

DETEKSI INFEKSI PADA RONGGA MULUT BERBASIS PEMROSESAN SINYAL WICARA DENGAN METODE LINEAR PREDICTIVE CODING (LPC) DAN KLASIFIKASI LEARNING VECTOR QUANTIZATION (LVQ)

INFECTION DETECTION IN ORAL CAVITY BASED ON SPEECH SIGNAL PROCESSING WITH LINEAR PREDICTIVE CODING (LPC) AND LEARNING VECTOR QUANTIZATION (LVQ) CLASSIFICATION

Ahsanu Qornan A¹, Dr. Ir. Bambang Hidayat, DEA.², Dr. Rudy Hartanto drg., MS., PAK.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹sansan@students.telkomuniversity.ac.id,

²bhidayat@telkomuniversity.ac.id,

³juliahusny@hotmail.com

Abstrak

Stomatitis Aftosa Rekuren (SAR) merupakan kondisi ulseratif pada rongga mulut yang biasa disebut dengan sariawan. SAR dapat menyerang selaput lendir pipi bagian dalam, gusi, dan bagian dalam rongga mulut. Meskipun penyakit ini tidak berbahaya tetapi keberadaannya di rongga mulut sangat mengganggu, sehingga mengakibatkan kesulitan dalam makan, berbicara, dan beraktivitas. Oleh karena itu, sangat dibutuhkan suatu sistem yang dapat mengidentifikasi infeksi rongga mulut sehingga dapat membantu pekerjaan dokter.

Teknologi dalam telekomunikasi dapat diaplikasikan dengan menggunakan pengolahan suara. Pengolahan suara dilakukan dengan memasukkan penyakit SAR berdasarkan suara manusia dengan kalimat tertentu. Setelah itu, dilakukan Preprocessing, Ekstraksi ciri menggunakan metode LPC (Linear Predictive Coding) dan klasifikasi LVQ (Learning Vector Quantization). Tugas akhir ini bertujuan agar masyarakat awam serta para dokter bisa lebih mudah mengidentifikasi penyakit SAR menggunakan pengolahan suara.

Penentuan persentase dirancang menggunakan perangkat lunak berbasis Matlab. Data yang digunakan adalah sebesar 72 data yang terdiri dari 48 data latih dan 24 data uji. Metode ekstraksi ciri yang digunakan adalah LPC dan klasifikasinya adalah LVQ dapat menghasilkan suatu program yang dapat menentukan jenis dan persentase kelompok penyakit pada satu sampel. Dari hasil pengujian yang dilakukan, mendapatkan akurasi terbaik sebesar 95,83%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa deteksi Infeksi pada rongga mulut dengan metode LPC dan klasifikasi LVQ berhasil.

Kata kunci : Suara, Voice, Stomatitis aftosa rekuren, LPC, LVQ.

Abstract

Aphthous Stomatitis Recurrent (SAR) is an ulcerative condition in the oral cavity commonly called thrush. SAR can attack the inner cheek mucous membranes, gums, and the inside of the oral cavity. Although this disease is not dangerous but challenges it in the oral cavity which is very difficult, making it difficult to eat, talk and move. Therefore, a system that can help the oral cavity is needed so that it can help the doctor's work.

Telecommunication technology can be applied using sound processing. Sound processing is done by input SAR disease based on human voice in one particular sentence. After that, the preprocessing process is performed, feature extraction using the LPC method and classification using the LVQ. This Final Project aims to make ordinary people and doctors easier to identify SAR disease using sound processing.

Percentage determination is designed using Matlab based software. The data used is 72 data consisting of 48 training data and 24 test data. The feature extraction method used is LPC and its classification is LVQ can produce a program that can determine the type and percentage of disease groups in one sample. From the results of tests conducted, getting the best accuracy of 95.83 %. So it can be concluded that the detection of infection in the oral cavity with the LPC method and the LVQ classification was successful.

