

Rancang Bangun Sistem Pakar Fuzzy Untuk Diagnosa Penyakit Mata

Fikry Hamzah¹, Muhammad Yunus², Khairil Anam³

¹Fakultas Teknik & Kesehatan, Universitas Bumigora Mataram

²Jurusan Kesehatan, Politeknik Negeri Jember

³Program Studi Teknik Informatika, Universitas Hasyim Latif

m.yunus@polije.ac.id

Abstrak

Mata adalah salah satu panca indra yang sangat penting dalam kehidupan manusia untuk melihat. Jika mata mengalami gangguan atau penyakit mata, maka akan berakibat fatal bagi kehidupan manusia. Pekerjaan dokter yang sangat sibuk dan padat mengakibatkan keterlambatan pelayanan kepada masyarakat. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dibutuhkan sistem pakar untuk membantu pasien dalam mendiagnosa secara dini penyakit mata yang diderita, agar pasien dapat mengetahui penyakit mata yang dideritanya beserta tingkat keparahannya. Penelitian ini membahas tentang pembuatan sistem pakar dengan menggunakan konsep fuzzy logic untuk melakukan diagnosa penyakit mata. Jumlah penyakit mata yang menjadi sample dalam penelitian ini sebanyak 10 jenis penyakit dan total rule dari keseluruhan penyakit berjumlah 2.376 rule. Sedangkan jumlah pasien yang dijadikan test case dalam penelitian adalah sebanyak 30 orang. Metode inferensi sistem yang digunakan yaitu Mamdani dengan proses defuzzifikasi menggunakan metode centroid. Hasil uji coba menunjukkan tingkat kesesuaian hasil aplikasi dengan diagnosa dokter mencapai nilai 83%.

Keywords: fuzzy, mamdani, penyakit mata, sistem pakar

1. Pendahuluan

Kesehatan merupakan suatu anugerah dan nikmat yang paling berharga bagi kehidupan manusia. Dengan kondisi kita sehat, segala aktifitas dalam kehidupan sehari akan terasa lancar. Tapi semua akan berubah ketika kondisi badan kita merasakan sakit, segala aktifitaspun secara otomatis akan terganggu, terutama bagi kita yang merasakan atau menderita sakit mata, yang dimata mata merupakan salah satu bagian vital yang ada pada tubuh kita.

Mata adalah salah satu panca indra yang sangat penting dalam kehidupan manusia untuk melihat. Jika mata mengalami gangguan atau penyakit mata, maka akan berakibat fatal bagi kehidupan manusia. Pekerjaan dokter yang sangat sibuk dan padat mengakibatkan keterlambatan pelayanan kepada masyarakat (Qamaruzzaman & Informatika, 2016). Penyakit mata merupakan penyakit dengan jumlah penderita yang terus meningkat setiap tahunnya di Indonesia. Prevalensi angka kebutaan di Indonesia berkisar 1,2% dari jumlah penduduk. Penyakit mata tersebut terus meningkat seiring dengan menurunnya kualitas dan gaya hidup seperti pola makan, olahraga, istirahat, bekerja, tingkat stress dan usia, jumlah individu dengan keluhan penyakit mata

semakin bertambah (Setiawan & Ratnasari, 2014).

Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem pakar dapat menjadi alternatif dalam mengatasi permasalahan tersebut. Dalam pembuatan sistem pakar, solusi yang digunakan adalah dengan melakukan pendekatan kecerdasan buatan. Ada berbagai metode yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah ketidakpastian saat proses pelacakan. Dalam penelitian ini akan dibahas tentang proses diagnosa penyakit mata menggunakan metode sistem pakar *Fuzzy*. Adapun jumlah penyakit yang akan dibahas atau akan di diagnosa pada penelitian kali ini adalah sebanyak 10 penyakit dengan gejala sebanyak 35 gejala penyakit mata yang secara umum diderita pasien penyakit mata.

Logika *Fuzzy* adalah peningkatan dari logika Boolean yang berhadapan dengan konsep kebenaran sebagian. Saat logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah biner (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak) logika *Fuzzy* menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran.

Adapun keunggulan dari *Fuzzy* diantaranya adalah konsep logika *Fuzzy* mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari

penalaran logika *Fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti, disamping itu *Fuzzy* mempunyai beberapa kekurangan/kelemahan diantaranya hingga kini belum ada pengetahuan sistematis yang baku dan seragam tentang metodologi pemecahan problema kendali menggunakan pengendali *Fuzzy* (Saelan, 2009).

2. Metode Penelitian

Ada beberapa metodologi penelitian yang dilakukan dalam penelitian kali ini, yaitu:

A. Studi Literatur

Dengan mempelajari buku-buku referensi, artikel serta jurnal terkait dengan permasalahan penelitian yang diangkat serta mencari solusi yang terbaik. Topik bahasan utama yang dibutuhkan diantaranya adalah tentang sistem pakar dengan metode *Fuzzy* dan tentang penyakit mata.

B. Analisa

Melakukan analisa terhadap permasalahan yang diambil dan metode *Fuzzy* yang digunakan untuk menghasilkan solusi yang sesuai dengan tujuan penelitian.

C. Perancangan Sistem

Tahap ini berupa perancangan dan pembentukan diagram dependensi, himpunan *Fuzzy* dan tampilan antar muka dari sistem yang akan dibuat.

D. Implementasi

Mengimplementasikan rancangan sistem pakar *Fuzzy* yang telah dibuat ke dalam kode program dan membuktikan bahwa hasil analisa secara teoritis yang telah dilakukan benar-benar sesuai dengan yang diharapkan.

