

DETEKSI PULPITIS REVERSIBEL MELALUI SINYAL WICARA DENGAN METODE WAVELET PACKET DAN KLASIFIKASI SELF ORGANIZING MAPS (SOM)

DETECTION OF REVERSIBLE PULPITIS VIA SPEECH SIGNALS USING WAVELET PACKET METHOD AND SELF ORGANIZING MAPS (SOM) CLASSIFICATION

Maya Amiriyanti¹, Dr. Ir. Bambang Hidayat, IPM.², drg. Yun Mukmin Akbar, Sp. Ort.³

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
¹mayaamiriyanti@student.telkomuniversity.ac.id, ²bbhavenir@gmail.com,
³yunnakbar@yahoo.com

Abstrak

Suara setiap manusia pastinya berbeda-beda. Dimana masing-masing suara memiliki frekuensi dan karakteristik yang berbeda-beda pula. Saat ini di era teknologi yang sudah canggih suara dapat digunakan sebagai media pendeteksi melalui aplikasi atau program komputer, sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu pendeteksi khususnya di bidang kesehatan. Dengan adanya aplikasi atau program tersebut dapat membantu mendeteksi adanya fenomena barodontalgia khususnya pada kasus perawatan *pulpitis reversibel* pada penyelam.

Pada tugas akhir ini dirancang sebuah program aplikasi untuk membantu para dokter mendeteksi sinyal suara pada penyelam dengan fenomena barodontalgia khususnya kasus perawatan *pulpitis reversibel* melalui metoda klasifikasi *Wavelet Packet* dan *Self Organizing Maps (SOM)*. Suara yang akan di proses melewati beberapa tahap seperti *input data*, *preprocessing*, *window normalisasi*, ekstraksi ciri, klasifikasi, dan tahap penentuan.

Sistem ini sangat bergantung pada sinyal suara dengan menggunakan *audio processing*. Pada tugas akhir ini hasil yang diperoleh adalah sebuah aplikasi berbasis Matlab untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasi. Dari penelitian ini diperoleh hasil akurasi sebesar 73,333 %.

Kata kunci : *pulpitis reversibel, audio processing, Wavelet Packet, Self Organizing Maps (SOM)*

Abstract

The sound of every human being must be different. Where each voice has different frequencies and characteristics. At present in the era of advanced technology, sound can be used as a detection medium through an application or computer program, so that it can be used as a detection aid especially in the health sector. With the application or program it can help detect the presence of barodontalgia phenomena, especially in the case of reversible pulpitis treatment in divers.

In this final project an application program is designed to help doctors detect sound signals in divers with barodontalgia phenomena, especially cases of reversible pulpitis treatment through the *Wavelet Packet* classification method and *Self Organizing Maps (SOM)*. The sound that will be processed goes through several stages such as data input, preprocessing, normalization window, feature extraction, classification, and determination stage.

This system is very dependent on sound signals using audio processing. In this final project the results obtained are a Matlab-based application for identifying and classifying. From this study the results of the accuracy were 73.333%.

Keywords: *Reversible Pulpitis, Audio Processing, Wavelet Packet, Self Organizing Maps (SOM)*

1. Pendahuluan

Suara merupakan media komunikasi utama manusia. Analisa suara merupakan hal yang penting dalam beberapa proses yang berkaitan dengan pemrosesan suara misalnya identifikasi suara (*speaker identification*) atau pengenalan suatu penyakit [1]. Pada pengembangan sistem dalam bidang kesehatan, pengolahan sinyal suara mulai ditingkatkan sebagai sistem deteksi sinyal suara untuk mendeteksi adanya suatu fenomena barodontalgia khususnya pada kasus perawatan pulpitis reversibel pada penyelam.

