

APLIKASI PENCIRIAN DENGAN TRANSFORMASI WAVELET UNTUK PENGENALAN PENGUCAP TEKS TAK BEBAS MENGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN

Theodorus Yudho D N
Achmad Hidayatno
Rizal Isnanto

ABSTRACT

The wavelet transform is a feature extraction method that can separate a signal into high and low frequency signals to obtain information that become the characteristics of speaker. Therefore, research is required to design a speakers recognition system and to analyze the type of motherwavelet and decomposition level which give a high percentage of recognition in the system.

Type of mother wavelet and decomposition level are very important to extract the characteristics and information of a voice signal. In the previous research done by Leo Ignatius, wavelet transform is used for Indonesian vowel recognition application, whereas in this final project wavelet transform is used for speakers recognition application. The types of mother wavelet used are the Haar, Daubechies4, and Symlets2 wavelets with multilevel decomposition of 2, 4, and 8 which use backpropagation neural network as learning and recognition algorithm of the system. This research was done with the following steps. The first step is data acquisition process which records 10 respondents' voices, design the speakers recognition system using discrete wavelet transform to take the characteristics of voice signals, and finally implementation into an artificial neural network which is designed to be recognized as the speaker.

Based on training data test results, the composition of mother wavelet and decomposition level which give the best recognition percentage is using wavelet Daubechies4 (db4) with two multilevel decomposition which is equal to 97%. While in the testing of test dependent text data, the best recognition percentage is wavelet Daubechies4 with two multilevel decomposition which is equal to 83.33%.

Keywords: mother wavelet, decomposition level, backpropagation, feature extraction.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Suara manusia mempunyai ciri khas tersendiri yaitu suara yang satu berbeda dengan yang lain dan manusia mampu membedakan identitas seseorang yang mereka kenal, hanya dari suaranya. Proses ini dikenal sebagai pengenalan pengucap.

Dalam sistem perangkat lunak, untuk mendapatkan ciri tiap sinyal maka data mentah dalam kawasan waktu dialihragamkan ke kawasan lain. Untuk itu digunakan suatu metode yang disebut transformasi. Proses ini diperlukan agar sifat-sifat khas data/informasi tersebut dapat ditonjolkan. Dalam hubungannya dengan sinyal suara, untuk mendapatkan ciri khas suara seseorang dapat digunakan transformasi *wavelet* diskret. Transformasi *wavelet* diskret dapat memisahkan sebuah sinyal menjadi sinyal berfrekuensi tinggi dan rendah untuk mendapatkan informasi yang menjadi ciri khas suara seseorang.

Untuk proses pengenalan dan pengambilan keputusan dari koefisien hasil pencirian dapat digunakan suatu algoritma jaringan saraf tiruan.

Algoritma ini merupakan cara penyelesaian masalah dengan mengadopsi tata kerja otak manusia.

Dari permasalahan di atas, timbul gagasan untuk merancang sistem pengenalan pengucap dan menganalisis jenis *wavelet* induk dan tingkat penguraian yang memberikan tingkat pengenalan yang tinggi dalam sistem tersebut. Jenis *wavelet* induk dan tingkat penguraian sangat berperan penting dalam pengambilan ciri khas dan informasi dari suatu sinyal suara seperti identitas pengucap. Penentuan parameter dalam transformasi *wavelet* ini akan menentukan keberhasilan sistem untuk mengenali identitas pengucap.

1.2 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah menganalisis jenis *wavelet* induk dan tingkat penguraian yang memberikan tingkat pengenalan paling baik dalam sistem aplikasi pengenalan pengucap teks tak bebas.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan pembahasan pada Tugas Akhir ini, masalah dibatasi sebagai berikut.

Achmad Hidayatno, Rizal Isnanto (achmad@elektro.ft.undip.ac.id, rizal_isnanto@yahoo.com), adalah dosen di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro (Undip) Semarang Jl. Prof. Soedarto, S.H. Tembalang Semarang 50275.

