

Pengenalan Pola Sinyal Suara Manusia Menggunakan Metode *Back Propagation Neural Network*

Faradiba*

Prodi Pendidikan Fisika, Universitas Kristen Indonesia
Jln. Mayjend Sutoyo, No.2, Cawang, Jakarta Timur, 13630

*e-mail: faradibaruslan@gmail.com

Abstract

This research have been designed a structure of artificial neural network (ANN) with using backpropagation to recognize signal pattern of human voice. The signal should first be processed with Linear Predictive Coding (LPC). Linear Predictive Coding (LPC) used for extraction characteristic. Producing matrix with 24 x50 orde which is then becoming input data for Artificial Neural Network Backpropagation (ANN-BP). There nets consist of 4 layers. Those 4 layers are : 1 input layers with 24 neuron, 2 hidden layers which are divided as 15 neuron at the first hidden layer and 10 neuron at the second, The last output with 5 neuron. For 5 training data, parameter characteristic value of net such as: Learning rate value (alpha) = 0,05 and mu value (μ) = 10^{-3} with using by sigmoid bipolar activation function. The result of the research shows that the nets can recognize as 100 % of 25 training data, 74 % of 25 testing data.

Keywords : *Artificial Neural Network, Back propagation, voice recognition*

PENDAHULUAN

Suara merupakan salah satu sarana untuk mengenali karakter seseorang. Manusia bisa mengenali kondisi seseorang dengan mendengar suaranya, sebagai contoh jenis kelamin, identitas pembicara, aksentuasi, gaya bicara, emosi, dan kondisi kesehatan dari si pembicara (Putra, 2009). Seiring dengan perkembangan teknologi muncul fenomena kebutuhan model komputasi untuk pengenalan suara yang tidak hanya bermanfaat untuk ilmu pengetahuan tetapi juga untuk aplikasi praktis, misalnya pada sistem keamanan berbasis suara.

Sistem keamanan berbasis suara dapat diaplikasikan diberbagai bidang kehidupan baik untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga seperti sistem pengecekan kehadiran karyawan, sistem keamanan rumah berbasis suara, password berangkas menggunakan suara serta masih banyak contoh-contoh yang lainnya. Teknologi yang menggunakan komputer berkembang dengan pesat, hampir setiap individu di dunia memerlukan komputer sebagai alat bantu untuk menyelesaikan masalahnya. Hampir semua sistem analog digantikan dengan sistem komputerisasi. Keunggulannya adalah sistem komputerisasi lebih mudah dalam

pengontrolan. Dalam hal ini misalnya pengontrolan didalam mengenali suatu objek. Komputer diusahakan untuk dapat bekerja mendekati proses kerja otak manusia.

Jaringan Syaraf Tiruan (terjemahan dari *Artifisial Neural Network* selanjutnya disingkat JST) merupakan alternatif sistem komputasi baru berupa pemodelan sistem saraf biologis sehingga sistem komputasi baru ini mampu beroperasi dan mempunyai sifat-sifat seperti jaringan syaraf aslinya. Aplikasi JST sudah sangat beragam baik dalam bidang teknologi maupun bidang-bidang lain seperti perdagangan, pertahanan, medis, asuransi, dan perbankan. Salah satu aplikasi dalam bidang teknologi adalah dalam bidang pengenalan pola yang lebih jauh berkaitan dengan bidang Visi Komputer (*Machine/Computer Vision*) yang mencoba meniru kapabilitas mata manusia dan sistem otak untuk membentuk dan menginterpretasikan citra (Siang J, 2005). Karena fitur pola jenis suara yang begitu kompleks, maka proses pengidentifikasian sinyal suara dibantu dengan metode-metode komputasi yang mampu mengekstraksi ciri khusus dari sinyal suara. Untuk memenuhi syarat ini digunakan metode jaringan syaraf tiruan yang telah terbukti handal dalam proses

