Pola makan lemak yang tinggi	Ya	0.9
	Tidak	0.1
Olah raga	Ya	0.1
	Tidak	0.6
Keturunan	Ya	0.7
	Tidak	0.1
Tekanan Darah	Normal (130/89)	0.1
	Rendah (< 119/79)	0.8
	Tinggi (> 200/160)	0.9

Kolesterol	Sangat Tinggi > 200	0.9
	Tinggi: 160 - 200	0.8
	Normal < 160	0.1
Tekanan Gula	Tinggi >120 dan <400	0.5
	Normal: 90 - 120	0.1
	Rendah <90	0.4
Tekanan Jantung	Rendah <60 bpm	0.9
	Normal 60 bpm - 100 bpm	0.1
	Tinggi > 100 bpm	0.9
Kebiasaan sehari-hari	Malas	0.7
	Tidak	0.1

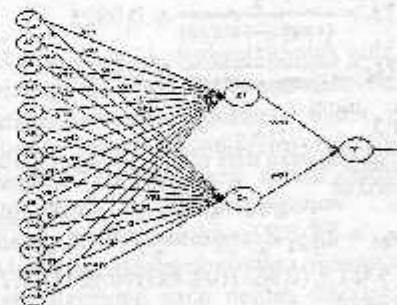
Sumber: *European Journal of Scientific Research* ISSN 1450-216X vol. 31 No.4 (2009), pp.642-656

3. Pengujian

3.1. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Pada permasalahan ini arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan yang digunakan adalah Jaringan Syaraf Tiruan dengan banyak lapisan (*multi layer*) dengan algoritma *Backpropagation*, yang terdiri dari:

- a. Lapisan masukan (*input*) dengan 13 simpul ($x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}$).
- b. Lapisan tersembunyi (*Hidden*) dengan jumlah simpul ditentukan oleh pengguna (Z_1, Z_2).
- c. Lapisan keluaran (*Output*) dengan 1 simpul (Y).



Gambar 1. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Prediksi Penyakit Jantung dengan 2 Hidden Layer

Jaringan syaraf yang akan dibangun adalah algoritma propagasi balik (*Backpropagation*) dengan fungsi aktivasi *Sigmoid*. Fungsi aktivasi dalam jaringan syaraf tiruan dipakai untuk menentukan keluaran suatu *Neuron*.

3.2. Perancangan Manual Jaringan Syaraf Tiruan dengan 2 Hidden Layer

Langkah 1

Menuliskan dan memberikan nilai input serta bobot awal.

- a. Tuliskan nilai *input* yang diberikan
 $x_1 = 0.7$ $x_2 = 0.6$ $x_3 = 0.1$ $x_4 = 0.6$ $x_5 = 0.1$
 $x_6 = 0.1$ $x_7 = 0.1$ $x_8 = 0.8$ $x_9 = 0.8$ $x_{10} = 0.4$
 $x_{11} = 0.9$ $x_{12} = 0.6$ $x_{13} = 0.1$

- b. Berikan nilai bobot (V) dari input ke lapisan tersembunyi dengan nilai acak.
- c. Berikan nilai bobot (W) dari lapisan tersembunyi ke *output* dengan nilai acak.

Langkah 2

Menghitung keluaran dari *hidden layer* (Z) dengan menggunakan persamaan

$$z_{netj} = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji}$$

$$Z_{net1} = 0.4461 + (0.7(1.2234) + 0.6(0.1224) + 0.1(0.3712) + 0.6(0.3245) + 0.1(0.6213) + 0.1(-0.1537) + 0.1(0.6232) + 0.8(1.1635) + 0.8(1.8121) + 0.4(0.8523) + 0.9(-0.4267) + 0.6(-0.1734) + 0.1(0.5738))$$

$$Z_{net1} = 4.00753$$

$$Z_{net2} = 0.2322 + (0.7(-0.2171) + 0.6(0.4532) + 0.1(0.7324) + 0.6(1.2762) + 0.1(1.6122) + 0.1(0.5324) + 0.1(0.7585) + 0.8(0.7702) + 0.8(-0.5732) + 0.4(1.4324) + 0.9(1.5643) + 0.6(1.7584) + 0.1(0.3454))$$