Keywords: Voice, Speech, Stomatitis aftosa rekuren, LPC, LVQ

1 Pendahuluan

Teknologi pengolahan sinyal telah berkembang pesat di era globalisasi ini, yang mana salah satunya teknologi yang dihasilkan adalah teknologi pengenalan pengucapan. Pengenalan pengucapan adalah sebuah pengenalan yang digunakan untuk mengetahui identitas seseorang dengan melalui ucapan suaranya, hal ini bisa dilakukan karena setiap orang akan memiliki ciri-ciri karakteristik sinyal ucapan yang berbeda-beda karena suara merupakan gelombang longitudinal yang merambat yang dihasilkan oleh benda yang bergetar[1].

Rongga mulut adalah bagian paling atas dari saluran pencernaan. Bagian utama dari rongga mulut adalah bibir, lidah, mukosa, gusi, tulang rahang, gigi geligi dan faring. Rongga mulut juga mempunyai berbagai fungsi, diantaranya adalah sebagai mastikasi, fonetik, dan juga estetik. Hal tersebut mengakibatkan rongga mulut menjadi tempat paling rawan dari tubuh karena menjadi pencernaan utama dari tubuh. *Stomatitis Aftosa Rekuren* (SAR) merupakan gangguan mukosa mulut yang umum dan disebabkan oleh bakteri, virus, dan jamur [3]. Faktor-faktor yang menyebabkan *Stomatitis Aftosa Rekuren* antara lain adalah karena gangguan imun, factor hormonal, dan trauma [5].

Penelitian tugas akhir ini menggunakan pengolahan sinyal suara dengan metode *Linear Predictive Coding* (LPC). *Linear Predictive Coding* adalah salah satu teknik analisis sinyal wicara dengan cara memisahkan *formant* dari sinyal yang dinamakan dengan proses *Invers Filtering*, proses ini mengestimasi sisa frekuensi dan intensitas dari sinyal wicara[2]. Estimasi tersebut dilakukan pada setiap potongan kecil dari sinyal yang disebut *frame* [4]. Setelah itu masuk ke proses klasifikasi dengan menggunakan *Learning Vector Quantization* (LVQ) untuk mengelompokkan vektor-vektor hasil dari ekstraksi LPC kedalam suatu codebook dengan ukuran tertentu, dimana tiap codebook mewakili beberapa vektor hasil ekstraksi LPC yang merupakan ciri khas dari masing-masing pengucap. Proses klasifikasi bertujuan untuk mengelompokkan jenis-jenis sinyal audio berdasarkan ciri-ciri dari pengucap.

2 Dasar Teori

2.1 Sinyal Audio

Menurut N. Ahmed Natarajan, sinyal audio pada umumnya disebut sebagai sinyal yang dapat didengar oleh manusia. Sinyal audio biasanya berasal dari sumber suara yang bergetar dalam rentang frekuensi yang dapat didengar. Energi yang terkandung dalam sinyal audio biasanya diukur dalam *desibel*[6]. Telinga manusia dapat mendengar bunyi antara 20 Hz hingga 20 KHz (20.000 Hz) sesuai batasan sinyal audio. Angka 20 Hz sebagai frekuensi suara terendah yang dapat didengar, sedangkan 20 KHz merupakan frekuensi tertinggi yang dapat didengar. Nilai frekuensi dibawah 20 Hz disebut frekuensi *infrasonik*, sedangkan nilai frekuensi diatas 20 KHz disebut frekuensi *ultrasonic*.

2.2 Stomatitis Aftosa Rekuren (SAR)

Stomatitis Aftosa Rekuren adalah luka lecet yang terdapat dalam mulut dan gusi yang disebabkan oleh proses peradangan (inflamasi)[3]. dalam masyarakat kita dikenal dengan sariawan. Stomatitis biasanya terjadi pada bagian pipi, gusi, bibir bagian dalam, lidah atau langit-langit mulut. Stomatitis biasanya disebabkan oleh infeksi virus, adapun jenis-jenis dari stomatitis diantaranya adalah *herpes stomatitis*, *aphtous stomatitis*.