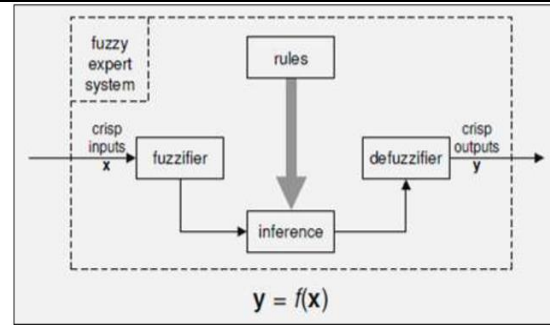
E. Uji Coba Sistem

Melakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibuat apakah sistem mampu menyelesaikan permasalahan dengan tepat seperti yang diharapkan. Uji coba yang dilakukan berupa menyesuaikan hasil aplikasi dengan analisa dokter, simulasi dengan view rules dan tracing manual perhitungan defuzzifikasi untuk menentukan nilai output.

F. Dokumentasi

Menyusun laporan mulai dari latar belakang permasalahan sampai dengan kesimpulan.

Selanjutnya proses yang menunjukkan hubungan antara *input*, *output* dan pakar digambarkan sebagai berikut: (Muhammad Yunus, 2015)



Gambar 1. Arsitektur sistem pakar *fuzzy*

Berikut adalah penjelasan dari gambar diatas :

1. Memasukkan *inputan* berupa bilangan tegas (*crisp*), kemudian masuk ke dalam proses *fuzzification* (fuzzifikasi). Fuzzifikasi merupakan proses mengubah suatu masukan dari *crisp input* menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik). Biasanya variabel *fuzzy* disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* dengan suatu fungsi keanggotaannya masing-masing.
2. Setelah melalui proses fuzzifikasi, akan masuk ke proses *Fuzzy Inference Sistem*. Proses *Fuzzy Inference Sistem* adalah acuan untuk menjelaskan hubungan antara variabel-variabel masukan dan keluaran yang nantinya proses ini akan menghasilkan *fuzzy output*. Di dalam proses ini juga dilakukan pengecekan menggunakan *rule fuzzy*.

Setelah melalui proses *fuzzy inference sistem*, akan masuk ke proses *defuzzification* (defuzzifikasi). Defuzzifikasi merupakan proses perubahan variabel berbentuk *fuzzy* atau *fuzzy output* menjadi bilangan tegas (*crisp*) yang merupakan hasil akhir.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan metode pengembangan sistem diatas, berikut ini adalah hasil dari *Fuzzy Expert System* yang dikembangkan :

A. Persiapan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pasien yang mengidap penyakit mata sebanyak 30 orang.

B. Pembentukan variabel dan himpunan *fuzzy*

Berikut ini adalah proses pembentukan variabel dan himpunan *fuzzy* dalam penelitian ini. Dimana dalam penentuan nilai parameter *fuzzy*-nya menggunakan konsep tuning system agar nilai output yang dihasilkan lebih akurat (Yunus, 2018).

Tabel 1. Variabel dan Himpunan Fuzzy

No	Variabel (Gejala)	Semesta Pemb.	Himp. Fuzzy	Doma in
Variabel Inputan :				
1	Nyeri pada Mata (NyeriMata)	0-100	Ringan	[0 0 20 50]
			Sedang	[20 50 80]
			Berat	[50 80 80 100]
2	Sakit Kepala (SakitKepala)	0-100	Ringan	[0 0 20 50]
			Sedang	[20 50 80]
			Berat	[50 80 80 100]
3	Melihat bayangan di sekiling mata (MBayangan)	0-100	Ringan	[0 0 20 50]
			Sedang	[20 50 80]
			Berat	[50 80 80 100]
.....
34	Sakit kepala disertai mata tegang setelah membaca (SakitKepalaMataTegang)	0-100	Ringan	[0 0 20 50]
			Sedang	[20 50 80]
			Berat	[50 80 80 100]
35	Cenderung Memegang Objek Jarak Jauh (PegangObjek)	0-100	Ringan	[0 0 20 50]
			Sedang	[20 50 80]
			Berat	[50 80 80 100]
Variabel Output :				
1	Glaukoma	0-100	Ringan	[0 0 20 50]
			Sedang	[20 50 80]
			Berat	[50 80 80 100]
2	Katarak	0-100	Ringan	[0 0 20 50]
			Sedang	[20 50 80]
			Berat	[50 80 80 100]
3	Kanjungtitis	0-100	Ringan	[0 0 20 50]
			Sedang	[20 50 80]

No	Variabel (Gejala)	Semesta Pemb.	Himp. Fuzzy	Doma in
Variabel Inputan :				
4	Degenerasi Makula	0-100	Berat	[50 80 80 100]
			Ringan	[0 0 20 50]
			Sedang	[20 50 80]
5	Ablasi Retina	0-100	Ringan	[0 0 20 50]
			Sedang	[20 50 80]
			Berat	[50 80 80 100]
6	Pterygium	0-100	Ringan	[0 0 20 50]
			Sedang	[20 50 80]
			Berat	[50 80 80 100]
7	Rabun Dekat (hiperopia)	0-100	Ringan	[0 0 20 50]
			Sedang	[20 50 80]
			Berat	[50 80 80 100]
8	Rabun Jauh (Miopia)	0-100	Ringan	[0 0 20 50]
			Sedang	[20 50 80]
			Berat	[50 80 80 100]
9	Astigmatisme	0-100	Ringan	[0 0 20 50]
			Sedang	[20 50 80]
			Berat	[50 80 80 100]
10	Presbiopia (Mata Tua)	0-100	Ringan	[0 0 20 50]
			Sedang	[20 50 80]
			Berat	[50 80 80 100]

Untuk membuat aturan *rule base fuzzy* jumlah maksimum *rule* yang terbentuk tergantung dari jumlah anggota himpunan *fuzzy* pada setiap *inputan/variabel* dengan persamaan : (Note, 1960)

Jumlah rule Maksimum = Jumlah Membership Input 1 x Jumlah Membership 2 x Jumlah Membership n.
 Dapat dirumuskan menjadi : a^n . Dimana a adalah jumlah variabel *fuzzy*, dan n adalah jumlah himpunan *fuzzy*.

