

ANALISIS FUNGSI AKTIVASI JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK MENDETEKSI KARAKTERISTIK BENTUK GELOMBANG SPEKTRA BABI DAN SAPI

Shofwan Ali Fauji¹, Ari Kusumastuti²

¹Universitas Darul ‘Ulum Lamongan, shofwan.ali.fauji@gmail.com

²UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, arikusumastuti@gmail.com

Abstract. Artificial Neural Network (ANN) is beginning little by little to replace the task of an expert, even with the ANN can be a tool to replace a doctor. One of kind of ANN is backpropagation networks, this network can be used to training programs in order to be able to recognize whether it is pig or cow wave spectra. To determine the output in backpropagation training required suitable activation functions. Therefore, in this research will be compared to some of the activation function that can be used in training. Activation functions will be tested with the ratio test to determine the interval convergence. After tested with the ratio test it was found that the activation function $\tanh z$ was the best activation function to use the backpropagation network training, because it has a weight range that can meet the methods used in the determination of weights. When tested with the data, the activation function $\tanh z$ is able to recognize correctly all trial datas. An expected in future research to examine the weight that makes the interval training to achieve fast convergence and the error bit.

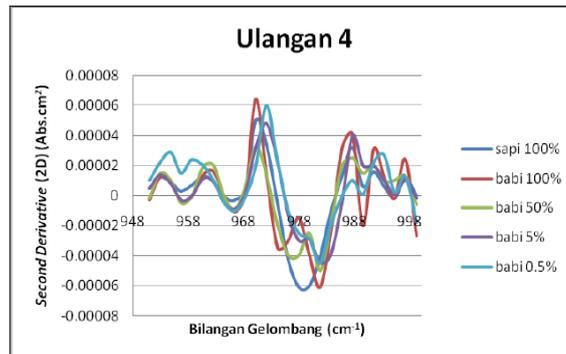
Keywords: *backpropagation networks, binary sigmoid function, wave spectra in the case of cows and pigs.*

Abstrak. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) sedikit demi sedikit mulai mampu menggantikan tugas seorang pakar, bahkan dengan JST mampu dibuat alat untuk menggantikan seorang dokter. Salah satu jenis JST adalah jaringan *backpropagation*, jaringan ini bisa digunakan untuk melakukan pelatihan agar program mampu mengenali apakah itu gelombang spektra babi atau sapi. Untuk menentukan keluaran dalam pelatihan *backpropagation* dibutuhkan fungsi aktivasi yang cocok. Karena itu pada penelitian ini akan dibandingkan beberapa fungsi aktivasi yang bisa digunakan dalam pelatihan. Fungsi aktivasi-fungsi aktivasi itu di uji coba dengan tes rasio untuk mengetahui interval kekonvergenannya. Setelah di uji coba dengan tes rasio didapatkan bahwa fungsi aktivasi $\tanh z$ adalah fungsi aktivasi yang paling bagus untuk dipakai pelatihan jaringan *backpropagation*, karena memiliki rentang bobot yang bisa memenuhi metode-metode yang dipakai dalam penentuan bobot. Setelah diuji coba dengan data, fungsi aktivasi $\tanh z$ mampu mengenali data uji coba dengan tepat semua. Diharapkan pada penelitian selanjutnya untuk meneliti interval bobot yang membuat pelatihan mencapai konvergensi dengan cepat dan *error*nya sedikit.

Kata Kunci: *jaringan backpropagation, fungsi sigmoid biner, gelombang spektra pada kasus sapi dan babi.*

1 Pendahuluan

Sebagai makhluk hidup, babi juga memiliki protein, dari protein itulah dapat diketahui gelombang spektra babi. Untuk membandingkannya digunakan gelombang spektra makanan yang halal dan sering dipakai sebagai bahan makanan masyarakat luas, yaitu sapi. Berikut gambar gelombang spektra sapi dan babi yang digambar dengan alat *Fourier Transform* (FTIR).