Stomatitis Aftosa Rekuren adalah jenis penyakit yang lebih spesifik dari stomatitis, stomatitis ini muncul dengan ulkus yang dangkal dan nyeri yang biasanya ada di bibir, pipi, gusi, atap atau dasar mulut. Rentang diameter ulkus ini dari bitnik kecil hingga 1 inchi (2,5 cm) atau lebih. Walaupun penyebab SAR belum diketahui, yang diketahui adalah definisi nutrisi, khususnya vitamin B12, folat, atau zat besi. Stomatitis generalisata atau stomatitis kontak dapat terjadi akibat penggunaan berlebihan dari alkohol, merica, makanan panas, atau produk tembakau. Sensitivitas terhadap obat kumur, pasta gigi, dan lipstik dapat mengiritasi lapisan mulut. Paparan terhadap logam berat, seperti merkuri, timah, bismut juga dapat menyebabkan stomatitis[3][7][8].

2.3 Speech Processing

Speech Processing merupakan proses pengambilan informasi yang diinginkan dari sinyal suara. Gelombang suara yang sudah diambil sinyal informasinya sudah diubah ke suara digital [9].

2.3.1 Sampling

Sampling adalah suatu proses pengambilan nilai-nilai sinyal pada titik-titik diskrit sepanjang variable waktu dari sinyal waktu kontinu untuk mendapatkansinyal waktu diskrit. Jumlah titik-titik yang diambil setiap detik dinamakan sebagai *sampling rate* .

2.3.2 Sample Rate

Fungsi dari *sample rate* adalah untuk menyatakan banyaknya sample yang direkam dalam satu detik. Banyak sedikitnya *frame* yang bergerak setiap detik dapat mempengaruhi kualitas suara yang diterima. Semakin banyak *frame* yang bergerak tiap detiknya maka kualitas suara yang diterima semakin akurat. *Sample rate* dinyatakan dalam bentuk *sample per second*. Selain itu *sample rate* yang dapat didengarkan manusia harus memiliki frekuensi dibawah 44.100 Hz karena formula dari "Frekuensi Nyquist" yang menyatakan bahwa *bandwith audio* dari sinyal memiliki batas setengah dari *sample rate*,

untuk mencapai batas tersebut yakni 20.000 Hz maka peralatan yang digunakan harus *sampling* pada sampel lebih dari 40.000 *per second* [9].

2.4 Linear Predictive Coding (LPC)

Linear Predictive Coding adalah salah satu teknik analisis sinyal wicara dengan cara memisahkan formant dari sinyal yang dinamakan proses Invers Filtering dengan cara mengestimasi sisa frekuensi dan intensitas dari sinyal wicara[9].

Linear Predictive Coding (LPC) sangat luas digunakan untuk pengenalan ucapan disebabkan beberapa keuntungan yaitu pertama, LPC menyediakan suatu pemodelan yang bagus untuk mengidentifikasi sinyal ucapan (*speech signal*), hal ini biasanya digunakan pada bagian *voiced* dimana pemodelan all pole model LPC menghasilkan pendekatan selubung spektral jalur vokal (*vocal track spectral envelope*) yang baik, sedangkan untuk bagian *unvoiced*, pemodelan LPC ini tidak seefektif sebelumnya tapi masih dapat digunakan untuk keperluan pengenalan ucapan. Kedua, LPC mudah diterapkan dengan mudah pada perangkat lunak maupun keras, karena perhitungan matematis yang digunakan relatif lebih singkat dari metode-metode yang dikenal sebelumnya seperti *filter bank*. Ketiga, hasil dari pengenalan ucapan yang didapatkandengan menerapkan LPC cukup baik bahkan lebih baik dari metode-metode sebelumnya[9].

