

Makalah Seminar Tugas Akhir
PENENTUAN JENIS KELAMIN ITIK
DENGAN METODE
DYNAMIC TIME WARPING (DTW)

Novi Arya Kurnianto

e-mail: noviarya@yahoo.com

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Absrak- Dalam ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya pengolahan sinyal, memegang peranan yang sangat penting. Salah satunya adalah pengenalan pengucap (speaker recognition).Pengenalan pengucap merupakan cara yang digunakan untuk mengetahui identitas seseorang yang mengucapkan sinyal informasi. Tugas akhir ini membahas mengenai pengenalan pengucap, berupa sebuah sistem komputer untuk menentukan jenis kelamin itik.

Dalam proses pengenalan digunakan algoritma ekstraksi cepstrum, sedang pola pengenalan menggunakan metode Dynamic Time Warping (DTW). Cepstrum merupakan salah satu metode analisis sinyal suara yang merepresentasikan sinyal suara dalam bentuk koefisien-koefisien cepstrum. Dengan menggunakan metode DTW akan dilakukan pencocokan pola. Pola dengan persentase pengenalan paling besar merupakan identitas pengucap.

Kata kunci : pengenalan pengucap, cepstrum, dynamic time warping

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya pengolahan sinyal, memegang peranan yang penting. Salah satunya adalah pada pengenalan pengucap (*speaker identification*).

Pengenalan pengucap merupakan cara yang digunakan untuk mengetahui identitas seseorang yang mengucapkan sinyal informasi. Hal ini bisa dilakukan karena masing-masing individu memiliki karakteristik-karakteristik sinyal ucapan yang spesifik. Karakteristik tersebut antara lain karakteristik fisiologis yang dapat ditentukan oleh ukuran dan bentuk tubuh yang mempengaruhi *larynx* (mempengaruhi *glottis* dan nada vokal) dan *pharynx*, lubang mulut dan cuping hidung (mempengaruhi jalur vokal), dan karakteristik *behavioral* (kebiasaan) yaitu cara pengucapan dari masing-masing pengucap. Inilah yang mendasari suatu pemikiran untuk mengembangkan aplikasi pengenalan ucap untuk melakukan identifikasi terhadap suara makhluk hidup, salah satu contohnya adalah untuk melakukan identifikasi terhadap suara itik jantan dan betina.

1.2 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah membuat suatu aplikasi dari program pengenalan pengucap untuk melakukan penentuan jenis kelamin itik jantan dan betina, dengan menggunakan program bantu MATLAB 6.5.

1.3 Batasan Masalah

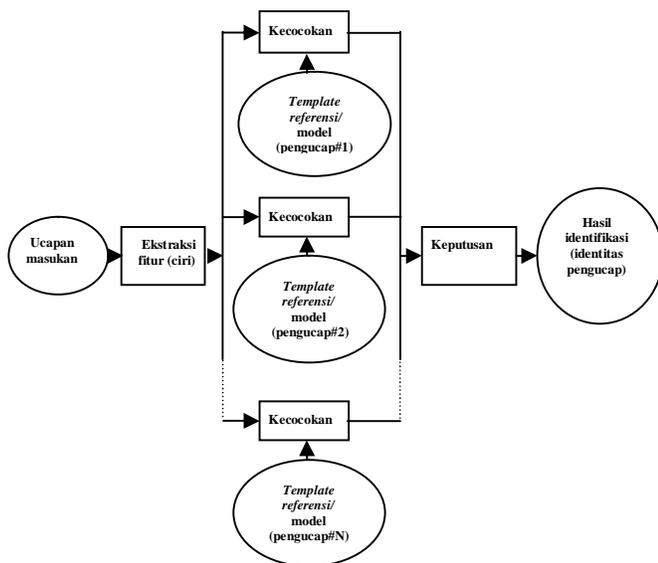
Agar pembahasan tidak melebar, maka permasalahan dibatasi pada :