C. *Pembentukan Rule Fuzzy*

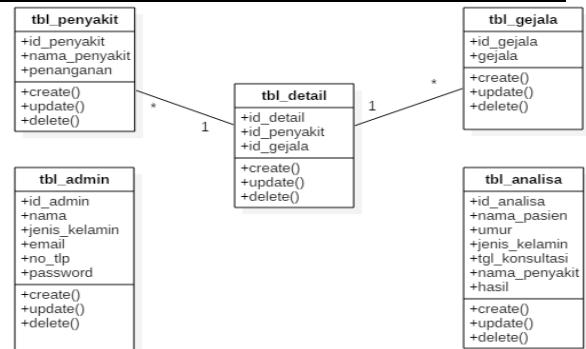
Berikut ini adalah pembentukan *rule fuzzy* untuk contoh kasus penyakit mata Degenerasi Makula.

Tabel 2. Pembentukan Rules Fuzzy

R 1	IF warna terlihat kurang cerah is RINGAN And penglihatan samar atau berkabut is RINGAN And adanya titik buta pada bidang penglihatan is RINGAN Then Degenerasi Makula is RINGAN
R 2	IF warna terlihat kurang cerah is RINGAN And penglihatan samar atau berkabut is SEDANG And adanya titik buta pada bidang penglihatan is RINGAN Then Degenerasi Makula is RINGAN
R 3	IF warna terlihat kurang cerah is RINGAN And penglihatan samar atau berkabut is BERAT And adanya titik buta pada bidang penglihatan is RINGAN Then Degenerasi Makula is RINGAN
...	Dst
R 25	IF warna terlihat kurang cerah is SEDANG And penglihatan samar atau berkabut is BERAT And adanya titik buta pada bidang penglihatan is BERAT Then Degenerasi Makula is BERAT
R 26	IF warna terlihat kurang cerah is BERAT And penglihatan samar atau berkabut is SEDANG And adanya titik buta pada bidang penglihatan is SEDANG Then Degenerasi Makula is SEDANG
R 27	IF warna terlihat kurang cerah is BERAT And penglihatan samar atau berkabut is BERAT And adanya titik buta pada bidang penglihatan is BERAT Then Degenerasi Makula is BERAT

D. *Class Diagram*

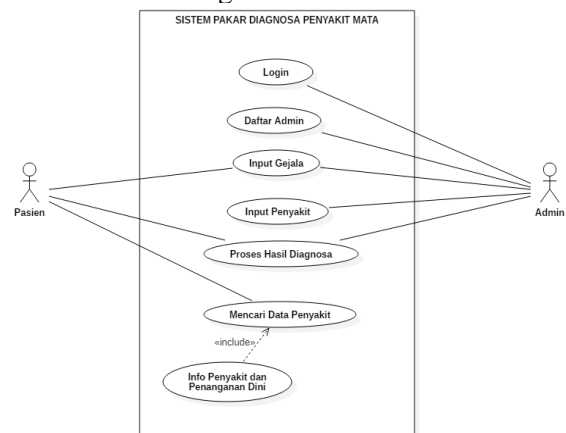
Class diagram adalah diagram yang menggambarkan struktur sistem dari segi pendefinisian kelas-kelas yang akan dibuat untuk membangun sistem



Gambar 2. *Class diagram* sistem pakar diagnosa penyakit mata

E. *Use Case Diagram*

Use Case Diagram dibuat untuk melihat interaksi *user* dengan sistem



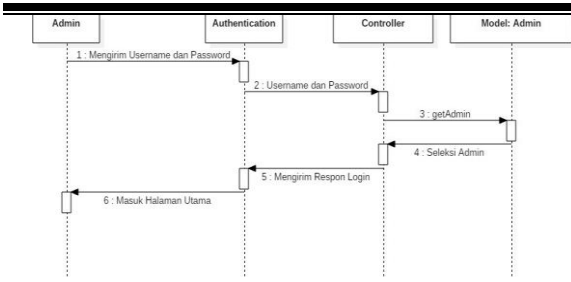
Gambar 3. *Use case diagram* sistem pakar diagnosa penyakit mata

Keterangan:

1. Aktor yang berperan dalam sistem ini adalah : pasien dan admin.
2. Aktor pasien mengakses halaman website diagnosa penyakit mata dan melakukan diagnosa dengan menginputkan gejala-gejala yang dirasakan dan mendapatkan info berupa hasil dari diagnosa penyakit mata serta mendapatkan info tentang penanganan dini dari penyakit mata yang deritanya tersebut.
3. Aktor admin melakukan login pada sistem dan selanjutnya admin dapat memasukkan data-data berupa data penyakit, data gejala, dan juga dapat melakukan pembaruan terhadap penyakit dan gejala yang sudah diinputkan sebelumnya.

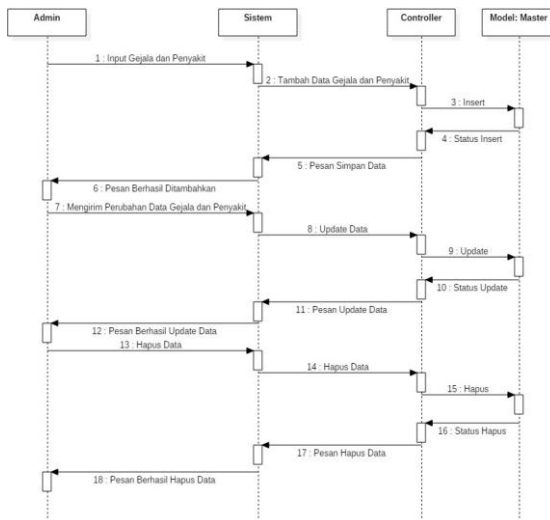
F. *Sequence Diagram*

Sequence Diagram menggambarkan interaksi object yang diatur dalam ukuran waktu, berikut gambar *sequence diagram* dari sistem diagnose penyakit mata



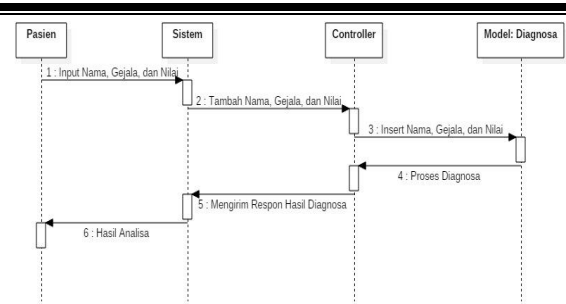
Gambar 4. Sequence diagram admin login

Aktor admin melakukan proses login dan selanjutnya akan dikirimkan model admin untuk memvalidasi dan menyimpan kedalam database. Jika login yang dilakukan benar, maka controller akan mengirimkan pesan ke actor admin untuk masuk kedalam beranda admin.



