



IMPLEMENTASI JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION SEBAGAI SISTEM DETEKSI PENYAKIT TUBERCULOSIS (TBC)

Ratnaningtyas Widayanti Purnamasari, Dwijanto, Endang Sugiharti

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D7 Lt.1, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Juni 2013
Disetujui Juli 2013
Dipublikasikan Nopember 2013

Keywords:
Artificial Neural Network (ANN)
Backpropagation
Matlab Software
Tuberculosis

Abstrak

Aplikasi jaringan syaraf tiruan (JST) melalui pengenalan pola terjadinya sesuatu telah banyak dikaji dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan. JST mampu memberikan hasil keputusan berdasarkan data yang dilatihkan. Penelitian ini membuat sebuah aplikasi JST untuk mendiagnosis penyakit Tuberculosis. Sistem deteksi ini dibuat dengan menggunakan perangkat lunak Matlab R2009a. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui arsitektur JST yang maksimal dan mengetahui besarnya kemampuan JST dalam mengklasifikasikan data. Gejala-gejala penyakit TBC yang digunakan sebagai input untuk mendiagnosis penyakit tersebut terdiri atas 6 variabel dengan kode target 1 untuk suspek TBC dan 0 untuk negatif TBC. Berdasarkan hasil penelitian menggunakan JST dengan metode backpropagation menunjukkan bahwa dengan adanya variasi jumlah neuron hidden layer dan learning rate dalam arsitektur JST akan diperoleh arsitektur jaringan yang optimal. Arsitektur jaringan menghasilkan tingkat akurasi 100% dengan parameter tingkat belajar 0,5, 1 lapisan tersembunyi dengan 100 buah node, kesalahan target 0,001, dan jumlah epoch 1000.

Abstract

Applications of artificial neural network (ANN) through pattern recognition of something has been studied in various fields of science. ANN is able to provide the decisions according to trained data. This research made an ANN application for diagnosing tuberculosis disease. This detection system has been designed using the Matlab software R2009a. The purposes of this research were to determine the maximum architecture ANN and know the ability of ANN in classifying data. The symptoms of tuberculosis disease which used as input to diagnose that disease consists of 6 variables with the target code 1 for tuberculosis suspected and 0 for negative tuberculosis. Based on the results of research using neural network with backpropagation method showed that variation of number of neuron hidden layers and learning rates on the architecture of the ANN will lead to an optimal neural network architecture. That architecture resulted accuracy rate was 100% with learning rate parameter was 0.5, 1 hidden layer with 100 nodes, the target error was 0.001, and the number of epoch was 1000.

Pendahuluan

Penyakit Tuberculosis (TBC) merupakan suatu penyakit infeksi kronis atau menahun dan menular langsung yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* yang dapat menyerang pada siapa saja tanpa memandang usia dan jenis kelamin. Menurut Zain, sebagaimana dikutip oleh Muttaqin (2008), berdasarkan Survei Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) 1992, penyakit TBC di Indonesia merupakan penyebab kematian nomor dua terbesar setelah penyakit jantung. Angka penemuan penderita TBC di kota Pekalongan tahun 2010 di 12 Puskesmas sebanyak 145 penderita (Case Detection Rate/ CDR 43,54%) meningkat dibandingkan tahun 2009 sebanyak 127 penderita (CDR 39,81%). Sedangkan angka penemuan kasus dari Balai Kesehatan Paru Masyarakat (BKPM) dan rumah sakit sebanyak 175 penderita (CDR 52,55%). Sehingga apabila digabungkan, maka pencapaian CDR tahun 2010 adalah sebesar 96,1% dan angka tersebut sudah di atas target nasional yaitu sebesar 70% (Dinas Kesehatan kota Pekalongan).

Pengenalan pola terjadinya sesuatu merupakan hal yang sangat penting dalam ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam pengolahan data-data yang telah ada untuk mendeteksi suatu kejadian yang akan datang. Dalam proses identifikasi data, diperlukan suatu metode yang digunakan untuk mempelajari output dari data-data yang telah diinputkan ke dalam suatu sistem. Metode yang bisa digunakan untuk membuat sistem tersebut adalah jaringan syaraf tiruan (JST) backpropagation. Menurut Er et al. (2010), JST telah banyak diterapkan dalam mendiagnosis penyakit pernapasan dengan struktur jaringan yang berbeda-beda dan menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah (1) Bagaimana menciptakan suatu sistem yang dapat mendeteksi penyakit Tuberculosis (TBC) secara dini menggunakan model jaringan syaraf tiruan backpropagation? (2) Bagaimana tingkat akurasi sistem dalam mendeteksi suspek atau tidaknya pasien mengidap penyakit Tuberculosis (TBC) berdasarkan data-data yang ada?

