

Pengenalan Digit 0 Sampai 9 Menggunakan Ekstraksi Ciri MFCC dan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*

Sitti Amalia

Institut Teknologi Padang, Padang
E-mail: sittiamalia23213059@gmail.com

ABSTRACT

In this research, design and system implementation for voice pattern recognition in 0 to 9 forms with offline pronunciation has been done. The processes in this research is voice taking which transformed from analog into digital, an then the parameter extraction process using Mel-Frequency Cepstrum Coefficients (MFCC), the result of this extraction will be trained and tested by artificial neural network using back propagation algorithm. The test has been done to 100 voice files which got from 10 persons voices for 10 different numbers. The words are consisting of number 0 to 9. The trial has been done with artificial neural network parameter such as tolerance value, the sum of neuron, and the sum of epoch. The result of the testing showed an architecture and network parameter that shown the most optimal performance for 0,06 tolerance value. The percentage of this network training with the optimal architecture and network parameter for each training data and new data are 82,2% and 53,3%

Keywords: MFCC, back propagation artificial neural network.

ABSTRAK

Penelitian difokuskan untuk pengenalan pola suara berupa digit 0 sampai 9 dengan pengucapan secara offline. Proses pada penelitian adalah pengambilan suara yang diubah dari analog menjadi digital, selanjutnya proses ekstraksi parameter menggunakan Mel-Frequency Cepstrum Coefficients (MFCC), hasil ekstraksi ini akan dilatih dan diuji oleh jaringan syaraf tiruan menggunakan algoritma backpropagation. Pengujian dilakukan terhadap 100 file suara yang didapatkan dari pengambilan suara 10 orang terhadap 10 suara angka yang berbeda. Kata-kata itu terdiri dari angka 0 sampai 9. Percobaan dilakukan dengan variasi terhadap parameter jaringan syaraf tiruan berupa nilai toleransi, jumlah neuron, dan jumlah epoch. Hasil pengujian menunjukkan arsitektur dan parameter jaringan yang memberikan unjuk kerja paling optimal untuk seluruh jenis suara adalah 35 neuron pada lapisan tersembunyi dengan nilai toleransi 0.06. Persentase pengenalan dari pelatihan jaringan dengan arsitektur dan parameter jaringan optimal ini untuk data latih dan data baru masing-masing adalah 82,2% dan 53,3%.

Kata kunci: jaringan syaraf tiruan backpropagation, MFCC

1. PENDAHULUAN

Kemampuan sistem pendengaran manusia dalam mengenal suara dapat ditiru untuk diimplementasikan pada mesin, robot, sistem keamanan, dan lain-lain, karena komponen-komponen pendukungnya telah tersedia, yaitu *microphone* sebagai pengganti telinga, algoritma-algoritma pemrosesan sinyal, dan Jaringan Saraf Tiruan (JST) yang akan menjalankan fungsi sebagai otak.

Jaringan Saraf Tiruan ini digunakan karena memiliki kemampuan untuk mengenali pola yang sedikit berubah dari aslinya. Hal ini mirip dengan otak manusia yang masih mampu untuk mengenali seseorang dari suara yang sedikit berubah misalnya lewat telepon.

Jaringan Saraf Tiruan merupakan model sistem komputasi yang bekerja seperti sistem syaraf biologis, dimana Jaringan Saraf Tiruan ini akan berfungsi sebagai pengganti syaraf dan otak, dimana pada saat akan berhubungan dengan dunia luar, kemampuan belajar dan generalisasinya cepat dan

mudah dalam pengenalan pola suatu karakter serta mudah untuk diimplementasikan [5]. Sistem pendengaran tiruan tersebut dapat dirancang sedemikian rupa dengan meniru sebagian prinsip kerja sistem pendengaran manusia sehingga nantinya sistem tersebut dapat mengenali suara berdasarkan gelombang suara yang diterimanya.