Gambar 1. Turunan kedua spektra infra merah sapi dan babi dengan alat FTIR

Selanjutnya, dalam penelitian ini akan dikaji kaitan jaringan syaraf tiruan (JST) dalam pendeteksian makanan yang mengandung babi atau tidak. JST dipilih karena JST sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi [13]. Seperti halnya otak manusia, JST juga terdiri beberapa neuron dan ada hubungan antara neuron-neuron tersebut. Neuron-neuron tersebut akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluarnya menuju ke neuron-neuron yang lain. Pada JST informasi tersebut disimpan pada suatu nilai tertentu yang disebut bobot.

2 Kajian Teori

2.1 Citra

Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek [16]. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan. Citra dapat dibagi menjadi dua, yaitu citra analog dan citra digital.

Citra analog adalah citra yang bersifat kontinu, seperti gambar pada monitor televisi, foto sinar X, foto yang tercetak di kertas foto, lukisan, pemandangan alam, hasil *CT scan* dan lain sebagainya. Citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer.

2.2 Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah tahap awal untuk mendapatkan citra digital [16]. Tujuan akuisisi citra adalah untuk menentukan data yang diperlukan dan memilih metode

perekaman citra digital. Tahap ini dimulai dari objek yang akan diambil gambarnya, persiapan alat-alat, sampai pada pencitraan. Pencitraan adalah proses untuk mentransformasi citra analog menjadi citra digital. Beberapa alat yang dapat digunakan untuk pencitraan di antaranya adalah video kamera, kamera digital, *scanner* dan sinar infra merah. Hasil dari akuisisi citra ini ditentukan oleh kemampuan sensor untuk mendigitalisasi sinyal yang terkumpul pada sensor tersebut.

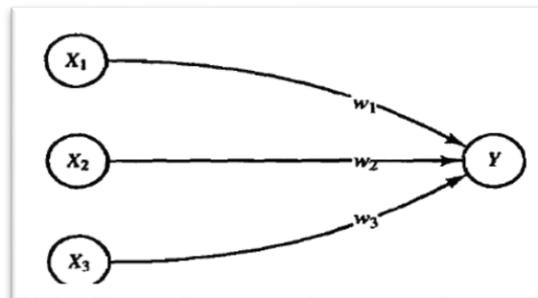
2.3 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan merupakan model jaringan syaraf yang meniru prinsip kerja dari neuron otak manusia [12]. JST pertama kali muncul setelah model sederhana dari neuron buatan diperkenalkan oleh McCulloch dan Pitts pada tahun 1943. Model sederhana tersebut dibuat berdasarkan fungsi neuron biologis yang merupakan dasar unit pensinyalan dari sistem syaraf.

JST memiliki beberapa kemampuan seperti yang dimiliki otak manusia, yaitu:

- Kemampuan untuk belajar dari pengalaman.
- Kemampuan melakukan perumpamaan terhadap masukan baru dari pengalaman yang dimilikinya.
- Kemampuan memisahkan karakteristik penting dari masukan yang mengandung data yang tidak penting.

Sebagai contoh, perhatikan neuron Y pada Gambar 2



Gambar 2. Jaringan syaraf tiruan sederhana

JST dapat diaplikasikan kedalam pengenalan pola. Secara umum pengenalan pola adalah suatu ilmu untuk mengklasifikasikan atau menggambarkan sesuatu berdasarkan pengukuran kuantitatif fitur (ciri) atau sifat utama dari suatu objek [12].

2.4 Jaringan Backpropagation

Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terbimbing [8]. Algoritma *backpropagation* menggunakan *error* keluaran untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur. Untuk mendapatkan *error* ini, tahap perambatan maju harus dilakukan terlebih dahulu.

Arsitektur yang digunakan dalam jaringan *backpropagation* merupakan arsitektur lapisan jamak [13]. Karena merupakan jaringan lapisan jamak, maka *backpropagation* memiliki lapisan tersembunyi.