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) Merancang suatu sistem yang dapat mendeteksi penyakit TBC secara dini dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation supaya pasien mendapat pengobatan sedini mungkin. (2) Mengetahui tingkat akurasi sistem dalam

mendeteksi penyakit TBC. (3) Menentukan arsitektur jaringan yang optimal untuk JST dalam mendeteksi penyakit TBC.

JST merupakan sistem pemrosesan informasi yang mempunyai penampilan karakteristik menyerupai jaringan syaraf biologi (Fausett, 1994). Backpropagation merupakan salah satu dari metode pelatihan pada jaringan syaraf, dimana ciri dari metode ini adalah meminimalkan error pada output yang dihasilkan oleh jaringan (Puspita & Eunike, 2007). JST adalah salah satu alternatif pemecahan masalah dan banyak diminati oleh para peneliti pada saat ini. Hal ini adalah karena keluwesan yang dimiliki oleh JST, baik dalam perancangan maupun penggunaannya. Penelitian-penelitian tentang aplikasi penggunaan JST melalui pengenalan pola terjadinya sesuatu telah banyak dikaji dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan, misalnya di bidang kedokteran adalah Application of Neural Networks to the Interpretation of Laboratory Data in Cancer Diagnosis (Astion & Peter, 1992). Jaringan syaraf tiruan juga digunakan dalam bidang ekonomi seperti Prediksi Harga Saham Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Multilayer Feed Forward Network dengan Algoritma Backpropagation (Setiawan, 2008).

Dalam sistem deteksi TBC ini diperlukan suatu software yang dapat membantu mengimplementasikan gejala-gejala TBC menjadi sebuah angka-angka yang selanjutnya dapat diolah menjadi suatu informasi. Menurut Iqbal (2009), Matlab adalah sebuah bahasa dengan (high-performance) kinerja tinggi untuk komputasi masalah teknik.

Setelah dilakukan pemodelan data untuk sistem pendeteksian, maka hal yang harus dikerjakan selanjutnya adalah menentukan seberapa besar akurasi sistem tersebut dalam mengenali data set pengujian. Suatu confusion matrix merupakan alat yang berguna untuk menganalisis seberapa baik pengklasifikasi tersebut dapat mengenali tupel dalam kelas-kelas yang berbeda (Hermoza et al., 2011).

Metode Penelitian

Tahap pertama adalah studi pustaka. Dalam studi pustaka ini digunakan sumber pustaka yang relevan yang digunakan untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan dalam penelitian. Studi pustaka dengan mengumpulkan sumber pustaka yang dapat

berupa buku, teks, makalah, dan sebagainya. Setelah sumber pustaka terkumpul dilanjutkan dengan penelaahan dari sumber pustaka tersebut. Pada akhirnya sumber pustaka itu dijadikan landasan untuk menganalisis permasalahan.

Dalam penelitian ini, perlu adanya studi pustaka yang berkaitan dengan permasalahan yang ada, yaitu tentang apa saja gejala-gejala umum penyakit TBC, jaringan syaraf tiruan backpropagation dan software Matlab yang akan dimanfaatkan untuk membantu menyelesaikan masalah yang ada.

Tahap kedua adalah perumusan masalah. Tahap ini dimaksudkan untuk memperjelas permasalahan sehingga mempermudah pembahasan selanjutnya. Selain itu, perumusan masalah juga menjadi sangat penting karena hal ini menjadi dasar dan tujuan akhir kenapa dilakukan penelitian ini. Masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana mengimplementasikan jaringan syaraf tiruan backpropagation sebagai sistem deteksi penyakit Tuberculosis. Agar bisa dimanfaatkan sebagai upaya untuk memberikan peringatan sedini mungkin berdasarkan pada data-data yang ada sebelumnya.

