

Triana Dian Nisa<sup>1,3)</sup>, Rifkie Primartha<sup>2,4)</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Informatika Universitas Sriwijaya

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Informatika Universitas Sriwijaya

<sup>3</sup>[iiieecha@gmail.com](mailto:iiieecha@gmail.com), <sup>4</sup>[rifkie77@gmail.com](mailto:rifkie77@gmail.com)

## DIAGNOSIS PENYAKIT GIGI PERIODONTAL MENGGUNAKAN SISTEM PAKAR FUZZY

### ABSTRAK

Penyakit periodontal merupakan salah satu penyakit yang sangat meluas dalam kehidupan masyarakat. Seperti dalam semua cabang medis, untuk menerapkan pengobatan yang tepat hanya mungkin dengan diagnosis yang benar dari penyakit pada kedokteran gigi tersebut. Diagnosis ini diimplementasikan dengan evaluasi pemeriksaan klinis. Namun, pemeriksaan klinis ini mengandung ketidakpastian (ambiguitas) data, sehingga diperlukan perhitungan yang tepat dalam mengukur dan menentukan kriteria keparahan peradangan pada gigi. Pada penelitian ini dikembangkan sebuah perangkat lunak untuk diagnosis penyakit gigi periodontal. Metode yang digunakan adalah sistem pakar *fuzzy*. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran relatif untuk mendapatkan nilai akurasi. Pengukuran relatif yang digunakan adalah *Mean Percentage Absolute Error* (MAPE). *Mean Absolute Percentage Error* merupakan nilai tengah kesalahan persentase absolute dari suatu peramalan atau prediksi. Hasil perhitungan nilai *error* menunjukkan nilai *error* yang kecil yaitu sebesar 9,91%. Oleh karena itu nilai akurasi yang didapatkan pada penelitian ini adalah sebesar 90,09%.

Kata Kunci: Periodontal, Diagnosis, Ambiguitas Data, Sistem Pakar *Fuzzy*.

### ABSTRACT

*Periodontal disease is one disease that is widespread in society. As in all branches of medicine, to apply the appropriate treatment is only possible with the correct diagnosis of the disease in dentistry. Diagnosis is implemented to evaluate the clinical examination. However, the clinical examination contain uncertainty (ambiguity) of data, so it requires precise calculation criteria in measuring and determining the severity of inflammation of the tooth. In this study developed a software tool for the diagnosis of periodontal dental disease. The method used is a fuzzy expert system. In this research, the relative measurements performed to obtain an accuracy value. Relative measurement used is the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Mean Absolute Percentage Error is the absolute value of the percentage error midst of a forecasting or prediction. The results of the calculation error value indicates a small error value is equal to 9.91%. Therefore, the accuracy values obtained in this study was 90.09%.*

Keywords: *Periodontal, Diagnosis, Ambiguity Data, Fuzzy Expert System.*

### Pendahuluan

Penyakit periodontal merupakan salah satu penyakit yang sangat meluas dalam kehidupan masyarakat dan umumnya menyebabkan tanggalnya gigi akibat inflamasi dari bakteri yang menghasilkan kerusakan progresif pada jaringan penunjang gigi. Secara tradisional, penyakit periodontal telah dibagi menjadi 2 kategori utama yaitu

gingivitis dan periodontitis. Gingivitis adalah bentuk penyakit periodontal yang ringan, dengan tanda klinis gingiva berwarna merah, membesar dan mudah berdarah, sedangkan periodontitis ditandai dengan kehilangan perlekatan dan pembentukan *pocket* yang disebabkan oleh perkembangan bakteri patogen dan penurunan mekanisme pertahanan diri pasien (Carranza dan Newman, 1996).

Teknologi *softcomputing* adalah sebuah bidang kajian penelitian interdisipliner dalam ilmu komputasi dan kecerdasan buatan. Beberapa teknik dalam *softcomputing* antara lain sistem pakar (*expert system*), jaringan syaraf tiruan (*neural networks*), logika fuzzy (*fuzzy logic*), dan algoritma genetik (*genetic algorithms*) banyak dikembangkan karena mempunyai keunggulan dalam penyelesaian masalah yang mengandung ketidakpastian, ketidaktepatan dan kebenaran parsial, termasuk dalam bidang kesehatan.