Dalam jaringan *backpropagation*, fungsi aktivasi yang dipakai harus memenuhi beberapa syarat, yaitu kontinu, terdiferensial dengan mudah, dan merupakan fungsi yang tidak turun. Salah satu fungsi yang memenuhi ketiga syarat tersebut dan sering dipakai adalah fungsi sigmoid biner. Fungsi lain yang sering dipakai adalah fungsi sigmoid bipolar yang memiliki range $(-1,1)$.

2.5 Tes Rasio dan Deret Taylor

Tes rasio sangat berguna menentukan apakah deret yang diberikan konvergen [14],

- Jika $\lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{a_{n+1}}{a_n} \right| = L < 1$, maka deret $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ adalah konvergen.
- Jika $\lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{a_{n+1}}{a_n} \right| = L > 1$ atau $\lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{a_{n+1}}{a_n} \right| = \infty$ maka deret $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ adalah divergen.

Jika $\lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{a_{n+1}}{a_n} \right| = 1$, maka tes rasio tidak dapat ditentukan. Tidak ada hasil yang bisa ditentukan apakah $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ konvergen atau divergen.

Deret Taylor

Teorema Taylor. Andaikan f sebuah fungsi yang memiliki turunan dari semua tingkatan dalam suatu selang $[a - r, a + r]$. Syarat perlu dan cukup agar menjadi deret Taylor adalah

$$f(a) + f'(a)(x - a) + \frac{f''(a)(x - a)^2}{2!} + \dots + \frac{f^{(n)}(a)(x - a)^n}{n!}. \quad (1)$$

Apabila $a = 0$, maka deret tersebut disebut deret MacLaurin.

2.6 Spektroskopi Infra Merah

Spektroskopi infra merah merupakan salah satu alat yang banyak dipakai untuk mengidentifikasi senyawa baik alami maupun buatan [6]. Bila sinar infra merah dilewatkan melalui cuplikan senyawa organik, maka sejumlah frekuensi akan diserap, sedangkan frekuensi yang lain diteruskan atau ditransmisikan tanpa diserap. Ada 2 jenis instrumentasi untuk absorpsi infra merah, yaitu instrumentasi dispersi (konvensional) yang hanya digunakan untuk analisis kualitatif dan instrumentasi yang menggunakan *Fourier Transform* (FTIR) dapat digunakan untuk analisis kuantitatif dan kualitatif.

Spektroskopi FTIR (*fourier transform infrared*) merupakan salah satu teknik analitik yang sangat baik dalam proses identifikasi struktur molekul suatu senyawa. Uji kandungan lemak babi dengan metode FTIR telah ditemukan adanya kekhasan vibrasi ulur C-H pada sampel lemak babi yang berbeda dengan lemak hewani lainnya. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa mesin FTIR sangat berpotensi digunakan sebagai alat untuk mendeteksi lemak babi secara cepat dengan hasil yang konsisten.

3 Hasil dan Pembahasan

Sebelum melakukan pelatihan data, maka yang harus disiapkan adalah data pelatihan, dan data pelatihan diambil dari data gelombang spektra sapi dan babi, Didefinisikan x_n adalah bilangan gelombang dan y_n adalah absorbansi (sinar-x yang diserap oleh benda dan diteruskan untuk mengetahui vibrasi molekulnya). Dan kemudian akan diinterpolasi lagrange untuk mengetahui aproksimasi fungsi dari data berpasangan. Berikut adalah data bilangan gelombang dan absorbansi untuk data babi.