1. Data masukan (pada basisdata) berupa sinyal suara yang diambil dari masing-masing 10 ekor itik jantan dan itik betina.
2. Derau (*noise*) yang turut terekam pada proses perekaman diabaikan.
3. Pengenalan pengucap dilakukan terbatas untuk dapat melakukan identifikasi terhadap seekor itik
4. Pengenalan pengucap dilakukan dengan ekstraksi LPC dengan menggunakan metode autokorelasi.
5. Identifikasi yang dilakukan didasarkan pada karakteristik koefisien *cepstral* dan turunannya.
6. Identifikasi dilakukan menggunakan metode DTW (*Dynamic Time Warping*), dengan menghitung jarak penyimpangan antara koefisien *cepstral* sinyal basisdata dengan sinyal uji.
7. Parameter-parameter yang digunakan adalah orde LPC, panjang *frame*, orde *cepstral* dan orde *delta cepstral*.
8. pengujian program secara *on-line* tidak dilakukan dalam penelitian ini.

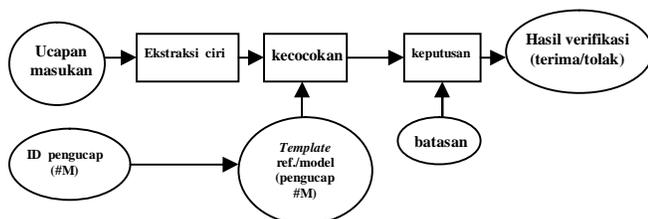
II. DASAR TEORI

Ucapan berisi beberapa karakteristik yang spesifik untuk setiap individu, yang beberapa

diantaranya tidak dipengaruhi oleh pesan linguistik yang terkandung dalam suatu ucapan^[3]. Perbedaan karakteristik ucapan itulah yang menjadi dasar pengenalan pengucap melalui ucapannya. Proses pengenalan pengucap (*speaker recognition*) dapat diklasifikasikan menjadi dua proses, yaitu proses identifikasi dan verifikasi^[2]. Identifikasi merupakan proses mengenali ucapan yang diberikan pengucap yang telah terdaftar dalam basisdata, sedangkan verifikasi merupakan proses diterima atau ditolaknya identitas dari pengucap. Gambar 1 dan gambar 2 menunjukkan bagan dasar identifikasi dan verifikasi pengucap.



Gambar 1 Model identifikasi pengucap



Gambar 2 Bagan dasar verifikasi pengucap

2.1 Teori Dasar

Ucapan berisi gelombang suara kompleks yang berubah secara kontinu menghubungkan mulut dengan telinga pengucap. Proses pembentukan ucapan bermula ketika pengucap memformulasikan suatu pesan (dalam pikirannya) untuk disampaikan pada pendengar. Pesan kemudian melalui proses konversi menjadi kode-kode bahasa, kode bahasa tersebut meliputi bunyi suara, durasi waktu, kekerasan suara, dan aksen

pitch yang mempengaruhi warna suara. Apabila kode bahasa telah dipilih, maka pengucap harus melakukan serangkaian perintah *neuromuscular* untuk menghasilkan getaran *cord* vokal yang sesuai dan membentuk jalur vokal agar runtun ucapan yang sesuai dapat dihasilkan dan diucapkan oleh pengucap.

Itik adalah salah satu hewan unggas yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat. Dalam hal ini, penentuan jenis kelamin sangat berpengaruh dalam pembudidayanya. Pada masa DOD (*day old duck*) atau ketika itik baru menetas dan berumur beberapa hari (1-30 hari), secara fisik sangat sulit untuk membedakan antara itik jantan dan betina karena bentuk fisik yang relatif sama. Melalui bunyi (suara), dengan memegang dan memijit pangkal lehernya (dekat tembolok). Anak itik betina nyaring (tinggi) dan suaranya keluar bertepatan dengan membukanya paruh, sedangkan pada yang jantan suaranya serak dan tidak bersamaan dengan membukanya paruh^[13]. Namun, hal ini tetap saja sulit bagi orang awam. Untuk itu, pembuatan sistem dengan pengolahan sinyal digital sangat penting untuk mempermudah proses penentuan jenis kelamin itik jantan dan betina.

2.2 Linear Predictive Coding (LPC)

Analisis *Linear Predictive Coding* (LPC) adalah salah satu cara untuk mendapatkan sebuah pendekatan mengenai spektrum bunyi.