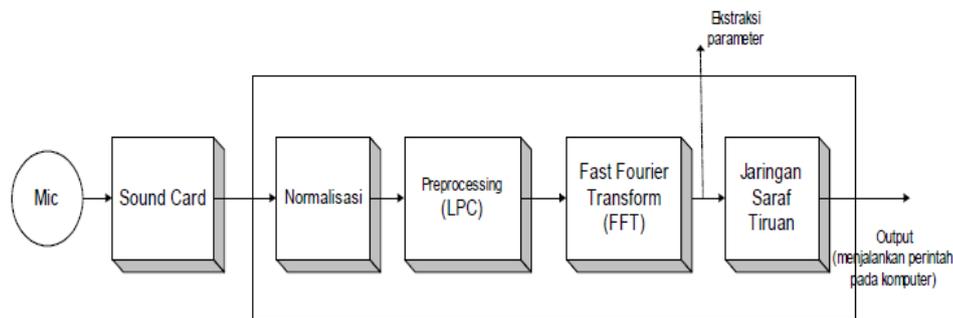
pengidentifikasian pola gambar, termasuk gambar sinyal suara dalam bentuk grafik.

Penelitian ini menggunakan jaringan syaraf tiruan jaringan untuk mengenali pola sinyal suara. Dalam penelitian ini, cakupan masalah pada tahapan pengenalan pola sinyal suara, pembuatan listing program untuk jaringan pengenalan pola, dan pengujian keakuratan jaringan. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang program pelatihan dan pengujian jaringan syaraf tiruan untuk pengenalan pola sinyal suara dan menguji keakuratan jaringan.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Sistem Pengenalan Suara

Teknik jaringan syaraf tiruan telah banyak dimanfaatkan pada berbagai bidang utamanya pada sistem pengenalan pola: citra, suara, *time series prediction*, dan lain-lain. Pada penelitian ini dibuat suatu sistem memanfaatkan jaringan syaraf tiruan metode propagasi balik (*back propagation*) untuk pengenalan suara. Sistem ini diharapkan dapat dimanfaatkan pada pemberian perintah komputer, *voice dialling*, dan lain-lain. Model jaringan syaraf *back propagation* digunakan di sini bersama-sama dengan metode *Linear Predictive Coding (LPC)* dan *Fast Fourier Transform (FFT)* yang dipakai sebagai pemroses awal. Di sini dilakukan variasi



Gambar 1. Blok diagram sistem pengenalan suara (Rudi A, 1999)

struktur dan parameter jaringan (jumlah *node hidden layer*, besarnya *step size* serta momentum) untuk mendapatkan performance jaringan yang optimum. Pencarian struktur dan parameter ini bertujuan agar jaringan dapat secara cepat belajar dan dapat mengenali suara dengan error sekecil mungkin (Rudi A, 1999).

Sistem pengenalan suara yang digambarkan pada blok diagram gambar 1. Sinyal dapat didefinisikan sebagai kuantitas fisik yang bervariasi seiring waktu atau variabel bebas lainnya yang menyimpan suatu informasi. Contoh sinyal adalah: suara manusia, kode morse, tegangan listrik di kabel telepon, variasi intensitas cahaya pada sebuah serat optik yang digunakan pada telepon atau jaringan komputer, dan lain-lainnya (Roberts M, 2004).

Sinyal dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu: sinyal waktu kontinu, sinyal waktu diskrit, sinyal nilai kontinu, sinyal nilai diskrit, sinyal *random*, dan sinyal *non random*. Sinyal waktu kontinu

dengan nama lain sinyal analog adalah sinyal yang belum melalui proses apapun. Sedangkan sinyal nilai diskrit atau sinyal digital adalah sinyal analog yang telah melalui proses *sampling*, *quantization*, dan *encoding* (Tumanan, 2008).

Sampling adalah proses mengambil nilai-nilai sinyal pada titik-titik diskrit sepanjang variabel waktu dari sinyal waktu kontinu, sehingga didapatkan sinyal waktu diskrit. Jumlah titik-titik yang diambil setiap detik dinamakan sebagai *sampling rate*. Dalam melakukan *sampling*, perlu diperhatikan kriteria *nyquist* yang menyatakan bahwa sebuah sinyal harus memiliki *sampling rate* yang lebih besar dari $2 f_m$, dengan f_m adalah frekuensi paling tinggi yang muncul di sebuah sinyal.

$$f_s \geq 2 f_m ; f_s > 2 f_m \quad (1)$$

Quantization adalah proses memetakan nilai-nilai dari sinyal nilai kontinu menjadi nilai-nilai yang diskrit, sehingga didapatkan sinyal nilai diskrit. *Encoding* adalah proses mengubah nilai-

nilai sinyal menjadi bilangan biner (Roberts M, 2004).