Langkah ketiga adalah pemecahan masalah. Dari permasalahan yang ada, yaitu bagaimana menciptakan suatu sistem yang dapat mendeteksi penyakit Tuberculosis (TBC) secara dini menggunakan model jaringan syaraf tiruan backpropagation, maka selanjutnya disusun langkah-langkah untuk memecahkan masalah tersebut. Langkah-langkah tersebut diuraikan sebagai berikut: (1) Mengumpulkan data gejala-gejala umum TBC untuk data pelatihan sistem. Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data terkait dengan gejala-gejala TBC yang meliputi batuk, sesak napas, nyeri dada, demam pada sore atau malam hari, penurunan nafsu makan, dan badan lemah (malaise). Sebagai outputnya merupakan prediksi seseorang suspek TBC atau tidak. Data-data yang digunakan untuk melakukan pelatihan program dan sebagai data latih serta data uji untuk sistem melalui proses wawancara secara langsung kepada pasien BKPM kota Pekalongan serta dengan menganalisis data rekam medis setiap pasien. Data-data yang telah ada kemudian diolah berdasarkan kebutuhan agar bisa dijadikan data input serta akan dijadikan data latih dan data target sistem. (2) Merancang dan membuat sistem deteksi penyakit TBC dengan

menggunakan software Matlab. Setelah data-data terkait gejala-gejala TBC telah diperoleh, langkah selanjutnya adalah merancang sistem deteksi untuk mengenali gejala-gejala penyakit TBC yang ada.

Sistem deteksi ini dirancang dengan menggunakan software Matlab R2009a. Software ini memiliki tools yang dapat memudahkan dalam proses pembuatan program, khususnya jaringan syaraf tiruan. Dalam pembuatan sistem, tahap yang harus dilakukan mulai dari pembuatan desain program dengan menggunakan Grapics User Interface (GUI) kemudian dilanjutkan dengan melengkapi coding Matlab agar desain program bisa berfungsi. (3) Melakukan pengujian sistem. Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dirancang. Pengujian sistem dilakukan dengan menghitung tingkat akurasi sistem dalam mendeteksi positif atau negatifnya penyakit TBC pada pasien. Langkah yang harus ditempuh yakni menggunakan confusion matrix. Untuk melihat arsitektur jaringan yang paling efektif, dapat dilihat dari Mean Square Error (MSE) dari proses pelatihan serta melihat recognition rate dari proses perhitungan dengan melihat hasil confusion matrix. (4) Penarikan kesimpulan. Langkah ini merupakan langkah terakhir dari penelitian. Penarikan kesimpulan didasarkan pada studi pustaka dan pembahasan permasalahan serta merupakan hasil analisis dari penelitian. Simpulan yang diperoleh adalah tentang bagaimana cara membuat sistem deteksi penyakit TBC dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation. Sehingga dapat diketahui besar tingkat akurasi sistem yang dihasilkan pada proses mendeteksi penyakit TBC serta bagaimana membangun arsitektur jaringan yang optimal untuk sistem deteksi ini.

Hasil dan Pembahasan

Sistem deteksi untuk mengetahui suspek atau tidaknya pasien menderita penyakit TBC ini dibuat melalui beberapa proses. Berikut adalah beberapa tahapan yang dilalui. (1) Pengambilan data. Data-data yang digunakan untuk melakukan pelatihan program dan sebagai data latih serta data uji diambil secara acak melalui proses wawancara secara langsung kepada pasien serta dengan menganalisis data rekam medis setiap pasien, mulai dari anak-anak, orang dewasa, dan orang tua pada tanggal 11 – 28 Februari 2013 di BKPM kota Pekalongan. Jumlah data yang digunakan sebanyak 70 pasien suspek TBC dan 30 pasien

non TBC, dengan 80 data sebagai pelatihan dan 20 data dipergunakan untuk menguji keakuratan sistem yang digunakan untuk mengenali pola masukan. (2) Pendefinisian input dan target. Data gejala-gejala yang dialami oleh pasien selanjutnya akan diolah oleh jaringan. Agar data dapat dikenali oleh jaringan, maka data harus direpresentasikan ke dalam bentuk numerik antara 0 sampai dengan 1, baik variabel maupun isinya yang merupakan masukan gejala penyakit TBC beserta kategori dan keluaran yang merupakan prediksi penyakit TBC. Hal ini dikarenakan jaringan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner (logsig) yang rangenya dari 0 sampai 1. Nilai-nilai yang digunakan diperoleh berdasarkan kategori dari masing-masing variabel selain juga untuk memudahkan mengingat dalam pendefinisian.