Gambar 5. Sequence diagram halaman admin

Seorang Admin dapat memasukkan data master seperti: gejala-gejala, penyakit, dan pengguna di sistem. Selanjutnya sistem akan mengirimkan data-data tersebut ke model Master melalui Controller insert, dan model mengirimkan status insert ke Controller dan Controller mengirimkan pesan simpan data di sistem dan selanjutnya sistem akan menampilkan pesan ke Admin bahwa data berhasil ditambah, dan begitu juga langkah-langkah penjelasan untuk proses update dan delete

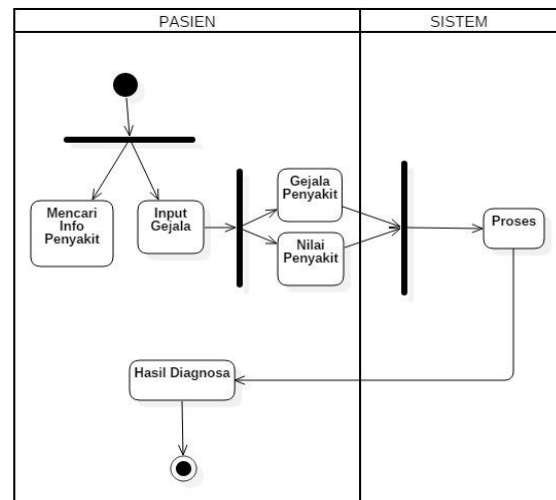


Gambar 6. Sequence diagram halaman pasien

Seorang pasien melakukan penginputan gejala yang sesuai dengan yang dirasakan pada sakit mata yang dideritanya tersebut serta memberikan nilai pada tiap-tiap gejala yang dialami. Selanjutnya sistem akan mengirimkan melalui controller dan selanjutnya di model diagnosa, akan melakukan proses perhitungan dengan menggunakan metode fuzzy, setelah itu akan mengirimkan hasil kembali kepada sistem melalui penghubung controller dan sistem juga akan menampilkan hasil diagnosa kepada pasien

G. Activity Diagram

Activity Diagram menggambarkan aliran aktivitas/tahapan kegiatan



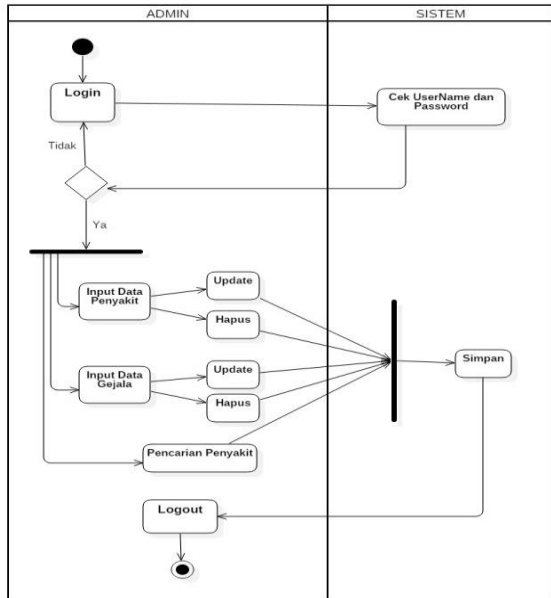
Gambar 7. Activity diagram pasien

Adapaun penjelasan mengenai activity diagram diatas sebagai berikut:

1. Pasien mengakses halaman website diagnosa penyakit mata dan langsung dapat melakukan 2 aktifitas, diantaranya mencari data info penyakit dan melakukan input gejala penyakit mata yang dirasakan. Dalam melakukan proses input gejala penyakit mata yang dirasakan,

pasien harus menginputkan pula range atau nilai yang dirasakan terhadap gejala yang dirasakan.

- Selanjutnya sistem akan memproses data inputan yang pasien lakukan sebelumnya dan akan menampilkan kesimpulan dari hasil diagnosa penyakit mata yang diderita.

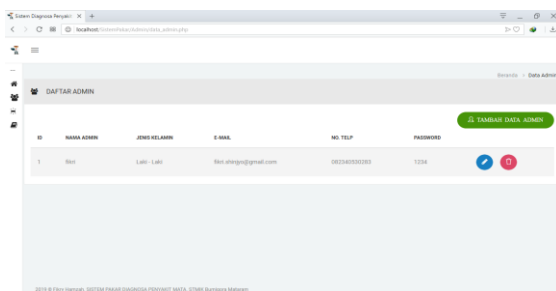


Gambar 8. Activity diagram admin

Berikut penjelasan tentang activity diagram pada admin:

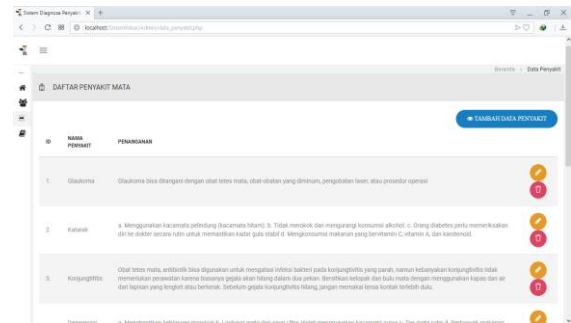
- Admin melakukan proses login dan selanjutnya sistem akan mengecek username dan password, jika gagal, maka proses akan mengulang kembali ke halaman login.
- Admin dapat melakukan proses input data, seperti data penyakit dan data gejala, dan selanjutnya akan admin menyimpan data-data tersebut kedalam sistem.
- Admin dapat melakukan proses pencarian data penyakit.
- Admin dapat pula melakukan proses logout jika semua proses telah selesai dilakukan.