Fenomena barodontalgia adalah timbulnya rasa nyeri yang disebabkan oleh perubahan tekanan, gas dalam *air compress* masuk ke dalam gigi melalui celah yang berupa lesi karies pada gigi atau tepi-tepi tambalan yang rusak sehingga menyebabkan gas dalam *air compress* terperangkap dan menekan tubulus dentinalis, menstimulasi nosiseptor pada pulpa. Sedangkan Pulpitis reversibel adalah radang pulpa yang tidak parah, ketika penyebab radang hilang maka rasa sakitnya pun akan ikut hilang. Ada beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya pulpitis reversibel yaitu erosi servikal, stimulus ringan atau sesaat [2].

Dalam hal ini deteksi sinyal suara sangat membantu dalam mempermudah dan mempercepat proses deteksi adanya suatu fenomena barodontalgia pada kasus perawatan pulpitis reversibel pada penyelam. Dengan permasalahan tersebut sudah dibuat aplikasi berbasis Matlab. Penelitian ini memiliki empat proses tahapan. Tahapan yang pertama adalah mendeteksi penyakit *pulpitis reversibel* dengan sampel anggota militer yang memiliki tingkat stres lebih tinggi dibanding masyarakat sipil. Pengambilan sampel pada tahapan yang pertama ini diambil secara acak pada rumah sakit yang berbasis militer. Tahap selanjutnya yaitu mendeteksi penyakit *pulpitis reversibel* yang berkaitan dengan perbedaan tekanan yang terjadi di udara dan di dalam air atau fenomena tersebut disebut *barodontalgia*. Tahap ketiga yaitu menyatukan antara penelitian tahap pertama dan tahap kedua, dan nantinya sudah didapatkan parameter yang mendeteksi penyakit *pulpitis reversibel* pada fenomena *barodontalgia*. Tahap terakhir yaitu meneliti tentang penyakit *pulpitis reversibel* pada fenomena *barodontalgia* pada penyelam atau pada penerbang. Penelitian ini merupakan tahap pertama dari beberapa tahap penelitian tentang deteksi barodontalgia pada kasus perawatan pulpitis reversibel melalui sinyal bicara dan digunakan metode ekstraksi ciri *Wavelet Packet* dan menggunakan klasifikasi *Self Organizing Maps* (SOM).

2. Dasar Teori

A. Pulpa

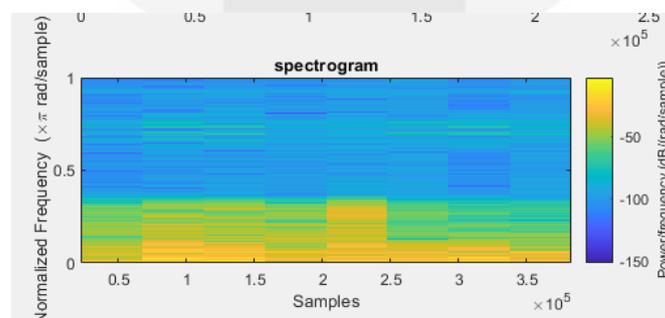
Pulpa gigi merupakan jaringan lunak yang terletak di bawah dentin. Jaringan ini adalah jaringan pembentuk, penyokong, nutritif, defensif, sensitif dan merupakan bagian integral dari dentin yang mengelilinginya. Pulpa terdiri dari jaringan ikat, limfe, saraf, dan pembuluh darah [3].

B. Suara

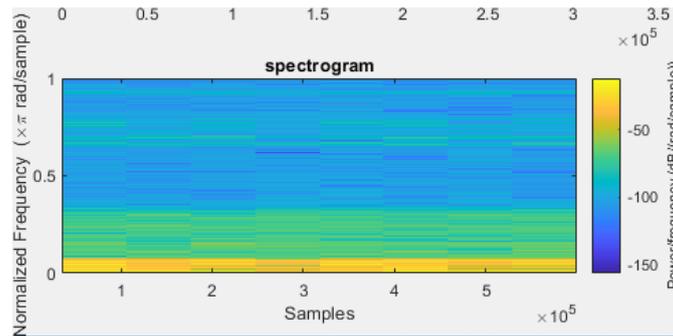
Suara adalah sebuah sinyal yang merambat melalui media perantara. suara dapat didefinisikan sebagai gelombang yang merambat dengan frekuensi dan amplitudo tertentu. Suara yang dapat didengar manusia berkisar antara 20 Hz sampai dengan 20 KHz, dimana Hz adalah satuan frekuensi yang artinya banyaknya getaran per-detik (cps / cycle per second) [4].