Theodorus Yudho D N adalah mahasiswa di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro (Undip) Semarang Jl. Prof. Soedarto, S.H. Tembalang Semarang 50275.

1. Data masukan (pada basis data) berupa sinyal suara yang diambil dari 10 orang responden (5 pria dan 5 wanita).
2. Metode pengenalan bersifat teks tak bebas, artinya teks ucapan yang akan dikenali harus sama dengan teks ucapan pada basis data.
3. Derau yang turut terekam pada proses perekaman diabaikan.
4. Transformasi *wavelet* yang digunakan dalam pencirian adalah tranformasi *wavelet* diskret.
5. Jenis *Wavelet* Induk yang digunakan adalah Haar, Daubechies4 (db4), dan Symslet2 (sym2) dengan tingkat penguraian adalah tingkat 2, 4, dan 8.
6. Arsitektur jaringan saraf tiruan yang digunakan adalah jaringan saraf tiruan perambatan balik.

II. LANDASAN TEORI

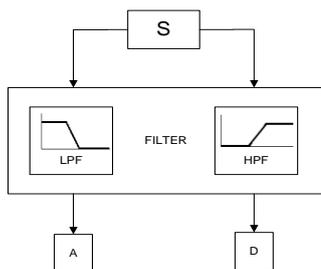
2.1 Pengenalan Pengucap

Pengenalan pengucap dapat dikelompokkan ke dalam tiga tahap yaitu identifikasi, deteksi dan verifikasi. Identifikasi pengucap merupakan proses untuk menentukan identitas pengucap melalui suara yang telah diucapkan, sedangkan deteksi pengucap merupakan proses penemuan suara pengucap dari sekumpulan suara, dan verifikasi pengucap merupakan proses untuk memverifikasi kesesuaian suara pengucap dengan identitas yang diklaim oleh pengucap. Pengenalan pengucap lebih menitik-beratkan pada pengenalan suara pengucap dan tidak pada pengenalan ucapan pengucap.

2.2 Transformasi Wavelet Diskret

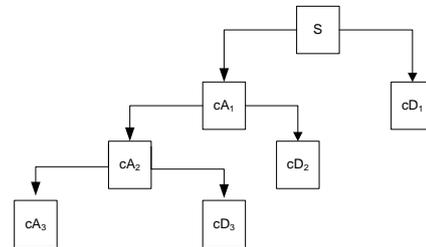
Pada kasus diskret, tapis-tapis dengan frekuensi *cut off* yang berbeda-beda digunakan untuk menganalisis sinyal pada skala yang berbeda. Sinyal yang dilewatkan pada sekumpulan tapis lolos atas (HPF) untuk menganalisis frekuensi tinggi dan melewati pada tapis lolos rendah (LPF) untuk menganalisis frekuensi rendah.

Dalam analisis *wavelet* diskret dikenal istilah aproksimasi dan detil. Aproksimasi adalah komponen frekuensi rendah dan skala tinggi sinyal, sedangkan detil adalah komponen frekuensi tinggi dan skala rendah sinyal. Koefisien aproksimasi dan detil didapat melalui proses penapisan.



Gambar 1. Proses penapisan tingkat dasar

Proses penapisan pada tingkat dasar pada Gambar 1 dapat dijelaskan sebagai berikut. Sinyal pertama-tama dilewatkan pada rangkaian tapis lolos atas dan tapis lolos bawah, kemudian setengah dari masing-masing keluaran diambil sebagai sampel melalui operasi pencuplikan. Proses ini disebut sebagai proses penguraian satu tingkat.



