

# Deteksi Barodontalgia pada Kasus Perawatan Pulpitis Reversibel Melalui Sinyal Wicara dengan Metoda Linear Predictive Coding (LPC) dan Klasifikasi K-Nearest Neighbor (K-NN)

Muhammad Farhan Amanda <sup>1)</sup>, Bambang Hidayat <sup>2)</sup>, Andy Shantyo P <sup>3)</sup>

<sup>1),2)</sup>Universitas Telkom <sup>3)</sup> RSGM Ladokgi RE Martadinata  
Jl. Telekomunikasi No 1 Bandung  
Email : farhanamanda85@gmail.com

**Abstrak.** Suara merupakan sarana bagi setiap individu untuk berkomunikasi. Setiap individu memiliki klasifikasi suara yang berbeda-beda yang dapat dijadikan identitas. Suara atau bunyi memiliki pengertian yaitu gelombang jenis longitudinal yang merambat dan dihasilkan oleh benda yang bergetar. Selain dapat dijadikan sebagai identitas, suara juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyakit pada gigi seseorang. Yaitu dengan menggunakan speech processing. Speech processing merupakan proses mengambil informasi yang diinginkan dari sinyal suara. Penelitian ini merupakan tahapan pertama dari empat tahap penelitian gejala pulpitis reversibel dalam fenomena barodontalgia dengan penyelam sebagai objek yaitu mendeteksi suara orang sakit pulpitis reversibel. Pulpitis reversibel adalah inflamasi pulpa ringan dimana jika penyebabnya dihilangkan, maka inflamasi sudah hilang dan pulpa sudah kembali normal. Sedangkan barodontalgia merupakan fenomena sakit gigi yang disebabkan oleh perubahan tekanan udara. Dalam penelitian ini sudah dilaksanakan analisis dari signal wicara dari seorang penyelam, dari ciri-ciri audio yang diperoleh sudah dilanjutkan dengan proses klasifikasi yang diharapkan menghasilkan informasi tentang kesehatan penyelam. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan suara orang yang menderita penyakit pulpitis reversibel dan suara orang sehat dengan metode Linear Predictive Coding (LPC) dan klasifikasi K-Nearest Neighbor (K-NN) menggunakan Matrix Laboratory (MATLAB) dan mendapatkan akurasi sebesar 93,33 %.

**Kata kunci:** Suara, Speech, Pulpitis, Barodontalgia, LPC, K-NN.

## 1. Pendahuluan

Suara merupakan sarana bagi setiap individu untuk berkomunikasi. Selain dapat dijadikan sebagai sarana untuk berkomunikasi, suara juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyakit pada gigi seseorang dengan menggunakan speech processing. Speech processing merupakan proses mengambil informasi yang diinginkan dari sinyal suara. Gelombang suara yang sudah diambil sinyal informasinya sudah di ubah ke suara sinyal digital [1].

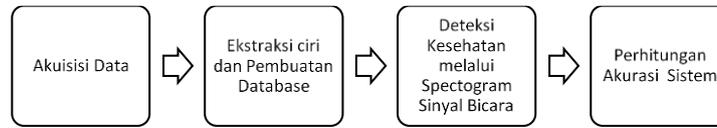
Pada penelitian ini penyakit gigi yang diidentifikasi adalah fenomena barodontalgia kasus perawatan pulpitis reversibel. Barodontalgia merupakan gejala dari kondisi patologis dimana pada kebanyakan kasus merupakan perluasan dari penyakit mulut yang sudah ada [2][3]. Salah satu kondisi patologi yang menyebabkan barodontalgia adalah pulpitis. Secara patofisiologi, pulpitis dibagi menjadi pulpitis reversibel dan pulpitis ireversibel [4]. Pulpitis reversibel adalah kondisi inflamasi ringan sampai sedang pada pulpa yang disebabkan oleh rangsangan berbahaya dimana pulpa sudah kembali normal setelah menghilangkan rangsangannya [5].

Penelitian 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 proses Invers Filtering, proses ini mengestimasi sisa frekuensi dan intensitas dari sinyal wicara. Metode klasifikasi yang sudah digunakan dalam penelitian ini adalah K-Nearest Neighbor (K-NN). K-Nearest Neighbor merupakan pengelompokan suatu data baru berdasarkan jarak data ke beberapa data [1].