C. Spectrogram

Spectrogram adalah representasi *spectral* (warna suara) yang bervariasi terhadap waktu yang menunjukkan tingkat density (intensitas energi) spektral. Dengan kata lain spectrogram adalah bentuk visualisasi dari masing-masing nilai formant yang dilengkapi dengan level energi yang bervariasi terhadap waktu. Level energi yang dikenal dengan istilah *formant bandwidth*. Pada kasus-kasus yang bersifat pemalsuan suara dengan teknik pitch shift atau si subyek (tersangka) berusaha untuk menghilangkan karakter suara aslinya, maka *formant bandwidth* dapat digunakan untuk memetakan atau mengidentifikasi suara aslinya. Dikarenakan spectrogram memuat hal-hal yang bersifat detail, maka spectrogram oleh beberapa ahli dikenal dengan istilah sidik jari suara (*voice fingerprint*). Spectrogram membentuk pola umum yang khas dalam pengucapan kata dan pola khusus masing-masing formant dalam pengucapan suku kata, sehingga spectrogram juga digunakan untuk melakukan analisa identifikasi suara seseorang [5].



Gambar 1. Spectrogram orang sehat



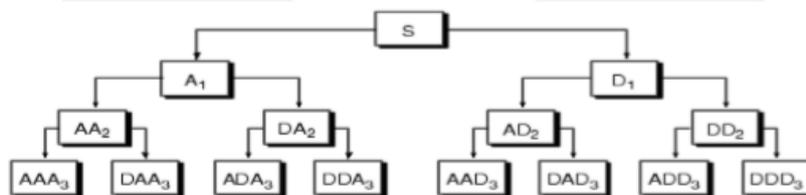
Gambar 2. Spectrogram orang sakit

E. Speech Processing

Speech processing merupakan proses ekstraksi informasi yang dibutuhkan dari sebuah sinyal suara. Pemrosesan suatu sinyal dengan sebuah komputer digital, sinyal harus diimplementasikan dalam bentuk digital sehingga sinyal tersebut dapat digunakan oleh komputer digital. Gelombang suara tersebut harus diubah dalam bentuk sinyal digital sesuai voice processing. Sebuah microphone atau handphone handset merupakan alat yang berfungsi mengubah gelombang suara ke dalam sinyal analog. Sinyal analog yang telah ter-antialiasing filter dapat diubah ke dalam bentuk sinyal digital oleh analog-to-digital (A/D) convert. [4]

F. Wavelet Packet

Metode Wavelet Packet adalah suatu generalisasi dari dekomposisi wavelet yang menawarkan kemungkinan analisa sinyal yang lebih luas. Di dalam analisa wavelet, suatu sinyal dipecah atau didekomposisi menjadi koefisien aproksimasi dan koefisien detail. Selanjutnya koefisien aproksimasi tersebut didekomposisi kembali menjadi koefisien aproksimasi dan detail untuk level selanjutnya, sehingga pada n level dekomposisi akan menghasilkan n+1 koefisien yang baru $A_n + D_n + D_{n-1} + \dots + D_1$. Level satu akan menghasilkan A_1 dan D_1 dimana A_1 adalah koefisien aproksimasi dan D_1 adalah koefisien detail. Lalu untuk level dua koefisien, aproksimasi di level satu akan dipecah kembali menjadi koefisien aproksimasi (A_2) dan detail (D_2) demikian seterusnya [6].