2.2.1 Model LPC^[3]

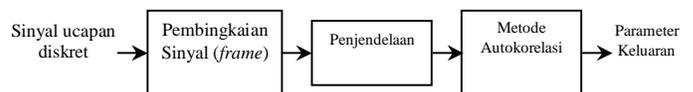
Prinsip dasar dari pemodelan sinyal dengan menggunakan LPC adalah bahwa pencuplikan sinyal ucapan $s(n)$ pada waktu ke- n dapat diperkirakan sebagai kombinasi linear dari p cuplik sinyal ucapan sebelumnya yaitu :

$$s(n) \approx a_1 s(n-1) + a_2 s(n-2) + \dots + a_p s(n-p) \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan koefisien a_1, a_2, \dots, a_p diasumsikan bernilai konstan selama analisis *frame* ucapan.

2.2.2 Analisis LPC^[3]

Analisis LPC pada dasarnya digunakan untuk mendapatkan koefisien LPC. Prosedur untuk mendapatkan koefisien LPC diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Blok Diagram Analisis LPC

2.2.3 Metode Autokorelasi^[3]

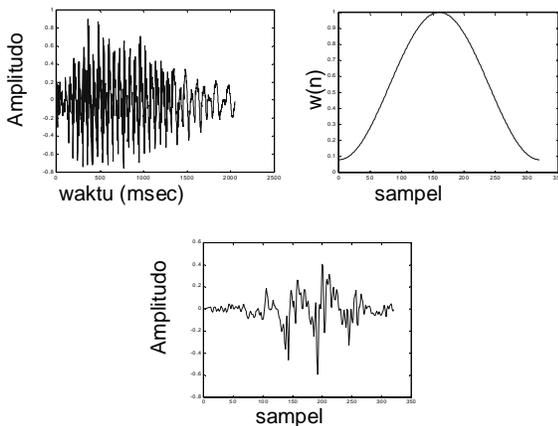
Pada metode autokorelasi, cara yang mudah untuk dapat membatasi limit penjumlahan m adalah dengan mengasumsikan bahwa nilai segmen sinyal ucapan $s_n(m)$ adalah nol untuk nilai m di luar interval $0 \leq m \leq N - 1$. Cara menerapkannya adalah dengan fungsi penjendelaan terhadap sinyal ucapan seperti persamaan di bawah:

$$s_n(m) = s(n+m) \cdot w(m), \quad 0 \leq m \leq N-1 \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

Untuk metode autokorelasi pada tahap penjendelaan digunakan jendela Hamming sebagai berikut :

$$w(n) = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right), \quad 0 \leq n \leq N-1 \quad \dots\dots\dots(2.3)$$

Berdasarkan pada persamaan (2.2) dan (2.3) tampak bahwa untuk $m < 0$, kesalahan peramalan $e_n(m)$ tepat nol jika $s_n(m) = 0$ untuk seluruh harga $m < 0$. Ini berarti tidak ada sinyal kesalahan peramalan. Jadi jelas bahwa tujuan penjendelaan sinyal ucapan pada Persamaan (2.2) adalah untuk meruncingkan atau memperhalus sinyal dekat $m=0$ atau $m=M-1$ sehingga dapat memperkecil sinyal kesalahan pada batas daerah tersebut. Gambar 4 memperlihatkan pengaruh penjendelaan terhadap sinyal suara.



Gambar 4 Pengaruh penjendelaan terhadap sinyal suara

2.3 Cepstral

Cepstrum kompleks sinyal didefinisikan sebagai transformasi *Fourier* dari log spektrum sinyal^[8]. Apabila spektrum daya/power spectrum (transformasi *Fourier* magnitude kuadrat) $S(\omega)$, yang simetris pada $\omega = 0$ dan periodik untuk sebuah urutan sampel data, deret *Fourier* dari log $S(\omega)$ dapat dituliskan :

$$\log S(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{-jn\omega}, \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

dengan $c_n = c_{-n}$ adalah real dan genap, dan merupakan koefisien *cepstral*, sehingga koefisien *cepstral* dapat didefinisikan sebagai:

$$c_0 = \int_{-\pi}^{\pi} \log S(\omega) \frac{d\omega}{2\pi} \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