Dilihat dari prinsip kerja perambatan balik (*Backpropagation*), maka terlihat algoritma ini dapat meminimalisir kesalahan mungkin mendekati atau nol [4,7]. Sehingga pada penelitian ini digunakan algoritma Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pengenalan Ucapan

Sistem pengenalan ucapan yang dimaksud adalah pengenalan suara manusia oleh suatu sistem (misalnya komputer) sehingga memungkinkan terjadinya suatu komunikasi, karena sistem tersebut dapat mengenal arti suara manusia. Untuk memungkinkan terjadinya komunikasi, maka terlebih dahulu sistem harus berisi suatu *database*

yang menyimpan parameter-parameter dari suara atau ucapan manusia dan berfungsi sebagai pembanding bagi ucapan yang masuk ke dalam sistem komputer terhadap ucapan yang tersimpan dalam sistem sehingga sistem nantinya dapat mengenali ucapan yang diberikan kepadanya [7].

2.2 Mel Frequency Cepstrum Coefficient

Dalam penelitian ini digunakan *Mel-Frequency Cepstrum Coefficient* (MFCC) yang bekerja berdasarkan prinsip sistem pendengaran manusia dalam skala mel, sehingga karakteristik parameter sinyal input yang dipilih sesuai dengan parameter yang diinginkan [9].

Metode ini umumnya digunakan karena dapat mempresentasikan parameter suara dengan baik dan mampu menangkap karakteristik suara yang sangat penting bagi pengenalan suara, dapat menghasilkan data seminimal mungkin tanpa menghilangkan informasi-informasi penting yang ada, dan dapat mereplikasikan organ pendengaran manusia dalam melakukan persepsi terhadap sinyal suara. Adapun tahapan yang dilalui untuk mendapatkan suatu ceptrum mel adalah sebagai berikut:

- Frame bloking
- Preemphasis
- Windowing
- FFT (Fast Fourier Transform)
- Mel Frequency Wrapping
- Ceptrum

2.3 Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Jaringan syaraf tiruan didefinisikan sebagai sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan syaraf manusia [5]. Jaringan syaraf tiruan tercipta sebagai suatu generalisasi model matematis dari pemahaman manusia yang didasari oleh suatu asumsi sebagai berikut:

- 1) Pemrosesan informasi yang terjadi pada elemen sederhana yang disebut neuron.
- 2) Sinyal mengalir diantara sel syaraf/neuron melalui suatu sambungan penghubung.
- 3) Setiap sambungan penghubung memiliki bobot yang bersesuaian. Bobot ini digunakan untuk menggandakan/mengalikan sinyal yang dikirim melaluinya.
- 4) Setiap sel syaraf akan menerapkan fungsi aktivasi terhadap sinyal hasil penjumlahan berbobot yang masuk kepadanya untuk menentukan sinyal keluarannya.

2.3.1 Kelebihan JST

Jaringan syaraf tiruan memiliki sejumlah besar kelebihan dibandingkan dengan metode perhitungan lainnya, yaitu:

- 1) Kemampuan mengakuisisi pengetahuan walaupun dalam kondisi ada gangguan dan ketidakpastian. Hal ini karena jaringan syaraf tiruan mampu melakukan generalisasi, abstraksi, dan ekstraksi terhadap properti statistik dari data.
- 2) Kemampuan merepresentasikan pengetahuan secara fleksibel. Jaringan syaraf tiruan dapat menciptakan sendiri representasi melalui pengaturan diri sendiri atau kemampuan belajar (*self organizing*).
- 3) Kemampuan memberikan toleransi atas suatu distorsi (*error*), di mana gangguan kecil pada data dapat dianggap hanya sebagai *noise* belaka.
- 4) Kemampuan memproses pengetahuan secara efisien karena memakai sistem paralel, sehingga waktu yang diperlukan untuk mengoperasikannya menjadi lebih singkat.

2.3.2 Arsitektur Jaringan

Arsitektur jaringan yang sering dipakai dalam jaringan syaraf tiruan antara lain: Jaringan layar jamak seperti ditunjukkan pada gambar 1 yang merupakan perluasan dari layar tunggal. Dalam jaringan ini, selain unit masukan dan keluaran, ada unit-unit lain (sering disebut layar tersembunyi). Dimungkinkan pula ada beberapa layar tersembunyi. Sama seperti pada unit masukan dan keluaran, unit-unit dalam satu layar tidak saling berhubungan.

Jaringan layar jamak dapat menyelesaikan masalah yang lebih kompleks dibandingkan dengan layar tunggal, meskipun kadang kala proses pelatihan lebih kompleks dan lama.

