

## Diagnosis Penyakit Gigi Periodontal Menggunakan Sistem Pakar Fuzzy

Triana Dian Nisa<sup>1</sup>, dan Rifkie Primartha<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya  
E-mail: <sup>1</sup>iiieecha@ymail.com, dan <sup>2</sup>rifkie77@gmail.com

### Abstrak

Penyakit periodontal merupakan salah satu penyakit yang sangat meluas dalam kehidupan masyarakat. Seperti cabang medis lainnya, pengobatan yang tepat hanya dengan diagnosis yang benar terhadap gejala-gejala suatu penyakit. Diagnosis ini dilakukan dengan evaluasi pemeriksaan klinis. Namun, pemeriksaan klinis ini mengandung ketidakpastian (*ambiguitas*) data, sehingga diperlukan perhitungan yang tepat untuk mengukur dan menentukan kriteria keparahan peradangan pada gigi. Pada penelitian ini mengembangkan sistem pakar fuzzy untuk mengdiagnosis penyakit gigi periodontal. Pengukuran relatif digunakan untuk mendapatkan nilai akurasi dengan Mean Percentage Absolute Error (MAPE). MAPE merupakan nilai tengah kesalahan persentase absolut dari suatu peramalan atau prediksi. Hasil perhitungan nilai galat diperoleh sebesar 9,91% sehingga akurasi penelitian ini diperoleh sebesar 90,09%.

**Kata Kunci:** periodontal, diagnosis, ambiguitas data, sistem pakar fuzzy.

### Abstract

Periodontal disease is a disease that is widespread in society. As the other branches of medicine, the fix treatment depends on the correct diagnosis of disease symptoms. Diagnosis is implemented to evaluate the clinical examination. However, the clinical examination contains uncertainty (*ambiguity*) data, so it is required precise calculation criteria for measuring and determining the severity of inflammation of the tooth. This study developed fuzzy expert system to diagnosis the periodontal dental disease. The relative measurement used to obtain the accuracy value with Mean Percentage Absolute Error (MAPE). MAPE is the absolute value of the percentage error midst of a forecasting or prediction. The result of error value was 9.91%, therefore the accuracy of this study about 90.09%.

**Keywords:** periodontal, diagnosis, ambiguity data, fuzzy expert system.

### 1. 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, membengkak dan mudah berdarah, sedangkan periodontitis ditandai dengan kehilangan perlekatan dan pembentukan *pocket* yang disebabkan oleh perkembangan bakteri patogen dan penurunan mekanisme pertahanan diri pasien [1].

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

Metode berbasis logika *fuzzy* dikembangkan oleh [2] untuk pengambilan keputusan prognostik pada penyakit kanker payudara dan prostat. Hasilnya adalah *Fuzzy Knowledge-Neural Network* (FK-NN) merupakan teknik yang menghasilkan prediksi akurasi tertinggi.

Penelitian terhadap lima algoritma klarifikasi *Neuro-Fuzzy* berdasarkan pendekatan yang berbeda untuk mengorganisir dan memilih kumpulan data biologis dengan membangun sistem inferensi *fuzzy* [3]. Hasil 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%. Berdasarkan kenyataan di atas, penelitian ini menerapkan sistem pakar *fuzzy* untuk diagnosis penyakit gigi periodontal.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1 Analisis Permasalahan

Pengobatan yang tepat hanya dapat dilakukan dengan diagnosis yang benar terhadap gejala penyakit periodontal. Beberapa pemeriksaan klinis telah digunakan melalui parameter berikut, seperti indeks plak (IP), indeks gingiva, tingkat perlekatan klinis dan indeks MB. Namun, pemeriksaan klinis ini mengandung ketidakpastian data. Selain itu, pendokumentasian hasil pemeriksaan klinis pasien yang masih manual akibatnya kesulitan dalam pencarian data pasien. Kondisi tersebut menimbulkan permasalahan dalam memproses ketidakpastian 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 menjalani perawatan maka harus menunggu terlebih dahulu, sehingga pelayanan menjadi kurang efektif.