Gejala-gejala penyakit TBC diubah ke dalam variabel sedangkan kategori dari masing-masing gejala tersebut diubah ke bentuk numerik, yaitu:

a. Batuk (X_1) dengan kategori

Tidak batuk	= 0
Batuk biasa	= 0,25
Batuk berdahak	= 0,5
Batuk lama	= 0,75
Batuk berdarah	= 1

b. Sesak napas (X_2) dengan kategori

Tidak sesak	= 0
Sedang	= 0,5
Berat dan Berulang	= 1

c. Nyeri dada (X_3) dengan kategori

Tidak nyeri	= 0
Jarang	= 0,5
Sering	= 1

d. Demam pada sore atau malam hari (X_4) dengan kategori

Tidak	= 0
Kadang-kadang demam	= 0,5
Demam agak panas	= 0,75
Panas sekali	= 1

e. Penurunan nafsu makan (X_5) dengan kategori

Tidak turun	= 0
Turun	= 1

f. Badan lemah (malaise) (X_6) dengan kategori

Tidak lemah	= 0
Lemah	= 1

Hasil yang ingin diperoleh pada tahap ini adalah jika output bernilai 0 berarti pasien tidak suspek TBC, dan jika output bernilai 1 berarti pasien suspek TBC. Arsitektur jaringan yang digunakan dalam skripsi ini adalah arsitektur jaringan dengan 1 hidden layer atau disebut arsitektur jaringan layar jamak. (3) Tahap pengolahan data. Dari data yang diperoleh, dilakukan pembuatan data latih dan data target yang digunakan sebagai input data sistem. Data gejala-gejala umum penyakit TBC yang meliputi batuk, sesak napas, nyeri dada, demam pada sore atau malam hari, penurunan nafsu makan, dan badan lemah (malaise) dijadikan sebagai data latih sedangkan data suspek TBC atau tidak digunakan sebagai data target. Dalam sistem, target akan dibaca "Suspek TBC" jika target 1 dan "Negatif TBC" jika target 0. Kedua data tersebut disimpan dengan format excel. Data yang telah disimpan dalam format excel akan diconvert menjadi format .m melalui workspace pada Matlab dengan cara import data. (4) Tahap perancangan sistem. Tahap perancangan sistem dimaksudkan untuk mempersiapkan segala sesuatu yang dibutuhkan dan berhubungan dengan sistem. Tahapan perancangan sistem meliputi serangkaian langkah sebagai berikut: (a) Perancangan sistem pelatihan. Sistem pelatihan sebagai bagian awal dari sistem deteksi penyakit TBC. Sistem terdiri dari data-data yang telah diperoleh dan disimpan dalam bentuk excel. Sistem ini berfungsi untuk menyiapkan segala informasi sebagai bahan pelatihan dan pengenalan deteksi penyakit TBC.

Ada beberapa tahapan yang harus dilakukan, antara lain menginputkan data-data yang sudah diolah yakni data latih dan data target ke dalam sistem. Data latih terdiri atas gejala-gejala umum TBC. Sedangkan data target adalah data diagnosis suspek TBC atau tidak yang telah dibuat nilai 1 untuk suspek TBC dan nilai 0 untuk negatif TBC. Data yang telah diinput akan diproses oleh sistem sebagai hasil dari pelatihan data. (b) Perancangan arsitektur jaringan syaraf tiruan. Jaringan yang digunakan untuk diagnosis penyakit TBC adalah jaringan syaraf tiruan backpropagation dengan langkah pembelajaran feedforward. Jaringan ini memiliki beberapa lapisan, yaitu lapisan masukan, lapisan keluaran dan beberapa lapisan tersembunyi. Lapisan tersembunyi tersebut membantu jaringan untuk dapat mengenali lebih banyak pola masukan dibandingkan dengan jaringan yang tidak memiliki lapisan

tersembunyi.

