

**SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT SINUSITIS
MENGUNAKAN METODE *FUZZY TSUKAMOTO***

SKRIPSI

HASRAT SETIAWAN HAREFA

181401085



**PROGRAM STUDI S1 ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

**SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT SINUSITIS
MENGUNAKAN METODE *FUZZY TSUKAMOTO***

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi tugas dan memenuhi syarat memperoleh ijazah Sarjana
Ilmu Komputer

HASRAT SETIAWAN HAREFA

181401085



**PROGRAM STUDI S1 ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

PERSETUJUAN

Judul : SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT
SINUSITIS MENGGUNAKAN METODE FUZZY
TSUKAMOTO

Kategori : SKRIPSI

Nama : HASRAT SETIAWAN HAREFA

Nomor Induk Mahasiswa : 181401085

Program Studi : SARJANA (S-1) ILMU KOMPUTER

Fakultas : ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI
INFORMASI UNIVERSITAS SUMATERA
UTARA

Telah diuji dan dinyatakan lulus di Medan, 15 Oktober 2024

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I

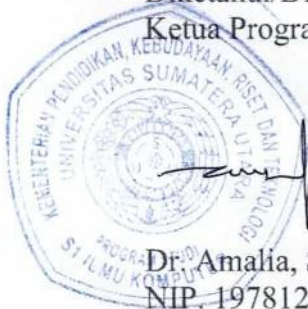


Sri Melvani Hardi S.Kom., M.Kom
NIP. 198805012015042006



Fuzy Yustika Manik S.Kom., M.Kom
NIP. 198710152019032010

Diketahui/Disetujui Oleh
Ketua Program Studi S-1 Ilmu Komputer



Dr. Amalia, S.T., M.T
NIP. 197812212014042001

PERNYATAAN**SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT SINUSITIS MENGGUNAKAN
METODE *FUZZY TSUKAMOTO*****SKRIPSI**

Saya mengakui bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing telah disebutkan sumbernya.

Medan, Oktober 2024



Hasrat Setiawan Harefa

181401085

PENGHARGAAN

Dalam menyelesaikan skripsi berjudul **“Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Sinusitis Menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto*”** yang menjadi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari Program Studi S1 Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara. Oleh karena itu, penulis memanjatkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah turut membantu dan memberi dukungan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini, antara lain:

1. Rektor Universitas Sumatera Utara, Bapak Prof. Dr. Muryanto Amin, S.Sos., M.Si.,
2. Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara, Ibu Dr. Maya Silvi Lydia B.Sc., M.Sc.
3. Ketua Program Studi S1 Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara sekaligus dosen penguji I yang selalu memberikan waktu untuk bimbingan, saran, dan masukan, Ibu Dr. Amalia S.T., M.T.
4. Dosen Pembimbing Akademik memberikan waktu bimbingan, saran, dan nasihat selama perkuliahan dan penyusunan skripsi, Bapak Amer Sharif S.Si, M.Kom.
5. Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan waktu bimbingan, saran, dan nasihat selama penyusunan skripsi ini, Ibu Fuzy Yustika Manik S.Kom., M.Kom.
6. Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan waktu untuk bimbingan, saran, dan nasihat selama penyusunan skripsi, Ibu Sri Melvani Hardi, S.Kom, M.Kom.
7. Dosen Penguji II yang selalu memberikan waktu untuk membimbing, memberikan saran dan nasihat selama penyusunan skripsi, Bapak Handrizal, S.Si, M.Comp.Sc.

8. Seluruh sivitas akademika Program Studi S1 Ilmu Komputer Universitas Sumatera Utara yang turut berperan penting selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
9. Keluarga penulis ayahanda Augustinus Harefa, ibunda Murtiati Harefa, adinda Yupisari Harefa, Yariani Harefa, Hasrat Oktafineli Harefa, dan Ilmi Kurnia Harefa yang selalu setia memberikan doa, dukungan, motivasi dan perhatian kepada penulis penyusunan skripsi.
10. Pihak yang terlibat secara langsung ataupun tidak langsung dalam penyelesaian laporan ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan berkah serta karunia untuk kita semua. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya, terima kasih.

Medan, Oktober 2024



Penulis

SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT SINUSITIS MENGGUNAKAN METODE FUZZY TSUKAMOTO

ABSTRAK

Sinusitis merupakan salah satu penyakit THT yang kerap ditemukan dalam praktek kedokteran. Sering sekali masyarakat tidak menyadari kehadiran penyakit ini dikarenakan edukasi tentang penyakit ini bisa menjadi faktor ketidakpedulian masyarakat akan bahaya penyakit sinusitis sehingga meningkatkan risiko keterlambatan penanganan yang seharusnya dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem pakar berbasis metode *fuzzy tsukamoto* yang mampu mendiagnosis sinusitis dengan akurat sesuai dengan pengetahuan pakar sehingga dapat membantu masyarakat untuk mengenali sinusitis yang tengah diderita, mengingat biaya penanganan dan konsultasi ke dokter relatif mahal. *Fuzzy Tsukamoto* memiliki kemampuan untuk menangani data yang tidak pasti sehingga tepat untuk diimplementasikan dalam mengolah gejala-gejala sinusitis yang sering kali susah dibedakan dengan gejala penyakit THT lainnya. Sistem ini dibangun dan dirancang dengan menggunakan aturan IF-THEN yang diimplementasikan dalam himpunan *fuzzy* untuk mendapatkan hasil diagnosis yang akurat. Hasil evaluasi sistem menunjukkan bahwa sistem pakar diagnosis penyakit sinusitis ini memberikan hasil yang sesuai dengan diagnosis manual yang dilakukan oleh dokter spesialis THT dan memiliki tingkat keakuratan yang baik yaitu 81,82%. Dan berdasarkan hasil *User Acceptance Test* (UAT) juga menunjukkan bahwa sistem ini dapat memberikan informasi akurat dan membantu pengenalan awal terhadap sinusitis. Dengan demikian, sistem pakar ini diharapkan dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi masyarakat dalam mengidentifikasi dan menangani sinusitis secara lebih efisien dan relatif murah.

Kata Kunci. Diagnosis, Fuzzy Tsukamoto, Sinusitis, Sistem Pakar

EXPERT SYSTEM FOR SINUSITIS DIAGNOSIS USING TSUKAMOTO FUZZY METHOD

ABSTRACT

Sinusitis is one of the ENT diseases that is often found in medical practice. Very often people are not aware of the presence of this disease because education about this disease can be a factor in public ignorance of the dangers of sinusitis, thus increasing the risk of delays in treatment that should be done. This research aims to build an expert system based on the Tsukamoto fuzzy method that is able to diagnose sinusitis accurately according to expert knowledge so that it can help the public to recognize sinusitis that is being suffered, considering the cost of handling and consulting a doctor is relatively expensive. Fuzzy Tsukamoto has the ability to handle uncertain data so that it is appropriate to be implemented in processing sinusitis symptoms which are often difficult to distinguish from other ENT disease symptoms. This system is built and designed using IF-THEN rules implemented in fuzzy sets to get accurate diagnosis results. The results of the system evaluation show that this sinusitis diagnosis expert system provides results that are in accordance with the manual diagnosis made by ENT specialists and has a good accuracy rate of 81.82%. And based on the results of the User Acceptance Test (UAT) also shows that this system can provide accurate information and help early recognition of sinusitis. Thus, this expert system is expected to be a useful reference for the community in identifying and treating sinusitis more efficiently and relatively cheaply.