Gambar 3. Transformasi Wavelet Packet [6]

Pada level satu akan menghasilkan A_1 dan D_1 dimana A_1 adalah koefisien aproksimasi dan D_1 adalah koefisien detail. Lalu untuk level dua, koefisien aproksimasi dan koefisien detail di level satu akan dipecah kembali, koefisien aproksimasi dipecah menjadi koefisien aproksimasi (A_2) dan koefisien detail (D_2) koefisien detail juga dipecah menjadi koefisien aproksimasi AD_2 dan koefisien detail (DD_2) Jadi untuk level 2 koefisien yang dihasilkan adalah (AA_2) (DA_2) (DD_2) . Demikian seterusnya sampai level ke-n yang diinginkan. Nilai dari koefisien WPD untuk setiap bagian dinotasikan sebagai c . Energi WPD didefinisikan sebagai berikut:

$$E_B(r) = \sum_{n=1}^{nc} c^2(n, r) \quad r = 2,3 \dots, 32, \dots \quad (1)$$

Dan Energi rata-rata WPD untuk setiap bagian didefinisikan sebagai berikut:

$$EB(r) = \frac{E_B(r)}{nc} \quad (2)$$

Kemudian diketahui, dan hasil tersebut merupakan Energi Maksimum dari suara. Keterangan :

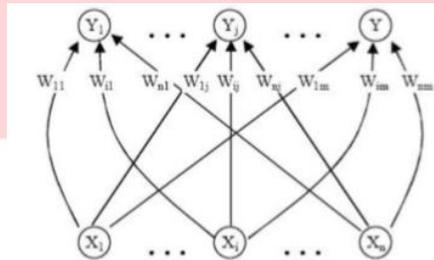
r : subband

nc : nilai koefisien WPD untuk setiap bagian atau subband

C : nilai koefisien WPD

G. Self Organizing Maps (SOM)

Self Organizing Map (SOM) merupakan salah satu teknik untuk menganalisa data pada dimensi tinggi untuk memproyeksikan data ke satu atau dua dimensi. Metode *learning Self-Organizing Map* bertujuan untuk mengklasifikasikan ruang vektor berdimensi tinggi dari suatu input berdasarkan bagaimana cara pengelompokan yang sesuai dengan karakteristik input. SOM bekerja dengan cara menggabungkan proses competitive layers dengan topologi vektor input yang dimasukkan dalam proses iterasi. SOM mampu mempertahankan kemiripan pola masukan agar tidak berubah sampai pada keluaran proses. Topologi untuk mempertahankan kemiripan pola inilah yang berguna bagi proses pengklasifikasian data, terutama yang jumlahnya besar. Jaringan ini tersusun dari dua buah lapisan (layer) berupa input dan output dimana setiap neuron dalam lapisan input terhubung dengan setiap neuron lapisan output. Setiap neuron dalam lapisan output merepresentasikan kelas (*cluster*) dari input yang diberikan. Pada SOM sejalan dengan proses belajar yang dilakukan dengan mengumpalkan data pada vektor masukan dan menghasilkan keluaran jaringan dengan profil input yang paling mirip yang telah dikelompokkan ke dalam wilayah yang sama pada lapisan cluster [7].

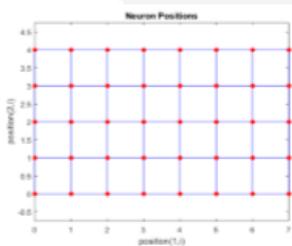


Gambar 4. Topologi jaringan SOM

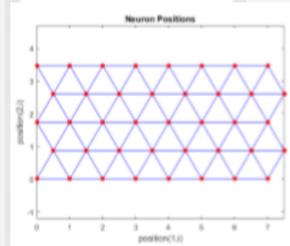
Gambar 4. menunjukkan salah satu contoh arsitektur jaringan self organizing map dengan dua unit pada lapisan input (X_1 dan X_i), serta tiga neuron pada lapisan output (Y_i , Y_j , dan Y). Bobot wij merupakan bobot yang menghubungkan neuron ke-j pada lapisan input ke neuron ke-i pada lapisan output [7].