### 2.2 Analisis Sistem Pakar *Fuzzy*

Sistem pakar tersusun atas beberapa komponen, salah satunya adalah basis pengetahuan dan mesin inferensi. Pada basis pengetahuan berisi pengetahuan-pengetahuan dalam penyelesaian masalah. Pendekatan basis pengetahuan yang digunakan pada penelitian ini adalah penalaran berbasis aturan (*rule-based reasoning*).

Proses mesin inferensi terbagi menjadi 3 tahapan, yaitu: fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Pada tahap fuzzifikasi, nilai masukan *crisp* diubah menjadi masukan *fuzzy*. Tahap selanjutnya, menentukan aturan *fuzzy* dengan mencocokkan nilai linguistik berdasarkan Tabel 5. Kemudian dilakukan proses inferensi minimum dan maksimum.

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

### 2.3 Analisis Data Masukan

Data masukan perangkat lunak merupakan faktor yang 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 setiap 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 1.

**Tabel 1:** Interval nilai linguistik variabel GI [4]

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 2.

**Tabel 2:** Interval nilai linguistik variabel PPD [4]

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 3 merupakan interval nilai linguistik dari variabel MB.

**Tabel 3:** Interval nilai linguistik variabel MB [4]

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 4.

**Tabel 4:** Interval nilai linguistik variabel PL [4]

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 masukan *fuzzy* berupa nilai linguistik dan derajat keanggotaan dari masing-masing variabel.

#### 2.6 Analisis Proses Inferensi

Tahap perhitungan selanjutnya menggunakan pendekatan *fuzzy* adalah inferensi. Proses inferensi menggunakan metode Mamdani, karena metode ini memiliki penalaran

yang mirip dengan penalaran manusia. Pada tahap ini, penalaran menggunakan masukan *fuzzy* dan aturan *fuzzy* pada Tabel 5 yang diperoleh dari pakar gigi. Setelah didapat aturan yang sesuai, 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 dilanjutkan ke proses inferensi maksimum. Kemudian didapat nilai linguistik dan derajat keanggotaan untuk variabel PL.

**Tabel 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

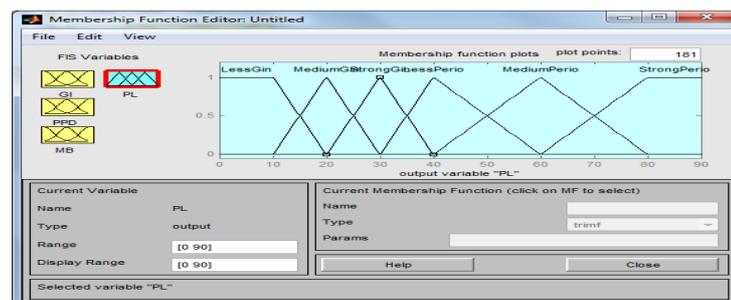
Aturan 18	H	VD	L	SG
Aturan 19	H	VD	M	MP
Aturan 20	H	VD	H	SP
Aturan 21	L	MD	H	MP
Aturan 22	H	LD	H	SP
Aturan 23	H	LD	M	MP
Aturan 24	M	LD	M	MP
Aturan 25	M	LD	H	SP
Aturan 26	L	LD	M	MP
Aturan 27	L	LD	H	SP

## 2.7 Analisis Proses Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan proses konversi dari keluaran *fuzzy* menjadi keluaran *crisp*. Pada proses defuzzifikasi digunakan metode *Centroid* untuk mendapatkan nilai keluaran *crisp*. Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy* [5]. Jumlah titik yang digunakan dalam perhitungan akan menentukan ketelitian dari nilai level periodontal. Untuk mendapatkan nilai *crisp* digunakan metode *Centroid* untuk mencari *centre of gravity* (COG) dari *aggregate set* dengan cara mencari titik yang membagi area solusi menjadi 2 bagian yang sama [6].

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

Berdasarkan Persamaan (1), harus ditentukan sekumpulan sampel titik yang digunakan untuk menemukan titik pusat gravitasi pada daerah abu-abu dari seperti gambar di bawah. Semakin banyak jumlah titik yang digunakan, semakin teliti hasil perhitungannya [5].