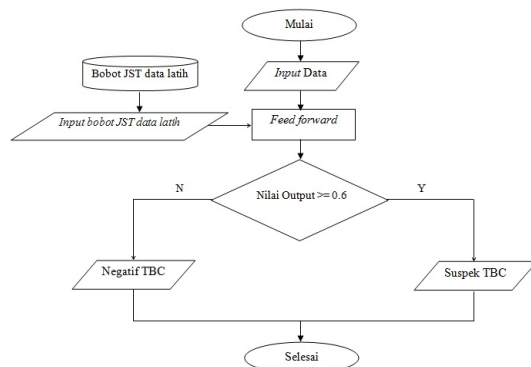
Berikut ini variasi yang dilakukan terhadap learning rate dan banyaknya neuron hidden layer yang akan digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat akurasi sistem dalam melakukan pendeteksian terhadap penyakit TBC.

Tabel 1. Variasi learning rate dan banyaknya neuron hidden layer

No.	Learning rate (α)	Banyaknya neuron hidden layer	No.	Learning rate (α)	Banyaknya neuron hidden layer
1	0,05	10	9	0,2	100
2	0,05	50	10	0,5	10
3	0,05	100	11	0,5	50
4	0,1	10	12	0,5	100
5	0,1	50	13	0,75	10
6	0,1	100	14	0,75	50
7	0,2	10	15	0,75	100
8	0,2	50			

Langkah selanjutnya adalah (c) perancangan pengujian sistem deteksi. Dalam perancangan sistem deteksi, langkah-langkah yang harus ditempuh sama halnya pada sistem pelatihan. Langkah-langkah yang harus dipenuhi, yaitu data latih terdiri atas batuk, sesak napas, nyeri dada, demam pada sore atau malam hari, penurunan nafsu makan, dan badan lemah (malaise) sudah siap untuk diinputkan ke dalam sistem.

Setelah data sudah disiapkan, berikutnya adalah melakukan proses deteksi. Berikut flowchart untuk sistem deteksi.



Gambar 1. Flowchart Proses Pendeteksian

Aplikasi sistem deteksi penyakit TBC ini diimplementasikan dengan menggunakan software Matlab R2009a. Berikut ini beberapa tampilan menu-menu yang ada pada sistem.



Gambar 2. Tampilan Form Pelatihan Sistem



Gambar 3. Tampilan Form Deteksi

Setelah sistem selesai dirancang, selanjutnya harus diuji tingkat akurasi sistem dalam mendeteksi penyakit TBC. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sistem dapat bekerja dalam mendeteksi penyakit TBC.

Akan dilihat pengaruh perubahan learning rate dan jumlah neuron hidden layer terhadap MSE, lama waktu pelatihan, kemudian jumlah data yang dikenali oleh sistem dengan benar. Dari 80 data latih dan 20 data yang diujikan, diperoleh analisis pada Tabel 2. berikut. Untuk masing-masing variasi, jumlah iterasi maksimum dan target error sama yaitu:

Jumlah iterasi (epoch): 1000

Target error: 0,001.

Tabel 2. Analisis hasil variasi arsitektur jaringan

No.	α	Banyaknya Neuron Hidden	MSE	Waktu (detik)	Hasil		
					Data latih yang dikenali	Data non latih yang dikenali	Recognition rate %
1	0,05	10	0,283	0:00:07	57	13	70
2	0,05	50	0,0378	0:00:09	74	20	94
3	0,05	100	0,0112	0:00:10	80	20	100
4	0,1	10	0,135	0:00:09	64	18	82
5	0,1	50	0,0152	0:00:09	78	20	98
6	0,1	100	0,0217	0:00:16	79	19	98
7	0,2	10	0,0832	0:00:08	71	19	90
8	0,2	50	0,00554	0:00:11	79	20	99
9	0,2	100	0,00549	0:00:10	80	20	100
10	0,5	10	0,012	0:00:07	79	20	99
11	0,5	50	0,00368	0:00:08	79	20	99
12	0,5	100	0,00144	0:00:11	80	20	100
13	0,75	10	0,00757	0:00:07	80	20	100
14	0,75	50	0,00193	0:00:10	80	20	100
15	0,75	100	0,00128	0:00:11	79	19	98

Confusion matrix untuk variasi 12 sebagai berikut.