a. Topologi JST- SOM

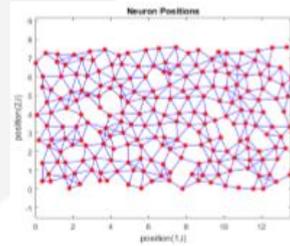
Dalam jaringan SOM, neuron target tidak diletakkan dalam sebuah baris seperti layaknya jaringan SOM dan model jaringan syaraf tiruan yang lain. Neuron target diletakkan dalam dua dimensi yang bentuknya dapat diatur. Dalam Matlab disediakan fasilitas untuk mendefinisikan topologi jaringan yang berbeda-beda. Topologi yang berbeda akan menghasilkan neuron sekitar neuron pemenang yang berbeda sehingga bobot yang dihasilkan juga akan berbeda. Ada tiga macam topologi yang dapat dibentuk yaitu [8] :



Gambar 5. Topologi Gridtop



Gambar 6. Topologi Hextop

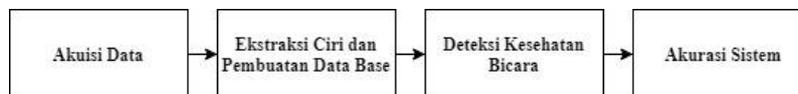


Gambar 7. Topologi Randtop

3. Perancangan

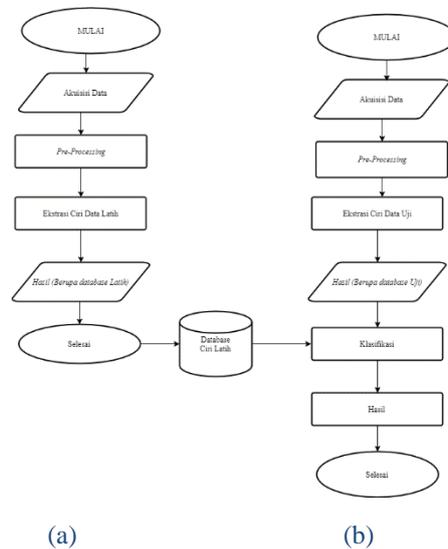
A. Perancangan Sistem

Secara garis besar, sistem deteksi ini dibagi menjadi 4 tahap utama, yaitu akuisisi atau pengambilan data suara menggunakan mikrofon, ekstraksi ciri dan pembuatan database menggunakan data latih, deteksi kesehatan melalui spectrogram sinyal bicara menggunakan data uji, dan menganalisis performansi sistem melalui akurasi sistem. Desain sistem dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Blok diagram

Pada Gambar 8. menjelaskan blok diagram alur secara umum yang akan dilakukan pada penelitian ini. Langkah awal yang akan dilakukan yaitu akuisisi data untuk mengumpulkan beberapa data rekaman suara yang akan dijadikan sample penelitian. Kemudian data rekaman suara akan diuji dan dilakukan ekstraksi ciri menggunakan metode wavelet packet beserta klasifikasi Self Organizing Maps (SOM) menggunakan perancangan data base yang telah dibuat. Setelah itu pengujian pada data base akan menghasilkan gambar spectrogram yang bisa kita amati dan dihitung tingkat keakurasian data.



Gambar 9. (a) Pelatihan ; (b) Pengujian

Akuisisi Data

Akuisisi data adalah tahap awal untuk mendapatkan sampel suara. Untuk memperoleh sampel suara dilakukan pengambilan data berupa rekaman suara menggunakan *voice recorder*. Format yang digunakan harus dalam bentuk *.wav*.

Preprocessing

Preprocessing atau pemrosesan awal bertujuan untuk mengolah suara agar dapat diambil karakteristiknya dan menghilangkan silent.