Gambar 2. Proses penguraian bertingkat 3

Keluaran dari tapis lolos bawah (LPF) digunakan sebagai masukan pada proses penguraian tingkat berikutnya seperti tampak pada Gambar 2. Proses ini diulang sampai tingkat proses penguraian yang diinginkan. Gabungan dari keluaran-keluaran tapis lolos atas (HPF) dan satu keluaran tapis lolos bawah (LPF) yang terakhir, disebut sebagai koefisien *wavelet*, yang berisi informasi sinyal hasil transformasi yang telah terkompresi.

2.3 Jaringan Saraf Tiruan Perambatan Balik

Jaringan saraf tiruan perambatan balik merupakan salah satu model dari jaringan saraf tiruan umpan maju dengan menggunakan pelatihan terbimbing yang disusun berdasar pada algoritma perambatan galat balik yang didasarkan pada aturan pembelajaran dengan koreksi kesalahan. Secara mendasar, proses dari perambatan galat balik ini terdiri atas dua tahap, yaitu umpan maju dan umpan mundur.

Proses belajar dari jaringan saraf tiruan perambatan balik ini secara garis besar adalah setelah menerima masukan pada lapisan masukan, maka masukan itu akan dirambatkan melewati setiap lapisan di atasnya hingga suatu keluaran dihasilkan oleh jaringan itu. Keluaran yang dihasilkan oleh jaringan akan dibandingkan dengan target keluaran, sehingga suatu galat akan dibangkitkan. Selanjutnya jaringan akan melewati turunan dari galat tersebut ke lapisan tersembunyi dengan menggunakan sambungan berbobot yang masih belum diubah nilainya. Kemudian setiap simpul pada lapisan tersembunyi akan menghitung jumlah bobot dari galat yang dirambatkan balik sebelumnya. Perambatan galat balik inilah yang memberi nama jaringan ini sebagai jaringan perambatan balik.

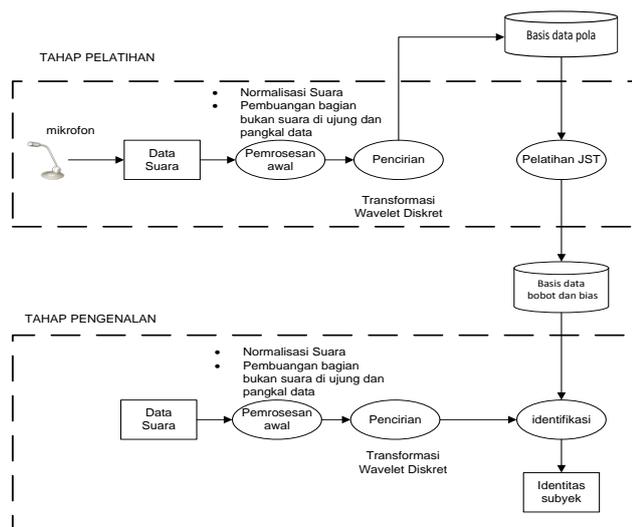
Setelah masing-masing simpul dari lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran menemukan

besarnya galat, maka simpul-simpul ini akan mengubah nilai bobotnya untuk mengurangi galat. Proses ini berlangsung terus-menerus hingga galat yang dihasilkan oleh jaringan tersebut mendekati nol.

III. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

3.1 Gambaran Umum

Secara umum blok diagram sistem identifikasi pengucap yang dirancang dapat ditunjukkan pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Blok Diagram Sistem Identifikasi Pengucap

Perancangan sistem terdiri dari 2 tahap yaitu tahap pelatihan jaringan dan tahap pengenalan.

3.1.1 Tahap Pelatihan

Tahap ini merupakan proses awal dalam pembuatan basis data jaringan. Langkah yang pertama kali dilakukan adalah proses perekaman suara dari tiap responden. Sebelum dilakukan penyarian ciri, data rekaman suara terlebih dahulu mengalami tahap pengolahan awal yaitu penghilangan bagian yang tidak berisi suara dan proses normalisasi.