Analisa *cepstral* menghasilkan estimasi spektral lokal yang cukup halus, tetapi pada analisis ucapan, ciri dinamik merupakan karakteristik yang juga penting. Ciri dinamik dari sinyal ucapan dapat diestimasi menggunakan turunan waktu dari spektrum pendek atau *cepstrum*. *Delta cepstrum* merupakan bentuk umum dari penghitungan ini. *Delta cepstrum* biasanya diimplementasikan sebagai pendekatan kuadrat terkecil dari *slope* lokal, dan merupakan estimasi yang lebih halus dari turunan lokal daripada diferensial sederhana antara *cepstral* dengan frame yang berdekatan. Turunan waktu dari log magnitude spektrum :

$$\frac{\partial}{\partial t} [\log |S(e^{j\omega}, t)|] = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \frac{\partial c_m(t)}{\partial t} e^{-jom} \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

2.4 Proses LPC pada Sistem Pengenalan Pengucap^[8]

Langkah-langkah analisis LPC untuk mendapatkan koefisien LPC pada pengenalan pengucap berdasarkan referensi^[11] adalah sebagai berikut.

1. Preemphasis

Preemphasis digunakan untuk mendatarkan spektral sinyal dan meningkatkan keaslian sinyal pada pemrosesan sinyal yang selanjutnya. Sistem *preemphasis* yang umum digunakan adalah sistem orde satu :

$$H(z) = 1 - \tilde{a}z^{-1}, \quad 0,9 \leq \tilde{a} \leq 1 \quad \dots\dots\dots(2.8)$$

Keluaran dari rangkaian *preemphasis*, $\hat{s}(n)$, adalah :

$$\hat{s}(n) = s(n) - \tilde{a}s(n-1) \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

Besarnya \tilde{a} yang umum digunakan adalah 0,95 (untuk penggunaan yang teliti, biasanya digunakan nilai $\tilde{a} = 15/16 = 0,9375$).

2. Frame Blocking

Setelah di-*preemphasis*, sinyal kemudian dipotong-potong dalam suatu *frame* dengan satu *framenya* terdiri dari N -sampel, dan setiap *frame* yang berdekatan berjarak M -sampel. Sinyal keluaran dari *preemphasis* $\hat{s}(n)$,

dipotong-potong ke dalam suatu *frame* dengan persamaan :

$$x_l(n) = \hat{s}(Ml + n) \dots\dots\dots(2.10)$$

$$n = 0, 1, \dots, N-1 ; l=0, 1, \dots, L-1$$

dengan L merupakan jumlah *frame*. Pada umumnya, besar N dan M adalah 300 dan 100 untuk *sampling rate* sinyal sebesar 6,67 kHz, yang berarti *framennya* sepanjang 45 ms dengan jarak pemisah antar-*frame* adalah 15 ms.

3. *Windowing*

Windowing (penjendelaan) digunakan untuk menapis sinyal menjadi nol pada awal dan akhir *frame*. Setelah melalui proses *framing*, sinyal kemudian melewati proses *windowing* dengan persamaan :

$$\tilde{x}_l(n) = x_l(n)w(n), 0 \leq n \leq N-1 \dots\dots\dots(2.11)$$

dengan *window* yang biasa digunakan adalah jendela Hamming yang mempunyai bentuk umum :

$$w(n) = 0,54 - 0,46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) \dots\dots\dots(2.12)$$

$$0 \leq n \leq N-1$$

4. Analisis Autokorelasi

Setiap *frame* yang telah melalui jendela Hamming, kemudian melalui proses autokorelasi :

$$r_l(m) = \sum_{n=0}^{N-1-m} \tilde{x}_l(n)\tilde{x}_l(n+m), \dots\dots\dots(2.13)$$

$$m = 0, 1, \dots, p$$

dengan nilai autokorelasi tertinggi p, adalah orde LPC. Nilai p biasanya adalah antara 8 sampai 16.