2.3.3 Bias dan Threshold

Terkadang dalam jaringan ditambahkan sebuah unit masukan yang nilainya selalu = 1. Unit yang sedemikian itu disebut bias. Bias dapat dipandang sebagai sebuah input yang nilainya = 1. Bias berfungsi untuk mengubah nilai *threshold* menjadi = 0 (bukan = a).

Jika melibatkan bias, maka keluaran unit penjumlahan adalah

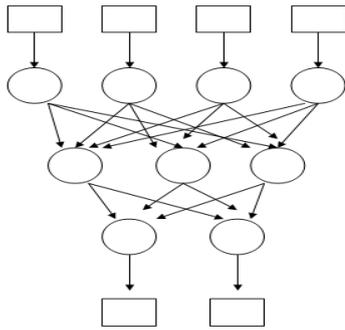
$$net = b + \sum_i x_i w_i \tag{1}$$

Fungsi aktivasi *threshold* menjadi:

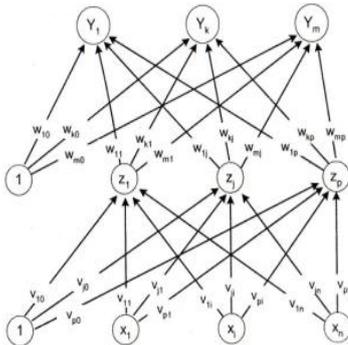
$$f(net) = \begin{cases} 1 & \text{jika } net \geq 0 \\ -1 & \text{jika } net < 0 \end{cases} \tag{2}$$

2.3.4 Pelatihan Dengan dan Tanpa Supervisi

Berdasarkan cara memodifikasi bobotnya, ada 2 macam pelatihan yang dikenal yaitu dengan supervisi (*supervised*) dan tanpa supervisi (*unsupervised*).



Gambar 1 Model jaringan layer jamak



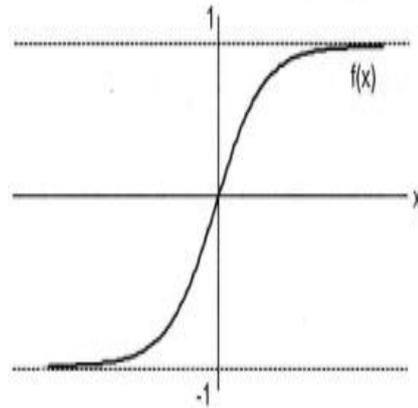
Gambar 2 Arsitektur backpropagation

Metode pelatihan dengan supervisi digunakan jika keluaran yang diharapkan telah diketahui sebelumnya. Terdapat sejumlah pasangan data (masukan – target keluaran) yang telah ada yang dipakai untuk melatih jaringan hingga diperoleh bobot yang diinginkan. Pasangan data tersebut berfungsi sebagai “guru” untuk melatih jaringan hingga diperoleh bentuk yang terbaik. “Guru akan memberikan informasi yang jelas tentang bagaimana sistem harus mengubah dirinya untuk meningkatkan unjuk kerjanya.

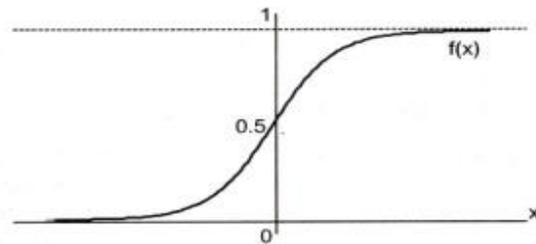
Sebaliknya, dalam pelatihan tanpa supervisi (*unsupervised learning*) tidak memerlukan target keluaran atau tidak ada “guru” yang akan mengarahkan proses pelatihan. Selama proses pelatihan, nilai bobot disusun dalam suatu rentang tertentu tergantung pada nilai masukan yang diberikan. Tujuan pelatihan ini adalah mengelompokkan unit-unit yang hampir sama dalam suatu area tertentu. Pelatihan seperti ini biasanya sangat cocok untuk pengelompokkan (klasifikasi pola).