Langkah-langkah analisis LPC untuk pengenalan ucapan adalah sebagai berikut : [9]

1. Preemphasis

Pada langkah ini, cuplikan kata dalam bentuk digital ditapis dengan menggunakan FIR filter orde satu untuk meratakan spektral sinyal kata yang telah dicuplik tersebut. Persamaan preemphasizer yang paling umum digunakan ialah :

$$\tilde{x}(n) = x(n) - \alpha x(n-1) \quad (1)$$

Dimana nilai α untuk yang paling sering digunakan adalah 0,95. Sedangkan untuk implementasi fixed point, harga α adalah 15/16 atau sama dengan 0,9375.

1. Frame Blocking

Pada tahap ini sinyal kata yang telah teremphasi, $\tilde{x}(n)$ dibagi menjadi frame-frame dengan masing-masing frame memuat N cuplikan kata dan frame-frame yang berdekatan dipisahkan sejauh M cuplikan, semakin $M \ll N$ semakin baik perkiraan spektral LPC dari frame ke frame.

2. Windowing

Pada tahapan ini dilakukan fungsi weighting pada setiap frame yang telah dibentuk pada langkah sebelumnya yang bertujuan untuk meminimalkan discontinuities pada ujung awal dan ujung akhir setiap frame yaitu dengan men-taper sinyal menuju nol pada ujung-ujungnya. Tipikal window yang digunakan pada metode autokorelasi LPC adalah Hamming window yang memiliki bentuk :

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

4. Analisa auto korelasi

Pada tahap ini masing-masing frame yang telah di windowing diautokorelasikan untuk mendapatkan:

$$r_k(n) = \sum_{m=0}^{N-1-n} \tilde{x}(n+m) \tilde{x}(n+m-k) \quad (3)$$

Dimana nilai autokorelasi yang tertinggi pada $m=p$ adalah orde dari analisa LPC, biasanya orde LPC tersebut 8 sampai 16. Autokorelasi ke-0 melambangkan energi dari frame yang bersangkutan dan ini merupakan salah satu keuntungan dari metode autokorelasi.

5. Analisa LPC

Tahapan selanjutnya adalah analisa LPC, dimana pada tahap ini $p+1$ autokorelasi pada setiap frame diubah menjadi satu set LPC parameter yaitu koefisien LPC, koefisien pantulan (*reflection coefficient*), koefisien perbandingan daerah logaritmis (*log area ratio coefficient*). Salah satu metode untuk melakukan hal ini ialah metode Durbin yang dinyatakan dalam algoritma dibawah ini :

$$a_i^{(0)} = \frac{r_i(0) - \sum_{j=1}^{i-1} a_j^{(i-1)} r_{i-j}(0)}{r_i(0)} \quad 1 \leq i \leq p \quad (4)$$

$$a_i^{(0)} = a_i^{(1)} \quad (5)$$

$$a_i^{(c)} = a_i^{(c-1)} - \sum_{j=1}^c a_j^{(c-1)} a_{i-j}^{(c-1)}, 1 \leq i \leq p-1 \quad (6)$$

$$a_i^{(p)} = (1 - a_p^{(p)}) a_i^{(p-1)} \quad (7)$$

6. Mengubah LPC Parameter ke Koefisien Cepstral

Sekelompok LPC parameter yang sangat penting yang dapat diperoleh dari penurunan koefisien LPC adalah koefisien cepstral $c(m)$. Persamaan yang digunakan untuk menghitung koefisien cepstral ini ialah :