Proses selanjutnya barulah dilakukan penyarian ciri menggunakan Transformasi *Wavelet* Diskret dan diperoleh struktur-struktur penguraian dari 9 variasi *Wavelet* Induk dan tingkat penguraian. Dari struktur penguraian tersebut kemudian dilakukan pencuplikan koefisien untuk mendapatkan koefisien aproksimasi yang menjadi data masukan untuk jaringan saraf tiruan. Arsitektur jaringan yang dirancang adalah jaringan saraf tiruan perambatan balik. Langkah selanjutnya adalah tahap pelatihan untuk memperoleh bobot dari 9 jaringan yang telah dirancang. Bobot tersebut disimpan untuk digunakan dalam proses pengujian jaringan nantinya.

3.1.2 Tahap Pengenalan

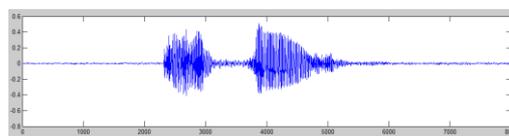
Tahap ini merupakan proses kerja dari program pengenalan pengucap yang dirancang dan untuk menguji keluaran dari 9 jaringan yang telah dirancang tadi telah sesuai atau tidak sesuai dengan target yang diharapkan. Pengguna dapat memilih data suara yang akan dikenali baik itu melalui basis data suara responden yang telah direkam atau dapat melalui perekaman secara langsung.

Data suara masukan tersebut akan dilakukan proses pengenalan yang terlebih dahulu melalui tahap pengolahan awal yaitu penghilangan bagian yang bukan suara dan normalisasi, kemudian disarikan sehingga diperoleh koefisien aproksimasi yang akan diumpungkan ke jaringan yang telah dirancang sebelumnya. Hasil keluaran dari proses pengenalan ini adalah identitas pengucap yang merupakan hasil polling atau pengenalan terbanyak dari hasil pengenalan 9 jaringan. Langkah selanjutnya adalah melihat hasil keluaran pada tiap jaringan untuk menganalisis variasi jenis *Wavelet* Induk dan tingkat penguraian yang memberikan nilai pengenalan tertinggi pada setiap data masukan.

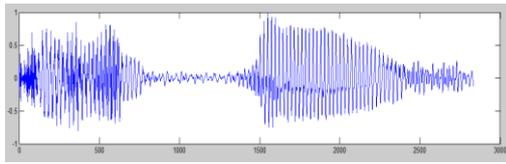
3.2 Pengolahan Awal

Dalam tahap pengolahan awal ini dilakukan proses normalisasi dan pembuangan bagian bukan suara. Pada proses normalisasi, nilai dari hasil pembacaan suara terlebih dahulu dicari nilai mutlaknya dan nilai maksimal dari nilai mutlaknya. Kemudian akan diperoleh nilai hasil normalisasi dengan nilai maksimum adalah 1 dan nilai minimum adalah -1.

Dalam proses pembuangan bagian bukan suara langkah yang pertama dilakukan adalah mencari ukuran baris dan kolom dari matriks data suara. Untuk membuang bagian kosong yang terletak pada awal suara dilakukan proses pembacaan dari ujung data suara hingga menemukan titik dengan nilai amplitude mutlak yang lebih dari 0,115. Nilai amplitude yang kurang dari 0,115 akan dibuang atau dihilangkan. Sedangkan untuk membuang bagian kosong pada akhir suara dilakukan proses pembacaan dari pangkal data suara ke ujung suara hingga menemukan titik dengan nilai amplitude mutlak yang lebih dari 0,115. Setelah menemukan titik ujung dan pangkal, maka titik diantara ujung dan pangkal tersebut terdapat data suara yang akan diambil.



Gambar 4. Data suara yang belum mengalami tahap pengolahan awal



Gambar 5. Data suara setelah mengalami tahap peengolahan awal

Dari kedua gambar di atas tampak perbedaan, yaitu bahwa pada Gambar 5 data suara telah dinormalisasi dan dihilangkan bagian kosong yang bukan suara yang terletak di awal dan akhir, sedangkan pada Gambar 4 data suara masih asli dan belum dinormalisasi.