5. Analisis LPC

Proses selanjutnya adalah analisis LPC, yang mengubah setiap *frame* autokorelasi p+1 ke koefisien LPC. Metode yang biasa digunakan dalam analisis LPC adalah dengan metode Durbin yang mempunyai algoritma sebagai berikut :

$$E^{(0)} = r(0) \dots\dots\dots(2.14)$$

$$k_i = \left\{ r(i) - \sum_{j=1}^{i-1} \alpha_j^{(i-1)} r(i-j) \right\} / E^{(i-1)}, \dots\dots\dots(2.15)$$

$$1 \leq i \leq p$$

$$\alpha_i^{(i)} = k_i \dots\dots\dots(2.16)$$

$$\alpha_j^{(i)} = \alpha_j^{(i-1)} - k_i \alpha_{i-j}^{(i-1)} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$E^{(i)} = (1 - k_i^2) E^{(i-1)} \dots\dots\dots(2.18)$$

Persamaan 2.14 sampai 2.18 diselesaikan secara rekursif untuk $i = 1, 2, \dots, p$, dan hasil yang didapat adalah :

$$a_m = \text{Koefisien LPC} = \alpha_m^{(p)}, \text{ untuk: } 1 \leq m \leq p$$

6. Konversi parameter LPC ke koefisien Cepstral
 Koefisien Cepstral dapat dihitung dari parameter LPC langsung menggunakan persamaan :

$$c_m = \begin{cases} \ln \sigma^2 & m = 0 \\ a_m + \sum_{k=1}^{m-1} \left(\frac{k}{m}\right) c_k a_{m-k}, 1 \leq m \leq p & \dots\dots\dots(2.19) \\ \sum_{k=1}^{m-1} \left(\frac{k}{m}\right) c_k a_{m-k} & m > p \end{cases}$$

dengan σ adalah *gain* dari LPC. Koefisien *cepstral* yang digunakan direpresentasikan dengan Q, dimana koefisien yang digunakan biasanya adalah $Q > p$, yaitu $Q \cong (3/2)p$.

7. Pembobotan Parameter

Pembobotan dilakukan pada parameter karena sensitifitas koefisien *cepstral* orde rendah pada keseluruhan slope spektral dan sensitifitas koefisien cepstral orde tinggi pada derau. Pembobotan dilakukan dengan memberikan jendela tapis pada koefisien *cepstral*. Bentuk koefisien *cepstral* setelah pembobotan adalah :

$$\hat{c}_m = w_m c_m \quad 1 \leq m \leq Q \dots\dots\dots(2.20)$$

dengan w_m adalah jendela pembobotan atau disebut *bandpass lifter* (tapis pada domain *cepstral*). Besarnya w_m adalah :

$$w_m = \left[1 + \frac{Q}{2} \sin\left(\frac{\pi m}{Q}\right) \right], \quad 1 \leq m \leq Q \dots\dots\dots(2.21)$$

8. Turunan Temporal Koefisien Cepstral

Turunan koefisien *cepstral* (*delta cepstral*) meningkatkan keterwakilan sifat-sifat spektral sinyal yang dianalisis pada parameter. Turunan koefisien *cepstral* dapat dituliskan seperti berikut :

$$\frac{\partial c_m(t)}{\partial t} = \Delta c_m(t) \approx \frac{\sum_{k=1}^K k c_m(t+k)}{\sum_{k=1}^K k^2} \dots\dots\dots(2.22)$$

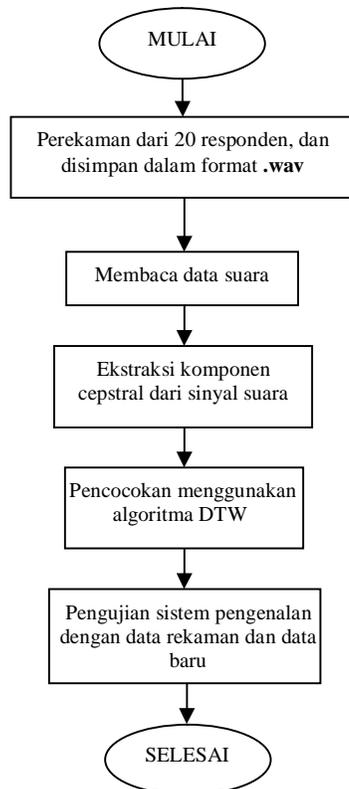
dengan (2K + 1) adalah jumlah frame.