$$Z_{net2} = 4.70943$$

Kemudian dicari nilai Y_{zj} dengan persamaan

$$Y_{zj} = f(z_{netj}) = \frac{1}{1 + e^{-z_{netj}}}$$

$$Y_{z1} = \frac{1}{1 + \exp(-4.00753)} = 0.9821$$

$$Y_{z2} = \frac{1}{1 + \exp(-4.70943)} = 0.9911$$

Langkah 3

Menghitung keluaran dari nilai Y_k dengan persamaan sebagai berikut:

$$Y_{netk} = w_{k0} + \sum_{j=1}^p Z_j w_{jk}$$

$$Y_{net1} = 0.4321 + (0.9821(0.6422) + 0.9911(-0.1213))$$

$$Y_{net1} = 0.9426$$

Kemudian dicari nilai Y_k dengan persamaan

$$Y_k = f(Y_{netk}) = \frac{1}{1 + e^{-Y_{netk}}}$$

$$Y_1 = \frac{1}{1 + \exp(-0.9426)} = 0.7196$$

Langkah 4

Menghitung faktor *error* (δ) di unit keluaran Y_k dengan $t_k = 0.6950$ melalui persamaan berikut:

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{netk}) = (t_k - y_k) y_k(1 - y_k)$$

$$\delta_1 = (0.6950 - 0.7196) 0.7196(1 - 0.7196)$$

$$\delta_1 = -0.0050$$

untuk melakukan perhitungan pada data selanjutnya, maka kita perlu melakukan perhitungan perubahan nilai bobot W_{jk} (dengan $\alpha = 0.1$) yang akan digunakan nantinya untuk mengubah nilai

bobot *hidden layer* ke *output* dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\Delta W_{jk} = \alpha \delta_k Y_j; \quad k=1,2,3,\dots,m; j=0,1,\dots,p$$

$$\Delta W_{10} = 0.1(-0.0050) 1 = -0.0005$$

$$\Delta W_{11} = 0.1(-0.0050) 0.9821 = -0.0005$$

$$\Delta W_{21} = 0.1(-0.0050) 0.9911 = -0.0005$$

Selanjutnya akan dilakukan proses perhitungan perubahan nilai bobot (W) baru dari lapisan tersembunyi ke *output* dengan menjumlahkan nilai bobot (W) awal dengan nilai bobot (ΔW), dengan menggunakan persamaan berikut:

$$W_{jk}^{(p+1)} = W_{jk}^{(p)} + \Delta W_{jk}$$

$$W_{10}^{(2)} = 0.4321 + (-0.0005) = 0.4316$$

$$W_{21}^{(2)} = 0.6422 + (-0.0005) = 0.6417$$

$$W_{22}^{(2)} = -0.1213 + (-0.0005) = -0.1218$$

Langkah 5

Hitung penjumlahan kesalahan dari *hidden layer* (δ), karena jaringan hanya memiliki sebuah unit keluaran persamaan:

$$\delta_j = Y_{zj} * [1 - Y_{zj}] * \sum_{k=1}^m \delta_k * W_{zj,k}$$

$$\delta Z_{1(1)} = Y_{z1(1)} * [1 - Y_{z1(1)}] * \sum_{k=1}^2 \delta_k * W_{z1,k}$$

$$\delta Z_{1(1)} = 0.9821 * [1 - 0.9821] * (-0.0050 * 0.6417) = -0.0001$$

$$\delta Z_{2(1)} = Y_{z2(1)} * [1 - Y_{z2(1)}] * \sum_{k=1}^2 \delta_k * W_{z2,k}$$

$$\delta Z_{2(1)} = 0.9911 * [1 - 0.9911] * (-0.0050 * -0.1218) = 0.0000$$

Perubahan bobot ke unit *hidden layer*, hasil perhitungan ini akan kita gunakan untuk melakukan perubahan nilai bobot dari *layer input* ke *hidden layer* dengan menggunakan persamaan $\Delta V_{ij} = \alpha \delta_j X_j$