Keywords. Diagnosis, Fuzzy Tsukamoto, Sinusitis, Expert System,

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN.....	iv
PENGHARGAAN.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Metode Penelitian	4
1.7. Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Sistem Pakar	6
2.1.1. <i>Karakteristik sistem pakar</i>	<i>6</i>
2.1.2. <i>Arsitektur sistem pakar</i>	<i>7</i>
2.1.3. <i>Manfaat sistem pakar.....</i>	<i>8</i>
2.1.4. <i>Kekurangan sistem pakar</i>	<i>9</i>
2.2. Sinusitis	9

2.2.1.	<i>Jenis-jenis sinusitis</i>	10
2.2.2.	<i>Gejala sinusitis</i>	10
2.2.3.	<i>Penyebab sinusitis</i>	11
2.3.	Logika Fuzzy	11
2.3.1.	<i>Himpunan fuzzy</i>	12
2.3.2.	<i>Fungsi keanggotaan</i>	12
2.3.3.	<i>Fuzzy tsukamoto</i>	14
2.4.	Penelitian yang Relevan	15
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM		17
3.1.	Analisis Sistem	17
3.1.1.	<i>Analisis masalah</i>	17
3.1.2.	<i>Analisis kebutuhan</i>	18
3.2.	Analisis Proses	19
3.2.1.	<i>Menentukan variabel fuzzy</i>	20
3.2.2.	<i>Menentukan himpunan fuzzy</i>	21
3.2.3.	<i>Fuzzifikasi</i>	22
3.2.4.	<i>Menentukan aturan fuzzy IF-THEN rules.</i>	35
3.2.5.	<i>Proses inferensi dengan metode fuzzy tsukamoto</i>	35
3.2.6.	<i>Defuzifikasi menggunakan metode average atau nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai crisp.</i>	35
3.3.	Pemodelan Sistem	36
3.3.1.	<i>Arsitektur umum sistem</i>	36
3.3.2.	<i>Use case diagram</i>	37
3.3.3.	<i>Activity diagram</i>	40
3.3.4.	<i>Sequence diagram</i>	42
3.4.	Flowchart	42
3.4.1.	<i>Flowchart system</i>	42

3.4.2.	<i>Flowchart fuzzy tsukamoto</i>	43
3.5.	Perancangan Interface	44
3.5.1.	<i>Perancangan halaman utama</i>	44
3.5.2.	<i>Perancangan halaman login</i>	45
3.5.3.	<i>Perancangan halaman konsultasi</i>	47
3.5.4.	<i>Perancangan halaman hasil konsultasi</i>	48
3.5.5.	<i>Perancangan halaman riwayat konsultasi</i>	49
3.5.6.	<i>Perancangan halaman about</i>	50
3.5.7.	<i>Perancangan halaman admin</i>	51
BAB IV	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM	54
4.1.	Implementasi System	54
4.1.1.	<i>Antarmuka Halaman Utama</i>	54
4.1.2.	<i>Antarmuka halaman konsultasi</i>	55
4.1.3.	<i>Antarmuka halaman hasil konsultasi</i>	56
4.1.4.	<i>Antarmuka halaman riwayat konsultasi</i>	57
4.1.5.	<i>Antarmuka halaman about</i>	58
4.1.6.	<i>Antarmuka halaman admin</i>	58
4.1.7.	<i>Antarmuka halaman dashboard</i>	59
4.1.8.	<i>Antarmuka halaman data pasien</i>	59
4.1.9.	<i>Antarmuka halaman riwayat konsultasi</i>	60
4.2.	Pengujian	61
4.2.1.	<i>Pengujian Manual Metode Fuzzy Tsukamoto</i>	61
4.2.2.	<i>Pengujian Sistem</i>	79
4.2.3.	<i>Evaluasi sistem</i>	80
4.2.4.	<i>User accepted test</i>	81
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	83
5.1.	Kesimpulan	83

5.2. Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA.....	84
LAMPIRAN.....	A-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur Sistem Pakar	8
Gambar 2. 2 Sistem Fuzzy	12
Gambar 2. 3 Grafik Keanggotaan Kurva Linear	13
Gambar 2. 4 Grafik Keanggotaan Kurva Segitiga.....	13
Gambar 2. 5 Grafik Keanggotaan Kurva Trapesium.....	14
Gambar 3. 1 Ishikawa Diagram.....	18
Gambar 3. 2 Fungsi Keanggotaan	22
Gambar 3. 3 Fungsi Keanggotaan Hidung Tersumbat	24
Gambar 3. 4 Fungsi Keanggotaan Hidung Berdarah	25
Gambar 3. 5 Fungsi Keanggotaan Hidung Berair	26
Gambar 3. 6 Fungsi Keanggotaan Nyeri pada Kepala	27
Gambar 3. 7 Fungsi Keanggotaan Nyeri pada Pipi	28
Gambar 3. 8 Fungsi Keanggotaan Gigi Rahang Atas Sakit	29
Gambar 3. 9 Fungsi Keanggotaan Mata Bengkak.....	30
Gambar 3. 10 Fungsi Keanggotaan Penurunan pada Indra Penciuman	31
Gambar 3. 11 Fungsi Keanggotaan Alergi	32
Gambar 3. 12 Fungsi Keanggotaan Demam	33
Gambar 3. 13 Fungsi Keanggotaan Hasil Pemeriksaan	34
Gambar 3. 14 Arsitektur Umum Sistem	36
Gambar 3. 15 Use Case Diagram	37
Gambar 3. 16 Activity Diagram	41
Gambar 3. 17 Sequence Diagram.....	42
Gambar 3. 18 Flowchart System	43
Gambar 3. 19 Flowchart Fuzzy Tsukamoto	44
Gambar 3. 20 Halaman Utama	45
Gambar 3. 21 Halaman Login	46
Gambar 3. 22 Halaman Registrasi.....	47
Gambar 3. 23 Halaman Konsultasi.....	48

Gambar 3. 24 Hasil Konsultasi.....	49
Gambar 3. 25 Halaman Riwayat Konsultasi	50
Gambar 3. 26 Halaman About.....	51
Gambar 3. 27 Halaman Admin.....	52
Gambar 3. 28 Halaman Pendukung (Dashboard, Data Pasien, dan Riwayat Test)....	53
Gambar 4. 1 Halaman Utama	54
Gambar 4. 2 Halaman Login	55
Gambar 4. 3 Halaman Registrasi.....	55
Gambar 4. 4 Halaman Konsultasi.....	56
Gambar 4. 5 Halaman Hasil Konsultasi	57
Gambar 4. 6 Halaman Riwayat Konsultasi	57
Gambar 4. 7 Halaman About	58
Gambar 4. 8 Halaman Admin	59
Gambar 4. 9 Halaman Dashboard	59
Gambar 4. 10 Halaman Data Pasien.....	60
Gambar 4. 11 Halaman Riwayat Konsultasi	60