### 1.1 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang dilakukan menggunakan pendekatan eksperimental. 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. Metodologi penelitian dapat dilihat pada gambar 1 :



Gambar 1. Metodologi penelitian

Akuisisi data merupakan tahap awal untuk mendapatkan data latih dan data uji yang didapatkan dari hasil rekaman suara manusia menggunakan mikrofon. Data latih digunakan untuk memproses sampel suara digital sehingga didapatkan beberapa ciri yang sudah dijadikan acuan database untuk tahap klasifikasi pada data uji. Data uji digunakan untuk menguji sampel suara digital yang sudah diklasifikasikan oleh sistem. Setelah mendapatkan data suara hasil rekaman tahapan selanjutnya adalah mengubah data ke beberapa bentuk frame agar dapat disusun sebagai data digital yang berurutan.

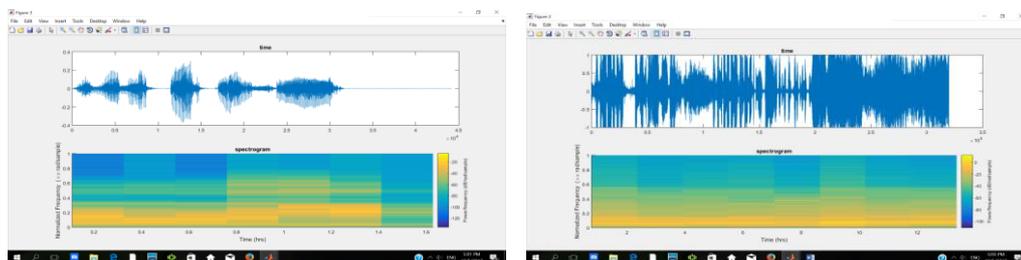
## 1.2 Tinjauan Pustaka

### A. Suara

Suara merupakan sarana bagi setiap individu untuk berkomunikasi. Setiap individu memiliki karakteristik suara yang berbeda-beda yang dapat dijadikan identitas [6]. Suara juga dapat dikatakan sebagai sinyal wicara. Organ tubuh yang menghasilkan suara adalah kerongkongan (esophagus), laring (larynx), rongga faring (pharyngeal cavity), velum (velum), langit-langit, mulut, rongga hidung, bibir, lidah, mulut, rahang, trakea (trachea), paru-paru dan diafragma [7]. Pada dasarnya masing-masing suara memiliki pola yang berbeda satu dengan yang lainnya. Perbedaan pola pada suara dinamakan spectrogram.

### B. Spectrogram

*Spectrogram* adalah analisa yang dilakukan untuk melihat pola umum dan pola khusus yang khas pada masing-masing formant setiap kata atau merupakan representasi spectral (warna suara) yang bervariasi terhadap waktu. Pada analisis spectrogram sudah terlihat tingkat energi masing-masing formant [8]. Gambar *spectrogram* dapat dilihat pada gambar 2 :



(a)

(b)

Gambar 2. (a) Spectrogram suara normal (b) Spectrogram suara ada gangguan

### C. Speech Processing

*Speech processing* merupakan proses mengambil informasi yang diinginkan dari sinyal suara. Gelombang suara yang sudah diambil sinyal informasinya sudah di ubah ke suara sinyal digital. Gelombang suara tersebut harus diubah dalam bentuk sinyal digital sesuai voice processing. Sebuah microphone 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 [1].

Sinyal digital tersebut merupakan sinyal analog yang telah melalui proses sampling, sample rate, dan proses overlapping.

## 2. Pembahasan

### 2.1. Linear Predictive Coding (LPC)

Linear Predictive Coding adalah salah satu teknik analisis sinyal bicara dengan cara memisahkan formant dari sinyal yang dinamakan proses Invers Filtering dengan cara mengestimasi sisa frekuensi dan intensitas dari sinyal bicara. Terdapat 6 langkah-langkah analisis LPC untuk pengenalan ucapan, yaitu [1]:

#### 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:

#### 2. Frame Blocking

Pada tahap ini sinyal kata yang telah teremphasi,  $\tilde{s}(n)$  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.