2.3.5 Arsitektur Backpropagation

Backpropagation memiliki beberapa unit yang ada dalam satu atau lebih layar tersembunyi. Gambar 2 adalah arsitektur backpropagation dengan n buah masukan (ditambah sebuah bias), sebuah layar



Gambar 3 Grafik fungsi sigmoid biner



Gambar 4 Grafik fungsi sigmoid bipolar

tersembunyi yang terdiri dari p unit (ditambah sebuah bias), serta m buah unit keluaran.

2.3.6 Fungsi Aktivasi

Dalam *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 sehingga sering dipakai adalah fungsi sigmoid biner seperti ditunjukkan pada gambar 3 yang memiliki range (0,1).

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \tag{3}$$

dengan turunan :

$$f'(x) = f(x)(1 - f(x)) \tag{4}$$

Fungsi lain yang sering dipakai adalah fungsi sigmoid bipolar yang bentuk fungsinya mirip dengan fungsi sigmoid biner seperti ditunjukkan pada gambar 4, tapi dengan range (-1,1).

$$f(x) = \frac{2}{1 + e^{-x}} - 1 \tag{5}$$

dengan turunan :

$$f'(x) = \frac{(1 + (f(x)))(1 - (f(x)))}{2} \quad (6)$$

Fungsi sigmoid memiliki nilai maksimum=1. Maka untuk pola yang targetnya > 1, pola masukan dan keluaran harus terlebih dahulu ditransformasi sehingga semua polanya memiliki rentang yang sama seperti fungsi sigmoid yang dipakai.

Alternatif lain adalah menggunakan fungsi aktivasi sigmoid hanya pada layar yang bukan layar keluaran. Pada layar keluaran, fungsi aktivasi yang dipakai adalah fungsi identitas : $f(x) = x$.

3. METODOLOGI PENELITIAN

- 1) Pada tahap pertama dilakukan Pengambilan data yaitu dengan melakukan perekaman ucapan vocal 10 orang, dan setiap orang mengucapkan digit 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 dan 9 disimpan dalam satu berkas dengan format WAV.
- 2) Tahap kedua dilakukan ekstrasi ciri dari data hasil rekaman yang telah disimpan dalam berkas dengan format WAV. Ekstrasi ciri ini dilakukan penapisan digital tiap data ucapan dengan menggunakan metode MFCC. Hasil penapisan yang diperoleh adalah spectral frekuensi kemudian didomisisilasi sehingga terbentuk data berupa matrik.
- 3) Tahap ketiga dilakukan proses pembangunan jaringan saraf. Model jaringan adalah jaringan *backpropagation* dengan system pembelajaran terbimbing.
- 4) Tahap keempat dilakukan proses pelatihan klasifikasi atas pola-pola hasil ekstraksi ciri. Pelatihan dilakukan dengan cara terbimbing dengan merelasikan pola masukan dengan tujuan(target). Hasil pelatihan berupa matrik bobot yang disimpan untuk dipanggil pada saat proses pengujian.
- 5) Tahap kelima, yaitu pengujian terhadap kemampuan system jaringan yang sudah dilatih, pada proses pengujian ini digunakan bobot yang telah diperoleh pada hasil pelatihan. Sebagai masukan jaringan digunakan data yang telah tersimpan yang telah diekstraksi cirinya.

4. PERANCANGAN SISTEM

Sinyal diinputkan ke komputer melalui *sound card* dengan menggunakan *microphone*. Sinyal suara ini pada mulanya adalah berupa sinyal analog. Sinyal analog ini kemudian diubah ke dalam bentuk digital dengan menggunakan ADC yang terdapat pada *sound card*. Sinyal suara yang masuk ini kemudian diolah untuk didapatkan parameternya. Mula-mula sinyal suara dicuplik dengan frekuensi cuplik yang

memenuhi kriteria *nyquist*. Kemudian sinyal tersebut diblok ke dalam frame-frame. Sinyal yang masih dalam bentuk frame tersebut ditapis dengan menggunakan sebuah *pre-emphasis* yang selanjutnya dilakukan proses *windowing*. Setelah itu dilakukan ekstraksi parameter pada MFCC untuk mendapatkan cepstrum parameternya. matrik MFCC yang telah dihasilkan akan menjadi input pada jaringan saraf tiruan.