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Gejala	20
Tabel 3. 2 Jenis-Jenis Sinusitis.....	21
Tabel 3. 3 Kamus Data Gejala	21
Tabel 3. 4 Fungsi Keanggotaan Usia	23
Tabel 3. 5 Fungsi Keanggotaan Hidung Tersumbat.....	24
Tabel 3. 6 Fungsi Keanggotaan Hidung Berdarah	25
Tabel 3. 7 Fungsi Keanggotaan Hidung Berair	26
Tabel 3. 8 Fungsi Keanggotaan Nyeri pada Kepala.....	27
Tabel 3. 9 Fungsi Keanggotaan Nyeri pada Pipi.....	29
Tabel 3. 10 Fungsi Keanggotaan Gigi Rahan Atas Sakit.....	30
Tabel 3. 11 Fungsi Keanggotaan Mata Bengkak	31
Tabel 3. 12 Fungsi Keanggotaan Penurunan pada Indra Penciuman	32
Tabel 3. 13 Fungsi Keanggotaan Alergi.....	33
Tabel 3. 14 Fungsi Keanggotaan Demam	34
Tabel 3. 15 Fungsi Keanggotaan Hasil Pemeriksaan	35
Tabel 3. 16 <i>Narative Use Case</i> Halaman Utama	38
Tabel 3. 17 <i>Narative Use Case</i> Konsultasi	38
Tabel 3. 18 <i>Narative Use Case</i> Riwayat Konsultasi	39
Tabel 3. 19 <i>Narative Use Case</i> About	40
Tabel 4. 1 Data Gejala Pasien	61
Tabel 4. 2 Defuzifikasi	78
Tabel 4. 3 Pengujian Black Box.....	79
Tabel 4. 4 Tabel Perbandingan Hasil Sistem	80
Tabel 4. 5 User Acceptance Test.....	82

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sinusitis merupakan satu dari sekian banyak penyakit THT (Tenggorokan, Hidung, dan Telinga) dimana menjadi masalah kesehatan yang kerap ditemukan dalam praktek dokter sehari-hari. Dengan kalimat lain, frekuensi terpapar sinusitis termasuk tinggi. Sinusitis juga biasa dikenal dengan Rinosinusitis. Menurut data DEPKES RI tahun 2003, penyakit hidung dan sinus berada di peringkat ke-25 dari 50 pola penyakit peringkat utama atau sekitar 102.817 penderitanya (sinusitis kronis) yang rawat jalan di rumah sakit (Mangunkusumo & Soetjipto, 2010).

Sinusitis adalah kondisi dimana terdapat peradangan pada lapisan sinus disebabkan oleh bakteri dan virus. Lapisan sinus sangat berperan dalam mengontrol atau menjaga kelembaban hidung dan pertukaran udara. Membran mukosa merupakan tempat umumnya terjadi peradangan sinus, biasanya menyerang sinus paranasal dan kavitas nasal. Sinus paranasal merupakan rongga kecil yang berada pada area tulang wajah berisi udara. Sinus dapat dibedakan menjadi empat bagian yaitu sinus frontal (di dahi), sinus etmoid (pangkal hidung), sinus maksila (pipi), dan sinus sfenoid yang berada di belakang sinus etmoid (Nursalam, 2005).

Masyarakat sering sekali tidak menyadari kehadiran penyakit sinusitis. Hal ini dikarenakan oleh gejala-gejala yang timbul dianggap biasa. Gejala yang dialami pada umumnya adalah batuk, hidung tersumbat, dan demam. Kurangnya edukasi tentang penyakit ini bisa menjadi faktor ketidakpedulian masyarakat akan bahaya penyakit sinusitis. Sinusitis juga termasuk ke dalam Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). Dalam penelitian terbaru yang dikutip dari Riskesdas (Riset Kesehatan Dasar) 2018,

prevalensi ISPA menunjukkan bahwa kasus ISPA terjadi di semua provinsi di Indonesia, dan kelompok umur 5-14 tahun yang paling sering mengalami ISPA.

Sistem pakar dapat menjadi solusi dalam identifikasi dini terhadap penyakit sinusitis. Sangat diharapkan kehadiran sistem pakar ini akan sangat membantu masyarakat dalam mengantisipasi gejala dan mengetahui tindakan awal dalam penanganan sinusitis. Disamping itu, keberadaan sistem ini juga dapat membantu masyarakat dalam meminimalisir biaya dan waktu konsultasi dengan dokter spesialis THT.

Sistem pakar adalah bagian dari kecerdasan buatan (AI), yang merupakan metode yang digunakan AI untuk mengatasi masalah pemrograman intelijen. Sistem pakar adalah program komputer yang meniru setiap aspek proses pengambilan keputusan seorang pakar dengan menerapkan dan menyerap data, pengetahuan, dan Teknik penalaran. Pakar yang dimaksud adalah seseorang yang memiliki pengalaman atau pengetahuan di bidang tertentu (Pratiwi, 2019). Berdasarkan penelitian terdahulu menunjukkan bahwa *fuzzy tsukamoto* dapat menjadi solusi dan memiliki tingkat akurasi yang baik. Dalam penelitian (Nugraha, et al., 2019), tingkat akurasi yang didapatkan adalah 95%. Dalam penelitian (Kotimah, Mahmudy, & Wijyaningrum, 2017), didapatkan tingkat akurasi sebesar 95% dibandingkan tanpa optimalisasi yaitu 90%. Juga dalam penelitian (Hadi & Mahmudy, 2015), memiliki tingkat keakuratan yang baik yaitu 84% sesuai dengan penilaian pakar.

Pada penelitian ini dibutuhkan *fuzzy inference system* dalam memecahkan dan menyelesaikan masalah yang ada. Algoritma ini terdiri dari beberapa metode, diantaranya Tsukamoto, Mamdani, dan Sugeno. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah *Fuzzy Tsukamoto* yang merupakan metode penalaran yang bertoleransi pada data karena bersifat intuitif. Metode ini digambarkan dalam bentuk IF-THEN untuk setiap aturan yang dimodelkan ke dalam suatu fungsi keanggotaan yang sama.

1.2. Rumusan Masalah

Masyarakat seringkali tidak menyadari kehadiran penyakit sinusitis, karena gejala yang muncul kadang dianggap biasa saja. Kurangnya edukasi sangat berpengaruh dan bisa

saja menjadi faktor yang membuat masyarakat mengabaikan gejala penyakit ini. Biaya konsultasi dengan pakar atau dokter spesialis THT yang relatif mahal dan menyita banyak waktu juga dapat mengakibatkan pola pikir masyarakat menjadi salah dalam penanganan penyakit ini. Apabila dibiarkan terus menerus dapat menimbulkan dampak fatal untuk kesehatan. Oleh karena itu, dengan adanya sistem pakar ini diharapkan menjadi solusi yang tepat, cepat, akurat, dan murah dalam penanganan permasalahan tersebut.