Seker *et al.* (2003) mengembangkan metode berbasis logika *fuzzy* untuk pengambilan keputusan prognostik untuk kanker payudara dan prostat. Hasilnya adalah *Fuzzy Knowledge-Neural Network* (FK-NN) merupakan teknik yang menghasilkan prediksi akurasi tertinggi.

Lorenz *et al.* (1997) melakukan penelitian terhadap lima algoritma klarifikasi *Neuro-Fuzzy* berdasarkan pendekatan yang berbeda untuk mengorganisir dan memilih kumpulan data biologis dengan membangun sistem inferensi *fuzzy*. Hasilnya adalah sistem *Fuzzy trainable* memiliki akurasi 82,6%, sistem *Fuzzy* berbasis histogram memiliki akurasi 83,3%, algoritma *Clustering Mountain* memiliki akurasi 86,1%, algoritma NEFCLASS memiliki akurasi 84,3%, dan *Fuzzy-Kohonen Net* memiliki akurasi 78,8%.

Pada penelitian ini akan membuktikan apakah sistem pakar *fuzzy* dapat digunakan untuk diagnosis penyakit gigi periodontal.

## **2 Metodologi Penelitian**

### **2.1 Analisis Permasalahan**

Penyakit periodontal merupakan salah satu penyakit yang sangat meluas dalam kehidupan masyarakat. Seperti dalam semua cabang medis, untuk menerapkan pengobatan yang tepat hanya mungkin dengan diagnosis yang benar dari penyakit pada kedokteran gigi tersebut. Beberapa pemeriksaan klinis seperti indeks plak (PI), indeks gingiva, tingkat perlekatan klinis dan indeks MB digunakan dalam bidang periodontal.

Namun, pemeriksaan klinis ini mengandung ketidakpastian (*ambiguitas*) data. Selain itu, pendokumentasian hasil pemeriksaan klinis pasien yang masih manual akan mengakibatkan sulitnya dalam pencarian data pasien. Kondisi tersebut menimbulkan permasalahan yang terjadi dalam memproses ketidakpastian (*ambiguitas*) data dan pencarian data secara manual, yaitu:

1. Diperlukan perhitungan yang tepat dalam mengukur dan menentukan kriteria keparahan inflamasi pada suatu gigi.
2. Diperlukan pemahaman patogenesis penyakit periodontal melalui uji klinis terkontrol.
3. Sulitnya melakukan pengecekan atau pencarian data pasien.
4. Waktu yang diperlukan menjadi cukup lama dalam proses pemeriksaan.
5. Jika ada pasien yang akan menjalani perawatan maka harus menunggu terlebih dahulu sehingga pelayanan menjadi kurang efektif.

### **2.2 Analisis Sistem Pakar *Fuzzy***

Berdasarkan acuan sistem pakar pada bab II, sistem pakar tersusun atas komponen-komponen, salah satunya adalah basis pengetahuan dan mesin inferensi. Pada basis pengetahuan berisi pengetahuan-pengetahuan dalam penyelesaian masalah. Pendekatan basis pengetahuan yang digunakan dalam perangkat lunak ini adalah penalaran berbasis aturan (*rule-based reasoning*).

Pada mesin inferensi digunakan pendekatan *fuzzy*. Proses yang terjadi dibagi menjadi 3 tahapan yaitu fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Pada tahap fuzzifikasi, nilai *crisp input* diubah menjadi *fuzzy input*. Tahap selanjutnya, menentukan aturan *fuzzy* dengan mencocokkan nilai linguistik berdasarkan Tabel III-5. Kemudian dilakukan proses inferensi minimum dan maksimum.

Pada tahap terakhir, derajat keanggotaan dari masing-masing nilai linguistik yang terbentuk akan dihitung menggunakan metode *Centroid*. Hasilnya adalah *crisp input* berupa nilai yang menyatakan level penyakit gigi periodontal.