$$\Delta V_{10} = (0.1)(-0.0001)(1) = -0.00001 = 0.0000$$

$$\Delta V_{11} = (0.1)(-0.0001)(0.7) = -0.00001 = 0.0000$$

$$\Delta V_{21} = (0.1)(-0.0001)(0.6) = -0.00001 = 0.0000$$

Selanjutnya akan melakukan proses perhitungan perubahan nilai bobot (V) baru dari lapisan *input* ke *hidden layer* dengan menjumlahkan nilai bobot (V) awal dengan nilai bobot (ΔV) yang terdapat pada langkah 5, dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V_{ij}^{(p+1)} = V_{ij}^{(p)} + \Delta V_{ij}$$

$$V_{10}^{(2)} = 0.4461 + 0.0000 = 0.4461$$

$$V_{11}^{(2)} = 1.2243 + 0.0000 = 1.2243$$

$$V_{21}^{(2)} = 0.1224 - 0.0000 = 0.1224$$

Pada iterasi 1 dapat kita lihat bahwa nilai bobot (V) yang baru tidak berubah dengan nilai bobot (V) yang lama, maka dapat kita simpulkan bahwa nilai *error* minimum (δ_k) adalah -0.0050 ini menggambarkan bahwa kondisi pasien tidak normal tetapi mengalami penyakit jantung. Pelatihan dan pengujian tidak cukup hanya dengan satu iterasi selama nilai bobot (V) mengalami perubahan, baru

ditentukan sebanyak mungkin sampai menemukan nilai nilai *error* minimum sebesar 0 (nol) atau tingkat *error* terendah. Untuk melakukan pengolahan data yang lebih banyak tidak mungkin

dilakukan secara manual tetapi harus menggunakan alat bantu seperti *Software Matlab* dan *Visual Basic 6.0* dalam hal ini penulis menggunakan *Software Visual Basic 6.0*.

3.3. Hasil Pengujian Sistem

Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem

N "	Pengujian dengan Visual Basic 6.0. Model 13-6-1			Pengujian dengan Matlab Model 13-6-1			Pengujian dengan Matlab Model 13-6-3-1		
	Target	Output	Error	Target	Output	Error	Target	Output	Error
1	0.8862	0.9256	-0.0027	0.8862	0.9179	-0.0317	0.8862	0.8862	-0.0002
2	0.8862	0.9285	-0.0028	0.8862	0.9213	-0.0351	0.8862	0.8862	0.1333
3	0.8862	0.9250	-0.0027	0.8862	0.9179	-0.0317	0.8862	0.8862	0.0021
4	0.8862	0.9273	-0.0028	0.8862	0.9180	0.0282	0.8862	0.8862	0.0050
5	0.8862	0.9249	-0.0027	0.8862	0.9138	-0.0276	0.8862	0.8862	-0.0004
6	0.8862	0.9216	-0.0026	0.8862	0.9592	-0.0730	0.8862	0.8862	0.0004
7	0.8862	0.9237	-0.0026	0.8862	0.8653	0.0209	0.8862	0.8862	0.0021
8	0.8862	0.9264	-0.0027	0.8862	0.8456	0.0406	0.8862	0.8862	0.0003
9	0.8862	0.9200	-0.0025	0.8862	0.9165	-0.0307	0.8862	0.8862	0.0044
10	0.8862	0.9283	-0.0028	0.8862	0.9075	-0.0211	0.8862	0.8862	0.0011
11	0.8862	0.9261	-0.0027	0.8862	0.8599	0.0323	0.8862	0.8862	0.0013
12	0.8862	0.9210	-0.0025	0.8862	0.9165	-0.0303	0.8862	0.8862	0.0038
13	0.8862	0.9281	-0.0028	0.8862	0.9328	-0.0466	0.8862	0.8862	0.0041
14	0.8862	0.9279	-0.0028	0.8862	0.9171	-0.0609	0.8862	0.8862	-0.0002
15	0.8862	0.9248	-0.0027	0.8862	0.8271	0.0591	0.8862	0.8862	0.0040