1.3. Batasan Masalah

Penulis membatasi lingkup masalah yang diteliti. Batasan masalah yang diterapkan, antara lain:

1. Dalam diagnosis penyakit sinusitis sistem membutuhkan *input* berupa data gejala yang diderita pasien. Data tersebut didapatkan dari pakar atau dokter spesialis Telinga, Hidung, dan Tenggorokan (THT), dan data rekam medis rumah sakit.
2. Metode yang diterapkan adalah *Fuzzy Tsukamoto*.
3. Sistem memberikan *output* berupa diagnosis penyakit sinusitis (jenis penyakit sinusitis) sesuai dengan gejala yang diderita oleh pasien.
4. Sistem pakar dibangun berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP.
5. Penelitian dilakukan di Rumah Sakit Umum Bethesda Gunungsitoli bersama dokter spesialis THT yang dalam penelitian ini sebagai pakar.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah sebelumnya, maka penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem pakar menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*. Sistem yang dimaksud yaitu sistem yang mampu mendiagnosis penyakit sinusitis dengan akurat dan tepat dengan memberikan penanganan awal berdasarkan gejala yang dialami oleh pasien.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini, antara lain:

1. Menciptakan sebuah sistem guna memudahkan diagnosa penyakit sinusitis berdasarkan gejala yang dialami pasien.
2. Memberikan kemudahan bagi masyarakat, institusi pelayanan kesehatan, dan pakar dalam penanganan awal penyakit sinusitis.

1.6. Metode Penelitian

Metode penelitian ini, antara lain:

1. Studi Pustaka

Pertama-tama dilakukan pencarian data sekunder dari berbagai referensi atau sumber informasi yang terkait dengan penelitian, yang bertujuan untuk mempermudah penelitian. Beberapa referensi yang diterapkan dalam tahap ini adalah jurnal, buku, artikel, dan situs internet terkait Expert System, sinusitis, dan metode *fuzzy* (khususnya *fuzzy* Tsukamoto).

2. Studi Lapangan

Setelah itu, akan dilakukan pengambilan informasi yang dibutuhkan untuk penelitian secara langsung via wawancara dengan pakar (dokter spesialis THT) atau data rekam medis rumah sakit. Data yang dibutuhkan berupa penjelasan pakar terhadap nilai kepastian untuk setiap gejala penyakit sinusitis.

3. Analisa dan Perancangan

Penulis melakukan kajian terhadap topik-topik yang berkaitan dengan penelitian berdasarkan ruang lingkup penelitian. Setelah itu akan dibuat diagram Ishikawa dan *flowchart*.

4. Implementasi

Implementasi ini menggunakan bahasa pemrograman PHP, rancangan dibuat dalam bentuk *flowchart*, diagram isikhawa, dan UML.

5. Pengujian

Kemudian dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dirancang.

6. Dokumentasi

Pada tahap terakhir diperlukan laporan hasil analisis dan perancangan sistem dalam bentuk skripsi.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini terdiri dari lima bab, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang penelitian berjudul “Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Sinusitis Menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto*”, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan teori-teori dan penelitian relevan yang berkaitan dan mendukung penelitian.

BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menjelaskan tentang analisis sistem, analisis permasalahan, analisis kebutuhan, analisis proses, pemodelan sistem, arsitektur umum, *flowchart*, dan perancangan *interface system*.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Pada bab ini dijelaskan tentang implementasi serta pengujian terhadap sistem yang telah dibangun berdasarkan perancangan sistem yang sebelumnya telah dibuat.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab terakhir ini menjelaskan tentang hasil dan kesimpulan dari penelitian yang telah penulis lakukan berdasar pada hasil pengujian sistem serta saran yang bermanfaat untuk pihak yang melakukan atau mengembangkan penelitian berikutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan bagian dari *Artificial Intelligent (AI)* yang sudah lama dikembangkan dan bertujuan untuk membantu memberikan solusi dari suatu permasalahan kompleks. Keberadaan sistem pakar ini membantu dan dapat menggantikan peran seorang ahli atau pakar dalam suatu bidang tertentu. (Kusumadewi, 2003).

Sistem Pakar memiliki peran yang sangat baik dalam membantu kehidupan manusia. Sistem pakar mampu memahami proses kecerdasan yang dimiliki manusia. Dengan kalimat lain, Sistem pakar adalah sebuah sistem komputer yang dibangun dimana mengambil atau mengangkat fakta, penalaran, dan pengetahuan yang dipunyai oleh seorang pakar sehingga dapat menghasilkan solusi dari suatu permasalahan.

Tujuan dibangunnya sebuah sistem pakar adalah untuk membantu banyak orang dalam menyelesaikan atau memperoleh solusi dari suatu permasalahan pada bidang tertentu. Sistem dibangun berdasarkan pengetahuan yang diperoleh dari pakar atau ahlinya langsung dalam suatu bidang. Perlu diingat bahwa, sistem pakar tidak dapat memberikan kebenaran 100%, hanya saja mendekati nilai kebenarannya.

2.1.1. Karakteristik sistem pakar

Karakteristik yang dimiliki sistem pakar diantaranya sebagai berikut:

1. Memiliki kemampuan sesuai yang dimiliki oleh pakar atau ahli berdasarkan bidang tertentu.
2. Sistem pakar memiliki pengetahuan berupa konsep, bukan numerik

3. Berbasis pengetahuan dan *inference engine* yang dibedakan.
4. Sistem yang dimiliki mampu bekerja sangat baik (*high performance*) atau memberikan solusi/respon berupa *advice* berkualitas seperti pakar
5. Sistem pakar memiliki waktu respon yang baik (*adequate respon time*) sehingga mampu memberikan keputusan yang lebih cepat dibandingkan pakar.
6. *Good Reliability*. Sistem dapat diandalkan dan tidak mudah rusak.
7. Memiliki pengembangan sistem yang sesuai atau berdasarkan pengetahuan yang dimiliki oleh pakar (*flexibility*). Memiliki sistem yang mudah dipahami (*understandable*).

2.1.2. Arsitektur sistem pakar

Sistem pakar terdiri atas 6 bagian utama, diantaranya:

1. *Knowledge Base* (Basis Pengetahuan)

Bagian ini menjelaskan pengetahuan mendasar tentang pemahaman, formulasi, dan pemecahan masalah. Basis pengetahuan ini terdiri atas fakta dan aturan (*rule*). Fakta merupakan informasi mengenai kondisi atau permasalahan yang ada. Sedangkan, aturan lebih fokus kepada cara memperoleh fakta terbaru dari fakta yang sudah tersedia sebelumnya (mengarahkan penggunaan fakta tersebut dalam menyelesaikan permasalahan).