Berikut adalah langkah-langkah *pre-processing* :

1. Framing

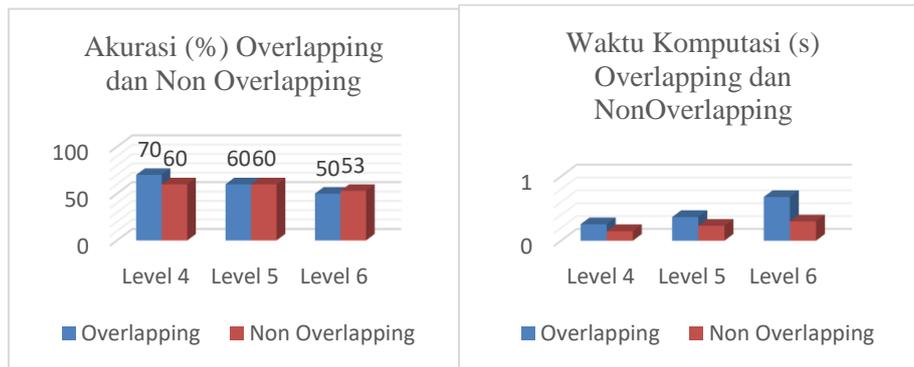
Tahap *framing* bertujuan untuk membagi sampel suara digital menjadi frame-frame dengan durasi pendek, kemudian dilakukan plot sinyal input dalam domain waktu.

2. Windowing

Pada tahap *windowing* bertujuan meminimalisir adanya kerusakan *spectral* atau *aliasing* yang akan menimbulkan efek munculnya sinyal baru dengan frekuensi yang berbeda dari sinyal aslinya.

4. Hasil Pengujian dan Analisis

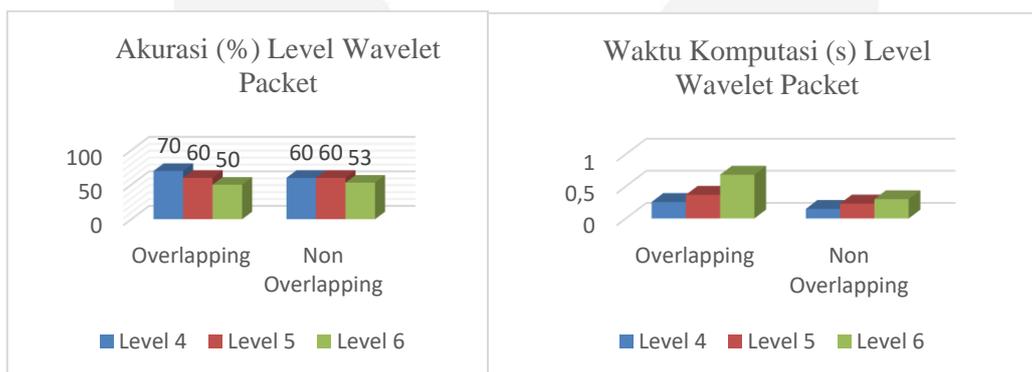
A. Pengujian pengaruh *Overlapping* dan *Non-Overlapping* Terhadap Akurasi Sistem



Gambar 10, Grafik akurasi dan Waktu Komputasi Pengujian Pengaruh Overlapping dan Non Overlapping

Berdasarkan Gambar 10, dapat dilihat nilai akurasi tertinggi *overlapping* adalah 70% dengan waktu komputasi 0,2558 detik pada level 4 dan nilai akurasi terendah adalah 50% dengan waktu komputasi 0,6803 detik pada level 6. Sedangkan nilai akurasi tertinggi *Non-overlapping* adalah 60% dengan waktu komputasi 0,2313 detik pada level 5 dan nilai akurasi terendah adalah 53% dengan waktu komputasi 0,3001 detik. Pada pengujian ini nilai akurasi yang terbaik adalah di *overlapping*.