### 2.3 Analisis Data Masukan

Data yang menjadi masukan pada perangkat lunak merupakan faktor yang akan mempengaruhi nilai level penyakit gigi periodontal. Data masukan dibagi menjadi 3 variabel linguistik yaitu indeks gingiva (*Gingival Index/GI*), kedalaman *pocket* (*Probing Pocket Depth/PPD*), dan mobilitas (*Mobility/MB*). Variabel linguistik GI memiliki 3 nilai linguistik yaitu L (*Low*), M (*Middle*) dan H (*High*). Pengukuran dilakukan pada empat area pada tiap unit gingiva (sisi bukal yang meliputi mesial, mid, distal dan sisi lingual), kemudian skor yang didapat dijumlah dan dibagi 4 Interval masing-masing nilai linguistik dapat dilihat pada Tabel III-1.

**Tabel III-1 Interval nilai linguistik variabel GI (Allahverdi dan Akcan, 2011)**

Nilai Linguistik	Interval Nilai Linguistik
L	$0 < a < 1$
M	$0 < a < 2$
H	$a > 1$

Variabel linguistik PPD memiliki 3 nilai linguistik yaitu LD (*Less Deep*), MD (*Medium Deep*) dan VD (*Very Deep*). *Pocket* periodontal merupakan pendalaman sulkus gingiva atau gusi (normalnya 2-3 mm). Kedalaman *pocket* merupakan jarak antara dasar *pocket* dan margin gingiva. Untuk menentukan kedalaman *pocket* dapat dilakukan probing menggunakan probe periodontal. Interval nilai linguistik variabel PPD dapat dilihat pada Tabel III-2.

**Tabel III-2 Interval nilai linguistik variabel PPD (Allahverdi dan Akcan, 2011)**

Nilai Linguistik	Interval Nilai Linguistik
LD	$b < 4$
MD	$1 < b < 7$
VD	$b > 4$

Variabel linguistik MB memiliki 3 nilai linguistik yaitu L (*Low*), M (*Middle*) dan H (*High*). Pemeriksaan dapat dilakukan dengan menekan salah satu gigi yang bersangkutan dengan alat atau ujung jari dengan ujung jari lainnya pada sisi gigi yang bersebrangan dan gigi tetangganya yang digunakan sebagai titik pedoman sehingga gerakan relatif dapat diperiksa. Cara lain untuk memeriksa mobilitas (walaupun tidak mengukurnya) adalah dengan pasien mengoklusikan gigi-geliginya. Tabel III-3 merupakan interval nilai linguistik dari variabel MB.

**Tabel III-3 Interval nilai linguistik variabel MB (Allahverdi dan Akcan, 2011)**

Nilai Linguistik	Interval Nilai Linguistik
L	$0 < c < 1$
M	$0 < a < 2$
H	$a > 1$

#### 2.4 Analisis Data Keluaran

Hasil perhitungan yang menjadi data keluaran adalah PL. Variabel linguistik PL memiliki 6 nilai linguistik yaitu LG (*Less Gin*), MG (*Medium Gin*), SG (*Strong Gin*), LP (*Less Perio*), MP (*Medium Perio*) dan SP (*Strong Perio*). Masing-masing nilai linguistik memiliki interval yang berbeda seperti pada Tabel III-4.

**Tabel III-4 Interval nilai linguistik variabel PL (Allahverdi dan Akcan, 2011)**

Nilai Linguistik	Interval Nilai Linguistik
LG	$d < 20$
MG	$10 < d < 30$
SG	$20 < d < 40$
LP	$30 < d < 60$
MP	$40 < d < 80$
SP	$d > 60$

#### 2.5 Analisis Proses Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan proses awal dalam perhitungan. Pada proses ini, masing-masing variabel masukan dicocokkan nilai linguistiknya, kemudian dihitung nilai derajat keanggotaannya berdasarkan dengan fungsi keanggotaan masing-masing variabel. Pada tahap fuzzifikasi, diperoleh *fuzzy input* berupa nilai linguistik dan derajat keanggotaan dari masing-masing variabel.

Sebagai contoh untuk proses fuzzifikasi, data masukan yang diberikan adalah GI = 2.1 gi, PPD = 5 mm, MB = 1.0 mm.