Proses yang dilakukan jaringan saraf tiruan ini terdiri dari dua tahap, yaitu proses pelatihan dan proses pengujian. Pada proses pelatihan akan didapatkan sebuah parameter hasil. Hasil pelatihan ini akan disimpan sebagai model referensi, dimana pola ini akan digunakan pada proses pengujian. Setelah proses pelatihan selesai dan masing-masing pola telah diperoleh maka proses akan dilanjutkan dengan pengujian dan pengambilan keputusan. Proses pengujian dilakukan untuk menguji kemampuan Jaringan saraf tiruan dalam mengenali masing-masing suara. Proses ini dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran dari suara yang sedang diuji dengan model referensi yang telah tersimpan sebelumnya. Sistem akan mengidentifikasi suara dengan benar apabila suara yang diuji sesuai dengan yang telah dilatih tersebut.

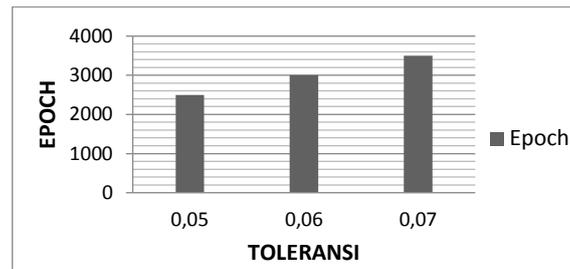
4.1 Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri adalah proses untuk mengambil ciri-ciri tertentu dari karakter angka yang diamati. Pada penelitian ini ekstraksi ciri dilakukan dengan menggunakan proses MFCC sehingga didapatkan matrik 19 x 1 yang digunakan sebagai input dalam proses Jaringan Saraf *Backpropagation*.

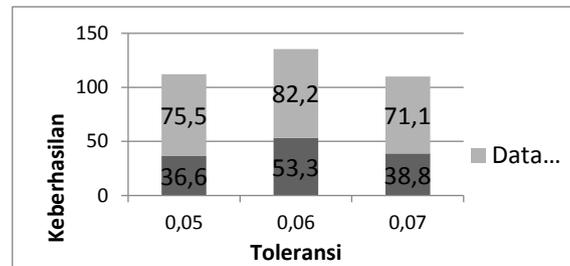
4.2 Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah jaringan syaraf tiruan *backpropagation*. Struktur jaringan syaraf tiruan yang digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Pelatihan menggunakan 100 data latih.
- 2) Terdapat 19 *neuron* pada lapisan *input*. Hal ini disesuaikan dengan jumlah elemen matriks yang dihasilkan pada ekstraksi ciri MFCC
- 3) Terdapat 2 lapisan tersembunyi dengan jumlah neuron sebanyak 35 buah dan 2 buah *neuron*.
- 4) Jumlah neuron *output* sebanyak 4 neuron, yang ditentukan berdasarkan pertimbangan berikut:
 - a) Kata yang akan kita kenali adalah angka 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 dan 9 sebanyak 10 karakter angka.
 - b) Setiap karakter akan dikonversikan ke dalam bentuk pengkodean bit. Jumlah bit yang mungkin adalah 4 bit, yang menghasilkan 2^4 variasi *output* yang berbeda.



Gambar 5 Grafik hubungan toleransi terhadap epoch



Gambar 6 Grafik hubungan toleransi terhadap tingkat keberhasilan

4.3 Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*

4.3.1 Pelatihan

Dikarenakan jaringan syaraf tiruan yang digunakan pada penelitian ini adalah *backpropagation*, maka terlebih dahulu perlu dibangun jaringan yang terdiri dari lapisan *input*, lapisan tersembunyi, lapisan *output*, fungsi aktivasi pada layer tersembunyi dan layer output, dan model pelatihan yang digunakan pada jaringan syaraf tiruan *backpropagation* menggunakan fungsi:

```
net = newff (minmax(P), [35 2 4], {'logsig'
    'logsig' 'logsig'}, 'trainrp')
```

Setelah selesai membangun jaringan, langkah selanjutnya yaitu menentukan parameter yang digunakan selama proses pelatihan, dengan fungsi:

```
net.trainParam.epochs = 3000;
net.trainParam.goal = 0.06;
net.trainParam.lr = 0.1;
net.trainParam.mc = 0.7;
net.trainParam.show = 250;
```

Selanjutnya adalah pelatihan yang akan dilakukan dengan fungsi:

```
net = init (net)
[net,tr] = train(net,P,T)
```

dengan:

```
Init = fungsi untuk menginisialisasi bobot
      dan bias dengan nilai acak baru
train = fungsi untuk melatih jaringan
P = matriks data input
T = target
```

Pelatihan akan dilakukan sampai dicapai toleransi yang telah ditentukan yaitu 0.006.