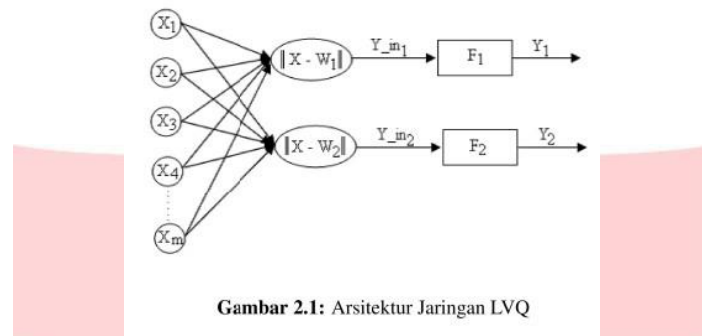
$$c_m = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \log \left(\sum_{k=0}^{N-1-n} a_k^{(p)} x(n+k) \right) \quad (8)$$

$$c_m = -\log \left(\sum_{k=0}^{N-1-n} a_k^{(p)} x(n+k) \right), 1 \leq m \leq p \quad (9)$$

$$w_{ij} = \sum_{k=1}^m \frac{1}{n_k} (-1)^{k+1} w_{ik} w_{jk}, w_{ij} > 0 \quad (10)$$

2.5 Learning Vector Quantization

Learning Vector Quantization (LVQ) adalah suatu metode klasifikasi pola yang masing-masing unit *output* mewakili kategori atau kelas tertentu[10]. Vector bobot untuk unit *output* sering disebut vektor referensi untuk kelas yang dinyatakan oleh unit tersebut LVQ mengklasifikasikan vector *input* ke dalam kelas yang sama dengan unit *output* yang memiliki vector bobot yang paling dekat dengan vector input (Widodo 2005). berikut adalah arsitektur LVQ:

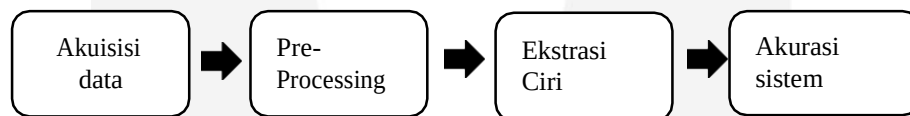


Gambar 2.1: Arsitektur Jaringan LVQ

3 Perancangan

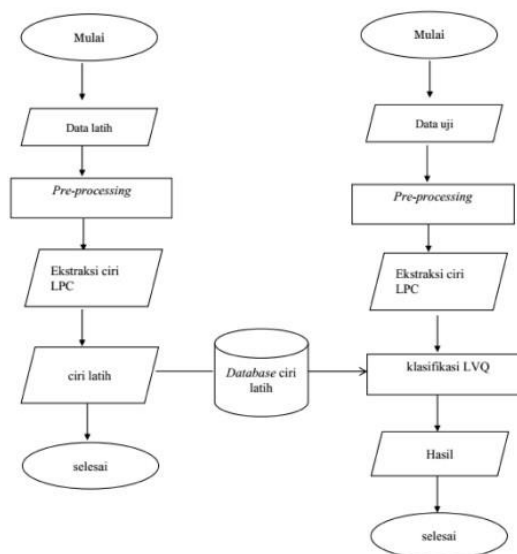
1. Perancangan Sistem

Metodologi penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini menggunakan pendekatan eksperimental. Secara garis besar, sistem deteksi yang digunakan adalah empat tahap yaitu akuisisi atau pengambilan data suara menggunakan rekaman alat perekam suara, ekstraksi ciri dan pembuatan *database* menggunakan data latih, deteksi kesehatan melalui *spectrogram* sinyal bicara menggunakan data uji, dan yang terakhir menganalisis performansi sistem melalui akurasi sistem.