- Variabel linguistik GI
- GI = 2.1 gi berada pada nilai linguistik High
- Derajat keanggotaan untuk nilai linguistik High adalah:

Persamaan II-10.

$$\mu_{High}(a) = \begin{cases} \frac{a-1}{1} & \text{if } 1 < a \leq 2 \\ 1 & \text{if } a > 2 \end{cases}$$

Maka:

$$\mu_{High}(a) = 1.0$$

- Variabel linguistik PPD

- PPD = 5 mm berada pada nilai linguistik MediumDeep dan VeryDeep
- Derajat keanggotaan untuk nilai linguistik MediumDeep adalah:

Persamaan II-12.

$$\mu_{MediumDeep}(b) = \begin{cases} \frac{b-1}{4-1} & \text{if } 1 < b \leq 4 \\ \frac{7-b}{7-4} & \text{if } 4 < b < 7 \end{cases}$$

Maka:

$$\mu_{MediumDeep}(b) = 0.6$$

- Derajat keanggotaan untuk nilai linguistik VeryDeep adalah:

Persamaan II-13.

$$\mu_{VeryDeep}(b) = \begin{cases} \frac{b-4}{7-4} & \text{if } 4 < b \leq 7 \\ 1 & \text{if } b > 7 \end{cases}$$

Maka:

$$\mu_{VeryDeep}(b) = 0.3$$

- Variabel linguistik MB

- MB = 1.0 mm berada pada nilai linguistik Middle
- Derajat keanggotaan untuk nilai linguistik Middle adalah:

Persamaan II-15.

$$\mu_{Middle}(c) = \begin{cases} \frac{c}{1} & \text{if } 0 < c \leq 1 \\ \frac{2-c}{1} & \text{if } 1 < c < 2 \end{cases}$$

Maka:

$$\mu_{Middle}(c) = 1.0$$

## 2.6 Analisis Proses Inferensi

Tahap selanjutnya dalam perhitungan menggunakan pendekatan *fuzzy* adalah inferensi. Proses inferensi pada perangkat lunak ini menggunakan metode Mamdani karena metode ini memiliki penalaran yang mirip dengan penalaran manusia. Pada tahap ini, dilakukan penalaran menggunakan *fuzzy input* dan aturan *fuzzy* pada Tabel III-5 yang diperoleh dari pakar yaitu Dwi Destaria Aryani, drg dan Aisa Nirmala, drg. Setelah didapat aturan yang sesuai, akan dilakukan proses inferensi minimum dengan memilih derajat keanggotaan minimum dari nilai-nilai linguistik dan menentukan nilai derajat keanggotaan pada fungsi keanggotaan variabel PL. Jika dari aturan tersebut terdapat nilai linguistik PL yang sama, maka akan dilanjutkan ke proses inferensi maksimum. Kemudian akan didapat nilai linguistik dan derajat keanggotaan untuk variabel PL.

**Tabel III-5 Aturan Fuzzy dengan variable GI, PPD, MB dan PL**

Nomor Aturan	GI (Gingival Index)	PPD (Probing Pocket Depth)	MB (Mobility)	PL (Periodontal Level)
--------------	------------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------

Aturan 1	L	LD	L	LG
Aturan 2	L	MD	L	LG
Aturan 3	L	MD	M	MP
Aturan 4	L	VD	L	MP
Aturan 5	L	VD	M	MP
Aturan 6	L	VD	H	SP
Aturan 7	M	LD	L	MG
Aturan 8	M	MD	L	MG
Aturan 9	M	MD	M	MP
Aturan 10	M	MD	H	SP
Aturan 11	M	VD	L	SG
Aturan 12	M	VD	M	MP
Aturan 13	M	VD	H	SP
Aturan 14	H	LD	L	SG
Aturan 15	H	MD	L	SG
Aturan 16	H	MD	M	MP
Aturan 17	H	MD	H	SP
Aturan 18	H	VD	L	SG
Aturan 19	H	VD	M	MP
Aturan 20	H	VD	H	SP
Aturan 21	L	MD	H	MP
Aturan 22	H	LD	H	SP
Aturan 23	H	LD	M	MP
Aturan 24	M	LD	M	MP
Aturan 25	M	LD	H	SP
Aturan 26	L	LD	M	MP
Aturan 27	L	LD	H	SP