3.3 Tahap Pencirian

Kandungan informasi ciri khas seseorang dapat kita kenali dari sepenggal kata yang dituturkan. Ini mengisyaratkan bahwa pada sepenggal data suara terkandung informasi-informasi yang mencirikan pelaku penutur. Untuk itulah tidak semua data suara akan diambil untuk dicirikan, tetapi hanya data suara yang dicuplik saja yang akan mengalami proses pencirian. Pada Tugas Akhir ini, data suara yang dicuplik hanya 2.048 nilai saja untuk tiap data suara.

Data suara yang telah dicuplik tadi selanjutnya disarikan menggunakan Transformasi *Wavelet* Diskret untuk mendapatkan koefisien aproksimasi. Pada Tugas Akhir ini digunakan jenis wavelet Haar ('haar'), Daubechies4 ('db4'), dan Symlets2 ('sym2'), serta tingkat penguraian yang dipakai adalah 2, 4, dan 8. Jadi variasi untuk sebuah data suara ada 9 variasi jenis *Wavelet* Induk dan tingkat penguraian.

3.4 Pembuatan Jaringan

Hasil koefisien aproksimasi dari tahap pencirian yang didapatkan tadi dikelompokkan ke dalam 9 kelompok yakni jaringan Haar tingkat 2, jaringan Haar tingkat 4, jaringan Haar tingkat 8, jaringan Daubechies4 tingkat 2, jaringan Daubechies4 tingkat 4, jaringan Daubechies4 tingkat 8, jaringan Symlet2 tingkat 2, jaringan Symlet2 tingkat 4, jaringan Symlet2 tingkat 8.

Hasil penggolongan 9 kelompok ini dijadikan sebagai set vektor masukan 9 jaringan saraf tiruan yang dirancang. Sedangkan untuk set vektor target keluaran adalah pengelompokan subjek dari data suara tadi, yaitu ada sebanyak 10 subjek responden. Akan tetapi untuk jumlah simpul keluaran jaringan yang dirancang adalah sebanyak 20 simpul, hal ini dikarenakan untuk memberikan tingkat pengenalan yang lebih tinggi dan maksimal. Pada Tugas Akhir ini hanya digunakan 1 lapisan tersembunyi saja yaitu sebanyak 60 buah simpul.

3.5 Pengambilan Keputusan

Pada Tugas Akhir ini penentuan keputusan keluaran pada tiap jaringan menggunakan batas ambang. Jika keluaran nilai tertinggi hasil simulasi pada simpul keluaran kurang dari batas ambang yakni 0,5 maka hasil pengenalannya akan diidentifikasi sebagai responden yang belum dikenali. Akan tetapi jika nilai keluaran di atas batas ambang, maka akan dikenali sebagai salah satu responden dengan mencari letak atau lokasi nilai tertinggi tersebut yang merepresentasikan seorang responden.

Sedangkan untuk penentuan keputusan dari keseluruhan program menggunakan sistem polling atau mencari pengenalan terbanyak dari hasil pengenalan 9 jaringan. Berikut ini adalah fungsi polling yang dirancang untuk mencari hasil pengenalan terbanyak dari keluaran 9 jaringan.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian ini dibagi menjadi dua, yakni pengujian data latih dan pengujian data uji. Pengujian data latih merupakan pengujian yang dilakukan berdasarkan data suara yang telah direkam dan dijadikan sebagai basis data saat pembuatan jaringan. Pengujian data uji merupakan pengujian data suara yang tidak dijadikan sebagai basis data saat pelatihan jaringan.