Gambar 3.1 Desain Sistem

Diagram alir secara umum sistem simulasi dan analisis dari penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir proses identifikasi

2. Performansi Sistem

Dilakukan pengujian untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan sistem, pengujian dilakukan terhadap

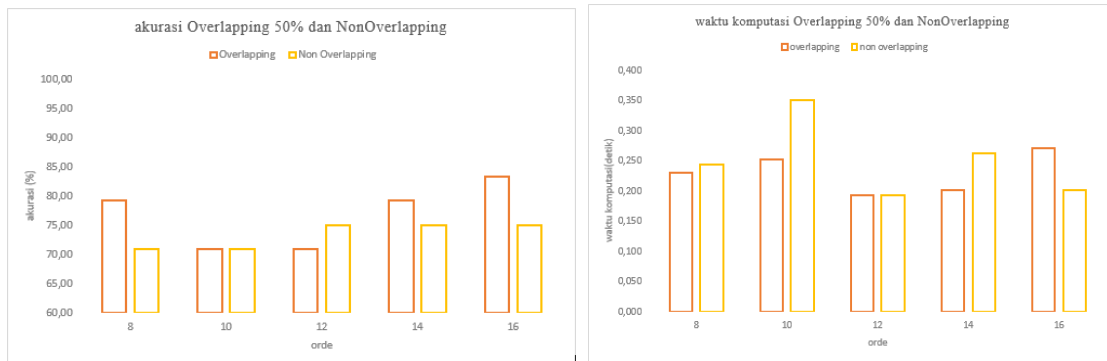
data latih dan data uji menggunakan software Matlab berdasarkan metode LPC dan LVQ untuk mengevaluasi performansi sistem yang dibahas. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{akurasi} = (\text{jumlah benar}) / (\text{jumlah total}) \times 100\%$$

4. hasil pengukuran

4.1 Pengujian Pengaruh *Overlapping* dan *Non-Overlapping* Terhadap Akurasi Sistem

Pada skenario pertama dilakukan pengujian untuk mengetahui pengaruh nilai *overlapping* dengan nilai 512ms dan *non-overlapping* pada frekuensi sampling 8000 Hz. Hasil pengujian berupa nilai akurasi dan nilai waktu komputasi yang didapatkan pada orde 16, orde 14, orde 12, orde 10, dan orde 8 dengan menggunakan klasifikasi *Learning Vektor Quantization*. Gambar 4.1 dan 4.2 merupakan hasil pengujian skenario pertama

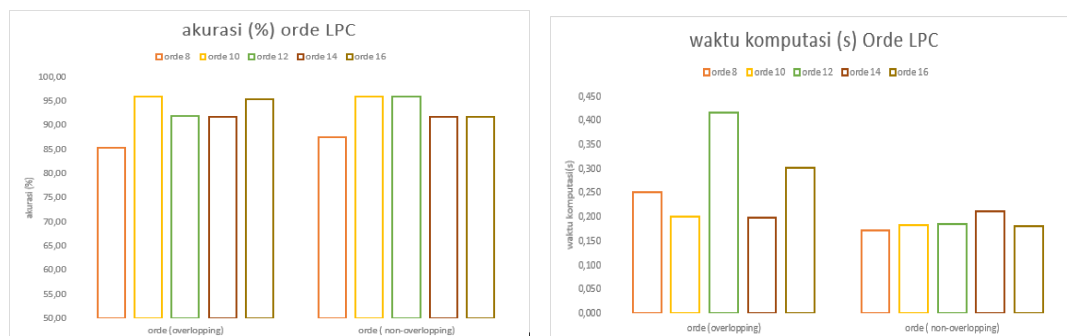


Gambar 4.1 dan 4.2 Grafik Performansi Akurasi Pengujian pengaruh *Overlapping* dan *Non-Overlapping* dan waktu komputasi

Berdasarkan Gambar diatas, dapat dilihat nilai akurasi tertinggi *Overlapping* adalah 83,33% dengan waktu komputasi 0,271 detik pada orde 16 dan nilai akurasi terendah adalah 70,83% dengan waktu komputasi sebesar 2,432 detik pada orde 12. Sedangkan nilai akurasi tertinggi *Non-overlapping* adalah 75% dengan waktu komputasi 0,193 detik pada orde 12 dan orde 16 dengan waktu komputasi 0,198 detik. Maka dapat disimpulkan akurasi terbaik adalah *Overlapping* karena hasil estimasi spektral LPC akan berkoleransi dari frame ke frame.