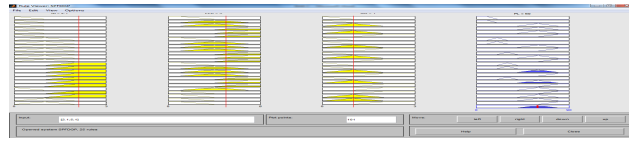
Untuk contoh kasus pada proses inferensi dilanjutkan dengan data masukan yang telah dicontohkan pada analisis proses fuzzifikasi. Dari proses sebelumnya telah didapat *fuzzy input* berupa nilai linguistik dan derajat keanggotaan masing-masing variabel linguistik. Proses yang dilakukan setelah itu adalah proses inferensi menggunakan Tabel III-5. Hasilnya adalah :

- IF GI = H AND PPD = MD AND MB = M THEN PL = MP
- IF GI = H AND PPD = VD AND MB = M THEN PL = MP

Proses inferensi yang terjadi :

- Menggunakan aturan *disjunction* dengan memilih derajat keanggotaan minimum.
  - IF GI = H (1.0) AND PPD = MD (0.6) AND MB = M (1.0) THEN PL = MP (0.6)
  - IF GI = H (1.0) AND PPD = VD (0.3) AND MB = M (1.0) THEN PL = MP (0.3)
- Menggunakan aturan *conjunction* dengan memilih derajat keanggotaan maximum.
  - $PL = MP (0.6) \vee PL = MP (0.3)$
  - Dihasilkan  $PL = MP (0.6)$

Dari proses inferensi dihasilkan sebuah area abu-abu:



**Gambar III-2 Daerah abu-abu yang terbentuk setelah proses inferensi**

### 2.7 Analisis Proses Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan proses konversi dari *fuzzy output* menjadi *crisp output*. Pada proses defuzzifikasi digunakan metode *Centroid* untuk mendapatkan nilai *crisp output*. Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy* (Suyanto, 2008). Jumlah titik yang digunakan dalam perhitungan akan menentukan ketelitian dari nilai level periodontal. Untuk mendapatkan nilai *crisp* dengan metode *Centroid* digunakan persamaan II-7. Dari persamaan II-7, harus ditentukan sekumpulan sampel titik yang digunakan untuk menemukan titik pusat gravitasi pada daerah abu-abu dari Gambar II-13. Semakin banyak jumlah titik yang digunakan, semakin teliti hasil perhitungannya (Suyanto, 2008).

Sebagai contoh untuk proses defuzzifikasi, daerah abu-abu diambil dari contoh sebelumnya yaitu Gambar III-1. Kemudian ditentukan titik-titik yang akan diambil untuk perhitungan, yaitu 5 buah titik yang berada diinterval 40-80, yaitu 40, 50, 60, 70, 80.

Dengan menggunakan persamaan II-7 didapat:

$$COG = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \mu(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(x_i)}$$

$$COG = \frac{\sum_{i=1}^5 x_i \mu(x_i)}{\sum_{i=1}^5 \mu(x_i)} = \frac{(40 \times 0) + (50 \times 0.5) + (60 \times 0.6) + (70 \times 0.5) + (80 \times 0)}{0 + 0.5 + 0.6 + 0.5 + 0} = \frac{96}{1.6} = 60$$

Maka nilai level periodontal yang diperoleh dengan variabel linguistik GI = 2.1 gi, PPD = 5 mm, MB = 1.0 mm adalah 60.

### 2.8 Analisis Proses Diagnosis

Pada proses diagnosis hasil perhitungan yang diperoleh dari proses defuzzifikasi akan diklasifikasikan berdasarkan ketentuan pada Tabel III-6 untuk mendapatkan diagnosa level periodontal.

**Tabel III-6 Interval Nilai COG untuk Diagnosa Level Periodontal**

COG	Diagnosa
$10 < COG \leq 20$	Gingivitis Ringan ( <i>Less Gingivitis</i> )
$20 < COG \leq 30$	Gingivitis Sedang ( <i>Medium Gingivitis</i> )
$30 < COG \leq 40$	Gingivitis Berat ( <i>Strong Gingivitis</i> )
$40 < COG \leq 60$	Periodontitis Ringan ( <i>Less Periodontitis</i> )
$60 < COG \leq 80$	Periodontitis Sedang ( <i>Medium Periodontitis</i> )
$COG > 80$	Periodontitis Berat ( <i>Strong Periodontitis</i> )

Dengan ketentuan pada Tabel III-6, maka pada kasus di atas nilai  $COG=60$  akan menghasilkan diagnosa Periodontitis Ringan (*Less Periodontitis*).