2. *Database Spreadsheet* (Basis Data)

Basis data merupakan sekelompok data tentang fakta yang diperoleh dari basis pengetahuan. Basis data akan disimpan dan diproses oleh sistem atau komputer.

3. *Inference Engine* (Mesin Inferensi)

Inference Engine adalah pusat dari sebuah sistem pakar. Berfungsi untuk mengontrol proses penalaran dalam mencapai solusi atau kesimpulan dari permasalahan. *Inference Engine* menerapkan strategi pengendalian sebagai pemandu arah proses penalaran.

4. *User Interface* (Antarmuka Pengguna)

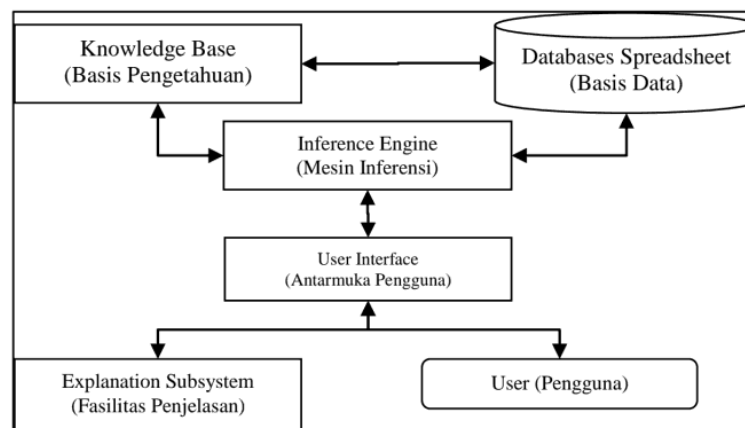
User Interface adalah sarana interaksi, dialog, atau komunikasi antara sistem pakar dengan *user*. Interaksi antar keduanya disarankan memakai bahasa yang mudah dimengerti bersama serta dilengkapi dengan *menu*, *graphic*, dan *e-form*.

5. *Explanation Subsystem* (Fasilitas Penjelasan)

Fasilitas Penjelasan berperan dalam menjelaskan bagaimana cara mengambil kesimpulan suatu kondisi.

6. *User* (Pengguna)

adalah seorang yang menggunakan sistem pakar untuk mengetahui solusi dan saran terhadap permasalahan yang ada.



Gambar 2. 1 Arsitektur Sistem Pakar

Sumber: Ramadhan & Pane, 2018

2.1.3. *Manfaat sistem pakar*

Sistem pakar ini mempunyai manfaat sebagai berikut:

1. Meningkatkan *output*, sistem dapat beroperasi lebih cepat dibandingkan kinerja manusia.
2. Mendongkrak kualitas, sistem memberikan solusi atau kesimpulan yang baik dan berbobot berdasarkan konsistensi penalaran yang teratur sehingga meminimalisir kesalahan dalam memberikan solusi.
3. Memudahkan akses pengetahuan atau kecerdasan dari pakar.

4. Meningkatkan kemampuan dalam menyelesaikan suatu permasalahan sederhana hingga kompleks. Sistem pakar memiliki sumber atau referensi yang luas (dari banyak pakar).
5. Pengguna mampu berkonsultasi langsung dengan pakar melalui sistem walau jarak antara pengguna dan pakar jauh.

2.1.4. Kekurangan sistem pakar

Kekurangan sistem pakar ini, antara lain:

1. Hanya dapat menyelesaikan permasalahan bersifat pasti dalam bentuk saran (*advice*), serta tidak bersifat keputusan.
2. Memiliki keterbatasan basis pengetahuan dan hanya terdiri aturan-aturan berbentuk pernyataan *if-then*.
3. Kemampuan sistem terbatas. Sistem pakar hanya bisa menyelesaikan permasalahan berdasarkan basis pengetahuan yang diimplementasikan ke dalam sistem. Hasilnya selaras terhadap alur inferensi masukan. Terkadang bersifat dinamis apabila sistem selalu diperbaharui (*update*) setiap kala.
4. Tingkat kebenaran sistem pakar tidak 100%.

2.2. Sinusitis

Sinusitis merupakan masalah kesehatan yang kerap ditemukan dalam praktek dokter. Banyak orang tidak menyadari kehadiran penyakit ini, dikarenakan gejala yang muncul dianggap biasa dan disebabkan oleh alergi dan pilek. Sinusitis adalah peradangan pada selaput lendir yang terdapat pada rongga sinus, biasanya pada sinus paranasal. Sinusitis juga dikenal dengan nama Rhinosinusitis.

Peradangan sinus terdiri atas maxillary sinusitis (peradangan sinus maxillaris), frontal sinusitis (peradangan sinus frontalis), ethmoid sinusitis (peradangan sinus ethmoidalis), dan sphenoiditis sinusitis (peradangan sinus sphenoidalis) (Dorland, 2000).

2.2.1. *Jenis-jenis sinusitis*

Rhinosinusitis dibedakan menjadi:

1. Sinusitis akut/kronik

Rhinosinusitis akut adalah peradangan hidung dan sinus paranasal yang gejalanya dirasakan atau terjadi selama lebih atau sama dengan 12 minggu.

Menurut Konsensus 2004, sinusitis terbagi atas :

- a. Sinusitis Akut (0 – 1 bulan)
- b. Sinusitis Sub Akut (1 – 3 bulan)
- c. Sinusitis Kronik (lebih dari 3 bulan)

2. Sinusitis pada dewasa

Menurut EPOS 2012, sinusitis pada orang dewasa adalah peradangan hidung serta sinus paranasal. Peradangan ini memiliki gejala seperti hidung tersumbat dan nyeri pada wajah dan penurunan atau hilangnya indra penciuman.

3. Sinusitis pada anak

Menurut EPOS 2012, sinusitis pada anak adalah peradangan hidung dan sinus paranasal. Gejala mencolok terdiri dari dua atau lebih seperti hidung tersumbat atau sekret hidung, disertai dengan adanya nyeri pada wajah dan batuk.

4. Sinusitis odontogen (peradangan gigi rahang atas)

5. Sinusitis rinogen (peradangan pada hidung)

2.2.2. *Gejala sinusitis*

Gejala penyakit sinusitis, antara lain:

1. Pilek
2. Hidung tersumbat (hidung berdarah dan hidung berair)
3. Sakit kepala
4. Demam
5. Penurunan indra penciuman
6. Nyeri pada wajah
7. Gigi rahang atas sakit
8. Pembengkakan pada kelopak mata

2.2.3. Penyebab sinusitis

Sinusitis pada umumnya disebabkan oleh infeksi virus pada saluran pernapasan atas manusia, sebanyak 2% kasus sinusitis kronis disebabkan oleh bakteri. Berikut penyebab sinusitis, yaitu:

1. Sinusitis virus akut
2. Sinusitis bakterial akut
3. Invasif sinusitis fungal akut

2.3. Logika Fuzzy

Logika *Fuzzy* ditemukan dan diperkenalkan pertama kali oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada tahun 1962. Logika *fuzzy* memiliki komponen yang saling terintegrasi atau terhubung. Sistem *fuzzy* :

1. Input

Kondisi/permasalahan yang akan diolah atau dipecahkan.