H. Tampilan Program



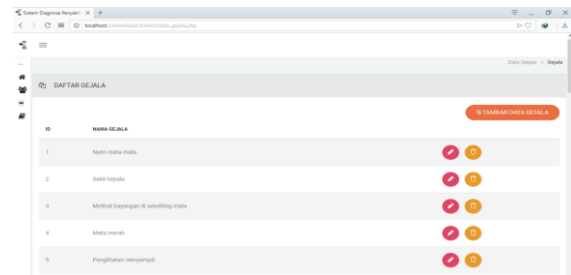
Gambar 13. Tampilan halaman data admin

Halaman ini berisikan tentang data admin, dalam halaman ini terdapat fitur tambah dan update data admin



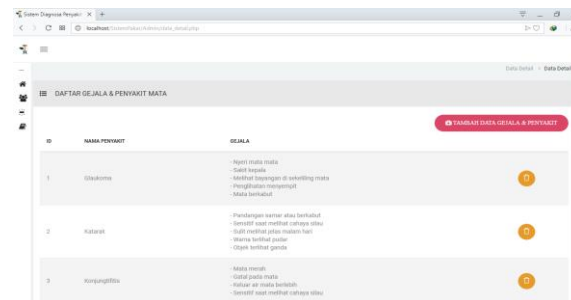
Gambar 9. Tampilan halaman daftar penyakit

Pada halaman ini berisikan nama penyakit beserta penanganannya, halaman ini pula terdapat fitur tambah dan ubah data



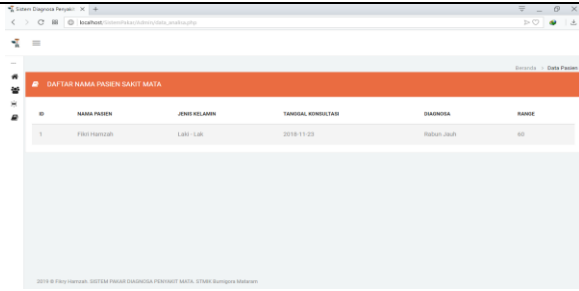
Gambar 10. Tampilan halaman daftar gejala

Halaman ini merupakan halaman gejala penyakit dari 10 penyakit mata yang menjadi bahan penelitian pada skripsi ini.



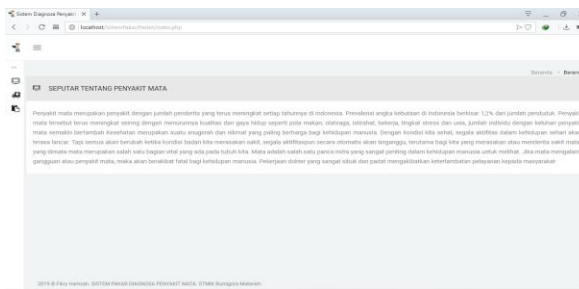
Gambar 11. Tampilan halaman gejala detail

Halaman ini berisikan tentang informasi penyakit beserta gejala penyakit mata.



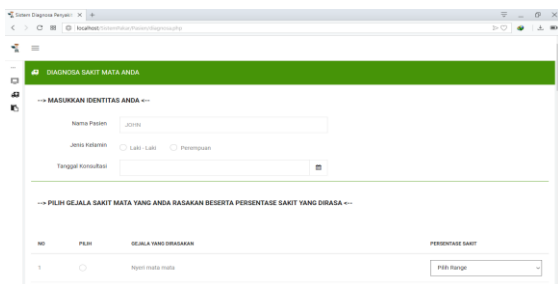
Gambar 12. Tampilan halaman data pasien

Halaman ini berisikan informasi pengguna aplikasi sistem pakar ini.



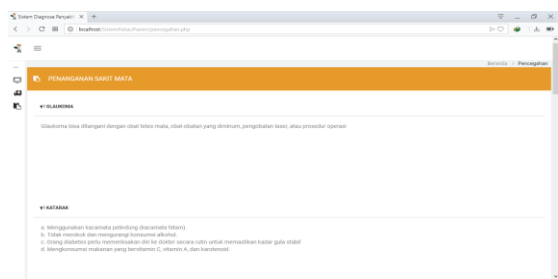
Gambar 13. Tampilan halaman utama pasien

Halaman ini berisikan tentang informasi tentang penyakit mata.



Gambar 14. Tampilan halaman input gejala

Pada halaman ini berisikan tentang inputan berupa gejala dan derajat sakit yang dirasakan oleh pasien penyakit mata, dilengkapi juga dengan biodata pasien.



Gambar 15. Tampilan halaman input gejala

Halaman ini berisikan tentang informasi penanganan secara dini penyakit mata yang diderita oleh pasien

I. Hasil Uji Coba

Selain melakukan uji coba *black box* kepada sistem, dilakukan juga uji coba dengan membandingkan hasil perhitungan teoritis konsep logika fuzzy dengan data diagnosa pasien. Misalnya ada pasien dengan gejala berupa warna terlihat kurang cerah (35), penglihatan samara tau berkabut (45), adanya titik buta pada bidang penglihatan (70).