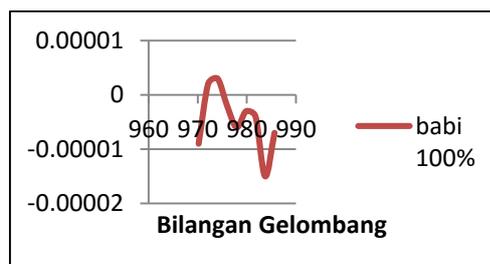
Tabel 1. Bilangan gelombang dan absorbansi pada data babi

Bilangan gelombang	Absorbansi
$x_0 = 970,192166$	$y_0 = -0,000009$
$x_1 = 972,120977$	$y_1 = 0,000002$
$x_2 = 974,049789$	$y_2 = 0,000003$
$x_3 = 975,9786$	$y_3 = -0,000002$
$x_4 = 977,907411$	$y_4 = -0,000006$
$x_5 = 979,836223$	$y_5 = -0,000003$
$x_6 = 981,765034$	$y_6 = -0,000004$
$x_7 = 983,693846$	$y_7 = -0,000015$
$x_8 = 985,622657$	$y_8 = -0,000007$

Data bilangan gelombang dan absorbansi pada tabel di atas diinterpolasi lagrange, sehingga menghasilkan Persamaan 2 berikut ini,

$$\begin{aligned}
 P(x) = & -1,035741567042484 \cdot 10^{-11}x^8 \\
 & + 8,104872585865455 \cdot 10^{-8}x^7 \\
 & - 2,774703359707413 \cdot 10^{-4}x^6 \\
 & + 0,542808208062731 x^5 \\
 & - 6,636724626885896 \cdot 10^2x^4 \\
 & + 5,193243594766944 \cdot 10^5x^3 \\
 & - 2,539809476507496 \cdot 10^8x^2 \\
 & + 7,097788748923267 \cdot 10^{10} x \\
 & - 8,678018906807824 \cdot 10^{12}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Akibatnya, didapatkan Gambar 3 sebagai gambar gelombang spektra daging babi grafik data pelatihan, dan gambarnya adalah sebagai berikut



Gambar 3. Gelombang spektra babi

Untuk data sapi dengan alat FTIR, didapatkan bilangan gelombang dan data absorbansi pada Tabel 2 berikut.

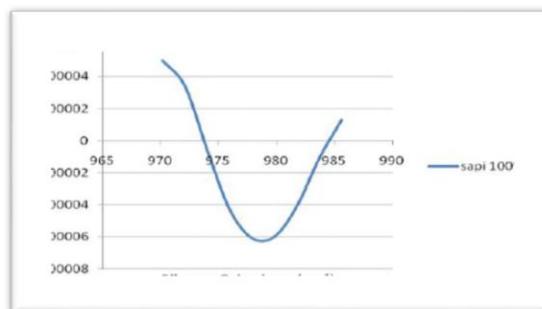
Tabel 2. Bilangan gelombang dan absorbansi pada data sapi

Bilangan gelombang	Absorbansi
$x_0 = 970,192166$	$y_0 = 0.00005$
$x_1 = 972,120977$	$y_1 = 0.000034$
$x_2 = 974,049789$	$y_2 = -0.000006$
$x_3 = 975,9786$	$y_3 = -0.000043$
$x_4 = 977,907411$	$y_4 = -0.000061$
$x_5 = 979,836223$	$y_5 = -0.00006$
$x_6 = 981,765034$	$y_6 = -0.000041$
$x_7 = 983,693846$	$y_7 = -0.000011$
$x_8 = 985,622657$	$y_8 = 0.000013$

Setelah itu, data bilangan gelombang dan absorbansi diinterpolasi lagrange, sehingga didapatkan aproksimasi fungsi data berpasangannya adalah,

$$\begin{aligned}
 P(x) = & 7,897573065875410 \cdot 10^{-12} x^8 \\
 & -6,180374054490586 \cdot 10^{-8} x^7 \\
 & +2,115981828265967 \cdot 10^{-4} x^6 \\
 & -0.413970186280669 x^5 \\
 & + 5,061791113327844 \cdot 10^2 x^4 \\
 & -3,961114096958705 \cdot 10^5 x^3 \\
 & + 1,937351871176862 \cdot 10^8 x^2 \\
 & -5,414515674767383 \cdot 10^{10} x \\
 & +6,62043892617714810^{12}.
 \end{aligned} \tag{3}$$

Akibatnya, didapatkan Gambar 4 sebagai gelombang spektra sapi berikut ini sebagai grafiknya untuk dijadikan data pelatihan.