4.1 Pengujian Data Latih

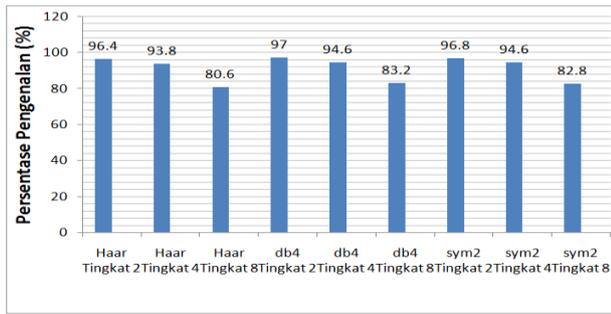
Pada pengujian data latih, data suara yang digunakan untuk melakukan pengujian merupakan data suara dari 10 responden yang telah direkam menggunakan program GoldWave, 16-bit, *mono*, 8.000 Hz.

Pengujian data latih ini bertujuan untuk mengetahui jenis variasi *Wavelet* Induk dan tingkat penguraian yang memberikan tingkat pengenalan paling tinggi terhadap data suara yang dijadikan sebagai basis data jaringan. Hasil tingkat pengenalan jaringan dari pengujian data latih dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Tingkat Pengenalan Jaringan

No	Jaringan	Persentase Pengenalan
1	Haar tingkat 2	96,4%
2	Haar tingkat 4	93,8%
3	Haar tingkat 8	80,6%
4	db4 tingkat 2	97%
5	db4 tingkat 4	94,6%
6	db4 tingkat 8	83,2%
7	sym2 tingkat 2	96,8%
8	sym2 tingkat 4	94,6%
9	sym2 tingkat 8	82,8%

Dari data hasil pengenalan jaringan pada Tabel 1 dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti tampak pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Grafik Tingkat Pengenalan Data Latih

Berdasarkan data hasil pengujian di atas, dapat diketahui bahwa komposisi *Wavelet* Induk dan tingkat penguraian yang memberikan tingkat pengenalan paling tinggi adalah jaringan yang menggunakan *wavelet* Daubechies 4 (db4) dengan penguraian bertingkat 2 yaitu sebesar 97%.

Dapat diamati pula bahwa tingkat pengenalan data latih terendah adalah jaringan yang menggunakan *wavelet* Haar dengan penguraian bertingkat 8.

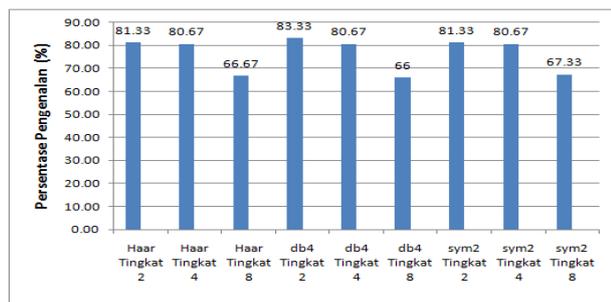
4.2 Pengujian Data Uji Teks Tak Bebas

Pengujian data uji teks tak bebas ini bertujuan untuk mengetahui jenis variasi *Wavelet* Induk dan tingkat penguraian yang memberikan tingkat pengenalan paling tinggi terhadap data suara melalui perekaman secara langsung dengan teks ucapan yang sama dengan basis data latih. Hasil tingkat pengenalan jaringan dari pengujian data uji dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Tingkat Pengenalan Jaringan Data Uji

No	Jaringan	Persentase Pengenalan
1	Haar Tingkat 2	81,33%
2	Haar Tingkat 4	80,67%
3	Haar Tingkat 8	66,67%
4	db4 Tingkat 2	83,33%
5	db4 Tingkat 4	80,67%
6	db4 Tingkat 8	66%
7	sym2 Tingkat 2	81,33%
8	sym2 Tingkat 4	80,67%
9	sym2 Tingkat 8	67,33%

Dari data hasil pengenalan jaringan pada Tabel 2 dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti tampak pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Grafik Tingkat Pengenalan Data uji

Berdasarkan data hasil pengujian data uji di atas, dapat diketahui bahwa komposisi *wavelet* induk dan tingkat penguraian yang memberikan tingkat pengenalan paling tinggi adalah jaringan yang menggunakan *wavelet* Daubechies 4 (db4) dengan penguraian bertingkat 2 yaitu sebesar 83,33%.