1) Fuzzifikasi

Fuzzifikasi berfungsi untuk menentukan derajat keanggotaan dari sejumlah inputan pada himpunan *fuzzy*. Berikut adalah fungsi keanggotaan untuk semua kriteria/variabel :

$$\mu_{\text{Ringan}}[a] = \begin{cases} 1; & a \leq 20 \\ \frac{50-a}{30}; & 20 \leq a \leq 50 \\ 0; & a \geq 50 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{\text{Sedang}}[a] = \begin{cases} 0; & a \leq 20 \text{ or } a \geq 80 \\ \frac{a-20}{30}; & 20 \leq a \leq 50 \\ \frac{80-a}{30}; & 50 \leq a \leq 80 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{\text{Berat}}[a] = \begin{cases} 0; & a \leq 50 \\ \frac{a-50}{30}; & 50 \leq a \leq 80 \\ 1; & a \geq 80 \end{cases} \quad (3)$$

Berikut adalah proses fuzzifikasi pada variable:

a. Warna terlihat kurang cerah (a) = 35

$$\mu_{\text{WarnaTerlihatKurangCerahRingan}}[35] = \frac{50-35}{30} = \frac{15}{30} = 0,5 \quad (4)$$

$$\mu_{\text{WarnaTerlihatKurangCerahSedang}}[35] = \frac{35-20}{30} = \frac{15}{30} = 0,5 \quad (5)$$

$$\mu_{\text{WarnaTerlihatKurangCerahBerat}}[35] = 0$$

b. Penglihatan samar atau berkabut (a) = 45

$$\mu_{\text{PenglihatanSamarAtauBerkabutRingan}}[45] =$$

$$\frac{50-45}{30} = \frac{5}{30} = 0,17 \quad (6)$$

$$\mu_{\text{PenglihatanSamarAtauBerkabutSedang}}[45] =$$

$$\frac{45-20}{30} = \frac{25}{30} = 0,83 \quad (7)$$

$$\mu_{\text{PenglihatanSamarAtauBerkabutBerat}}[45] = 0$$

c. Adanya titik buta pada bidang penglihatan (a) = 70

$$\mu_{\text{Adanya TitikButaPadaBidangPenglihatanRingan}}[70] = 0$$

$$\mu_{\text{Adanya TitikButaPadaBidangPenglihatanSedang}}[70] =$$

$$\frac{80-70}{30} = \frac{10}{30} = 0,33 \quad (8)$$

$$\mu_{\text{Adanya TitikButaPadaBidangPenglihatanBerat}}[70] =$$

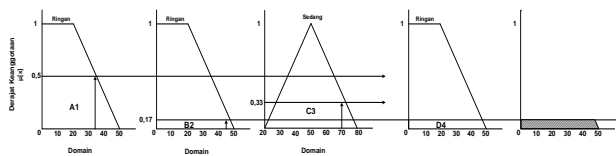
$$\frac{70-50}{30} = \frac{20}{30} = 0,67 \quad (9)$$

2) Implikasi

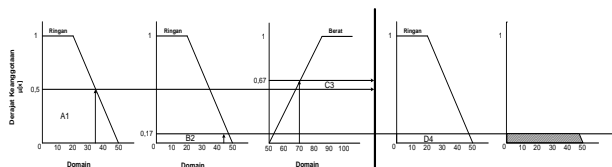
Karena menggunakan operator AND, maka implikasi yang digunakan adalah fungsi MIN untuk menentukan nilai α -predikat. Dengan mengambil nilai terbesar.

3) Agregasi

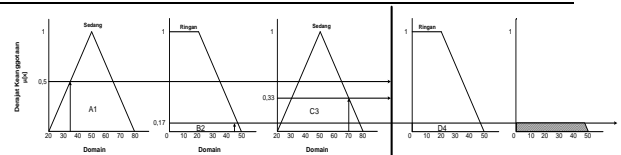
Agregasi atau komposisi semua aturan berfungsi untuk mendapatkan sebuah set output tunggal dari sekumpulan aturan hasil proses implikasi dengan fungsi MIN. Hasil dari proses agregasi ini selanjutnya nanti akan digunakan untuk mencari luas daerah atau solusi daerah fuzzy menggunakan melalui proses defuzzifikasi dengan metode centroid. Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan hasil implikasi terhadap sekumpulan rule yang selanjutnya nanti digunakan untuk proses agregasi.



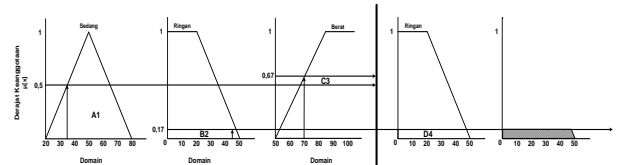
Gambar 15. Hasil dari fungsi implikasi untuk rule ke 4



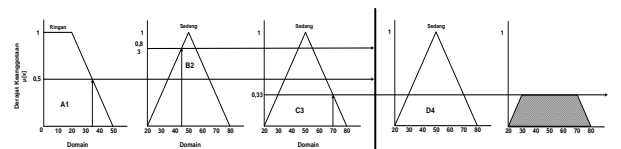
Gambar 16. Hasil dari fungsi implikasi untuk rule ke 5



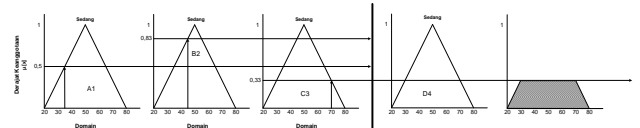
Gambar 17. Hasil dari fungsi implikasi untuk rule ke 11



Gambar 18. Hasil dari fungsi implikasi untuk rule ke 12

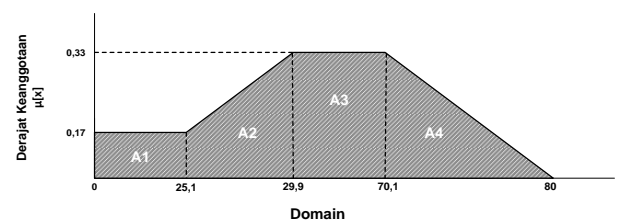


Gambar 19. Hasil dari fungsi implikasi untuk rule ke 22



Gambar 20. Hasil dari fungsi implikasi untuk rule ke 24

Dari seluruh hasil implikasi gambar diatas selanjutnya akan dilakukan perhitungan nilai maksimum (MAX) dengan memilih nilai maksimum pada setiap himpunan fuzzy:



Gambar 21. Daerah hasil agregasi

Hasil dari fungsi implikasi akan menghasilkan himpunan *fuzzy* baru, yaitu pada saat aturan ke 4 [R4] saat nilai $\mu_{\text{DegenerasiMakulaRingan}}[z] = 0,17$ maka nilai z dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\frac{50-z}{30} = 0,17 \rightarrow z = 44,9 \quad (10)$$