2. Fuzzifikasi

Proses pengubahan nilai *crisp (input)* menjadi variabel linguistik dengan menggunakan fungsi keanggotaan.

3. Inferensi

Proses ini menerapkan aturan (*rule*) pada inputan *fuzzy* yang dihasilkan pada fuzzifikasi. Tiap aturan tersebut akan dievaluasi untuk mendapatkan derajat keanggotaan. Derajat keanggotaan akan menjadi premis yang digunakan untuk menentukan nilai kebenaran suatu kesimpulan.

4. Defuzzifikasi

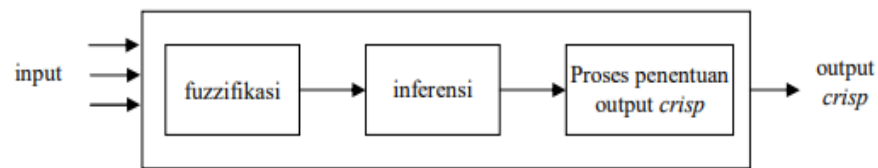
Proses terakhir yang dilakukan dan bertujuan untuk mengubah hasil tahap inferensi ke dalam bentuk *fuzzy set*.

5. Basis Pengetahuan

Merupakan kumpulan fakta-fakta yang berasal dari pakar tentang suatu permasalahan yang akan dipecahkan.

6. Output

Hasil akhir (solusi) dari proses *fuzzy*.



Gambar 2. 2 Sistem Fuzzy

Sumber : Rosnelly, 2012

Alasan penerapan logika *fuzzy*, antara lain:

- Mudah dipahami (memiliki konsep perhitungan sederhana)
- Mudah menyesuaikan
- Memiliki toleransi terhadap kumpulan data yang kurang jelas.
- Mampu memodelkan fungsi non-linear dengan detail.
- Mampu membangun atau merancang sebuah sistem pakar berdasarkan pengetahuan pakar tanpa harus mengikuti proses pelatihan terlebih dahulu.
- Mampu bekerjasama dengan optimal dan stabil secara tradisional.
- Dibangun dengan bahasa yang mudah dipahami.

2.3.1. Himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* sering diterapkan dalam mengantisipasi perubahan nilai berdampak menghasilkan perbedaan signifikan atau tinggi dari setiap kategori. Nilai keanggotaan dari suatu sistem dalam suatu himpunan pada himpunan *crisp* (tegas) memiliki dua probabilitas, yaitu:

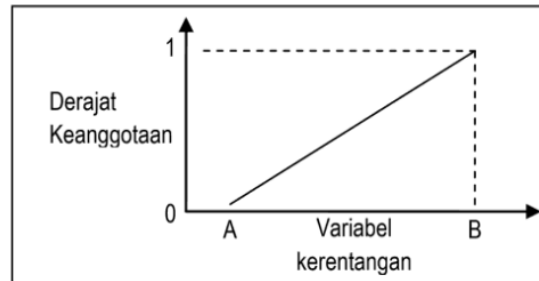
- 1, menetapkan keanggotaan suatu unit dalam himpunan,
- 0, menandakan suatu unit tersebut bukan merupakan anggota himpunan.

2.3.2. Fungsi keanggotaan

Fungsi keanggotaan merupakan kurva yang memberikan gambaran dari suatu titik *input* ke dalam nilai keanggotaan yang berinterval antara 0 sampai 1. Pendekatan ini merupakan tahapan untuk memperoleh nilai keanggotaannya. Dilambangkan dengan $\mu(x)$, nilai keanggotaan berfungsi untuk menentukan nilai kebenaran pada saat inferensi. Berikut adalah fungsi keanggotaan logika *fuzzy*, diantaranya:

1. Kurva Linear

Merupakan variabel *input* yang digambarkan dalam suatu grafik dimana garis lurus pada kurva mendeskripsikan derajat keanggotaannya.

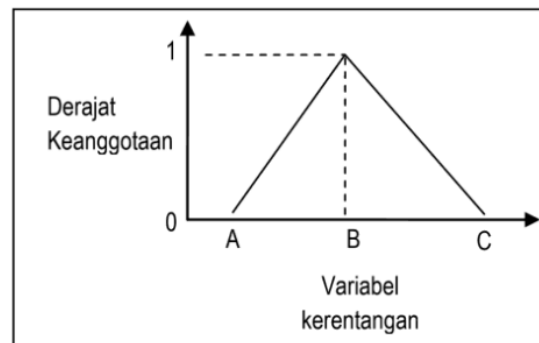


Gambar 2. 3 Grafik Keanggotaan Kurva Linear

Sumber: Ramadhan & Pane, 2018

2. Kurva Segitiga

Merupakan suatu grafik yang menggambarkan derajat keanggotaan dalam bentuk gabungan dua atau lebih garis linear (gabungan kurva linear).

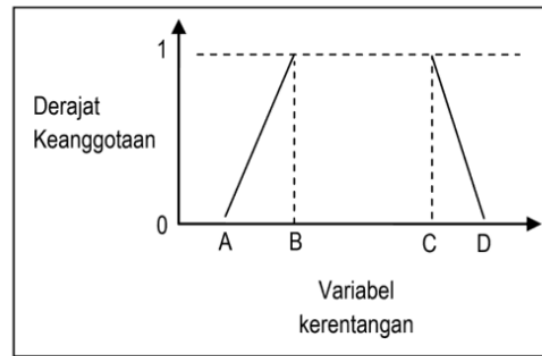


Gambar 2. 4 Grafik Keanggotaan Kurva Segitiga

Sumber: Ramadhan & Pane, 2018

3. Kurva Trapesium

Hampir sama dengan kurva segita. Kurva trapesium merupakan grafik yang mendeskripsikan derajat keanggotaan dalam bentuk gabungan dua garis linear. Namun, perbedaan keduanya terletak pada nilai derajat keanggotaan. Kurva trapesium mempunyai sejumlah titik yang nilai keanggotaannya adalah



Gambar 2. 5 Grafik Keanggotaan Kurva Trapesium

Sumber: Ramadhan & Pane, 2018

2.3.3. *Fuzzy tsukamoto*

Fuzzy tsukamoto merupakan metode yang diperkenalkan pertama kali oleh Tsukamoto. Metode ini merupakan penalaran bertoleransi terhadap data karena bersifat intuitif. Konsekuensi pada setiap aturan, direpresentasikan dalam bentuk IF-THEN untuk dimodelkan ke dalam suatu fungsi keanggotaan yang sama. Variabel masukan dan hasil metode ini akan dikelompokkan menjadi satu atau lebih fungsi keanggotaan. Hasil akhir metode ini didapatkan dari rata-rata berbobot. Tahapan metode ini, yaitu:

1. Fuzifikasi

Proses perhitungan nilai keanggotaan *fuzzy* berdasarkan nilai masukan.