## 2.8 Analisis Proses Diagnosis

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

**Tabel 6:** Interval Nilai COG untuk Diagnosa Level Periodontal

COG	Diagnosis
$10 < COG \leq 20$	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> )

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil Percobaan

Pengujian dilakukan pada penelitian ini menggunakan data dari literatur [4]. Hasil pengujian menggunakan pendekatan *fuzzy* Mamdani dibandingkan dengan hasil pengujian dengan *compiler* MATLAB R2012a diperlihatkan pada Tabel 7.

Tabel 7 menunjukkan bahwa sistem pakar *fuzzy* ini dapat digunakan sebagai alat diagnosis penyakit gigi periodontal karena hasil perhitungan level periodontal menggunakan sistem pakar *fuzzy* dan hasil perhitungan level periodontal menggunakan *compiler* MATLAB R2012a berada pada rentang (*range*) yang sama sehingga menghasilkan diagnosis yang sama pula.

Selain itu, pengujian untuk mengetahui pengaruh masing-masing data masukan terhadap data keluaran dilakukan sebanyak 4 kali dengan kriteria berbeda seperti diperlihatkan pada Tabel 8.

Tabel 8 menunjukkan 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 dalam level *Medium Gingivitis*. Level periodontal dengan nilai GI = 0.8 gi dan nilai MB = 0.4 mm masuk ke level *Strong Gingivitis*. Level periodontal dengan nilai GI = 1 gi dan nilai MB = 0.5 mm masuk ke 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 level *Medium Periodontitis*.

**Tabel 7:** Hasil Perbandingan Sistem Pakar *Fuzzy* dengan MATLAB

No.	GI (gi)	PPD (mm)	MB (mm)	Sistem Pakar <i>Fuzzy</i>	MATLAB R2012a	Range Level Periodontal (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

**Tabel 8:** 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

**Tabel 9:** 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

Tabel 9 memperlihatkan 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 level *Strong Gingivitis*. Level periodontal dengan nilai PPD = 1.3 – 1.8 mm dan nilai MB = 0.5 – 0.9 mm masuk ke level *Less Periodontitis*. Level periodontal dengan nilai PPD = 1.9 – 7.4 mm dan nilai MB = 1.4 – 2.8 mm masuk ke level *Medium Periodontitis*.

**Tabel 10:** 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

Tabel 10 memperlihatkan bahwa peningkatan nilai GI saja tidak mempengaruhi peningkatan level periodontal. Karena walaupun nilai GI semakin meningkat, tetapi level periodontal tidak mengalami perubahan.

**Tabel 11:** 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

Tabel 11

menunjukkan bahwa peningkatan nilai PPD saja tidak memberikan pengaruh pada peningkatan level periodontal.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

- (a) Sistem pakar *fuzzy* yang dikembangkan untuk diagnosis penyakit gigi periodontal menghasilkan tingkat akurasi sebesar 90,09%;
- (b) Sistem pakar *fuzzy* dengan metode Mamdani dapat digunakan untuk diagnosis penyakit gigi periodontal dengan nilai galat sebesar 9,91%;
- (c) Nilai galat terjadi dikarenakan hasil pembulatan nilai linguistik pada proses fuzzifikasi sistem pakar *fuzzy* ini tidak sama persis dengan hasil pembulatan nilai linguistik pada proses fuzzifikasi dengan *compiler* MATLAB R2012a;
- (d) Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa nilai GI, PPD dan MB saling berkaitan dalam menunjukkan nilai level periodontal.

#### Referensi

- [1] F.A Carranza, & M.G. Newman, "Clinical Periodontology", London: WB Saunders Company, 2006.
- [2] H. Seker, M. Odetayo, D. Petrovic, & R.N.G. Naguib, "A Fuzzy Logic Based Method for Prognostic Decision Making in Breast and Prostate Cancer", IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, 2003.
- [3] A. Lorenz, M. Blum., H. Ermert, & Th. Senge, "Comparison of Different Neuro-Fuzzy Classification Systems for the Detection of Prostate Cancer in Ultrasonic Images", Ultrasonics Symposium, 1997.
- [4] N. Allahverdi, & T. Akcan, "Fuzzy Expert System Design for Diagnosis

Periodontal Dental Disease”, Selcuk University, Institute of Natural Sciences, MS. Thesis, Konya, 2011.

[5] Suyanto, “Soft Computing”, Bandung: Informatika, 2008.

[6] B. Rudianto, “Logika Fuzzy”, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2012.