Gambar 4. Gelombang spektra sapi

Fungsi aktivasi yang akan dibanding ditampilkan pada Tabel 3 berikut ini

Tabel 3. Fungsi aktivasi yang akan dibandingkan

Fungsi aktivasi	Bentuk Kompleks
$\tan z$	$\frac{e^{iz} - e^{-iz}}{i(e^{iz} + e^{-iz})}$
$\sin z$	$\frac{e^{iz} - e^{-iz}}{2i}$
$\tanh z$	$\frac{e^z - e^{-z}}{e^z + e^{-z}}$
$\sinh z$	$\frac{e^z - e^{-z}}{2}$
$\arctan z$	$\frac{1}{2i} \ln \left(\frac{iz + 1}{1 - iz} \right)$
$\arcsin z$	$\frac{1}{i} \ln \left(zi + \sqrt{1 - z^2} \right)$
$\operatorname{arctanh} z$	$\frac{1}{2} \ln \left(\frac{z + 1}{1 - z} \right)$
$\operatorname{arcsinh} z$	$\ln \left(z + \sqrt{z^2 + 1} \right)$

Delapan fungsi aktivasi itu dipilih karena sebagai fungsi non linier yang cukup memadai untuk digunakan sebagai fungsi aktivasi [7]. Kedelapan fungsi aktivasi di atas diuji dengan tes rasio untuk mengetahui interval kekonvergenannya. Dan berikut ini hasil dari tes rasio dalam mendeteksi interval kekonvergenannya.

Tabel 4. Perbandingan fungsi aktivasi setelah dicari interval kekonvergenannya dengan tes rasio

Fungsi Aktivasi	Interval Kekonvergenan
$\tan z$	$-3 < z < 3$
$\sin z$	$-1 < z < 1$
$\tanh z$	$-3 < z < 3$
$\sinh z$	$-1 < z < 1$
$\arctan z$	$-1 < z < 1$
$\arcsin z$	$-1 < z < 1$
$\operatorname{arctanh} z$	$-1 < z < 1$
$\operatorname{arcsinh} z$	$-1 < z < 1$

Untuk interval $-1 < z < 1$ dianggap terlalu terbatas karena metode penentuan bobot yang biasa digunakan adalah metode *backpropagation* yang mampu menghasilkan bobot lebih dari satu. Akibatnya, fungsi aktivasi ini terlalu riskan untuk dipakai sebagai fungsi aktivasi. Untuk $\tan z$, memang memiliki interval yang bagus sebagai fungsi aktivasi, tapi setelah dimasukkan nilai z ternyata malah

menghasilkan nilai kompleks, padahal algoritma yang dipakai dalam pengenalan pola kali ini adalah algoritma bilangan riil. Algoritma bilangan riil tidak bisa digunakan untuk bilangan kompleks. Berbeda dengan $\tanh z$, fungsi aktivasi ini memiliki interval kekonvergenan yang bagus dan bila dimasukkan nilai z menghasilkan nilai bilangan riil. Dengan demikian, fungsi aktivasi $\tanh z$ sangat bagus untuk digunakan sebagai fungsi aktivasi agar pelatihan bisa mengenali perbedaan karakteristik bentuk gelombang spektra babi dan sapi.