Sehingga fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* baru sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Ringan}}[a] = \begin{cases} 0,17 ; z \leq 44,9 \\ \frac{50-z}{30} ; 44,9 \leq z \leq 50 \\ 0 ; z \geq 50 \end{cases} \quad (11)$$

Sedangkan pada aturan ke 22 [R22] saat nilai $\mu_{\text{DegenerasiMakulaSedang}}[Z] = 0,33$, maka nilai z dapat ditentukan sebagai berikut

$$\frac{z-20}{30} = 0,33 \rightarrow z = 29,9 \quad \text{Atau} \quad \frac{80-z}{30} = 0,33 \rightarrow z = 70,1 \quad (12)$$

Sehingga fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* baru sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Ringan}}[a] = \begin{cases} 0 ; z \leq 20 \text{ or } z \geq 80 \\ \frac{50-z}{30} ; 20 \leq z \leq 29,9 \\ 1 ; 29,9 \leq z \leq 70,1 \\ \frac{80-z}{30} ; 70,1 \leq z \leq 80 \end{cases} \quad (13)$$

kedua himpunan *fuzzy* baru yang terbentuk dari hasil implikasi diatas selanjutnya akan digunakan untuk membentuk himpunan *fuzzy* baru pada hasil komposisi semua aturan. Caranya dengan mencari nilai titik potong pada gambar 4.30 diatas. Dimana titik potong antara aturan ke 4 [R4] dan ke 22 [R22] terjadi saat

$$\mu_{\text{DegenerasiMakulaRingan}}[Z] = \mu_{\text{DegenerasiMakulaSedang}}[Z] = 0,17 \text{ yaitu:}$$

$$\frac{z-20}{30} = 0,17 \rightarrow z = 25,1$$

(14)

Sehingga fungsi keanggotaan baru untuk komposisi semua *output* (solusi *fuzzy*/sf) adalah sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Ringan}}[a] = \begin{cases} 0,17 ; z \leq 25,1 \\ \frac{z-20}{30} ; 25,1 \leq z \leq 29,9 \\ 0,33 ; 29,9 \leq z \leq 70,1 \\ \frac{80-z}{30} ; 70,1 \leq z \leq 80 \\ 0 ; z \geq 80 \end{cases} \quad (15)$$

4) Defuzzifikasi

Selanjutnya adalah proses defuzzifikasi dengan metode *centroid*. Sebelumnya pada gambar daerah hasil dari agregasi (solusi *fuzzy*) diatas,

daerah hasil dibagi menjadi 4 bagian dengan luas daerah masing-masing yaitu A1, A2, A3, A4. Dimana momen terhadap nilai keanggotaan masing-masing adalah M1, M2, M3, M4.

a. Menghitung Momen

$$Z = \int \mu_x(z) \cdot z dz \quad (16)$$

$$\begin{aligned} M1 &= \int_0^{25,1} (0,17) z dz \\ &= 0,17 \int_0^{25,1} z dz \\ &= 0,17 \left[\frac{1}{2} z^2 \right]_0^{25,1} \\ &= 0,17 \left[\frac{1}{2} (25,1)^2 - \frac{1}{2} (0)^2 \right] \\ &= 0,17 \times 315,005 \\ &= 53,55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M2 &= \int_{25,1}^{29,9} \left(\frac{z-20}{30} \right) z dz \\ &= \int_{25,1}^{29,9} \frac{1}{30} (z-20) z dz \\ &= \frac{1}{30} \int_{25,1}^{29,9} z^2 - 20z dz \\ &= \frac{1}{30} \left[\frac{1}{3} z^3 - \frac{20}{2} z^2 \right]_{25,1}^{29,9} \\ &= \frac{1}{30} \left[\frac{1}{3} z^3 - 10z^2 \right]_{25,1}^{29,9} \\ &= \left[\frac{z^3}{90} - \frac{z^2}{3} \right]_{25,1}^{29,9} \\ &= \left(\frac{29,9^3}{90} - \frac{29,9^2}{3} \right) - \left(\frac{25,1^3}{90} - \frac{25,1^2}{3} \right) \\ &= (-0,993) + 34,300 \\ &= 33,307 \end{aligned}$$

$$M3 = \int_{29,9}^{70,1} (0,33) z dz$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,33 \int_{29,9}^{70,1} z \, dz \\
 &= 0,33 \left[\frac{1}{2} z^2 \right]_{29,9}^{70,1} \\
 &= 0,33 \left[\frac{1}{2} (70,1)^2 - \frac{1}{2} (29,9)^2 \right] \\
 &= \frac{0,33}{2} [2457,005 - 447,005] \\
 &= 0,33 \times 2010,045 \\
 &= 663,3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M4 &= \int_{70,1}^{80} \left(\frac{80-z}{30} \right) z \, dz \\
 &= \int_{70,1}^{80} \frac{1}{30} (80-z) z \, dz \\
 &= \frac{1}{30} \int_{70,1}^{80} 80z - z^2 \, dz \\
 &= \frac{1}{30} \left[\frac{80}{2} z^2 - \frac{1}{3} z^3 \right]_{70,1}^{80} \\
 &= \left[\frac{80}{60} z^2 - \frac{z^3}{90} \right]_{70,1}^{80} \\
 &= \left[\frac{4}{3} z^2 - \frac{z^3}{90} \right]_{70,1}^{80} \\
 &= \left(\frac{4}{3} 80^2 - \frac{80^3}{90} \right) - \left(\frac{4}{3} 70,1^2 - \frac{70,1^3}{90} \right) \\
 &= 2844,444 - 2724,545 \\
 &= 119,898
 \end{aligned}$$

b. Menghitung Luas

$$\begin{aligned}
 A1 &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \\
 &= (17) \\
 &= 25,1 \times 0,17 \\
 &= 4,27
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A2 &= \text{Jumlah sisi sejajar} \times \left(\frac{\text{tinggi}}{2} \right) \quad (18) \\
 &= (0,17 + 0,33) \times \left(\frac{29,9-25,1}{2} \right) \\
 &= 0,5 \times 2,4 \\
 &= 1,2
 \end{aligned}$$