2. *Linear Predictive Coding (LPC)*

Analisis sinyal adalah kegiatan melakukan ekstraksi terhadap informasi yang terdapat disuatu sinyal. *Linear Predictive Coding (LPC)* merupakan salah satu teknik analisis sinyal percakapan yang paling *powerful* dan menyediakan ekstraksi fitur yang berkualitas baik dan efisien untuk digunakan dalam perhitungan. LPC pertama kali digunakan pada tahun 1978 untuk membuat alat sintesis sinyal percakapan. LPC melakukan analisis dengan cara memperkirakan *formant*, memisahkan *formant* dari sinyal, yang dinamakan proses *inverse filtering*, lalu mengestimasi intensitas dan frekuensi dari sinyal percakapan yang tersisa, yang disebut *residue*. Karena sinyal percakapan bervariasi seiring waktu, estimasi tersebut dilakukan untuk setiap potongan kecil dari sinyal, yang dinamakan *frame* (Mark C. 2005).

3. *Fast Fourier Transform (FFT)*

Transformasi Fourier merupakan metode untuk mentransformasikan sinyal domain waktu menjadi sinyal domain frekuensi. Transformasi ini penting dalam analisis sinyal karena karakteristik sinyal domain frekuensi dapat diamati dengan lebih jelas dan dimanipulasi dengan lebih

mudah daripada sinyal domain waktu. Di domain frekuensi, sinyal direpresentasikan sebagai serangkaian nilai yang menunjukkan banyaknya satuan sinyal yang berada di frekuensi tertentu. Transformasi Fourier banyak digunakan untuk aplikasi sains, misalnya: fisika, teori numerik, pemrosesan sinyal, statistik, akustik, optik, geometri, dan lain-lainnya (Brigham E, 1988).

4. *Jaringan Syaraf Tiruan (JST)*

Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah sistem pemroses informasi yang mempunyai karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi. JST dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan saraf biologi, dengan asumsi bahwa:

- Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (neuron).
- Sinyal dikirimkan di antara neuron-neuron melalui penghubung-penghubung.
- Penghubung antar neuron memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal.
- Untuk menentukan output, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi yang dikenakan pada jumlahan input yang diterima. Besarnya output ini selanjutnya dibandingkan dengan suatu batas ambang.

Jaringan syaraf tiruan ditentukan oleh 3 hal, yaitu:

1. Pola hubungan antar neuron (disebut arsitektur jaringan).
2. Metode untuk menentukan bobot penghubung (disebut metode *training/learning/* algoritma).
3. Fungsi aktivasi (Siang J. 2005).

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) memiliki kemampuan untuk belajar dan beradaptasi terhadap masukan-masukannya. Berdasarkan algoritma pelatihannya, JST dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu: pelatihan terbimbing (*supervised learning*) dan pelatihan tidak terbimbing (*unsupervised learning*). Ada beberapa metode yang biasa digunakan pada jaringan syaraf tiruan. Salah satunya adalah metode *backpropagation*. Jaringan Syaraf Tiruan adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf biologi, sama seperti otak yang memproses suatu informasi.

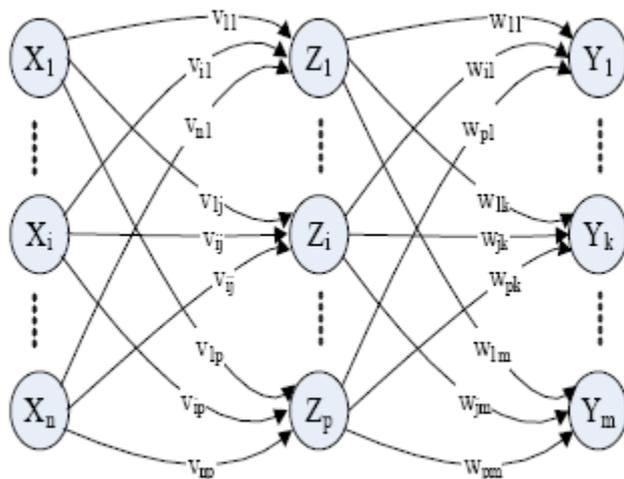
5. Tingkat Pengenalan

Kelemahan JST yang terdiri dari lapis tunggal membuat perkembangan JST menjadi terhenti pada sekitar tahun 1970-an. Penemuan metode *backpropagation* yang terdiri dari beberapa lapis membuka kembali cakrawala. Terlebih setelah ditemukan berbagai aplikasi yang dapat diselesaikan dengan *Backpropagation* membuat JST semakin diminati orang. JST dengan lapis tunggal memiliki keterbatasan

dalam pengenalan pola. Kelemahan ini bisa ditanggulangi dengan menambahkan satu atau beberapa lapis tersembunyi diantara masukan dan keluaran. Meskipun penggunaan lebih dari satu lapis tersembunyi memiliki kelebihan manfaat untuk beberapa kasus, tapi pelatihannya memerlukan waktu yang lama. Maka umumnya orang memulai mencoba dengan sebuah lapis tersembunyi lebih dahulu (Siang J, 2005)

6. Back Propagation Neural Network (BPNN)

Jaringan *Back Propagation Neural Network* (BPNN) biasanya digunakan untuk melakukan pengenalan pola, klasifikasi, pengolahan citra, dan pengambilan keputusan. BPNN merupakan JST dengan pembelajaran yang *supervised*, artinya data pembelajaran terdiri dari vektor pasangan *input* dan target (*output* yang diharapkan). Pelatihan suatu jaringan dengan algoritma *backpropagation* pada gambar 2 meliputi dua tahap yaitu perambatan maju dan perambatan mundur. Selama perambatan maju, tiap unit masukan (X_i) menerima sebuah masukan sinyal ini ke tiap-tiap lapisan tersembunyi Z_1, \dots, Z_p . Tiap unit tersembunyi ini kemudian menghitung aktivasinya dan mengirimkan sinyalnya (Z_j) ke tiap unit keluaran.



Gambar 2 Arsitektur Jaringan Lapis Jamak dengan Satu Lapis Unit Tersembunyi (Laurene F, 1994)

METODE PENELITIAN

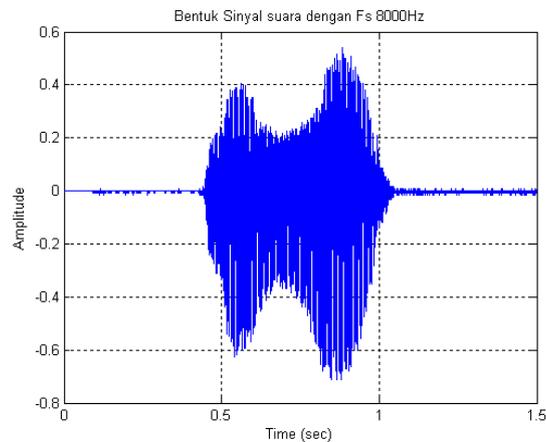
1. Perancangan Sistem

Sistem yang dirancang adalah sebuah sistem yang dapat mengenali suara masukan dengan berbagai macam jenis dan variasi masukan suara sesuai dengan rumusan masalah. Sistem hanya dapat mengenali suara dari orang yang telah dilatih, sehingga jika diberikan suara masukan yang tidak tersimpan di dalam *database* maka tidak dapat dikenali. Namun diharapkan variasi masukan sinyal suara tidak akan mempengaruhi tingkat keberhasilan sistem sehingga hasil yang didapat valid. Sistem yang dirancang akan mengenali suara seseorang setelah melalui beberapa proses. Hal ini dapat dianalogikan jika pertama kali bertemu seseorang suaranya mulai dikenali, kondisi itulah yang

dimaksud dengan akuisisi suara. Kemudian dirasakan ada perbedaan suara orang yang baru dikenal dengan suara orang lain, proses inilah yang dinamakan ekstraksi ciri. Dalam kehidupan sehari-hari jika bertemu seseorang terkadang lupa siapa orang yang dimaksud, oleh karena itu perlu adanya proses mengingat, proses ini yang dinamakan klasifikasi dengan JST.

2. Suara

Masukan suara yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari pengambilan *sample* suara wanita dewasa, pria dewasa dan anak-anak dengan pengucapan kata “HALO” untuk 5 data latih tiap orangnya. Suara yang direkam adalah suara dalam format WAV.



Gambar 3. Sinyal Suara Terpotong

3. Akuisisi Suara

Pada bagian sinyal suara hasil rekaman yang dianggap tidak diperlukan dilakukan pemotongan. Proses ini berguna untuk menyeragamkan format masukan, sehingga diperoleh sinyal dengan maksimal waktu perekaman yang ditentukan. Sinyal suara terpotong selanjutnya akan melalui tahap pemrosesan awal (*preprocessing*).

a) *Preprocessing*

a) *Filtering*

Sinyal suara masukan akan di-*filter* menggunakan *Band Pass Filter* (BPF). Tujuan dari *filtering* suara masukan adalah untuk melewati bagian sinyal suara pada band passnya saja, menghilangkan *noise-noise* pada masukan sinyal suara yang ada pada daerah frekuensi $< f_{co1}$ dan $> f_{co2}$, serta membatasi besarnya amplitudo sinyal suara

masukan, sehingga amplitudo sinyal suara melebihi batas yang diharapkan.

b) *Sampling*

Sinyal suara yang telah di-*filter*, akan di-*sampling* dengan syarat *nyquist* sehingga didapat bentuk sinyal suara diskrit yang akan memudahkan pengambilan karakteristik cirinya. Proses *sampling* bertujuan untuk mendapatkan sinyal diskrit untuk mengetahui ciri yang akurat dari sinyal dan memudahkan proses desimasi (pengurangan jumlah *sampling*).

c) *Desimasi*

Desimasi adalah pengurangan *sample* pada hasil *sampling*. Proses desimasi ini bertujuan untuk mengurangi jumlah *sample* sinyal suara yang terlalu banyak, namun hasil desimasi yang diperoleh masih bisa mewakili *sample-sample* yang dihilangkan. Parameter n merupakan parameter yang

menentukan berapa kali atau berapa jumlah *sample* yang diinginkan.

4. Linear Predictive Coding (LPC)

1. Preemphasis

Proses preemphasis dilakukan terhadap sinyal masukan untuk memperkecil daerah perubahan sinyal. Sinyal suara dilewatkan pada suatu filter digital yang berfungsi untuk meratakan spektral sinyal. Dalam proses pengolahan sinyal wicara preemphasis filter diperlukan setelah proses sampling. Tujuan dari pemfilteran ini adalah untuk mendapatkan bentuk spektral frekuensi sinyal wicara yang lebih halus. Dimana bentuk spektral yang relatif bernilai tinggi untuk daerah rendah dan cenderung turun secara tajam untuk daerah fekuensi diatas.

2. Reshapes

Proses ini digunakan untuk merubah ukuran matriks sesuai masukan yang diharapkan.

3. Windowing

Pada langkah ini dilakukan fungsi *weighting* pada setiap frame yang telah dibentuk pada langkah sebelumnya.

4. Analisis Autokorelasi

Pada tahap ini masing-masing frame yang telah di *windowing* diautokorelasikan dengan nilai autokorelasi yang tertinggi yaitu orde dari analisa LPC.

5. Fast Fourier Transform (FFT)

Fast Fourier Transrorm ini dilakukan untuk meningkatkan unjuk kerja sistem, karena dengan adanya FFT maka perbedaan antara pola sinyal suara dengan pola sinyal suara yang lain makin terlihat jelas. dimana data yang dihasilkan FFT merupakan masukan bagi Jaringan Syaraf Tiruan (JST).

6. Pelatihan dan Identifikasi dengan JST Backpropagation

Pada tahap ini dilakukan pelatihan dan identifikasi suara menggunakan JST *Backpropagation*. Output dari sistem adalah suara yang terdeteksi baik dikenali sebagai target maupun tidak dikenali. Proses pelatihan dilakukan sampai jaringan memperoleh nilai *error* target sekecil mungkin. Setelah syarat tersebut tercapai, maka dilakukan penyimpanan bobot dari setiap ruas pada jaringan. Bobot-bobot tersebut nantinya akan digunakan pada proses pengujian. Pelatihan JST *backpropagation* melalui 3 fase yaitu fase maju, fase mundur, dan perubahan bobot. Dalam konsep pelatihannya digunakan juga syarat agar pelatihan yang dilakukan berjalan dengan benar dan lancar sehingga mendapatkan keluaran seperti yang diinginkan.

7. Pengujian Sistem

Pada proses pengujian ini digunakan beberapa suara uji untuk suara yang sudah

dilatih dan untuk menguji suara yang belum dilatih sama sekali. Setiap suara yang diuji untuk mengetahui apakah suara dapat dikenali dengan benar ke dalam klasifikasi yang sebenarnya, dikenali sebagai orang lain, atau tidak dikenali sama sekali. Keakurasian akan dihitung dalam skala persentase.

8. Persentase Keberhasilan Sistem/Grade Success Sistem (GSS)

Grade Success Sistem(GSS) adalah Presentase keberhasilan sistem (*Grade Success System*). Dengan GSS dapat diketahui tingkat keberhasilan sistem yang telah dibuat, hasil tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$GSS = \frac{RTD+RRD}{2} \times 100 \quad (2)$$

1. Result Training Data (RTD)

Result Trainning Data (RTD) adalah hasil dari uji data yang telah di latih sebelumnya, apakah sistem tersebut dapat mengenali dengan benar, tidak mengenali dengan benar, atau tidak mengenali sama sekali. Dari sistem tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut

$$RTD = \frac{jumlahdatasukses}{jumlahdata} \quad (3)$$

Dimana sukses adalah jumlah data masukan yang berhasil dikenali, dan jumlah data adalah data keseluruhan yang di ujikan.

2. Result Random Data (RRD)

Result Random Data adalah hasil dari uji data yang sama sekali belum dikenali

oleh sistem sehingga sistem diharapkan dapat mengenali dengan baik data yang di masukan walaupun sebelumnya belum pernah dilakukan pembelajaran tentang pola data masukan. Dari sistem tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut

$$RRD = \frac{jumlahdatasukses}{jumlahdata} \quad (3)$$

Dimana data sukses adalah jumlah data uji yang berhasil dikenali, dan jumlah data adalah data uji keseluruhan yang di ujikan (Inayah N, 2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penentuan Parameter Jaringan untuk Proses Pelatihan

Sinyal suara latih diperoleh dari 5 orang responden yang masing-masing responden terdiri dari 5 sinyal suara. Sinyal suara uji diperoleh dari 5 orang responden yang masing-masing responden terdiri dari 5 pola sinyal suara. Sinyal suara disimpan dalam bentuk format Waveform Audio (WAV). Pada proses selanjutnya Implementasi sistem dengan memanfaatkan toolbox *Linear Predictive Coding* (LPC) dan *Artificial Neural Network* (ANN) dalam pemograman Matlab versi 7.1. Pengenalan pola suara dengan *backpropagation* adalah suatu proses agar jaringan dapat mengenali suara masukan dengan benar. Namun, sebelum mengenali pola suatu masukan tentunya harus

dilakukan pelatihan dengan nilai parameter yang benar sehingga jaringan dapat mengenali suara dengan baik. Proses pelatihan pada tugas akhir ini menggunakan fungsi aktivasi sigmoid bipolar.

2. Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar

Penelitian ini dilakukan menggunakan parameter - parameter yang di-*set* pada nilai yang tetap adalah ; Error target = 0, *Learning rate* (Alpha) = 0.05, μ (μ) = 10^{-3} .

Sedangkan nilai parameter sistem yang diubah-ubah adalah *Hidden layer* = 1, 2, 3, dan 4, jumlah neuron tiap hidden layer = 25, 20, 15, 10 dan jumlah data latih = 5. Pengubahan nilai-nilai parameter ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi sistem yang memberikan waktu pelatihan yang paling optimal. Proses pelatihan dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing kombinasi parameter sistem.

Tabel 1. Hasil Pelatihan Jaringan untuk 5 data latih dengan Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar

Parameter		Percobaan Ke-	Pelatihan		Mean Square Error (MSE)
Hidden Layer	Neuron		Iterasi	waktu (detik)	
2	15,10	1	137	45,844	$9,127 \times 10^{-6}$
		2	844	405,58	$9,453 \times 10^{-6}$
		3	112	37,27	$1,785 \times 10^{-6}$

Dari hasil Tabel 1 tersebut parameter sistem memberikan waktu pelatihan paling optimal dengan *hidden layer* = 2 dan neuron tiap hidden layer = 15, 10. Rata-rata waktu pelatihan yang diperoleh untuk mendekati *error target* 0 adalah $1,7850 \times 10^{-6}$ dan waktu pelatihan diperoleh yakni 37,266 detik dengan 112 iterasi. Neuron hidden layer I = 15 dan Neuron hidden layer II = 10.

3. Proses Pengujian Jaringan

Proses pengujian backpropagation bertujuan untuk mengukur seberapa besar keberhasilan jaringan berdasarkan parameter-parameter yang telah diperoleh

sebelumnya. Berikut hasil yang diperoleh dari beberapa uji pengenalan jaringan

4. Pengujian Suara Uji Latih

Pengujian dengan suara latih ini merupakan pengujian pertama jaringan yang dilakukan pada suara masukan yang telah dilatih sebelumnya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem dapat mengenali dengan baik atau tidak dapat mengenali suara yang telah dilatih tersebut. Hasil pengujian jaringan untuk fungsi aktivasi sigmoid bipolar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengenalan pola suara latih Latih untuk 5 data latih dengan Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar

No	Input Latih	Dikenali sebagai				
		Darman	Imel	Farah	Yusuf	Januar
1	Darman1	√				
	Darman2	√				
	Darman3	√				
	Darman4	√				
	Darman5	√				
2	Imel1		√			
	Imel2		√			
	Imel3		√			
	Imel4		√			
	Imel5		√			
3	Farah1			√		
	Farah2			√		
	Farah3			√		
	Farah4			√		
	Farah5			√		
4	Yusuf1				√	
	Yusuf2				√	
	Yusuf3				√	
	Yusuf4				√	
	Yusuf5				√	
5	Januar1					√
	Januar2					√
	Januar3					√
	Januar4					√
	Januar5					√

Ketengangan : MSE = $1,785 \times 10^{-6}$
 Iterasi = 112
 Waktu = 37,266 detik
 Jumlah sample = 25
 Sukses = 25
 Gagal = 0
 Tingkat keberhasilan = 100%

5. Pengujian Identifikasi *Backpropagation*

Setelah dilakukan pelatihan jaringan dengan parameter yang telah diset tiap jaringannya, maka jaringan yang tingkat pengenalannya diatas 98% maka akan

dilanjutkan pada proses pengujian. Proses pengujian ini menggunakan 5 input data sinyal suara yang belum dilatih sama sekali. Proses pengujian ini bertujuan sebagai proses pembelajaran jaringan.

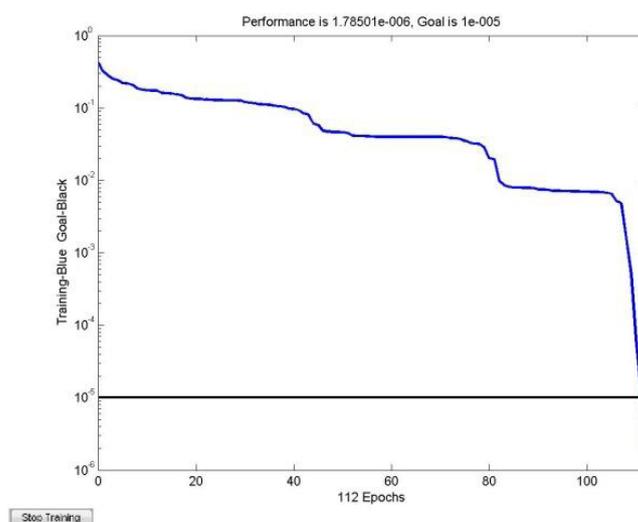
Tabel 3 Pengenalan Pola suara uji Latih untuk 5 data latih dengan Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar

No	Input Latih	Dikenali sebagai				
		Darman	Imel	Farah	Yusuf	Januar
1	Darman1	√				
	Darman2	√				
	Darman3					√
	Darman4	√				
	Darman5					√
2	Imel1		√			
	Imel2		√			
	Imel3					√
	Imel4					√
	Imel5			√		
3	Farah1					√
	Farah2			√		
	Farah3			√		
	Farah4					√
	Farah5			√		
4	Yusuf1				√	
	Yusuf2				0	
	Yusuf3		√			
	Yusuf4			√		
	Yusuf5					√
5	Januar1			√		
	Januar2					√
	Januar3					√
	Januar4					0
	Januar5					√

Keterangan :
 Jumlah sample = 25
 Sukses = 12
 Gagal = 13

Tingkat Keberhasilan pada proses pengujian suara latih untuk 5 data latih sebesar 100%. Sedangkan Tingkat keberhasilan pada proses pengujian suara yang belum dilatih untuk 5 data latih sebesar 48%. Tingkat keberhasilan ini diperoleh dari pemilihan masing-masing

tiap jaringan yang telah diuji yang mempunyai tingkat persentase tertinggi. Untuk 5 data latih Dengan perbandingan kurva di atas maka jaringan yang memiliki 2 hidden layer lebih efektif digunakan dibandingkan dengan jaringan yang memiliki 1 atau 3 hidden layer.



Gambar 4. Kurva 2 Hidden Layer untuk 5 data uji

6. Analisa Performansi Sistem

Analisa performansi sistem merupakan parameter utama untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari perancangan sistem. Parameter tersebut yaitu RTD, RRD, dan GSS.

1. Result Training Data(RTD) hasil uji data latih

RTD adalah parameter sukses dari identifikasi dengan suara uji adalah suara yang telah dilatih sebelumnya. Proses pengujian RTD dilakukan untuk fungsi aktivasi sigmoid bipolar :

$$RTD = \frac{\text{jumlahdatasukses}}{\text{Jumlahdata}} = \frac{25}{25} = 1,00$$

2. Result Random Data(RRD) hasil uji data random

Selain RTD, RRD juga menjadi parameter yang menentukan tingkat keberhasilan sistem. Setelah hasil untuk data uji yang telah dilatih didapat, maka

selanjutnya sistem juga diuji dengan data yang belum diuji sama sekali. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem masih dapat mengenali suara random sebaik sistem mengenali suara latih. Persamaan diperoleh hasil sebagai berikut :

$$RRD = \frac{\text{jumlahdatasukses}}{\text{Jumlahdata}} = \frac{12}{25} = 0,48$$

3. Grade Success System(GSS) tingkat keberhasilan Sistem

Keberhasilan sistem dihitung dari GSS berdasarkan persamaan sebelumnya. Karena nilai RTD dan RRD telah didapatkan maka tingkat keberhasilan sistem dapat dihitung. Berdasarkan dari perhitungan RTD dan RRD diperoleh GSS sebagai berikut.

$$GSS = \frac{RTD + RRD}{2} = \frac{1.00 + 0.48}{2} \times 100 = 74$$

KESIMPULAN

Dari hasil analisis pengujian sistem pengenalan suara menggunakan *Linear Predictive Coding* (LPC) dan Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* untuk identifikasi pola sinyal suara ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : Jaringan dengan 4 lapisan yang terdiri dari 1 lapisan masukan (input), 2 lapisan tersembunyi (hidden layer) dan 1 lapisan keluran (output). Jumlah neuron pada tiap lapisannya berturut-turut yaitu 24, 15, 10, 5. Nilai karakteristik yang dimiliki jaringan yaitu nilai learning rate = 0,05, nilai μ = 10^{-3} dan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid bipolar. Tingkat keberhasilan jaringan untuk pengujian suara untuk 5 data latih yang telah dilatih dengan fungsi aktivasi sigmoid bipolar mencapai 100% dan tingkat keberhasilan jaringan untuk pengujian suara yang belum dilatih mencapai 74%. Semakin banyak data latih yang diproses dalam jaringan maka semakin tinggi tingkat keberhasilan yang diperoleh (sinyal suara dapat dikenali).

DAFTAR PUSTAKA

Brigham E 1988. *The Fast Fourier Transform and Its Application*. Prentice-Hall Inc. New Jersey.

- Inayah N, Fattah F. 2008. Identifikasi Suara Untuk Sistem Keamanan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Metode Backpropagation. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin. Makassar
- Laurene F. 1994. *Fundamentals of Neural Networks*. Prentice-Hall 1994. New Jersey.
- Mark C. 2005. WAV File Format Descriptions. <http://rti7020.etf.bgac.yu/rti/ir1pp2/domaci/WavFileFormat.html>. Di akses 25 desember 2016.
- Roberts M. 2004. *Signals and Systems Analysis Using Transform Methods and Matlab*. McGraw-Hill. New York.
- Rudy A. 1999. *Pengenalan Suara Manusia Dengan Metode LPC dan Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik*, Surabaya.
- Siang, J. 2005. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Andi Yogyakarta. Yogyakarta.
- Tumanan O. 2008. Pengenalan Pola Sidik Jari Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Dengan Metode Pembelajaran Backpropagation. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Putra. Darma. 2009. *Sistem Biometrika*.
Andi Yogyakarta. Yogyakarta.