Dapat diamati pula bahwa tingkat pengenalan data latih terendah adalah jaringan yang menggunakan *wavelet* Symlet2 dengan penguraian bertingkat 8.

4.3 Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pengenalan Pengujian Data

Berdasarkan hasil pengujian data baik data latih maupun data uji, faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pengenalan pada program pengenalan pengucap menggunakan Transformasi *Wavelet* adalah sebagai berikut ini.

1. Kondisi Lingkungan

Karena kondisi ruangan saat perekaman tidak kedap suara sehingga memungkinkan adanya suara-suara lain yang ikut terekam. Dengan adanya derau maka akan dihasilkan vektor ciri yang tidak mencirikan sinyal asli sehingga menghasilkan nilai koefisien aproksimasi yang berbeda-beda. Untuk mengatasi hal ini diperlukan ruangan perekaman yang seminimal mungkin bebas derau.

2. Kondisi suara responden

Kondisi suara responden sangat mempengaruhi hasil pengenalan. Setiap sinyal suara yang diucapkan oleh seseorang selalu memiliki karakteristik yang berbeda, baik itu panjang-pendek, keras-pelan dan lain-lain. Hal ini dapat diatasi dengan mengusahakan pengucapan sesuai kondisi normalnya.

3. Letak Mikrofon

Karena perekaman dilakukan secara bertahap sehingga dalam peletakan mikrofon tidak sama. Jarak dan sudut mikrofon sangat mempengaruhi pada sinyal suara yang dihasilkan. Untuk mengatasi hal ini dapat dilakukan dengan mengatur jarak mikrofon dan sudut mikrofon yang sebisa mungkin sama.

4. Cara perekaman sinyal suara

Perekaman sinyal suara yang tepat juga ikut mempengaruhi akurasi pengenalan. Cara perekaman yang baik adalah ucapan diucapkan sewajar mungkin dan tidak dibuat-buat, suara diucapkan tidak terlalu keras dan tidak terlalu lemah

5. Parameter yang digunakan

Tingkat penguraian *wavelet* yang tinggi dapat menyebabkan hasil pengenalan menurun. Hal ini dapat terjadi karena pada tingkat penguraian *wavelet* yang terlalu tinggi, suara dipadatkan sedemikian rupa sehingga ukurannya menjadi terlalu kecil dan karakteristik yang terdapat di

dalamnya menjadi hilang sehingga tidak dapat dikenali lagi dalam tahap pengujian. Dengan kata lain, kandungan informasi dalam sinyal menjadi hilang.

6. Penggunaan basis data

Basis data sangat berpengaruh pada akurasi pengenalan, semakin banyak basis data yang digunakan maka ciri karakteristik sinyal suara yang diperoleh juga akan semakin beragam, sehingga peluang pengenalan sinyal yang diujikan akan semakin besar. Selain itu, panjang sinyal ucapan yang dijadikan basis data juga sangat mempengaruhi hasil pengenalan. Semakin panjang sinyal ucapan, maka ciri-ciri akustik untuk setiap responden akan lebih banyak disarikan sehingga pengenalan akan semakin baik.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengujian dan pembahasan adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian data latih, komposisi Wavelet Induk dan tingkat penguraian yang memberikan tingkat pengenalan paling baik adalah jaringan yang menggunakan wavelet Daubechies4 (db4) dengan penguraian bertingkat 2 yaitu sebesar 97%.
2. Berdasarkan hasil pengujian data uji, komposisi Wavelet Induk dan tingkat penguraian yang memberikan tingkat pengenalan paling baik adalah jaringan yang menggunakan wavelet Daubechies4 (db4) dengan penguraian bertingkat 2 yaitu sebesar 84,67%.
3. Tingkat pengenalan terendah untuk tiap jenis *wavelet* induk yang digunakan baik pada pengujian data latih maupun data uji terdapat pada penguraian bertingkat 8.
4. Tingkat penguraian yang terlalu tinggi akan mengakibatkan suara tidak dapat dikenali lagi dalam tahap pengujian. Hal ini disebabkan karena adanya proses pemadatan data suara, sehingga karakteristik dan informasi yang terkandung di dalamnya menjadi hilang.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan sehubungan dengan pelaksanaan penelitian ini adalah :