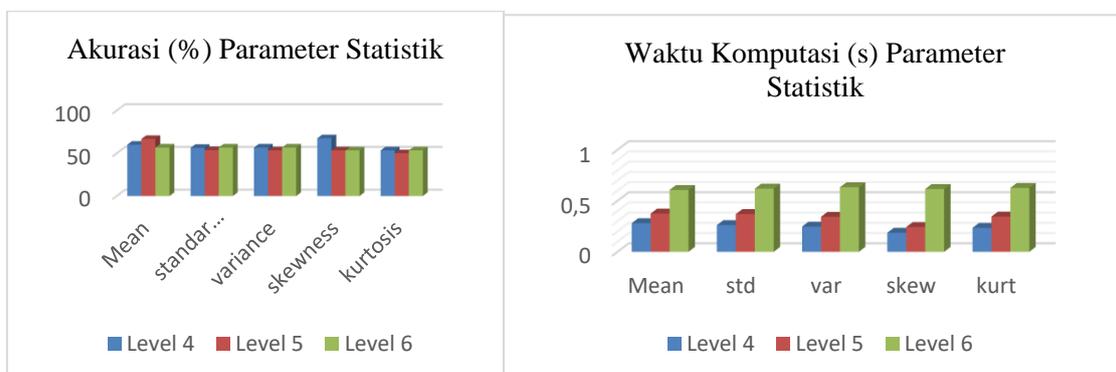
B. Pengujian Pengaruh Level pada Wavelet Packet



Gambar 11. Grafik Akurasi dan Waktu Komputasi Pengujian Pengaruh Level Wavelet Packet

Pada skenario kedua didapat akurasi terbaik sebesar 70% dengan waktu komputasi 0,2558 yaitu pada level 4 di *overlapping*. Dan nilai akurasi terendah sebesar 50% dengan waktu komputasi 0,6803 yaitu pada level 4 di *overlapping*.

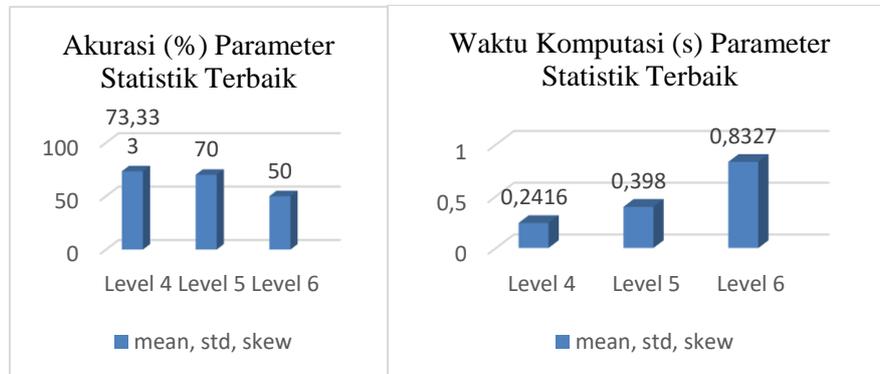
C. Pengujian Pengaruh Parameter Statistik Level pada Wavelet Packet Terhadap Akurasi Sistem



Gambar 12. Grafik Akurasi dan Waktu Komputasi Pengujian Parameter Statistik

Pengujian pada tahap ini didapatkan nilai akurasi tertinggi sebesar 67,5% dengan waktu komputasi 0,1876 detik yaitu pada *skewness* level 4. Sedangkan nilai akurasi terendah sebesar 50% dengan waktu komputasi 0,3456 detik pada kurtosis level 5. Besar atau kecil nya nilai level *wavelet* yang digunakan tidak mempengaruhi tingkat akurasi yang di dapatkan.

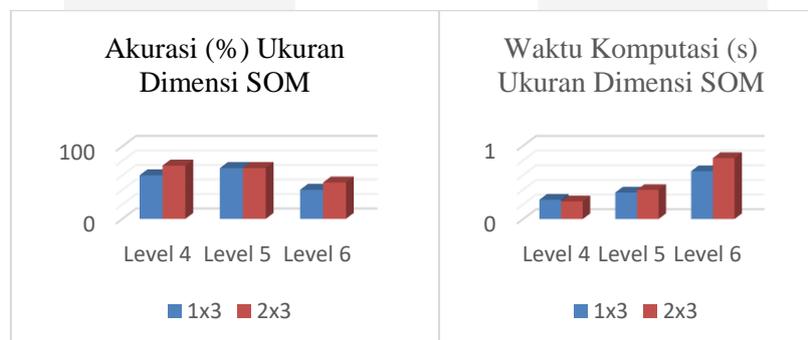
Pada pengujian parameter statistik dipilih 3 parameter dengan nilai rata-rata akurasi terbaik agar akurasi yang diperoleh selanjutnya mengalami peningkatan. Pengujian dilakukan pada 3 jenis parameter statistik terbaik yaitu *mean*, standar deviasi, dan *skewness*.