4.2 Pengujian Pengaruh Orde pada LPC

Pengujian sistem pada scenario kedua adalah akan ditunjukkan perbedaan akurasi dan waktu komputasi yang didapatkan pada orde 16, orde 14, orde 12, orde 10, orde 8 yang akan diuji dengan *Overlapping* yang bernilai 512 dan frekuensi sampling sebesar 8000 Hz serta menggunakan parameter statistik *mean* dan menggunakan klasifikasi *Learning Vector Quantization* dengan aturan banyaknya *Epoch* yang digunakan. Hasil akurasi dan waktu komputasi yang didapatkan dapat dilihat pada gambar 4.3 dan 4.4



Gambar 4.3 dan 4.4 Grafik Performansi Akurasi Pengaruh Orde LPC dan Grafik Performansi waktu komputasi Pengaruh Orde LPC

Pada skenario kedua ini didapatkan akurasi terbaik sebesar 95,83 % dengan waktu komputasi 0,219 detik pada orde 16 di *overlapping*. Dan nilai akurasi terendah yaitu sebesar 85,33% dengan waktu komputasi 0,252 detik pada *overlapping*.

Pada skenario ini besar kecilnya nilai pada orde LPC tidak mempengaruhi tingkat akurasi pada sistem. Orde 16 *overlapping* yang didapatkan adalah 95,33%. Pada orde 14 didapatkan akurasi 91,67% dan orde 12 didapatkan akurasi

91,83%, pada orde 10 didapatkan sebesar 95,83% dan pada orde 8 didapatkan 85,33%. Sedangkan yang terjadi pada *Non-Overlapping* pada orde 16 adalah 91,67%, pada orde 14 didapatkan akurasi 91,67%, orde 12 adalah 95,83%, pada orde 10 adalah 95,83%, dan pada orde 8 adalah 87,5%.

4.3 Pengujian Pengaruh Parameter Statistik Orde pada LPC Terhadap Akurasi Sistem

Pada skenario ketiga ini mendapatkan nilai akurasi dan waktu komputasi berdasarkan parameter statistik yang didapatkan pada orde 16, orde 14, orde 12, orde 10, orde 8 yang telah menggunakan parameter statistik yaitu *Mean*, *Entropy*, *Standart Deviasi*. Pengujian ini menggunakan *Overlapping* 520, frekuensi sampling 8000 Hz dan juga klasifikasi *Learning Vector Quantization* dengan aturan menggunakan dengan *Epoch* 150 dan *Hidden layer* 30 yang dapat dilihat pada gambar 4.5 dan 4.6



Gambar 4.5 dan 4.6 Grafik performansi akurasi berdasarkan parameter statistic dan Grafik performansi waktu komputasi berdasarkan parameter statistik

Pengujian pada tahap ini didapatkan nilai akurasi tertinggi yaitu sebesar 97,67% dengan waktu komputasi sebesar 0,200 detik pada saat menggunakan parameter statistik *Mean*. Sedangkan nilai akurasi terendah sebesar 33,33% dengan waktu komputasi sebesar 0,212 detik pada saat menggunakan parameter statistik *Entropy* pada Orde 16. Besar kecilnya nilai orde yang digunakan tidak mempengaruhi tingkat akurasi yang di dapatkan.

4.4 Pengujian Pengaruh Aturan Nilai Epoch dan Hidden Layer pada LVQ Terhadap Akurasi Sistem

Pada skenario keempat, akan dilakukan pengujian terhadap aturan jarak *Epoch* yang akan digunakan adalah saat nilai *Epoch* bernilai 50, 100, dan 150, dan *Hidden Layer* 10, 20, 30. Dalam pengujian ini parameter statistik yang digunakan adalah Orde 16 dengan parameter statistic *Mean* dan juga menggunakan *overlapping* sebesar 512 dan frekuensi sampling sebesar 8000 Hz. Hasil akurasi dan waktu komputasi pada pengujian tahapan ini dapat dilihat pada gambar 4.7 dan 4.8