1. Perekaman dilakukan dengan ucapan responden yang asli atau menggunakan pelafalan yang baik dan benar dan diucapkan sewajarnya dan tidak dibuat-buat.
2. Karena sistem sangat peka terhadap sinyal derau, maka agar dapat dipertahankan keberhasilan pengenalannya, diperlukan suatu ruangan yang cukup tenang dan bersih

terhadap sinyal derau.

3. Menambahkan proses reduksi derau pada tahap pemrosesan awal untuk mengurangi derau pada masukan dan proses pembuangan bagian bukan suara yang terletak di tengah sinyal suara sebagai jeda pengucapan agar tingkat akurasi semakin baik
4. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem absensi kehadiran dan dapat diterapkan pada sistem keamanan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustini, K., "Biometrik Suara dengan Transformasi Wavelet Berbasis Orthogonal Daubenchies", *50 Gematek Jurnal Teknik Komputer Volume 9 Nomor 2*, Bali, 2007.
- [2] Apriyono, F., *Pengenalan Pengucap Tak Bergantung Teks dengan Metode Vector Quatization (VQ) melalui Ekstraksi Linier Predictive Coding (LPC)*, Tugas Akhir S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2004.
- [3] Endi, *Proses Produksi Suara Manusia*, <http://go-kerja.com/proses-produksi-suara-manusia/>, Juli 2010.
- [4] Furoi, S., *Digital Speech Processing, Synthesis, and Recognition*, Marcel Dekker. Inc, New York, 1989.
- [5] Gold, B. & N. Morgan, "Speech and Audio Signal Processing", John Willey & Sons.Inc, New York, 2000.
- [6] Haykin, S., "Neural Networks", Macmilian College Publishing Company.Inc, New York, 1994.
- [7] Siang, J. J., "Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab", Penerbit Andi, Yogyakarta, 2005.
- [8] Mallat, S., "A Wavelet Tour of Signal Processing", Academic Press, San Diego, 1999.
- [9] Martono dan A. Widyatmoko, *Speaker Identification dengan Menggunakan Transformasi Wavelet Diskret dan Jaringan Saraf Tiruan Back-Propagation*, Skripsi S-1, Universitas Bina Nusantara, Jakarta, 2007.
- [10] May, I. L., *Pengenalan Vokal Bahasa Indonesia dengan Jaringan Syaraf Tiruan melalui Transformasi Wavelet Diskret*, Tugas Akhir S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2002.
- [11] ---, *Transformasi Wavelet*, <http://www.ittelkom.ac.id/library/>, Oktober 2009.

BIODATA PENULIS



Theodorus Yudho DN, lahir di kota Tegal pada tanggal 23 April 1988. Dari TK hingga tamat SMA penulis menempuh studinya di sekolah Pius Tegal. Anak kedua dari dua bersaudara ini sedang menyelesaikan studi strata 1 di Teknik Elektro Universitas Diponegoro mengambil Konsentrasi Elektronika dan Telekomunikasi.

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I,

Achmad Hidayatno, S.T., M.T.
NIP. 196912211995121001

Dosen Pembimbing II,

Rizal Isnanto, S.T.,M.M, M.T.
NIP. 197007272000121001