2. Penetapan aturan dalam bentuk IF...THEN...(knowledge base).

3. Inferensi

Hasil dari tahap fuzzifikasi akan diinferensikan dalam aturan-aturan *fuzzy* (rules).

4. Defuzzifikasi

Proses ini mencari nilai rata-rata (average) untuk mendapatkan nilai *output* (crisp).

$$Z^n = \frac{\sum \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i} \dots\dots\dots(1)$$

Pada rumus di atas, Z adalah *output* defuzzifikasi, α_i merupakan nilai derajat keanggotaan, dan z_i merupakan hasil inferensi dari setiap aturan.

2.4. Penelitian yang Relevan

Berikut beberapa penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang akan diteliti oleh penulis antara lain:

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh E. Nugraha, A. P. Wibawa, M. L. Hakim, U. Kholifah, R. H. Dini, dan M. R. Irwanto berjudul “*Implementation of Fuzzy Tsukamoto Method in Decision Support System of Journal Acceptance*” (Nugraha, et al., 2019). Akurasi hasil perbandingan metode manual, pakar, dan DSS dengan metode Fuzzy Tsukamoto adalah 95%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode ini tingkat keakuratan yang tinggi.
2. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rahmiati, Rika Melyanti, Des Suryani, dan Ambiyar berjudul “*Mobile Game Education About using Capitals Hiragana and Katana Fisher-Yates Shuffle Algorithm and Fuzzy Tsukamoto*” (Rahmiati, Melyanti, Suryani, & Ambiyar, 2021). *Game mobile* tersebut berhasil mengimplementasikan Algoritma FYS dan Fuzzy Tsukamoto dengan efektif. . proses inferensi metode *fuzzy tsukamoto* menunjukkan hasil 77,5.
3. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Guroh Ramadhan dan Ditdit Nugraha Utam berjudul “*Fuzzy Tsukamoto based Decision Support Model for Purchase Decision in Pharmacy Company*” (Ramadhan & Utama, 2019). Akurasi yang dihasilkan setelah melakukan pengujian atau percobaan sebanyak 20 kali dengan kriteria masukan yang berbeda-beda dalam memprediksi jumlah barang yang akan dipesan oleh suatu perusahaan farmasi adalah rata-rata error 0,5%. Untuk mendapat hasil yang lebih baik maka variabel fuzzy yang dimasukkan harus lebih dari 2 variabel.
4. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wayan Firdaus Mahmudy dan Vivi Nur Wijyaningrum berjudul “*Optimization of Fuzzy Tsukamoto Mebership Function using Genetic Algorithm to Determine the River Water Quality*” (Kotimah, Mahmudy, & Wijyaningrum, 2017). Fungsi Keanggotaan *fuzzy tsukamoto* akan lebih optimal oleh *genetic algorithm*. Nilai akurasi menjadi 95% dibandingkan tanpa optimalisasi yaitu 90%.
5. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nadia Rosmalita Sari dan Wayan Firdaus Mahmudy berjudul “*Fuzzy Inference System Tsukamoto untuk Menentukan Kelayakan Calon Pegawai*” (Sari & Mahmudy, 2015). Hasil perbandingan antara perhitungan menggunakan *fuzzy* dan pakar terhadap

sistem menghasilkan nilai atau ranking yang berbeda. Pengujian keakuratan sistem menggunakan uji kolerasi non parametik *Spearmna* dan menghasilkan nilai keakuratan 0.952 yang menunjukkan bahwa sistem tersebut akurat.

6. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Izza Hasanul Muna dan Elok Mutiara Rakhmawati berjudul "*Implementation of Knapsack Problem-Fuzzy Tsukamoto in the Admission of New Students based on Zone System*" (Muna & Rakhmawati, 2020). Optimalisasi sistem penerimaan siswa menggunakan *Knapsack Problem* dan *Fuzzy Tsukamoto* dapat menjadi solusi yang tepat dan membantu kinerja sistem tersebut.
7. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hilman Nuril Hadi dan Wayan Firdaus Mahmudy berjudul "Penilaian Prestasi Kinerja Pegawai menggunakan *Fuzzy Tsukamoto*" (Hadi & Mahmudy, 2015). Hasil pengujian 25 data pegawai diperoleh tingkat akurasi keberhasilan yang baik yaitu 84%. Tingkat keakuratan tersebut sesuai dengan penilaian pakar.
8. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Daniel Prasetyo Tarigan, Agus Wantoro, dan Setiawansyah berjudul "Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Kredit Mobil dengan *Fuzzy Tsukamoto* (Studi Kasus: PT Clipan Finance)" (Tarigan, Wantoro, & Setiawansyah, 2020). Dari hasil pengujian 60 data *sample* maka diperoleh tingkat keakuratan sebesar 83% tepat. Sistem yang dibangun dapat membantu *Credyt Analyst* dalam membuat rekomendasi keputusan yang benar sehingga tidak merugikan perusahaan.

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1. Analisis Sistem

Analisis sistem adalah proses dekomposisi keseluruhan sistem informasi menjadi elemen-elemen komponennya untuk menemukan dan menilai kemungkinan, permasalahan, hambatan, dan persyaratan yang pada akhirnya dapat menghasilkan ide perbaikan.

Analisis sistem secara sederhana terdiri dari beberapa studi rinci yaitu :

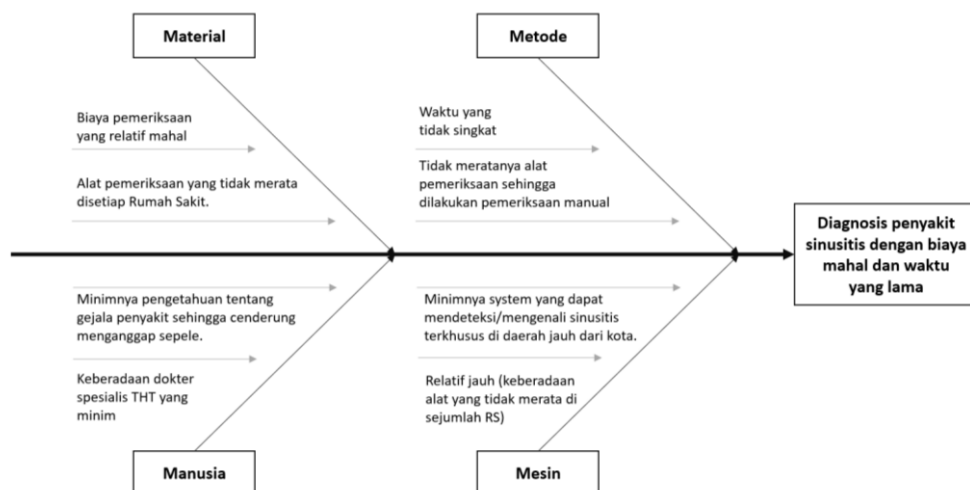
1. Informasi yang diperlukan oleh perusahaan dan peneliti
2. Produk, sumber daya, dan aktivitas dari beberapa sistem informasi yang digunakan
3. Kemampuan sistem informasi untuk keperluan kebutuhan informasi peneliti.