2.5 Pemampatan Waktu Dinamis (*Dynamic Time Warping / DTW*)

Pemampatan waktu dinamis (DTW) merupakan salah satu metode pencocokan *template* (*template matching*). Algoritma DTW pada dasarnya merupakan program dinamis. DTW melakukan perbandingan secara dinamis antara matriks parameter sinyal uji dengan sinyal referensi^[11].

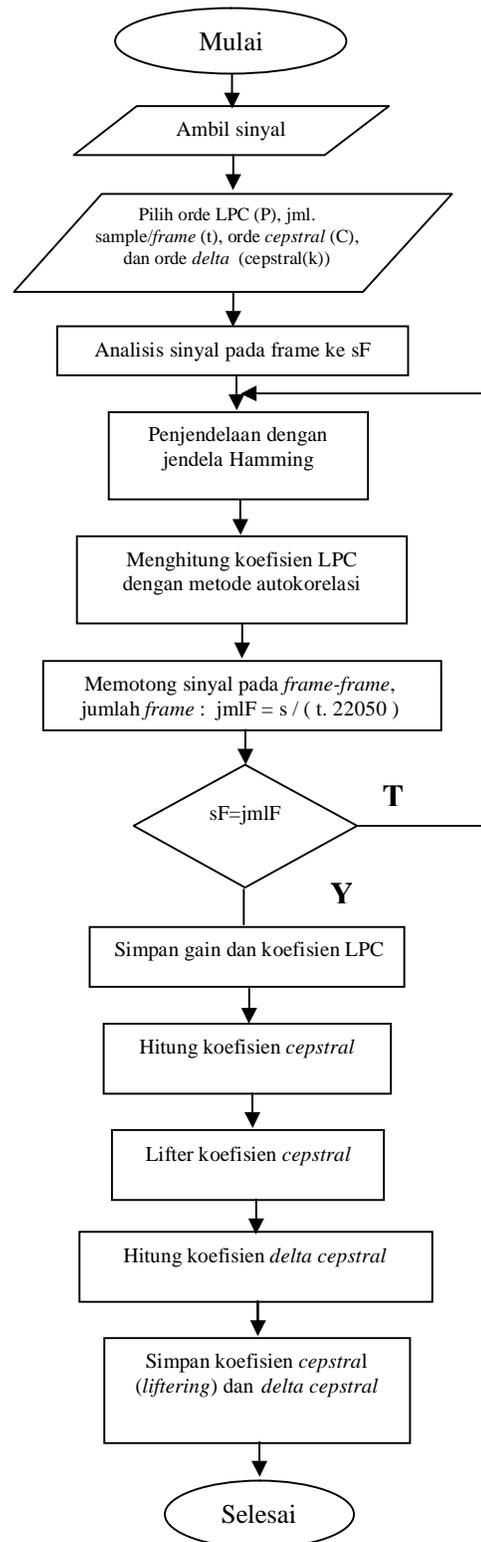
Program dinamis merupakan algoritma yang biasa digunakan untuk menyelesaikan pengambilan keputusan permasalahan-permasalahan sekuensial. Pada sistem pengenalan pengucap, program dinamis digunakan untuk mendapatkan jalur kecocokan antar dua *template* sinyal masukan yang telah dipetakan dan membentuk suatu matriks beda.

III. PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK Sistem Pengenalan Pengucap



Gambar 6 Sistem Pengenalan Pengucap

Metode Analisis Sinyal Ucapan



Gambar 7 Metode analisis sinyal

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Program pengenalan ucapan ini dapat dijalankan dengan terlebih dulu menjalankan program matlab 6.5. bentuk tampilan program utama ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Tampilan Program Utama

Untuk melakukan pengujian sinyal, langkah pertama adalah ekstraksi sinyal sesuai parameter yang diinginkan, dengan tombol 'Parameter', kemudian membuka data rekaman dengan 'Buka File'. Pengenalan dilakukan dengan menekan 'Kenali'.