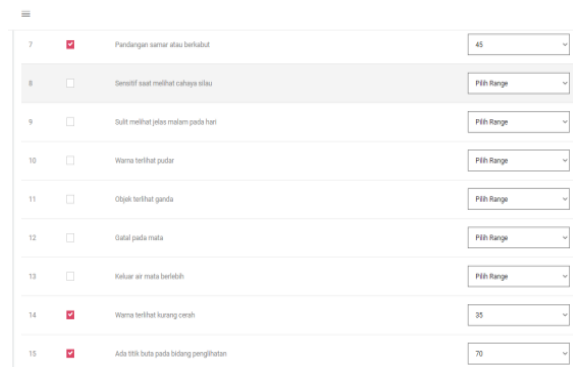
$$\begin{aligned}
 A3 &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \\
 &= (19) \\
 &= (70,1 - 29,9) \times 0,33 \\
 &= 40,2 \times 0,33 \\
 &= 13,27
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A4 &= \text{Alas} \times \left(\frac{\text{tinggi}}{2} \right) \quad (20) \\
 &= (80 - 70,1) \times \frac{0,33}{2} \\
 &= 9,9 \times 0,17 \\
 &= 1,633
 \end{aligned}$$

c. Menghitung Titik Pusat Terhadap z

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{M1 + M2 + M3 + M4}{A1 + A2 + A3 + A4} \quad (21) \\
 &= \frac{53,55 + 33,307 + 663,3 + 119,898}{4,27 + 1,2 + 13,27 + 1,633} \\
 &= \frac{870,055}{20,373} \\
 &= 42,70
 \end{aligned}$$

maka kemungkinan terbesar penyakit yang diderita pasien adalah penyakit Degenerasi Makula Sedang, dengan derajat nilai sebesar 42,70.



7	<input checked="" type="checkbox"/>	Pandangan samar atau buram	45
8	<input type="checkbox"/>	Senyit saat melihat cahaya silau	Pilih Range
9	<input type="checkbox"/>	Double melihat objek malam pada hari	Pilih Range
10	<input type="checkbox"/>	Warna terlihat pudar	Pilih Range
11	<input type="checkbox"/>	Objek terlihat ganda	Pilih Range
12	<input type="checkbox"/>	Gatal pada mata	Pilih Range
13	<input type="checkbox"/>	Kekuar air mata berlebih	Pilih Range
14	<input checked="" type="checkbox"/>	Warna terlihat kurang cerah	35
15	<input checked="" type="checkbox"/>	Ada titik hitam pada bidang penglihatan	70

Gambar 22. Proses uji coba aplikasi

Kesimpulan penyakit dengan potensi terbesar sebagai berikut:

Berdasarkan Hasil Diagnosa dari Gejala yang Anda Inputkan, Sistem Kami Mendiagnosa Anda Terkena Penyakit Mata **Degenerasi Makula** Dengan Kondisi **SEDANG** dan Tingkat Keparahan **42.891**.
 Segera Kunjungi Dokter Spesialis Mata Terdekat untuk Tindakan atau Penanganan Lebih Lanjut.

SIMPAN Dan Lihat Penanganan Secara Dini Dari Sakit Mata Yang Anda Derita

Terimakasih Telah Menggunakan Aplikasi Kami, SEHAT SELALU

Gambar 23. Kesimpulan hasil analisa penyakit

Ketika disesuaikan dengan analisa perhitungan manual juga menghasilkan nilai yang sama yaitu 42,7. Sehingga dapat disimpulkan sistem yang dibangun dengan menggunakan sistem fuzzy ini bisa berjalan sesuai harapan.

4, Kesimpulan dan Saran

Berikut ini kesimpulan dan saran yang bisa diberikan dari penelitian yang telah dilakukan.

4.1. Simpulan

1. Hasil uji coba sistem mencapai nilai akurasi 83%
2. Sistem mampu menghasilkan diagnosa penyakit mata yang disertai dengan status diagnosa/stadium serta tingkat keparahan (%)

4.2. Saran

1. Untuk menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi, sebaiknya untuk penelitian berikutnya bisa menambahkan data jumlah penyakit mata beserta data pasien yang digunakan untuk training dan uji coba
2. Validasi hasil uji coba juga sebaiknya menggunakan minimal 3 dokter spesialis mata untuk meningkatkan hasil akurasi sistem
3. Pada penelitian berikutnya sebaiknya juga menggunakan sistem berbasis android dan atau menggunakan algoritma yang lain untuk menguji tingkat kevalidan dan keakurasian

Qamaruzzaman, M. H., & Informatika, M. (2016). *Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Mata Pada Manusia Menggunakan Teorema Bayes*. 5(4), 7–11.

Saelan, A. (2009). *LOGIKA FUZZY*. (13508029), 1–5.

Setiawan, W., & Ratnasari, S. (2014). *SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT MATA*. (November), 1–6.

Yunus, M. (2018). *OPTIMASI PENENTUAN NILAI PARAMETER HIMPUNAN FUZZY DENGAN TEKNIK TUNING SYSTEM*. 18(1).

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih yang tidak terhingga penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penelitian ini, khususnya kepada dr. Nofal Suryanto, Sp.M., selaku pakar dalam penelitian ini. Kemudian kepada pihak Apotek Kimia Farma Sumbawa NTB yang telah memberikan kesempatan dalam proses penelitian serta kepada pihak Universitas Bumigora Mataram yang telah memfasilitasi dukungan moril dan motivasi penuh.

DAFTAR PUSTAKA

Muhammad Yunus. (2015). Penerapan Fuzzy Expert System Untuk Diagnosa Penyakit Telinga, Hidung Dan Tenggorokan (Tht). *Matrik : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 15(1), 51–53. <https://doi.org/https://doi.org/10.30812/matrik.v15i1.29>

Note, A. (1960). *DT-51*. 1–18.