### 3 Hasil dan Analisis

#### 3.1 Perangkat Lunak Uji

Implementasi antarmuka untuk form diagnosis ditunjukkan oleh Gambar III.1

Diagnosis

File

Proses Diagnosis

Tanggal Pemeriksaan 1 Januari 2013

Id Pasien

Nama

Umur

Penyakit Sistemik Diabetes

Plak Index %

Gingival Index 0-3 gi

Probing Pocket Depth 0-8 mm

Mobility 0-3 mm

Diagnosis

Hasil Diagnosis

Nilai PL

Anda Menderita

**Gambar III.1 Antarmuka Form Diagnosis**

Implementasi antarmuka untuk form data pasien ditunjukkan oleh Gambar III.2

Data Pasien

Pilihan

Id Pasien 0909 Tampilkan

Tabel Data Pasien

Nama	Umur	Penyakit Sistemik	Plak Index	GI	PPD	MB	PL	Keterangan	Tanggal
Icha	21	Non	10.0	3.0	5.0	3.0	77.3684	PERIODONTITIS SEDANG	2Januari2013

**Gambar III.2 Antarmuka Form Data Pasien**

Implementasi antarmuka untuk form basis pengetahuan ditunjukkan oleh Gambar III.3



**Basis Pengetahuan**

No.urut:  Probing Pocket Depth:  Periodontal Level:   
 Gingival Index:  Mobility:  Edit

**Tabel Basis Pengetahuan**

No.urut	GI	PPD	MB	PL
1	L	LD	L	LG
2	L	MD	L	LG
3	L	MD	M	MP
4	L	VD	L	MP
5	L	VD	M	MP
6	L	VD	H	SP
7	M	LD	L	MG
8	M	MD	L	MG
9	M	MD	M	MP
10	M	MD	H	SP
11	M	VD	L	SG
12	M	VD	M	MP
13	M	VD	H	SP

**Gambar III.3 Antarmuka Form Basis Pengetahuan**

### 3.2 Hasil Percobaan

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan data dari literatur Allahverdi dan Akcan (2011). Hasil pengujian menggunakan pendekatan *fuzzy* Mamdani akan dibandingkan dengan hasil pengujian dengan *compiler* MATLAB R2012a.

**Tabel III.1 Hasil Perbandingan Sistem Pakar *Fuzzy* dengan MATLAB**

No	GI (gi)	PPD (mm)	MB (mm)	Sistem Pakar <i>Fuzzy</i>	MATLAB R2012a	Range Level Peridontal (PL)
1.	2.5	6	2.8	77.37	78.2	60 - 80
2.	1.8	1.6	0.4	37.33	45.3	30 - 40
3.	2.4	7.4	1.4	65.24	65.9	60 - 80
4.	1.2	1.8	0.5	34.79	45.6	30 - 40
5.	2.4	1.9	0.8	47.5	55	40 - 60
6.	3	5.6	2.1	77.09	77.7	60 - 80
7.	0.3	0.4	0.2	18.04	27.2	10 - 20
8.	1.2	1.5	0.9	46.47	55.4	40 - 60
9.	1	5	2	77.37	78.2	60 - 80
10.	1.3	4.1	1.8	73.56	73.2	60 - 80

11.	1	1.2	1.5	67.22	67.6	60 - 80
12.	0.8	1.5	0.9	44.12	53.9	40 - 60
13.	1	1.3	2	77.68	79.1	60 – 80

Dari Tabel III.1 diagnosa level periodontal dapat disimpulkan bahwa sistem pakar *fuzzy* ini dapat digunakan sebagai alat untuk diagnosis penyakit gigi periodontal karena hasil perhitungan level periodontal menggunakan sistem pakar *fuzzy* dan hasil perhitungan level periodontal menggunakan *compiler* MATLAB R2012a berada pada range yang sama sehingga menghasilkan diagnosa yang sama.