4.2 Pembahasan Hasil Penelitian

4.2.1 Pengujian Data Latih

Pada pengujian data latih, didapatkan hasil bahwa perubahan parameter tidak mempengaruhi besar kecocokan. Dari Tabel 1 ditunjukkan semua besar kecocokan yang diperoleh adalah sebesar 100 %.

TABEL 1 HASIL PENGUJIAN DATA LATIH

No	Panjang frame (ms)	Orde Cepstral	Delta Cepstral			
			2		4	
			Dikenali sebagai	Kecocokan (%)	Dikenali sebagai	Kecocokan (%)
1	30	10	jantan	100	jantan	100
2		12	jantan	100	jantan	100
3		16	jantan	100	jantan	100
4		19	jantan	100	jantan	100
5	60	10	jantan	100	jantan	100
6		12	jantan	100	jantan	100
7		16	jantan	100	jantan	100
8	90	19	jantan	100	jantan	100
9		10	jantan	100	jantan	100
10		12	jantan	100	jantan	100
11	90	16	jantan	100	jantan	100
12		19	jantan	100	jantan	100

4.2.2 Pengujian Data Baru

Pada pengujian data baru, perubahan parameter sangat berpengaruh pada kecocokan yang didapat, seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Tabel 2 merupakan hasil pengujian program untuk pengenalan itik jantan dengan menggunakan sinyal uji 'JANTAN11'. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa perubahan parameter sangat mempengaruhi kecocokan dan hasil identifikasi. Pada penggunaan panjang *frame* sebesar 90 ms, program mengalami kesulitan untuk melakukan pengenalan, dalam arti besar kecocokannya tidak melampaui batas yang ditentukan. Pada hasil pengujian ini, diperoleh parameter terbaik pada pengenalan suara itik jantan dengan sinyal masukan 'JANTAN11' yaitu pada orde LPC 14, panjang *frame* 60, orde *cepstral* 19, dan orde *delta cepstral* 4. Besar kecocokan yang dihasilkan adalah sebesar 84,68 %.

TABEL 2 HASIL PENGUJIAN DATA BARU

No	Orde LPC	Panjang frame (ms)	Orde cepstral	Delta cepstral	
				2	
				Dikenali sebagai	Kecocokan (%)
1	8	30	10	Jantan	75,62
2			12	Jantan	77,49
3			16	Jantan	80,49
4			19	Jantan	80,98
5		60	10	Jantan	72,72
6			12	Jantan	77,34
7			16	Jantan	82,56
8			19	Jantan	83,80
9		90	10	-	51,09
10			12	-	57,51
11			16	Jantan	70,83
12	19		Jantan	75,22	
13	10	30	10	Jantan	73,35
14			12	Jantan	74,76
15			16	Jantan	77,62
16			19	Jantan	78,26
17		60	10	Jantan	70,51
18			12	Jantan	75,11
19			16	Jantan	80,05
20			19	Jantan	81,71
21		90	10	-	52,25
22			12	-	52,21
23			16	-	64,08
24	19		Jantan	71,70	
25	14	30	10	Betina	73,36
26			12	Jantan	75,26
27			16	Jantan	77,23
28			19	Jantan	79,08
29		60	10	Jantan	75,05
30			12	Jantan	79,29
31			16	Jantan	79,90
32			19	Jantan	84,00
33		90	10	-	50,23
34			12	-	54,83
35			16	-	61,50
36	19		-	70,18	