4.3.2 Pengujian

Fungsi pengujian yang digunakan pada jaringan syaraf tiruan *backpropagation* adalah:

```
A = sim(net,P)
```

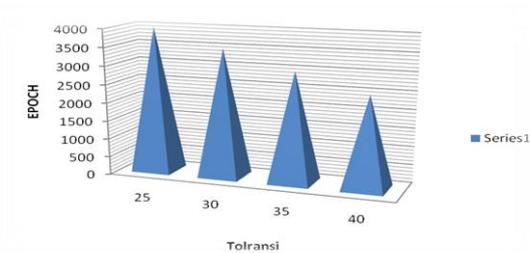
Pada tahap pengujian ini akan dapat diketahui sejauh mana sistem dapat mengenali pola huruf, terhadap pola yang telah dilatih.

5. HASIL DAN ANALISA

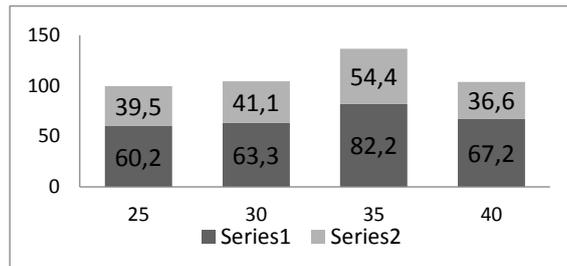
5.1 Pengujian Sistem dengan Jumlah Neuron pada Layer Tersembunyi Pertama 35 dan Nilai Toleransi di Variasikan dari 0.05 sampai 0,07.

Pada percobaan ini bertujuan untuk melihat kemampuan sistem ketika parameter jumlah *neuron* pada *layer* tersembunyi konstan yaitu 35 dan nilai toleransi divariasikan dari 0.05 sampai 0.07. Kemampuan sistem ini diukur berdasarkan tingkat keberhasilan dalam mengenali pola kata yang dimasukkan. Hasil dari percobaan ini dapat dilihat pada gambar 5.

Setelah dilakukan percobaan, terlihat bahwa toleransi terkecil yaitu 0.05 diperoleh pada *epoch* 2500. Ketika nilai toleransi diperbesar maka diperoleh jumlah *epoch* yang semakin besar, yaitu toleransi 0.06 *epoch* 3000, toleransi 0.07 *epoch* 3500. Grafik tingkat keberhasilan dapat dilihat pada gambar 6, yang merupakan grafik hubungan toleransi terhadap tingkat keberhasilan dari data latih dan data baru (tidak dilatih).



Gambar 7 Grafik hubungan Jumlah neuron terhadap *epoch*



Gambar 8 Grafik hubungan jumlah neuron terhadap tingkat keberhasilan

Setelah dilakukan percobaan, terlihat bahwa tingkat keberhasilan terbesar yaitu 82.2 % untuk data latih dan 53.3 % untuk data baru diperoleh pada toleransi 0.06. Ketika nilai toleransi diperbesar maka diperoleh tingkat keberhasilan yang semakin kecil, yaitu toleransi 0.07 mempunyai tingkat keberhasilan 71.1 % untuk data latih dan 38.8 % untuk data baru dan toleransi 0.05 mempunyai tingkat keberhasilan 75.5 % untuk data latih dan 36.6 % untuk data baru.

5.2 Percobaan Pengujian Sistem dengan Nilai Toleransi 0,06 dan Jumlah Neuron pada Layer Tersembunyi Pertama Di Variasikan dari 30 Sampai 40.