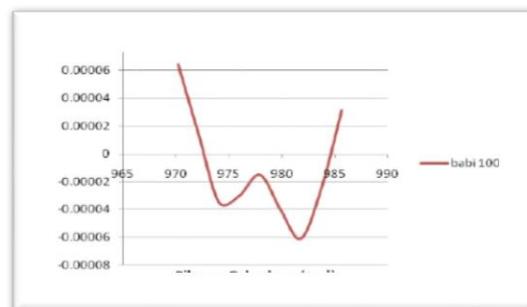
Berikutnya akan dianalisis mengenai tingkat tingginya MSE (*mean square error*) bila dilihat dari banyaknya jumlah unit tersembunyi dalam satu lapisan tersembunyi dengan laju pelatihan $\alpha = 0,0001$. Berikut tabel jumlah *error* pelatihan *backpropagation*,

Tabel 5. MSE berdasarkan banyaknya unit dalam satu lapisan tersembunyi

Banyak unit	MSE
3	0,06082
4	0,020942
5	0,020208
30	0,0053801
40	0,0019251

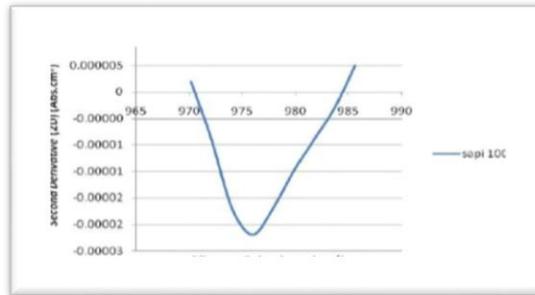
Dari kelima uji coba pada tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jaringan dalam satu lapisan tersembunyi, maka semakin kecil *error*-nya sehingga semakin bagus hasil pelatihannya. Setelah melakukan pelatihan, maka hasil dari pelatihan disimpan dalam bobot.

Kemudian, penulis akan menguji coba hasil pelatihan dengan data uji coba, apakah hasil pelatihan mampu mengenali data uji coba dengan benar atau tidak. Pertama-tama disediakan gambar gelombang spektra babi dan sapi. Berikut gambar gelombang spektra babi dan sapi.



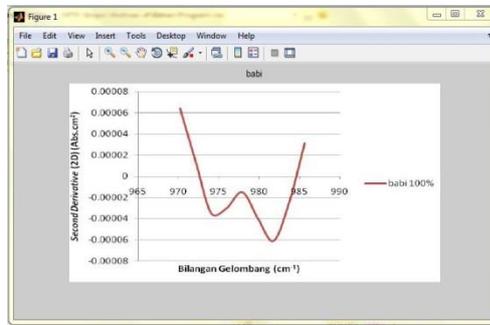
Gambar 5. Gelombang spektra babi yang pertama

Kemudian, berikut gambar gelombang spektra sapi



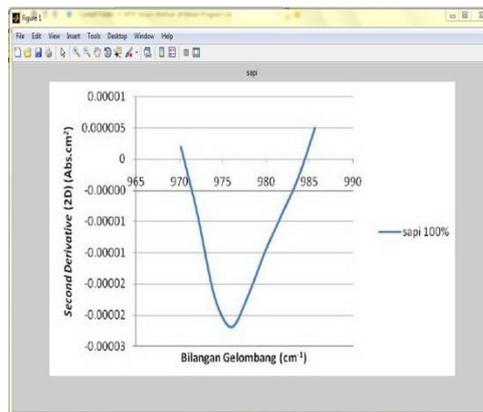
Gambar 6. Gelombang spektra sapi yang pertama

Dua gambar di atas adalah perwakilan dari tiga gambar gelombang spektra babi dan sapi yang digunakan untuk menguji coba hasil pelatihan *backpropagation*. Gambar yang dipanggil pertama adalah gambar gelombang spektra babi. Selanjutnya, setelah program dijalankan, maka hasilnya adalah



Gambar 7. Program menebak bahwa gelombang spektra itu adalah gelombang spektra babi

Ketika gambar gelombang spektra yang dipanggil adalah gelombang spektra sapi, maka hasilnya adalah



Gambar 8. Program menebak bahwa gelombang spektra itu adalah gelombang spektra sapi

Dari 6 tebakan program dapat menebak jenis ke-6 gambar gelombang spektra dengan benar. Berarti hasil pelatihan dengan *backpropagation* yang menggunakan hasil analisis matematik tadi sudah bagus.