Gambar 13. Grafik Akurasi dan Waktu Komputasi Pengujian Parameter Statistik Terbaik

Pengujian dengan menggunakan parameter statistik terbaik didapatkan nilai akurasi tertinggi sebesar 73,333% dengan waktu komputasi 0,2416 detik yaitu pada level 4. Sedangkan nilai akurasi terendah sebesar 50% dengan waktu komputasi 0,8327 detik pada level 6. Dengan menggunakan 3 parameter statistik terbaik sangat berpengaruh pada kenaikan akurasi dibandingkan hanya dengan menggunakan satu parameter statistik.

D. Pengujian Pengaruh Ukuran Dimensi pada SOM Terhadap Akurasi Sistem



Gambar 14. Grafik Akurasi dan Waktu Komputasi Pada Ukuran Dimensi SOM

Pada tahapan ini didapatkan nilai akurasi tertinggi yaitu 73,3333 % dengan waktu komputasi 0,2416 detik terdapat pada ukuran dimensi 2x3 level 4. Akurasi terendah bernilai 40 % dengan waktu komputasi 0,6538 detik terdapat pada 1x3 level 6. Besar dan kecilnya nilai level berpengaruh terhadap tingkat akurasi yang di dapatkan pada pengujian aturan ukuran dimensi 2x3.

5. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan dan realisasi sistem dari tugas akhir, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil dilakukan dengan beberapa parameter yang mempengaruhi akurasi sistem diantaranya overlapping dengan level 4 pada ekstraksi ciri, parameter statistik terbaik yaitu mean, standar deviasi, skewness, lalu ukuran dimensi 2x3 pada klasifikasi SOM. Akurasi terbaik yang di dapatkan pada pengujian ini adalah 73,333% dengan waktu komputasi 0,2416 detik.

Daftar Pustaka

- [1] S. B. Bhaskoro, I. Ariani dan A. A. Alamsyah, "Transformasi Pitch Suara Manusia Menggunakan Metode PSOLA," *Jurnal ELKOMIKA*, vol. 2, pp. 129-151, 2014.
- [2] W. T., "Respons Imun Humoral pada Pulpititis," *Majalah Kedokteran Gigi*, vol. 38, pp. 49-51, 2005.
- [3] A. H. Hustanto dan B. Hidayat, Peningkatan Kualitas Citra Radiograf Periapikal Pada Deteksi Penyakit Pulpititis Irreversibel Menggunakan Metode Adaptive Region Growing Approach, Bandung: Universitas Telkom, 2016.
- [4] A. R. Darma Putra, "Verifikasi Biometrika Suara Menggunakan Metode MFCC Dan DTW," *Lontar Komputer*, vol. 2, p. 1, 2011.
- [5] Y. P. Galieh Wicaksono, "Teknik Forensika Audio Untuk Analisa Suara Pada Barang Bukti Digital," *Research Gate*, 2013.
- [6] B. Y. Kusuma dan B. Hidayat, Video Steganografi Menggunakan Metode Enhanced Least Significant Bit Pada Frame yang Dipilih Berdasarkan Deteksi Energi Pita Frekuensi dengan Discrete Wavelet Packet Transform, Bandung: Universitas Telkom, 2016.
- [7] R. C. Erari, B. Hidayat dan L. Novamizanti, Simulasi Sistem Identifikasi Suara Manusia Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Self Organizing Maps (SOM), Bandung: Universitas Telkom, 2014.
- [8] H. N. AFINA, B. Hidayat dan Y. Malinda, Identifikasi Pola Enamel Gigi Menggunakan Metode Histogram of Oriented Gradient (HOG) dan Self Organizing Maps (SOM) Sebagai Aplikasi di Bidang Forensik Kedokteran Gigi, Bandung: Universitas Telkom, 2018.