Pada percobaan ini bertujuan untuk melihat kemampuan sistem ketika parameter nilai toleransi konstan yaitu 0.06 dan jumlah neuron pada layer tersembunyi divariasikan dari 30 sampai 40. Kemampuan sistem ini diukur berdasarkan tingkat keberhasilan dalam mengenali kata yang dimasukkan. Hasil dari percobaan ini dapat dilihat dan pada gambar 7.

Setelah dilakukan percobaan, terlihat bahwa untuk mencapai toleransi 0.06 pada jumlah neuron terkecil yaitu 25 diperoleh pada *epoch* 4000 dan untuk jumlah neuron 35 diperoleh pada *epoch* 3000, diikuti pada jumlah neuron 40 yaitu pada *epoch* 2500. Grafik tingkat keberhasilan dapat dilihat pada gambar 8.

Setelah dilakukan percobaan, terlihat bahwa tingkat keberhasilan terbesar yaitu 82,2 % untuk data latih dan 54.4 % untuk data baru diperoleh pada jumlah layer 35. Ketika jumlah neuron diperbesar

maka diperoleh tingkat keberhasilan yang semakin kecil, yaitu jumlah neuron 40 mempunyai tingkat keberhasilan 67.7 % untuk data latih dan 36.5 % untuk data. Kecenderungan ini juga ditemukan ketika jumlah neuron diperkecil yaitu jumlah neuron 30 dimana mempunyai tingkat keberhasilan 63.37 % untuk data latih dan 41.1 % untuk data baru untuk jumlah euron 25 maka diperoleh tingkat keberhasilan yg rendah yaitu 60.2% untuk data latih dan 39.5% untuk data baru.

5.3 Percobaan Melihat Hubungan antara Epoch, Toleransi, dan Jumlah Neuron.

Pada percobaan ini bertujuan untuk melihat hubungan dari parameter-parameter berupa *epoch*, toleransi, dan jumlah *neuron* dari sistem. Tujuan dari percobaan ini untuk melihat bagaimana pengaruh dari ketiga parameter tersebut terhadap kinerja sistem dan dapat mengetahui dimana letak kinerja terbaik dan komposisi yang efektif dari sistem secara keseluruhan. Setelah dilakukan percobaan, terlihat bahwa komposisi terbaik diperoleh pada toleransi 0.06 dengan jumlah *neuron* pada layar tersembunyi adalah 35, dan *epoch* 300. Pada komposisi ini, tingkat keberhasilan yang dicapai adalah 82,2% untuk data latih dan 53,33% untuk data baru yang mana merupakan tingkat keberhasilan terbesar dari sistem ini.

5.4 Analisa

Dari hasil percobaan yang diperoleh, sistem ini mempunyai suatu nilai titik balik pada tingkat keberhasilannya. Untuk memperoleh toleransi yang

kecil dibutuhkan *epoch* yang besar sehingga membutuhkan proses pelatihan yang lama tetapi jika toleransi terlalu kecil maka sistem akan menjadi tidak stabil dan menyebabkan penurunan tingkat keberhasilan. Sedangkan untuk jumlah *epoch*, semakin besar nilai *epoch* yang dihasilkan maka tingkat keberhasilan yang diperoleh akan semakin tinggi.

Untuk variasi jumlah *neuron*, ketika jumlah *neuron* dinaikkan maka *epoch* menurun. Dan untuk mendapatkan tingkat keberhasilan yang tinggi, maka diatur jumlah *neuron* yang tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah.

Tingkat pengenalan data latih lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat pengenalan data baru. Perbedaan tingkat pengenalan antara data latih dan data baru disebabkan data latih adalah data yang memiliki struktur pola yang sama dengan data yang digunakan pada saat pelatihan jaringan sehingga menghasilkan tingkat pengenalan yang cukup tinggi, sedangkan data baru adalah data yang benar-benar belum pernah dilatihkan pada jaringan walaupun memiliki struktur pola yang mirip sehingga menghasilkan tingkat pengenalan yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan tingkat pengenalan data latih.

Banyaknya pelatihan yang dilakukan berdampak pada tingkat keberhasilan pada sistem ini, semakin banyak pelatihan yang dilakukan maka tingkat keberhasilan juga semakin tinggi namun hal ini jugabergantung dari nilai toleransi yang ditetapkan.