a. Hasil deteksi data latih

(a) True positives (suspek TBC dikenali suspek TBC): 57

(b) False positives (negatif TBC dikenali suspek TBC): 0

Tabel 3. Confusion matrix hasil deteksi data latih variasi 12

	Suspek TBC	Negatif TBC
Suspek TBC	56	0
Negatif TBC	0	23

b. Hasil deteksi data non latih (data uji)

(a) True positives (suspek TBC dikenali suspek TBC): 13

(b) False positives (negatif TBC dikenali suspek TBC): 0

Tabel 4. Confusion matrix hasil deteksi data non latih variasi 12

	Suspek TBC	Negatif TBC
Suspek TBC	13	0
Negatif TBC	0	7

$$\text{Recognition rate} = \frac{t_{\text{pos}}}{t_{\text{pos}} + f_{\text{pos}}} = \frac{69}{69+0} = 1.$$

Recognition rate = 100%.

Berdasarkan Tabel 2. didapatkan bahwa arsitektur jaringan yang optimal dalam proses deteksi penyakit TBC adalah learning rate: 0,5; jumlah neuron hidden layer: 100; jumlah iterasi (epoch): 1000; target error: 0,001. Diperoleh recognition rate sebesar 100 % dengan MSE sebesar 0,00144.

Simpulan dan Saran

Sistem deteksi penyakit Tuberculosis dapat diciptakan dengan menggunakan software Matlab. Data diolah melalui beberapa tahapan, yaitu data gejala-gejala umum penyakit TBC dijadikan sebagai data latih dan data suspek TBC atau tidak digunakan sebagai data target. Kedua data tersebut disimpan dengan format excel kemudian diconvert menjadi format .m melalui workspace pada Matlab. Dalam pembuatan sistem, tahap yang harus dilakukan mulai dari pembuatan desain program dengan menggunakan Graphics User Interface (GUI) kemudian dilanjutkan dengan melengkapi coding Matlab agar desain program bisa berfungsi. Selanjutnya proses pendeteksian menggunakan jaringan syaraf tiruan

backpropagation. Percobaan variasi learning rate dan jumlah neuron hidden layer dalam proses pelatihan dapat menghasilkan tingkat akurasi sebesar 100% dengan arsitektur jaringan yang optimal, yaitu jumlah iterasi (epoch): 1000, target error: 0,001, learning rate: 0,5, jumlah neuron hidden layer: 100.

Saran yang dapat ditulis untuk penelitian ini adalah sistem ini memungkinkan untuk dikembangkan dengan menggunakan software lain selain software Matlab dan untuk penelitian selanjutnya diharapkan adanya variabel input yang lebih rinci untuk digunakan sebagai data uji dan data target karena mungkin masih banyak faktor yang menyebabkan seseorang mengidap TBC.

Ucapan Terimakasih

Artikel ini dapat tersusun dengan baik berkat bantuan dan bimbingan banyak pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada dr. Budi Santoso, selaku Penanggung Jawab BKPM kota Pekalongan.

Daftar Pustaka

- Astion, M.L. & Peter W. 1992. Application of Neural Networks to the Interpretation of Laboratory Data in Cancer. Clin. Chem, 38/1: 34-38.
- Er, O., N. Yumusak, & F. Temurtas. 2010. Chest Diseases Diagnosis Using Artificial Neural Networks. Expert System with Application, 37(2010): 7648-7655. Tersedia di <http://elsevier.com> [diakses 2-2-2013].
- Fausett, L. 1994. Fundamental of Neural Network, Architecture, Algorithms, and Applications. Prentice Hall.
- Hermoza, T., A. Andika, E. Setyaningsih, N. Rinawati, B. Hastik, B.R. Putri, M. Anugerah, & R. Wasisarini. 2011. Evaluating Accuracy. Jurusan Matematika Universitas Gadjah Mada.
- Iqbal, M. 2009. Dasar Pengolahan Citra Menggunakan MATLAB. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan ITB.
- Muttaqin, A. 2008. Asuhan Keperawatan Klien dengan Gangguan Sistem Pernapasan.

Jakarta: Salemba Medika.

- Puspita, A. & Euike. 2007. Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Backpropagation untuk Memprediksi Bibir Sumbing. Seminar Nasional Teknologi.
- Setiawan, W. 2008. Prediksi Harga Saham Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Multilayer Feedforward Network dengan Algoritma Backpropagation. Konferensi Nasional Sistem dan Informatika 2008.