#### 3. 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:

$$w(n) = 0.54 - 0.56 \cdot \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right), 0 \leq n \leq N-1 \dots \dots \dots (2)$$

#### 4. Analisa auto korelasi

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

$$r_i(m) = \sum_{n=0}^{N-1-m} \tilde{x}_i(n) + \tilde{x}_i(n+m) \dots \dots \dots (3)$$

#### 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:

$$E^{(0)} = r(0) \dots \dots \dots (4)$$

$$K_i = \{r(i) - \sum_{j=1}^{i-1} \alpha_j^{(i-1)} r(|i-j|)\} / E^{(i-1)} \dots \dots \dots (5)$$

$$\alpha_i^{(i)} = K_i \dots \dots \dots (6)$$

$$\alpha_j^{(i)} = \alpha_j^{(i-1)} - K_i \alpha_j^{(i-1)}, i \leq j \leq i-1 \dots \dots \dots (7)$$

$$E^i = (1 - K_i^2) E^{(i-1)} \dots \dots \dots (8)$$

#### 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 :

$$c_m = a_m \sum_{k=m-p}^{m-1} \binom{k}{m} c_k a_{m-k}, 1 \leq m \leq p \dots\dots\dots(9)$$

$$c_m = \sum_{k=m-p}^{m-1} \binom{k}{m} c_k a_{m-k}, m > p \dots\dots\dots(10)$$

**2.1. K-Nearest Neighbor (K-NN)**

K-Nearest Neighbor adalah sebuah metode yang digunakan untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut [1]. Pada K-NN terdapat beberapa aturan jarak yang dapat digunakan,yaitu :

1. Euclidean Distance, dengan rumus :

$$L_2(X,Y) = \sqrt{\sum_{i=1}^d (X_i - Y_i)^2} \dots\dots\dots(11)$$

2. Cityblock atau manhattan distance, dengan rumus:

$$L_2(X,Y) = \sum_{i=1}^d |X_i - Y_i| \dots\dots\dots(12)$$

3. Cosine, dengan rumus:

$$\cos(d_i, d_j) = \frac{\sum_k a_{i,k} a_{j,k}}{\sqrt{\sum_k a_{i,k}^2} \sqrt{\sum_k a_{j,k}^2}} \dots\dots\dots(13)$$

4. Correlation, dengan rumus :

$$S_{ij} = \sum_{k=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_i)(x_{jk} - \bar{x}_j) / (\sum_{k=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_i)^2 \sum_{k=1}^n (x_{jk} - \bar{x}_j)^2)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(14)$$

dimana

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{ik} \text{ dan } \bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{jk} \dots\dots\dots(15)$$

**2.1. K-Nearest Neighbor (K-NN)**

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

Pada skenario pertama dilakukan pengujian untuk mengetahui pengaruh nilai overlapping yang bernilai 512 dan non-overlapping yang bernilai 0 pada frekuensi sampling sebesar 44100 Hz. Hasil pengujian berupa nilai akurasi dan nilai waktu komputasi yang di dapatkan pada orde 32, orde 16, orde 8 dan orde 4 dengan menggunakan parameter statistik mean, dan juga menggunakan klasifikasi K-Nearest Neighbor (K-NN) dengan aturan jarak K-NN yaitu Cosine. Tabel 1 merupakan hasil pengujian overlapping dan non overlapping :

Tabel 1. Hasil Performansi Pengujian Overlapping dan Non Overlapping

Orde	Overlapping		Non-overlapping	
	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
32	90	0,2053	93,3333	0,1561
16	93,3333	0,1509	93,3333	0,1469
8	76,6667	0,1468	83,3333	0,1375
4	53,3333	0,1613	50	0,1492

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat nilai akurasi tertinggi overlapping adalah 93,3333 % dengan waktu komputasi 0,1509 detik pada orde 16 dan nilai akurasi terendah adalah 53,3333 % dengan waktu komputasi 0,1613 detik pada orde 4. Sedangkan nilai akurasi tertinggi Non-overlapping adalah 93,33

% dengan waktu komputasi 0,1561 detik pada orde 32 dan nilai akurasi terendah adalah 50 % dengan waktu komputasi 0,1492 detik. Pada pengujian ini nilai akurasi yang terbaik adalah di Non-overlapping.