4 Kesimpulan

Dari pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa fungsi aktivasi tangen hiperbolik adalah fungsi yang terbaik untuk membedakan gelombang spektra sapi dan babi. Karena menghasilkan bilangan riil dan memiliki interval konvergensi yang cukup memadai untuk beberapa metode seperti *backpropagation* ataupun bilangan acak -0,5 sampai 0,5 maupun bilangan acak -1 sampai 1.

Setelah diuji coba pun fungsi aktivasi ini mampu melakukan pelatihan dengan baik, sehingga hasil pelatihan mampu mengenali gambar uji coba dengan sempurna. Fungsi aktivasi dan interval bobot adalah hal yang sangat esensial dalam pelatihan jaringan *backpropagation*. Karena bila salah menggunakan fungsi aktivasi ataupun bobotnya tidak sesuai sehingga bisa divergen maka pelatihan akan gagal.

Dengan fungsi aktivasi tangen hiperbolik dan interval kekonvergenannya telah mampu membedakan gelombang spektra sapi dan babi. Bila menginginkan pelatihan yang lebih baik, dapat menambah jumlah unit jaringan tersembunyi dalam satu lapisan tersembunyi karena telah diuji coba sampai 40 unit jaringan, bahwa semakin banyak unit jaringan semakin kecil MSE.

Daftar Pustaka

- [1] Aizenberg, I. 2011. *Complex Valued Neural Networks With Multi-Valued Neurons*. Springer. Berlin.
- [2] Anita S. G., P. K. Kalra, dan D.S. Chauhan. 2009. *Inversion of Complex Back-Propagation Algorithm*.
- [3] Anton, H. 2000. *Dasar-dasar Aljabar Linier*. Interaksara. Batam.
- [4] Bartle, R. G., dan Sherbert, D. R. 2000. *Introduction to Real Analysis*. John Willey & Sons. USA.
- [5] Fausett, L. 1994. *Fundamentals of Neural Networks*. Prentice Hall. New Jersey.
- [6] Habsari, L. Y. D. 2010. *Identifikasi Pola Khas Spektra Infra Merah Protein Daging Sapi Dan Babi Rebus Menggunakan Metode Second Derivative (2d)*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Jurusan Kimia FSAINTEK UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Malang.
- [7] Kim, T., dan Adali, T. 2001. *Complex Backpropagation Neural Network Using Elementary Transcendental Activation Functions*.
- [8] Kusumadewi, S. 2004. *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan (Menggunakan Matlab dan Excel Link)*. Graha Ilmu. Jakarta.
- [9] Munir, Ri. 2008. *Metode Numerik*. Informatika. Bandung.
- [10] Purnomo, M. H., dan Kurniawan, A. 2006. *Supervised Neural Networks dan Aplikasinya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [11] Purwanto, H., dkk. 2005. *Aljabar Linier*. PT Ercontara Rajawali. Jakarta.
- [12] Putra, D. 2010. *Pengolahan Citra*. Andi. Yogyakarta.
- [13] Siang, J. J. 2009. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Andi. Yogyakarta.
- [14] Stewart, J. 2010. *Calculus Concepts and Contexts*. Cengage Learning, Belmont.
- [15] Suhartono. 2007. *Feedforward Neural Networks Untuk Pemodelan Runtun Waktu*. Disertasi Tidak Diterbitkan. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- [16] Sutoyo, T., dkk, 2009. *Teori Pengolahan Citra*. Andi. Yogyakarta.
- [17] Wunsh, A. D. 2005. *Complex Variables with Application*. Pearson Education. USA.