Gambar 4.7 dan 4.8 Grafik Performansi Akurasi Pengujian Aturan Nilai Epoch dan Grafik Performansi Waktu komputasi Pengujian Aturan Nilai Epoch

Pada tahapan ini didapatkan nilai akurasi tertinggi yaitu 95,83%% dengan waktu komputasi 0,154 detik terdapat pada *Epoch* 150 dan *Hidden Layer* 30. Besar kecilnya nilai orde berpengaruh terhadap tingkat akurasi yang didapatkan pada pengujian aturan nilai *Epoch*.

5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada sistem pengklasifikasian jenis sinyal wicara yang telah dilakukan pada Tugas Akhir ini, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem yang dibuat sudah mampu mengklasifikasikan jenis sinyal wicara dengan menggunakan metode Ekstraksi LPC dan metode Klasifikasi LVQ.
2. Parameter yang mempengaruhi akurasi sistem pada penelitian ini adalah *overlapping*, ekstraksi ciri LPC dengan orde 16, parameter Statistik terbaik adalah Mean, dan aturan nilai Epoch pada klasifikasi LVQ yang digunakan adalah 150 dan Hidden layer sebesar 10.
3. Performansi terbaik yang diperoleh dari semua pengujian adalah akurasi sebesar 95,83% dengan waktu komputasi 0,2370 detik, pada kondisi 24suara teridentifikasi sesuai dengan identitas sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Yasid, Yushardi dan R. Handayani, "Jurnal Pembelajaran Fisika," Pengaruh Frekuensi Gelombang Bunyi Terhadap Perilaku Lalat Rumah (*Musca domestica*), pp. 190-196, 2016.
- [2] M. Walid dan A. K. Darmawan, "ISSN: 2088-4591," Pengenalan Ucapan Menggunakan Metode Linear Predictive Coding (LPC) Dan K-Nearest Neighbor (K-NN), vol. 7, no. 1, pp. 13-22, 2017.
- [3] RISKESDAS. *Riset Kesehatan Dasar. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan: Kementerian Kesehatan RI*.2013.
- [4] A. Imario, D.W.Sudiharto dan E.Ariyanto,"*Prosiding SNATIF Ke-4," Uji Validasi Suara Berbasis Pengenalan Suara(Voice Recognition) Menggunakan Easy. VR 3.0*, pp.801-806,2017
- [5] Hernawati, Sri. *Mekanisme Seluler dan Molekular Stres Terhadap Terjadinya Rekuren Aptosa Stomatitis*. 2014. Jurnal PDGI. Vol.63.No.1. Hal: 39-6
- [6] Ntalampiras, Stavros dan Nikos Fakotakis, "Speech/Music Discrimination Based on Discrete Wavelet Transform," 2018, LNAI 5138, pp.205-211.
- [7] Mojabi,F.B. Faezah,M. Marjan, N. Pantea, N.Hassan, J. 2014. *Therapeutic Effect Of "Ibuprofen Diphenhydramine and Alumunium Mgs" On Reccurent Aphtous Stomatitis: A Randomized Controller Trial*. Journal Of Dentisty. Tehran University Of Medica Sciences. Iran. Vol.11. No.2. .
- [8] E. Ronando dan M. I. Irawan, "JURNAL SAINS DAN SENI ITS,"Pengenalan Ucapan Kata Sebagai Pengendali Gerakan Robot Lengan Secara Real-Time dengan Metode Linear Predictive Coding – Neuro Fuzzy, vol. 1, no. 1, pp. 51-56, 2012.
- [9] Rifwan Hamidi, M.Tamzil, Furqon, Bayu rahayudi."Implementasi *Learning vector Quantization* (LVQ) untuk klasifikasi Kualitas air sungai, vol 1, No.12,hlm 1748-1763, Desember 2017.