### B. Pengujian Pengaruh Aturan Jarak pada K-NN

Pada skenario ini, akan dilakukan pengujian pengaruh aturan jarak pada K-NN. Aturan jarak terhadap orde LPC. Aturan jarak pada K-NN yang akan diuji adalah Euclidean, Cityblock, Cosine, dan Minkowski. Dalam pengujian ini parameter statistik yang di gunakan adalah mean dan juga menggunakan overlapping dengan nilai 0. Hasil akurasi dan waktu komputasi pada pengujian tahapan ini dapat dilihat pada tabel 2 :

Tabel 2 Tabel Performansi Aturan Jarak K-NN

Orde	Euclidean		Cityblock		Cosine		Minkowski	
	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)						
32	90	0,1426	93,3333	0,1608	93,3333	0,1328	90	0,1389
16	90	0,145	86,6667	0,1234	93,3333	0,1504	90	0,1288
8	80	0,1358	80	0,1573	83,3333	0,1241	80	0,128
4	53,3333	0,1675	60	0,1542	46,6667	0,1548	53,3333	0,1424

Pada tahapan ini didapatkan nilai akurasi tertinggi yaitu 93,3333 % dengan waktu komputasi 0,1328 detik terdapat pada Cosine orde 32. Akurasi terendah bernilai 46,6667 % dengan waktu komputasi 0,1548 detik terdapat pada Cosine orde 4. Besar dan kecilnya nilai orde berpengaruh terhadap tingkat akurasi yang di dapatkan pada pengujian aturan jarak K-NN.

### 3. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada sistem deteksi barodontalgia pada kasus perawatan pulpitis reversibel melalui sinyal wicara, dapat diambil kesimpulan bahwasanya perancangan dan perealisasi sistem untuk mendeteksi barodontalgia pada kasus perawatan pulpitis reversibel melalui sinyal wicara dengan metoda Linear Predictive Coding (LPC) dan klasifikasi K-Nearest Neighbor (K-NN) terhadap data yang didapatkan berhasil dilakukan. Selanjutnya parameter yang mempengaruhi akurasi sistem pada penelitian ini ialah non-overlapping, ekstraksi ciri LPC dengan orde 32, parameter statistik yang terbaik adalah mean, dan aturan jarak pada klasifikasi K-NN yang digunakan adalah City Block. Dan peformasi terbaik yang diperoleh dari semua pengujian adalah akurasi sebesar 93,3333 % dengan waktu komputasi sebesar 0,2400 detik.

### Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Allah swt atas segala rahmat dan karunianya. Terimakasih juga kepada kedua orang tua yang telah menyayangi dan telah membesarkan sampai sekarang. Dan terimakasih kepada semua pihak yang terkait yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

### Daftar Pustaka

- [1] M. Walid and 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.
- [2] M. Handayani, 2015. Pengaruh Tingkat Keparahan Karies Terhadap Barodontalgia Pada Penyelim Satkopaska Armatim Surabaya. Kedokteran gigi, Jakarta.

- [3] C. S. Andarmawanti, A. Hidayat and N. Soedarsono, "Jurnal PDGI(62), Pengaruh Perubahan Lingkungan dalam Penerbangan Pada *Regio Oro-Fasial* Penerbang", vol. 62, no. 1, pp. 17-23, 2013.
- [4] T. Widodo, "Majalah Kedokteran Gigi, *Respons Imun Humoral* pada *Pulpitis*", vol. 38, no. 2, pp. 49-51, 2005.
- [5] S. G. Ali and S. Mulya, "IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS), *Pulpitis: A Review*", vol. 14, no. 8, pp. 92-97, 2015.
- [6] A. Yasid, Yushardi dan R. Handayani, "Jurnal Pembelajaran Fisika, *Pengaruh Frekuensi Gelombang Bunyi Terhadap Perilaku Lalat Rumah (Musca domestica)*", pp. 190-196, 2016.
- [7] J. Picone, *Fundamentals Of Speech Recognition: A Short Course*, Mississippi: Institute for Signal and Information Processing Department of Electrical and Computer Engineering Mississippi State University, 1996.
- [8] A. Subki, B. Sugiantoro and Y. Prayudi, "Indonesian Journal on Networking and Security, Analisis Rekaman Suara *Voice Changer* dan Rekaman Suara Asli Menggunakan Metode Audio Forensik", vol. 7, no. 1, pp. 1-6, 2018.