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pengujian data latih, variasi perubahan parameter dalam program bantu tidak berpengaruh. Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan data latih, diperoleh semua besar kecocokan yang dihasilkan adalah sebesar 100 %.
2. Hasil pengenalan terbaik dapat diperoleh jika proses perekaman sinyal, baik sinyal basisdata maupun sinyal uji terbebas dari derau.
3. Penambahan basisdata dapat memberikan hasil pengenalan yang semakin baik. Hal ini disebabkan oleh semakin banyak basis data yang diberikan, maka peluang keterkenalan suatu sinyal juga akan menjadi semakin besar.
4. Pada hasil pengujian data baru, tidak diperoleh secara pasti kombinasi parameter terbaik. Hasil kecocokan terbesar yang dihasilkan tidak sama pada pengujian masing-masing sinyal. Hal ini disebabkan oleh adanya derau pada masing-masing sinyal.
5. Pada pengujian data baru, perubahan parameter panjang frame memiliki pengaruh yang paling besar terhadap hasil pengenalan. Secara umum, panjang frame 60 ms menunjukkan performansi terbaik pada hasil pengenalan. Sedangkan pada penggunaan panjang frame 90 ms, program bantu mengalami kesulitan untuk melakukan proses pengenalan karena hasil kecocokan tidak melampaui nilai ambang yang diberikan.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penambahan data latih (untuk basisdata) yang memiliki berbagai variasi warna suara untuk semakin melengkapi referensi pengenalan.
2. Perlu dilakukan proses perekaman data latih maupun data sinyal uji pada suatu kondisi terharap (ruangan bebas derau) agar dipeoleh sinyal dengan derau yang sekecil mungkin.
3. Penelitian dapat dikembangkan pada aplikasi pengenalan secara *on-line*.
4. Penelitian dapat dilanjutkan dengan menggunakan metode yang lain, misalnya LVQ (*Linear Vector Quantization*), HMM (*Hidden Markov Models*), JST (jaringan syaraf tiruan), dan sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Apriyono, Fahrudin. *Pengenalan Pengucap Tak Bergantung Teks Dengan Metode Vector Quantization (VQ) Melalui Ekstraksi Linear Predictive Coding (LPC)*. Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Tugas Akhir, 2004
- [2] Cemal, Yakup, and Onder Filiz, *Speaker Verification*, Bogazici University, Iatanbul, 2001.
- [3] Do, Minh N, *An Automatic Speaker Recognition System*, Swiss Federal Institute of Technology, Switzerland.
- [4] Gold, Ben, and Nelson Morgan, *Speech and Audio Signal Processing : Processing and Perception of Speech and Music*, John Willey & Sons, Inc., New York, 1999.
- [5] Ivana, *Pengenalan Ucapan Vokal Bahasa Indonesia Dengan Jaringan Saraf Tiruan Menggunakan Linear Predictive Coding*, Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Tugas Akhir, 2002.
- [6] May, Ignatius Leo, *Pengenalan Vokal Bahasa Indonesia dengan Jaringan Syaraf Tiruan melalui Transformasi Wavelet Diskret*, Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Tugas Akhir, 2002.
- [7] Nurdian, Hendra, *Pengenalan Pengucap Berbasis Ekstraksi Komponen Cepstral Menggunakan Linear Predictive Coding*, Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Tugas Akhir, 2004
- [8] Rabiner, R. Lawrence, and Biing-Hwang Juang, *Fundamentals of Specch Recognition*, PTR Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1993.
- [9] Wasito, Drh dan Rohaeni, Eni Siti, *Beternak Itik Alabio*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta, 1994.
- [10] Xafopoulos, Alexandros, *Speaker Verivication (An Overview)*, TICSP (Tampere International Center for Signal Processing), Tampere Finland, 2001
- [11] Zeng, Yu, *Dynamic Time Warping Digit Recognizer*, Department of Electrical and Computer Engineering Mississipi State University, Project Report, 2000.
- [12] _____, *Budidaya Ternak Itik (anas spp.)*. www.iptek.net/budidaya_peternakan_itik.htm. Kamis, 6 Oktober 2005.
- [13] _____, *Itik Turi, Bantul, Jenis Petelur Unggul di Indonesia*. www.mitra-bisnis.biz/newsview. 5 Februari 2005.



Novi Arya Kurnianto, lahir di Kudus, 10 November 1981. Menempuh pendidikan dasar di SD N Barongan I Kudus tahun 1988 – 1994, melanjutkan ke pendidikan menengah pertama di SLTP N 1 Kudus tahun 1994-1997 dan meneruskannya ke SMU N 1

Kudus tahun 1997-2000. Sekarang ini, sejak tahun 2001 sedang menempuh pendidikan sarjana di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro.