

DENTAL DISEASE IDENTIFICATION USING FUZZY INFERENCE SYSTEM

A Maulidinnawati Abdul Kadir Parewe¹, Wayan Firdaus Mahmudy²

¹Magister Ilmu Komputer/Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹maulidinna08@gmail.com, ²wayanfm@ub.ac.id

ABSTRACT

In the field of dentistry there are many types / variants of dental diseases emerging that make doctors and medical students may face difficulty to identify of dental diseases. In this study, a computers application is developed as a tool for doctors and medical students to identify various types of dental disease accurately. Fuzzy inference system is used an identification method. The method uses symptoms of dental disease as input parameters. Dental disease identification system using Fuzzy Inference System with Minmax. The parameters used to limit the fuzzy membership functions based on expert opinion. The accuracy of the system is calculated by comparing the output system with expert judgment. Experimental results show that the system is built to produce 85% accuracy.

Keywords: *fuzzy inference, symptoms, dental disease, identification*

1. PENDAHULUAN

Ilmu kedokteran khususnya kedokteran dibidang gigi sudah mengalami perkembangan pesat. Ada banyak obat baru yang ditemukan untuk mengatasi berbagai penyakit yang bermunculan sekarang. Masalah yang saat ini dihadapi oleh masyarakat adalah banyaknya varian penyakit gigi dan kelainan gigi. Hal ini yang menuntut para ahli gigi, baik yang telah berprofesi dalam dunia kedokteran, maupun mahasiswa yang sementara menyelesaikan perkuliahannya sebagai calon dokter gigi. Mereka membutuhkan analisis yang akurat dan cepat. Oleh karena itu pada penelitian ini dibangun sistem yang mempermudah identifikasi penyakit gigi dan bukan bertujuan untuk menggantikan tugas dari seorang dokter ataupun seorang pakar dalam bidang tertentu. Sistem ini berfungsi sebagai alat bantu atau pelengkap untuk digunakan oleh seorang dokter

Sistem dibangun dengan menerapkan metode inferensi *Fuzzy*. Logika *fuzzy* dipilih karena Logika *fuzzy* dipilih karena memungkinkan toleransi terhadap input, proses dan output yang bersifat tidak akurat (*imprecision*), tidak pasti (*uncertainty*) dan setengah benar (*partial truth*). Logika *fuzzy* memiliki kemampuan penalaran secara bahasa sehingga didalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematika yang rumit. Logika *fuzzy* sering digunakan karena mudah dipahami, memiliki toleransi terhadap data- data yang tidak tepat, bisa memodelkan dengan fungsi non linier yang kompleks, bisa dikembangkan dan diaplikasikan pengalaman para pakar secara langsung tanpa melalui proses pelatihan, dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali konvensional dan didasarkan pada bahasa alami (Widayani & Fatta, 2015).

Penentuan aturan (*rule*) dan himpunan logika *fuzzy* merupakan hal yang sulit. Penentuan aturan-aturan yang salah akan menghasilkan akurasi sistem yang rendah. Penyusunan aturan-aturan yang lebih sederhana akan meringankan beban kerja sistem (Utomo & Mahmudy, 2015). Untuk menentukan akurasi sistem bisa dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran nilai pada sistem dengan penilaian pada pakar. (Hadi & Mahmudy, 2015).

Dalam penggunaan Inferensi fuzzy Tsukamoto masih mendapatkan nilai error yang relative besar (Azizah, Cholissodin, & Mahmudy, 2015). Dengan proses perhitungan defuzzyfikasi yang menggunakan inferensi fungsi implikasi Max-Min atau Dotproduct sebagai salah satu proses mendapatkan solusi (T Sutojo, Mulyanto, Edy, 2011), yang fungsi keanggotaan outputnya ada pada setiap aturan diperoleh dari fungsi keanggotaan penyakit dari aturan-aturan yang terpicu yang dipotong pada ketinggian yang disesuaikan dengan nilai kebenarannya dari aturan-aturan yang telah ditetapkan (Hadi & Mahmudy, 2015).

2. METODE PENELITIAN

2.1. Deskripsi Permasalahan

Dalam melakukan perhitungan dengan sistem inferensi fuzzy, terlebih dahulu ditentukan nilai kriteria yang akan dijadikan sebagai tolak ukur dalam penginputan nilai kriteria gejala gigi. Berdasarkan data yang telah didapatkan dari seorang pakar gigi maka dibuatlah rentang nilai kriteria gejala penyakit gigi sebagai berikut :

Tabel 1. Rentang Data Nilai Kriteria Gejala Penyakit Gigi

| KRITERIA GELAJA GIGI | RANGE NILAI |
|------------------------|-------------|
| 1. Plak | 0 – 90 |
| 2. Gusi meradang | 0 – 90 |
| 3. Nyeri | 0 – 90 |
| 4. Gusi memerah | 0 – 90 |
| 5. Gusi membengkak | 0 – 90 |
| 6. Gusi Mudah berdarah | 0 – 90 |
| 7. Bau Mulut | 0 – 90 |
| 8. Gigi Goyang | 0 – 90 |

Tabel 2. Contoh Permasalahan

| VARIABEL INPUT | NILAI INPUT |
|------------------------|-------------|
| 1. Plak | 55 |
| 2. Gusi meradang | 65 |
| 3. Nyeri | 55 |
| 4. Gusi memerah | 45 |
| 5. Gusi membengkak | 45 |
| 6. Gusi Mudah berdarah | 45 |
| 7. Bau Mulut | 35 |
| 8. Gigi Goyang | 10 |

2.2. Himpunan Fuzzy

Beberapa tahapan dari logika *fuzzy* secara umum adalah (Utomo & Mahmudy, 2015) :

1. Menentukan variabel linguistik
2. Membentuk fungsi keanggotaan
3. Membentuk rule base
4. Mengubah data crisp menjadi nilai *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan
5. Melakukan evaluasi rule pada rule base
6. Menggabungkan hasil yang didapatkan pada setiap rule
7. Mengubah output data menjadi nilai non fuzzy

Jadi himpunan *fuzzy* adalah sebagai suatu kesatuan yang mewakili keadaan tertentu

dalam sebuah variabel fuzzy. Di penelitian ini, himpunan fuzzy yang dipakai ada tiga nilai linguistik yaitu Rendah, Sedang dan Parah. Pembentukan himpunan *fuzzy* ini disesuaikan dengan data input pegawai. Nilai linguistik disatukan dengan fuzzy set, yang masing-masing memiliki fungsi keanggotaan yang telah didefinisikan (Santika and Mahmudy, 2015). Data himpunan *fuzzy* dan nilai linguistiknya disajikan pada Tabel 3 yaitu :

Tabel 3. Himpunan Fuzzy

| VARIABEL INPUT | NILAI LINGUISTIK |
|--------------------|---------------------------|
| 1. Plak | Ringan Sedang Parah |
| 2. Gusi meradang | Ringan Sedang Parah |
| 3. Nyeri | Ringan Sedang Parah |
| 4. Gusi memerah | Ringan Sedang Parah |
| 5. Gusi membengkak | Ringan Sedang Parah |
| 6. Mudah berdarah | Ringan Sedang Parah |
| 7. Bau Mulut | Ringan Sedang Parah |
| 8. Gigi Goyang | Ringan Sedang Parah |

Cara memahami proses kerja logika fuzzy pada struktur elemen dasar sistem inferensi fuzzy :

1. Fuzzyfikasi : proses untuk mengubah data input sistem yang memiliki nilai tegas menjadi variabel linguistik menggunakan fungsi keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan fuzzy yaitu kumpulan rule rule fuzzy dalam bentuk pernyataan.
2. Mesin inferensi : proses untuk mengubah input fuzzy menjadi output fuzzy dengan cara mengikuti aturan-aturan (if then rules) yang telah ditetapkan pada basis pengetahuan fuzzy.

3. Defuzzifikasi : mengubah output fuzzy yang diperoleh dari mesin inferensi menjadi nilai tegas menggunakan fungsi keanggotaan yang sesuai dengan dilakukan fuzzifikasi (T Sutojo, Mulyanto, Edy, 2011).
4. Penjelasan singkat penerapan *FUZZY IF-THEN RULES*, Proses logika fuzzy terdiri dari 3 proses yaitu : fuzzifikasi (*fuzzification*), modifikasi nilai keanggotaan (*membership modification*) dan defuzzifikasi (*defuzzification*).



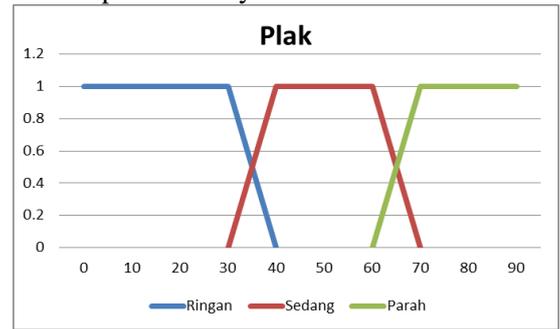
Gambar1. Diagram Fuzzy IF-THEN Rules

2.3. Fuzzyfikasi

Tahapan dari proses fuzzyfikasi :

1. Fuzzifikasi
 Dalam tahapan *rule* yang ada akan ditinjau kembali dan menentukan *crisp input* x1 dan y1, kemudian menentukan derajat atau tingkat kepercayaan dari setiap *input* pada himpunan *fuzzy* yang sesuai. *Crisp input* selalu mempunyai nilai kuantitatif yang dibatasi oleh himpunan semesta.
2. *Rule evaluation*
 Dalam evaluasi aturan merupakan proses pengambilan keputusan (*inference*) yang berdasarkan aturan-aturan yang ditetapkan pada basis aturan (*rules base*) untuk menghubungkan antar peubah-peubah *fuzzy* masukan dan berubah *fuzzy* keluaran. Aturan-aturan ini berbentuk *jika ... maka (IF ... THEN)*. Pada tahap ini, hasil dari fuzzifikasi pada setiap *rule* akan dilihat kembali. Apabila pada *rule* ditemukan 'AND' maka akan dicari nilai minimumnya, sedangkan jika ditemukan 'OR' maka akan dicari nilai maksimumnya. (Thendean & Sugiarto, 2008) yang tertera adalah fungsi keanggotaan himpunan fuzzy dengan 7 kriteria input :

a. Himpunan Fuzzy Plak



Gambar 1. Himpunan Fuzzy P

Derajat keanggotaan **ringan** :

$$\mu_{Ringan}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 30 \\ \frac{40 - x}{40 - 30} & ; 30 < x < 40 \\ 0 & ; x \geq 40 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan **sedang** :

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 30 \text{ atau } x \geq 70 \\ \frac{x - 30}{40 - 30} & ; 30 < x < 40 \\ \frac{70 - x}{70 - 60} & ; 60 \leq x < 70 \\ 1 & ; 40 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan **parah** :

$$\mu_{Parah}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \geq 70 \\ \frac{x - 60}{70 - 60} & ; 60 < x < 70 \\ 0 & ; x \leq 60 \end{cases}$$

b. Himpunan Fuzzy Gusi Meradang



Gambar 2. Himpunan Fuzzy GR

Derajat keanggotaan **ringan** :

$$\mu_{Ringan}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 30 \\ \frac{40-x}{40-30} & ; 30 < x < 40 \\ 0 & ; x \geq 40 \end{cases}$$

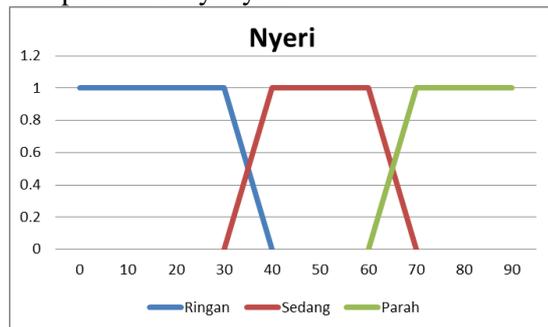
Derajat keanggotaan **sedang** :

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 30 \text{ atau } x \geq 70 \\ \frac{x-30}{40-30} & , 30 \leq x < 40 \\ \frac{70-x}{70-60} & , 60 \leq x < 70 \\ 1 & ; 40 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan **parah** :

$$\mu_{Parah}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \geq 70 \\ \frac{x-60}{70-60} & ; 60 < x < 70 \\ 0 & ; x \leq 60 \end{cases}$$

c. Himpunan Fuzzy Nyeri



Gambar 3. Himpunan Fuzzy N

Derajat keanggotaan **ringan** :

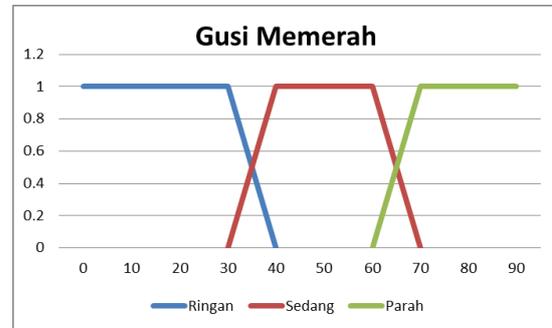
$$\mu_{Ringan}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 30 \\ \frac{40-x}{40-30} & ; 30 < x < 40 \\ 0 & ; x \geq 40 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan **sedang** :

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 30 \text{ atau } x \geq 70 \\ \frac{x-30}{40-30} & , 30 \leq x < 40 \\ \frac{70-x}{70-60} & , 60 \leq x < 70 \\ 1 & ; 40 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan **parah** :

$$\mu_{Parah}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \geq 70 \\ \frac{x-60}{70-60} & ; 60 < x < 70 \\ 0 & ; x \leq 60 \end{cases}$$



Gambar 4. Himpunan Fuzzy GM

Derajat keanggotaan **ringan** :

$$\mu_{Rendah}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 30 \\ \frac{40-x}{40-30} & ; 30 < x < 40 \\ 0 & ; x \geq 40 \end{cases}$$

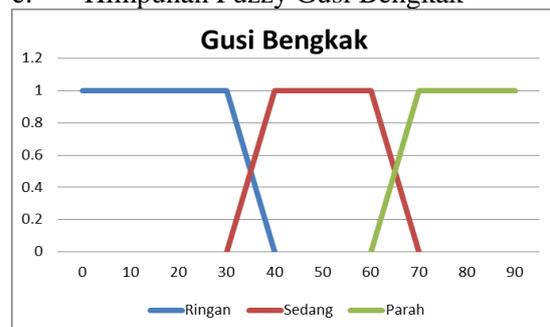
Derajat keanggotaan **sedang** :

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 30 \text{ atau } x \geq 70 \\ \frac{x-30}{40-30} & , 30 \leq x < 40 \\ \frac{70-x}{70-60} & , 60 \leq x < 70 \\ 1 & ; 40 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan **parah** :

$$\mu_{Parah}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \geq 70 \\ \frac{x-60}{70-60} & ; 60 < x < 70 \\ 0 & ; x \leq 60 \end{cases}$$

e. Himpunan Fuzzy Gusi Bengkak



Gambar 5. Himpunan Fuzzy GB

Derajat keanggotaan **ringan** :

$$\mu_{Ringan}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 30 \\ \frac{40-x}{40-30} & ; 30 < x < 40 \\ 0 & ; x \geq 40 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan **sedang** :

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 30 \text{ atau } x \geq 70 \\ \frac{x-30}{40-30} & , 30 \leq x < 40 \\ \frac{70-x}{70-60} & , 60 \leq x < 70 \\ 1 & ; 40 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan **parah** :

$$\mu_{Parah}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \geq 70 \\ \frac{x-60}{70-60} & ; 60 < x < 70 \\ 0 & ; x \leq 60 \end{cases}$$

f. Himpunan Fuzzy Gusi Mudah Berdarah



Gambar 6. Himpunan Fuzzy GMB

Derajat keanggotaan **ringan** :

$$\mu_{Ringan}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 30 \\ \frac{40-x}{40-30} & ; 30 < x < 40 \\ 0 & ; x \geq 40 \end{cases}$$

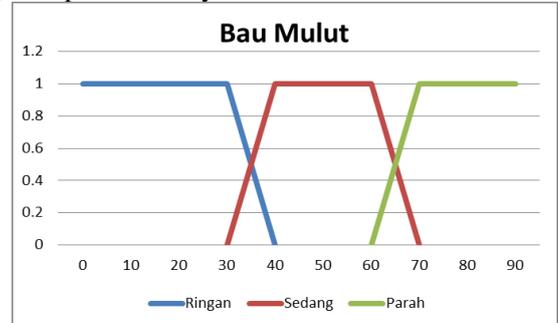
Derajat keanggotaan **sedang** :

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 1 & ; 40 > x > 60 \\ \frac{40-x}{40-30} & , 30 > x > 40 \\ \frac{70-x}{70-60} & , 60 > x > 70 \\ 0 & ; 30 > x > 70 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan **parah** :

$$\mu_{Parah}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \geq 70 \\ \frac{x-60}{70-60} & ; 60 < x < 70 \\ 0 & ; x \leq 60 \end{cases}$$

g. Himpunan Fuzzy Bau Mulut



Gambar 7. Himpunan Fuzzy BM

Derajat keanggotaan **ringan** :

$$\mu_{Ringan}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 30 \\ \frac{40-x}{40-30} & ; 30 < x < 40 \\ 0 & ; x \geq 40 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan **sedang** :

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 1 & ; 40 \leq x \leq 60 \\ \frac{x-30}{40-30} & , 30 < x < 40 \\ \frac{70-x}{70-60} & , 60 < x < 70 \\ 0 & ; 30 > x \geq 70 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan **parah** :

$$\mu_{Parah}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \geq 70 \\ \frac{x-60}{70-60} & ; 60 < x < 70 \\ 0 & ; x \leq 60 \end{cases}$$

h. Himpunan Fuzzy Gigi Goyang



Gambar 8. Himpunan Fuzzy GG

Derajat keanggotaan **ringan** :

$$\mu_{Ringan}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq 30 \\ \frac{40 - x}{40 - 30} & ; 30 < x < 40 \\ 0 & ; x \geq 40 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan **sedang** :

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 30 \text{ atau } x \geq 70 \\ \frac{x - 30}{40 - 30} & , 30 \leq x < 40 \\ \frac{70 - x}{70 - 60} & , 60 \leq x < 70 \\ 1 & ; 40 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

Derajat keanggotaan **parah** :

$$\mu_{Parah}(x) = \begin{cases} 1 & ; x \geq 70 \\ \frac{x - 60}{70 - 60} & ; 60 < x < 70 \\ 0 & ; x \leq 60 \end{cases}$$

i. Himpunan *Fuzzy* Hasil Output

| NO | KODE | PENYAKIT |
|----|------|-----------------------|
| 1 | A | Pulpitis |
| 2 | B | Gingivitis |
| 3 | C | Periodontitis |
| 4 | D | Advance Periodontitis |

2.4. Sistem Inferensi Fuzzy

FIS Sebagai langkah awal dari sebuah perancangan inferensi fuzzy yaitu menentukan himpunan fuzzy dari tiap-tiap variabel fuzzy (Masykur, 2012). Sistem inferensi fuzzy terdapat input fuzzy berupa nilai crisp. Nilai crisp tersebut akan dihitung berdasarkan aturan-aturan yang telah dibuat menghasilkan besaran fuzzy disebut proses fuzzifikasi. Sistem yang melakukan perhitungan berdasarkan pada konsep teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy, dan konsep logika fuzzy yaitu Sistem Inferensi Fuzzy (Fuzzy Inference System / FIS) (Kusumadewi, 2003).

Sistem inferensi metode fuzzy Tsukamoto membentuk sebuah rules based atau basis aturan dalam bentuk “sebab-akibat” atau “if-then”. Langkah pertama dalam perhitungan metode *fuzzy* Tsukamoto adalah membuat suatu aturan atau rule *fuzzy*. Langkah selanjutnya, dihitung derajat keanggotaan sesuai dengan aturan yang telah dibuat. Setelah

diketahui nilai derajat keanggotaan dari masing-masing aturan *fuzzy*, dapat ditentukan nilai *alpha* predikat dengan cara menggunakan operasi himpunan *fuzzy* (Restuputri, Mahmudy, & Cholissodin, 2015).

Dalam proses inferensi terdapat aturan-aturan untuk mengontrol inputan yang berupa variabel linguistik. Inferensi yang dimaksud adalah sebuah prosedur yang memiliki kemampuan dalam melakukan penalaran yang dapat ditampilkan dalam suatu komponen yang disebut mesin inferensi dengan tugas yaitu mengambil kesimpulan berdasarkan basis pengetahuan yang dimilikinya (T Sutojo, Mulyanto, Edy, 2011) terdapat pada tabel.5 perbedaan sistem konvensional dan sistem pakar. Metode inferensi ini yang digunakan pada penelitian ini adalah metode max-min. Langkah pertama yaitu dilakukan pencarian nilai μ dari hasil proses fuzzyfikasi. Pencarian ini dilakukan terus menerus sampai semua rules akan mendapatkan nilai μ (μ) (Thamrin & Sedyono, 2012).

Dengan nilai kriteria sebagai data input dalam proses fuzzifikasi yang memiliki nilai crisp berdasarkan rules yang telah dibuat yang terdapat pada tabel. 4 dan dilanjutkan dalam proses fuzzy inference system (FIS) dengan rule (aturan) yang berpatokan dari gejala-gejala penyakit dari pakar.

Tabel.4 Perbandingan antara Sistem Konvensional dan Sistem Pakar

| SISTEM KONVENSIONAL | SISTEM PAKAR |
|---|--|
| Tujuan Utama : Efisiensi | Tujuan Utama : efektivitas |
| Informasi dan pemrosesannya biasanya digabungkan dalam satu program | Basis pengetahuan dipisahkan secara jelas dengan mekanisme inferensi |
| Perubahan program sangat menyulitkan | Perubahan dalam aturan – aturan mudah dilakukan |
| Sistem hanya beroperasi setelah lengkap atau selesai | Sistem dapat beroperasi hanya dengan aturan-aturan yang sedikit (sebagai prototipe awal) |
| Menggunakan data | Menggunakan pengetahuan |

Tabel. 5 Pembentukan Basis Aturan/ Rule Base

| RULE | PLAK | GUSI MERADANG | NYERI | GUSI MEMERAH | GUSI BENGKAK | G.MUDAH BERDARAH | BAU MULUT | GIGI GOYANG | HASIL OUTPUT |
|------|--------|------------------|--------|-----------------|-----------------|---------------------|--------------|----------------|-----------------|
| 1 | Ringan | Ringan | Ringan | Ringan | Ringan | Ringan | Ringan | Ringan | A |
| 2 | Ringan | Ringan | Sedang | Ringan | Ringan | Ringan | Ringan | Ringan | A |
| 3 | Ringan | Ringan | Sedang | Sedang | Ringan | Ringan | Ringan | Ringan | A |
| 4 | Ringan | Ringan | Parah | Sedang | Ringan | Ringan | Ringan | Ringan | A |
| 5 | Ringan | Ringan | Parah | Parah | Ringan | Ringan | Ringan | Ringan | A |
| 6 | Ringan | Sedang | Ringan | Ringan | Ringan | Ringan | Ringan | Ringan | B |
| 7 | Ringan | Sedang | Sedang | Ringan | Ringan | Ringan | Ringan | Ringan | B |
| 8 | Ringan | Sedang | Sedang | Sedang | Ringan | Ringan | Ringan | Ringan | B |
| 9 | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Ringan | Ringan | Ringan | B |
| 10 | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Ringan | Ringan | B |
| 11 | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Ringan | Ringan | B |
| 12 | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Ringan | C |
| 13 | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | C |
| 14 | Sedang | Parah | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Ringan | C |
| 15 | Sedang | Parah | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | C |
| 16 | Sedang | Parah | Parah | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | C |
| 19 | Parah | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Ringan | D |
| 20 | Parah | Parah | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Ringan | D |
| 21 | Parah | Parah | Parah | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | D |
| 22 | Parah | Parah | Parah | Parah | Sedang | Sedang | Ringan | Ringan | D |
| 23 | Parah | Parah | Parah | Parah | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | D |
| 24 | Parah | Parah | Parah | Parah | Parah | Ringan | Ringan | Ringan | D |

Keterangan Hasil Output Nama penyakit :

A : Pulpitis

B : Gingivitis

C : Periodontitis

D : Advance Periodontitis

Tabel. 6 Penghitungan Inferensi *Fuzzy*

| RULE | PLAK | GUSI MERADANG | NYERI | GUSI MEMERAH | GUSI BENGKAK | G.MUDAH BERDARAH | BAU MULUT | GIGI GOYANG | MIN | MAX |
|------|------|------------------|-------|-----------------|-----------------|---------------------|--------------|----------------|-----|-----|
| 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | |
| 3 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | |
| 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | |
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | |
| 6 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | |
| 8 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | |
| 9 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | |
| 10 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | |
| 11 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | |
| 12 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| 13 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | |
| 14 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.0 | |
| 15 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | |
| 16 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | |
| 19 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | |
| 20 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 21 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | |
| 22 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | |
| 23 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | |
| 24 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | |

3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui performa dari sistem pakar dalam memberikan hasil identifikasi penyakit gigi. Data uji berjumlah 20 data. Prosedur pengujiannya adalah memasukkan data gejala penyakit dan penyakit gig ke dalam aplikasi sistem pakar,

kemudian sistem akan menghitung sesuai dengan metode *fuzzy Inference system* (FIS). dari sistem pakar dengan hasil penilaian menggunakan metode FIS, Hasil pengujian akurasi sistem pakar dari delapan *variable* input yang diuji ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Akurasi

| NO | DATA | | | | | | | | Prediksi Pakar | Prediksi Sistem | Hasil |
|----|------|----|----|----|----|-----|----|----|-----------------------|-----------------------|-------|
| | P | GR | N | GM | GB | GMB | BM | GG | | | |
| 1 | 10 | 20 | 10 | 25 | 15 | 15 | 25 | 20 | pulpitis | pulpitis | 1 |
| 2 | 20 | 20 | 30 | 50 | 20 | 20 | 20 | 20 | pulpitis | pulpitis | 1 |
| 3 | 20 | 20 | 75 | 75 | 10 | 10 | 10 | 15 | pulpitis | - | 0 |
| 4 | 25 | 25 | 75 | 70 | 28 | 27 | 26 | 25 | pulpitis | pulpitis | 1 |
| 5 | 15 | 15 | 75 | 65 | 20 | 20 | 20 | 20 | pulpitis | pulpitis | 1 |
| 6 | 40 | 45 | 45 | 45 | 50 | 55 | 10 | 10 | gingvitis | gingvitis | 1 |
| 7 | 40 | 50 | 50 | 50 | 50 | 55 | 55 | 25 | periodontitis | periodontitis | 1 |
| 8 | 35 | 75 | 45 | 40 | 45 | 40 | 40 | 40 | periodontitis | periodontitis | 1 |
| 9 | 40 | 75 | 65 | 55 | 50 | 55 | 40 | 35 | periodontitis | periodontitis | 1 |
| 10 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 35 | periodontitis | periodontitis | 1 |
| 11 | 65 | 65 | 70 | 70 | 45 | 45 | 35 | 35 | advance periodontitis | periodontitis | 0 |
| 12 | 75 | 55 | 50 | 55 | 45 | 45 | 40 | 40 | advance periodontitis | advance periodontitis | 1 |
| 13 | 20 | 20 | 80 | 70 | 25 | 25 | 25 | 25 | pulpitis | pulpitis | 1 |
| 14 | 55 | 55 | 55 | 50 | 50 | 50 | 50 | 40 | periodontitis | periodontitis | 1 |
| 15 | 75 | 70 | 60 | 55 | 50 | 40 | 40 | 35 | advance periodontitis | advance periodontitis | 1 |
| 16 | 0 | 0 | 75 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | pulpitis | - | 0 |
| 17 | 30 | 30 | 25 | 25 | 20 | 20 | 10 | 10 | periodontitis | periodontitis | 1 |
| 18 | 55 | 65 | 55 | 45 | 45 | 45 | 35 | 10 | gingvitis | gingvitis | 1 |
| 19 | 80 | 75 | 70 | 60 | 50 | 50 | 35 | 35 | advance periodontitis | advance periodontitis | 1 |
| 20 | 85 | 80 | 75 | 70 | 60 | 55 | 45 | 45 | advance periodontitis | advance periodontitis | 1 |

Keterangan :

P : Plak
 GR : Gusi meradang
 N : Nyeri
 GB : Gusi membengkak
 GM : Gusi memerah

GMD : Gusi Mudah berdarah
 BM : Bau Mulut
 GG : Gigi Goyang

Berdasarkan pada Tabel 6 yang dilakukan pengujian akurasi dengan 20 data gejala dan penyakit gigi dengan menggunakan persamaan yang ada pada tabel pengujian akurasi dan perhitungan mendapatkan nilai akurasi seperti berikut :

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{\text{jumlah data akurat}}{\text{jumlah seluruh data}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{NA} &= \frac{17}{20} \times 100\% \\ &= 85\% \end{aligned}$$

Akurasi sistem pakar menggunakan metode *FIS* berdasarkan 20 data gejala dan penyakit gigi yang telah diuji memiliki tingkat akurasi keberhasilan yang cukup baik sesuai dengan identifikasi pakar yaitu sebesar 85% dan nilai *error* sebesar 15%. Nilai *error* terjadi disebabkan karena gejala yang dimasukkan tidak tercakup pada data uji gejala atau penyakit gigi

4. KESIMPULAN

Proses identifikasi penyakit gigi yang dilakukan dengan memasukkan fakta gejala

dari gejala penyakit gigi yang dialami penderita atau pasien. Fakta gejala tersebut akan dilakukan perhitungan dengan metode untuk *FIS* untuk mendapatkan nilai deteksi akhir pada setiap jenis penyakit.

Berdasarkan pengujian akurasi yang sudah dilakukan, sistem pakar identifikasi penyakit gigi dengan metode *FIS* mempunyai tingkat akurasi 85% dan nilai *error* 15%. Nilai *error* yang terjadi pada aplikasi ini disebabkan karena fakta gejala yang dimasukkan tidak tercakup pada data pengetahuan yang ada pada basis pengetahuan. Penelitian selanjutnya fungsi derajat keanggotaan dan rulanya bisa optimasi untuk mendapatkan akurasi yang lebih baik lagi dengan *Hybrid Fuzzy* dan metode evolusi Strategi.

DAFTAR PUSTAKA

- AZIZAH, E. N., CHOLISSODIN, I., & MAHMUDY, W. F. (2015). Optimasi fungsi keanggotaan fuzzy tsukamoto menggunakan algoritma genetika untuk penentuan harga jual rumah. *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology*, 02(02), 79–82.
- HADI, H. N., & MAHMUDY, W. F. (2015). Penilai Prestasi Kinerja Pegawai Menggunakan Fuzzy. *Jurnal Teknologi*

Informasi dan Ilmu Komputer, 2(1), 41–48.

- MASYKUR, F. (2012). Implementasi Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Diabetes Mellitus Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Web.
- RESTUPUTRI, B. A., MAHMUDY, W. F., & CHOLISSODIN, I. (2015). Optimasi Fungsi Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto Dua Tahap Menggunakan Algoritma Genetika Pada Pemilihan Calon Penerima Beasiswa dan BBP-PPA (Studi Kasus: PTIIK Universitas Brawijaya Malang). *DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, (15), 1–10.
- T SUTOJO, MULYANTO, EDY, S. (2011). Kecerdasan Buatan - UDiNus Repository. Yogyakarta.
- THAMRIN, F., & SEDIYONO, E. (2012). Studi Inferensi Fuzzy Tsukamoto Untuk Penentuan Faktor Pembebanan Trafo PLN, 01, 1–5.
- THENDEAN, H., & SUGIARTO, M. (2008). Penerapan fuzzy if-then rules untuk peningkatan kontras pada citra hasil mammografi. *Jurnal Informatika*, 9(1), 1–7.
- UTOMO, M. C. C., & MAHMUDY, W. F. (2015). Penerapan FIS-Tsukamoto untuk Menentukan Potensi Seseorang Mengalami Sudden Cardiac Death. *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia (SESINDO)*, 22-23 November, 239–244.
- WIDAYANI, W., & FATTA, H. AL. (2015). Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Impor Bawang Merah, 2(3).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didukung oleh drg. Iradatullah Suyuti, Ida Wahyuni, S.Kom, dan Nunung