Faktor penyebab dari kesalahan ini adalah kemampuan pada jaringan syaraf tiruan yang sudah mulai mengambil sifat yang hanya dimiliki spesifik oleh data pelatihan (tapi tidak dimiliki oleh data pengujian) sehingga terjebak pada kondisi maksimum lokal yakni kondisi dimana target yang ingin dicapai sistem tidak ditemukan karena kesalahan pada pelatihan yang sudah meningkat dan tidak stabil yang menjadikan sistem mengambil keputusan yang dianggap mendekati pola target yang diinginkan.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisa terhadap hasil percobaan yang didapat, maka dapat diambil beberapa simpulan sebagai berikut:

- 1) Dengan menggunakan metode pengenalan jaringan saraf tiruan didapatkan tingkat keberhasilan pengenalan terhadap data latih lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat keberhasilan pengenalan terhadap data baru.
- 2) Untuk nilai toleransi 0.05, 0.06, 0.07, dan jumlah *neuron* layer tersembunyi 35 diperoleh tingkat keberhasilan data latih sebesar 75,5%,

82,2%, 71,1% dan data baru sebesar 36.6%, 53.3%, 38.8.3%.

- 3) Untuk jumlah *neuron* layer tersembunyi 25, 30, 35, 40 dan nilai toleransi 0.06 diperoleh tingkat keberhasilan data latih sebesar 60.2%, 63.3%, 82.2%, 67.7% dan data baru sebesar 39.5%, 41.1%, 54.4%, 36.6%.
- 4) Perlakuan bervariasi jumlah *neuron*, nilai toleransi dan *epoch*, diperoleh komposisi terbaik pada jumlah *neuron* 35, nilai toleransi 0.06 dengan tingkat keberhasilan data latih dan data baru masing-masing adalah 82.2% dan 53.3%.

Setelah menganalisa cara kerja sistem dan keluaran sistem, untuk penelitian dan pengembangan sistem ini selanjutnya, penulis menyarankan beberapa hal:

- 1) Untuk penelitian selanjutnya dapat digunakan metode algoritma ekstraksi ciri yang berbeda pada penelitian dan pengembangan berikutnya. Seperti penggunaan Koefisien Prediksi Linear atau gabungan Koefisien Prediksi Linear dengan *Mel-Frequency Cepstrum Coefficients (MFCC)*. Sehingga diharapkan dapat memberikan nilai ekstraksi ciri yang lebih sempurna
- 2) Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan dapat ditingkatkan persentasi keberhasilan dalam pengenalan kata dengan menggunakan gabungan sistem kecerdasan buatan lainnya seperti gabungan *Neural Network* dengan HMM.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jek Siang, Jong, 2005, *Jaringan Syaraf Tiruan & Pemogramannya Menggunakan MATLAB*, ANDI, Yogyakarta.
- [2] Affan, Zaid, 2004, *Suatu Studi Sistem Identifikasi Sumber Suara Berdasarkan Koefisien Prediksi Linier dan Mel-Frequency Cepstrum Coefficient (MFCC) Dengan Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perceptron Lapis Jamak Perambatan Balik*, Tugas Akhir, Teknik Elektro Universitas Andalas, Padang.
- [3] Lawrence R. Rabiner dan Biing-Hwang Juang. 1993. *Fundamentals of Speech Recognition*. Prentice Hall International, Inc
- [4] Sanjit K. Mitra. 2001. *Digital Signal Processing: A Computer Based Approach*. Mc Graw Hill, Inc
- [4] Hamza, Ade. 2006. "Pengenalan Identitas Sumber Suara Manusia dengan Menggunakan Metoda *Fuzzy Neuro Network (FNN)*". Padang: Universitas Andalas
- [6] Suyanto, 2005, *Algoritma Genetik dalam MATLAB*, ANDI, Yogyakarta.
- [7] Silvana, Meza. 2006. *Optimasi Bobot jaringan Saraf Tiruan Menggunakan Algoritma Genetik dalam*

Identifikasi Suara. Tugas Akhir. Padang: Teknik Elektro Universitas Andalas.
[8] Prihadi. 2010. *Sistem Pengenalan Ucapan Jenis digit*

Speech Recognition Menggunakan Logika Fuzzy. Tugas Akhir. Padang: Teknik Elektro Universitas Andalas.