Pengujian juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh masing-masing data masukan terhadap data keluaran. Proses pengujian akan dilakukan sebanyak 4 kali dengan kriteria berbeda.

**Tabel III.2 Hasil Pengujian dengan Nilai GI dan MB Meningkat**

No.	GI (gi)	PPD (mm)	MB (mm)	PL
1.	0.3	4.1	0.2	27.96
2.	0.8	4.1	0.4	31.44
3.	1	4.1	0.5	33.33
4.	1.2	4.1	0.8	41.9
5.	1.3	4.1	1.4	65.24
6.	1.8	4.1	1.8	73.56
7.	2.4	4.1	2	77.75
8.	2.5	4.1	2.1	77.75
9.	3	4.1	2.8	77.75

Dari Tabel III.2 dapat diketahui bahwa peningkatan nilai GI dan MB dapat meningkatkan level periodontal. Level periodontal dengan nilai GI = 0.3 gi dan nilai MB = 0.2 mm masuk ke dalam level *Medium Gingivitis*. Level periodontal dengan nilai GI = 0.8 gi dan nilai MB = 0.4 mm masuk ke dalam level *Strong Gingivitis*. Level periodontal dengan nilai GI = 1 gi dan nilai MB = 0.5 mm masuk ke dalam level *Strong Gingivitis*. Level periodontal dengan nilai GI = 1.2 gi dan nilai MB = 0.8 mm masuk ke dalam level *Less Periodontitis*. Level periodontal dengan nilai GI = 1.3 – 3 gi dan nilai MB = 1.4 – 2.8 mm masuk ke dalam level *Medium Periodontitis*.

**Tabel III.3 Hasil Pengujian dengan Nilai PPD dan MB Meningkat**

No.	GI (gi)	PPD (mm)	MB (mm)	PL
1.	2.4	0.4	0.2	33.53
2.	2.4	1.2	0.4	38.95
3.	2.4	1.3	0.5	41.25

4.	2.4	1.6	0.8	47.65
5.	2.4	1.8	0.9	50.35
6.	2.4	1.9	1.4	65.24
7.	2.4	4.1	1.5	67.22
8.	2.4	5	1.8	72.86
9.	2.4	5.6	2	77.09
10.	2.4	6	2.1	77.37
11.	2.4	7.4	2.8	77.38

Dari Tabel III.3 dapat diketahui bahwa peningkatan nilai PPD dan MB dapat meningkatkan level periodontal. Level periodontal dengan nilai PPD = 0.4 dan 1.2 mm dan nilai MB = 0.2 dan 0.4 mm masuk ke dalam level *Strong Gingivitis*. Level periodontal dengan nilai PPD = 1.3 – 1.8 mm dan nilai MB = 0.5 – 0.9 mm masuk ke dalam level *Less Periodontitis*. Level periodontal dengan nilai PPD = 1.9 – 7.4 mm dan nilai MB = 1.4 – 2.8 mm masuk ke dalam level *Medium Periodontitis*.

**Tabel III.4 Hasil Pengujian dengan Nilai GI Meningkat**

No.	GI (gi)	PPD (mm)	MB (mm)	PL
1.	0.3	1.5	0.9	43.75
2.	0.8	1.5	0.9	44.12
3.	1.3	1.5	0.9	46.25
4.	1.8	1.5	0.9	46.47
5.	2.4	1.5	0.9	50.33
6.	2.5	1.5	0.9	50.33
7.	3	1.5	0.9	50.33

Dari Tabel III.4 dapat diketahui bahwa peningkatan nilai GI saja tidak mempengaruhi peningkatan level periodontal. Karena walaupun nilai GI semakin meningkat, tetapi level periodontal tidak mengalami perubahan.

**Tabel III.5 Hasil Pengujian dengan Nilai PPD Meningkat**

No.	GI (gi)	PPD (mm)	MB (mm)	PL
1.	2.4	0.4	0.9	50.31
2.	2.4	1.2	0.9	50.31
3.	2.4	1.3	0.9	50.31
4.	2.4	1.5	0.9	50.33

5.	2.4	1.6	0.9	50.33
6.	2.4	1.8	0.9	50.35
7.	2.4	1.9	0.9	50.36
8.	2.4	5	0.9	50.37
9.	2.4	5.6	0.9	50.41

Dari Tabel III.5 dapat diketahui bahwa peningkatan nilai PPD saja tidak mempengaruhi peningkatan level periodontal. Karena walaupun nilai PPD semakin meningkat, tetapi level periodontal tidak mengalami perubahan.