Dari ketiga model yang digunakan penulis dalam proses pengujian sistem Jaringan Syaraf Tiruan dengan algoritma *Backpropagation* dengan menggunakan *visual basic*, dan *matlab* dengan sampel data sebanyak 25 orang data rekam medis, maka penulis menyimpulkan lebih baik menggunakan model 13-6-3-1. Dari hasil yang diperoleh model ini lebih selektif dalam mengolah data serta *epoch* (pengulangan) lebih sedikit digunakan untuk memperoleh *error* minimum.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan pengujian serta implementasi data rekam medis dengan menggunakan program *Matlab* dan *Visual Basic 6.0*, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Jaringan Syaraf Tiruan dapat digunakan untuk memprediksi penyakit jantung yang efektif oleh seorang pasien berdasarkan 13 variabel sebagai masukan dari pasien yaitu: umur, merokok, kelebihan berat badan, pengguna alkohol, pola makan garam yang tinggi, pola makan lemak yang tinggi, penyakit keturunan,

2. Arsitektur yang digunakan untuk penelitian metode Jaringan Syaraf Tiruan dalam prediksi penyakit jantung yang efektif menggunakan algoritma *Backpropagation* dengan menggunakan arsitektur 13-6-3-1.
3. Algoritma *Backpropagation* merupakan salah satu algoritma yang mudah diterapkan untuk menyelesaikan beberapa permasalahan terutama yang berkaitan dengan pengambilan keputusan.

Daftar Pustaka

- [1] Siam, Jong Jek, (2005). "*Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*", Yogyakarta : Andi.
- [2] Hermawan, Arief, (2006). "*Jaringan Syaraf Tiruan. Teori dan Aplikasi*", Yogyakarta : Andi.
- [3] Kusuma dewi, Sri, (2003). "*Artificial Intelligence, Teori dan Aplikasinya*", Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [4] Kusumadewi, Sri, (2004). "*Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Matlab dan Excellink*", Yogyakarta : Andi.
- [5] Puspitaningrum, Diyah, (2006). "*Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan*". Yogyakarta: Andi.

- [6] Negrovitsky, Michael, (2005). "*Artificial Intelligence A Guide Intelligence System*", Addison-Wesley
- [7] Nikolaev Nikolay Y, Iba Hitoshi, (2006). "*Adaptive Learning Of Polynomial Network Genetic Programming, Backpropagation and Bayesian Methods*", Springer.
- [8] Waludin Wabab, (2004). "*Jurnal Aplikasi Back-Propogation Multi Layer Perceptron Pada Identifikasi Dinamika Sistem Nonlinier*".
- [9] Shantakumar B.Patil, Dr.Y.S.Kumaraswamy, (2009). "*Journal International Extraction of Significant Patterns from Heart Disease Warehouses for Heart Attack Prediction*".
- [10] Shantakumar B.Patil, Dr.Y.S.Kumaraswamy, (2009). "*European Journal Intelligent and Effective Heart Attack Prediction System Using Data Mining and Artificial Neural Network*".
- [11] Romi Wiryadinata, Dwi Ana Ratnawati, (2005). "*Jurnal Simulasi Jaringan Syaraf Tiruan Berbasis Metode Backpropogation Sebagai Pengendali Kecepatan motor DC*".
- [12] Bernard Rcualdy Suteja, "*Jurnal Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Propogasi Balik Studi Kasus Pengenalan Jenis Kopi*".
- [13] Lukman Taliba, Nana Jahana, Yeferi Handoko Putra, "*Jurnal Sistem Pengenalan Real-Time dengan Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Algoritma Backpropagation*".
- [14] Achmad Hidayatno, R. Rizal Isnanto, Dian Kurnia Widya Buana, "*Jurnal Identifikasi Tanda Tangan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik (Backpropagation)*".
- [15] Analia Puspita, Banike, (2007). "*Jurnal Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Backpropagation untuk Memprediksi Bibir Sumbing*".