#### 4. Kesimpulan

- Berdasarkan rumusan masalah yang dijadikan dasar pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sistem pakar *fuzzy* dapat diterapkan dalam mendiagnosis penyakit gigi periodontal.
- Sistem pakar *fuzzy* yang dikembangkan untuk diagnosis penyakit gigi periodontal menghasilkan tingkat akurasi sebesar 90,09%.
- Berdasarkan hasil analisis penelitian menunjukkan bahwa sistem pakar *fuzzy* dengan metode Mamdani dapat digunakan untuk diagnosis penyakit gigi periodontal karena memberikan nilai *error* yang kecil, yaitu sebesar 9,91%. Oleh karena itu perangkat lunak ini dapat digunakan untuk membantu dokter gigi coass dalam mendiagnosis penyakit gigi periodontal.
- Nilai *error* yang terjadi dikarenakan hasil pembulatan nilai linguistik pada proses fuzzifikasi perangkat lunak sistem pakar *fuzzy* ini tidak sama persis dengan hasil pembulatan nilai linguistik pada proses fuzzifikasi dengan menggunakan *compiler* MATLAB R2012a.
- Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa nilai GI, PPD dan MB saling berkaitan dalam menunjukkan nilai level periodontal.

#### Referensi

- [1] Allahverdi, N and Akcan, T. 2011. *Fuzzy Expert System Design for Diagnosi Periodontal Dental Disease*. Selcuk University, Institute of Natural Sciences, Ms. Thesis, Konya.
- [2] Arhami, M. 2005. *Konsep Dasar Sistem Pakar*. Yogyakarta: Andi.
- [3] Carranza, F.A and Newman, M.G. 2006. *Clinical Periodontology*. London: WB Saunders Company.
- [4] Djunaidi, M., E. Setiawan dan F.W. Andista. 2005. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri. Penentuan Jumlah Produksi Dengan Aplikasi Metode Fuzzy-Mamdani* 4:95-104.
- [5] Intan, R. 2002. *International Journal of Fuzzy Systems. On Knowledge-Based Fuzzy Sets* 4(2).
- [6] Klir, G.J and B. Yuan. 1995. *Fuzzy Sets and Fuzzy Relation: Theory and Applications*. New Jersey: Prentice Hall.
- [7] Kusumadewi, S dan H. Purnomo. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- [8] Kusumadewi, S. 2004. *Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [9] Kusumadewi, S. 2003. *Artificial Intelligent: Teknik dan Aplikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [10] Lorenz, A., M. Blum., H. Ermert and Senge, Th. 1997. Ultrasonics Symposium. *Comparison of Different Neuro-Fuzzy Classification Systems for the Detection of Prostate Cancer in Ultrasonic Images*.
- [11] Moustakis, V., Laine, M.L., Koumakis, E., Loos, B.G and Potamias, G. 2010. Cairo International Biomedical Engineering Conference. *Modeling and Validating Genotype Knowledge: the Case of Periodontal Disease*.
- [12] Rudianto, B. 2012. *Logika Fuzzy*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [13] Santoso, L.W. 2008. *Implementasi Fuzzy Expert System untuk Analisa Penyakit Dalam pada Manusia*. Di dalam: Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2008 (SNATI 2008); Yogyakarta, 21 Juni 2008.
- [14] Seker, H., Odetayo, M., Petrovic, D and Naguib, R.N.G. 2003. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine. *A Fuzzy Logic Based Method for Prognostic Decision Making in Breast and Prostate Cancer*.
- [15] Suyanto. 2008. *Soft Computing*. Bandung: Informatika.
- [16] Turban, E. 1995. *Decision Support and Expert System; Management Support System*. Newyork: Prentice-Hall.
- [17] Wolf, D.L and Lamster, I.B. *Contemporary Concepts in the Diagnosis of Periodontal Disease*. Dent Clin North Am. 2011;55:47–61