Analisis sistem digunakan untuk memecahkan permasalahan dengan cara mendeskripsikan fase-fase awal pengembangan sistem untuk mencapai tujuan tertentu.

3.1.1. Analisis masalah

Analisis masalah adalah suatu tindakan yang mempelajari permasalahan-permasalahan teridentifikasi di proses sebelumnya dengan tujuan mendapatkan gambaran secara lengkap dan akurat pada permasalahan tersebut. Tujuan dari analisis masalah ini merupakan untuk menghasilkan sistem yang bisa bekerja dan berjalan dengan baik, serta untuk meminimalisir kesalahan dalam perancangan sistem yang akan dibuat. Dalam konteks ini, permasalahan yang dihadapi adalah bagaimana suatu sistem dalam menghasilkan hasil diagnosa yang akurat dalam mendeteksi penyakit sinusitis sesuai dengan gejala yang dialami oleh penderita.

Dalam mempermudah identifikasi masalah dalam penelitian ini, Diagram *Ishikawa* dapat diterapkan sebagai media dalam membantu analisis masalah. Diagram ini digambarkan pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 *Ishikawa Diagram*

Diagram di atas menjelaskan tentang identifikasi masalah yang sering sekali ditemui saat ini. Terdapat beberapa hal yang menjadi faktor dalam mengidentifikasi dan menganalisis masalah terkait penyakit sinusitis. Keterbatasan alat pemeriksaan dan edukasi masyarakat yang minim tentang penyakit sinusitis menjadi masalah utama yang sering dihadapi. Hal tersebut menyebabkan biaya yang harus dikeluarkan lebih banyak (relatif mahal) dan kemungkinan menempuh jarak yang jauh sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, keberadaan sistem pakar berbasis web ini dapat membantu dan mengurangi permasalahan yang sering ditemui.

3.1.2. Analisis kebutuhan

Analisis kebutuhan adalah suatu cara dalam pemecahan permasalahan sistem yang dapat dibagi menjadi beberapa sub sistem sehingga lingkupnya menjadi lebih kecil. Pembagian sistem menjadi beberapa sub sistem dilakukan untuk mempermudah dalam mengenali permasalahan, hambatan dan kesempatan yang ditemui dalam suatu sistem dan juga untuk memperoleh berbagai kebutuhan sistem yang diharapkan dapat menjadi usulan metode-metode.

1. Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional menjelaskan fungsi sistem untuk mencapai tujuan. Pada sistem yang akan dibuat, kebutuhan fungsional yang harus dipenuhi oleh aplikasi adalah sebagai berikut.

- a. Sistem dapat menampilkan gejala-gejala yang dapat dipilih oleh pengguna.
- b. Sistem mampu menghasilkan hasil diagnosa dengan tingkat kemungkinannya berdasarkan gejala yang dipilih oleh pengguna.
- c. Meminta *user* untuk memasukkan data berupa nama, usia dan alamat.

2. Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan nonfungsional merupakan kebutuhan yang berhubungan dengan fitur lainnya yang mendukung seperti karakteristik, batasan sistem, performa, dokumentas, dll. agar sistem dapat berjalan dengan maksimal. Kebutuhan non-fungsionalnya, ialah:

a. *User Interface*

Sistem memiliki tampilan yang menarik

b. Performa

Sistem mampu menjalankan setiap fungsi dan perintah dengan tepat dan cepat (responsif, interaktif, dan *User Friendly*).

c. Kontrol

Sistem dapat memberikan informasi tentang kesalahan dalam penginputan data.

d. Ekonomis

Pembuatan sistem tidak mengeluarkan biaya tambahan.

3.2. Analisis Proses

Analisis proses merupakan proses pemahaman, mengidentifikasi, dan menganalisis seluruh informasi pada setiap proses. Dalam tahap ini semua orang yang terlibat dalam menganalisis proses akan mendata secara rinci setiap kekurangan dalam setiap proses, memutuskan tindakan yang harus dilakukan pada setiap proses, serta mengidentifikasi tujuan dari setiap proses tersebut. Tahapan yang dilakukan, yaitu:

3.2.1. Menentukan variabel fuzzy

Variabel *fuzzy* dibuat berdasarkan data hasil wawancara terhadap seorang dokter spesialis THT yaitu dr. Sayangi Halawa, M.Sc, Sp. THT-KL dan dr. Yorien S. A. Lase dari Rumah Sakit Umum Bethesda Gunungsitoli. Berikut informasi yang diperoleh dalam bentuk pertanyaan yang akan dibuat pada sistem yang akan dibangun. Apakah hidung anda tersumbat?

1. Berapa hari hidung anda tersumbat?
2. Berapa hari hidung anda berdarah?
3. Berapa hari hidung anda berair?
4. Berapa hari anda mengalami nyeri pada kepala?
5. Berapa hari anda mengalami nyeri pada pipi?
6. Berapa hari gigi pada bagian rahang atas sakit?
7. Berapa hari anda mengalami pembengkakkan pada mata?
8. Berapa hari anda mengalami penurunan indra penciuman?
9. Berapa hari anda memiliki alergi (bersin-bersin, hidung gatal)?
10. Berapa suhu badan anda ?

Berikut adalah data-data dari gejala klinis terdapat pada tabel 3.1:

Tabel 3. 1 Tabel Gejala

ID GEJALA	GEJALA
G01	Hidung tersumbat
G02	Hidung berdarah
G03	Hidung berair
G04	Nyeri pada pipi
G05	Nyeri pada kepala
G06	Gigi pada rahang atas sakit
G07	Mata Bengkak
G08	Penurunan Indra Penciuman
G09	Alergi (Bersin-bersin, Hidung Gatal)
G10	Demam

G11	Rentang Waktu
G12	Usia

Tabel 3. 2 Jenis-Jenis Sinusitis

ID JENIS	JENIS SINUSITIS
J01	Sinusitis Akut
J02	Sinusitis Sub-Akut
J03	Sinusitis Kronis

Tabel 3. 3 Kamus Data Gejala

FIELD	TYPE	KETERANGAN
id	Int(50)	Id untuk setiap gejala yang hendak ditampilkan. Id tersebut sebagai <i>primary_key</i> .
nama	Varchar(100)	Nama pasien
umur	Int(4)	Umur Pasien
soal1(value)	Int(3)	Pilihan pertama dari gejala
soal2(value)	Int(3)	Pilihan kedua dari gejala
soal3(value)	Int(3)	Pilihan ketiga dari gejala
soal4(value)	Int(3)	Pilihan keempat dari gejala
soal5(value)	Int(3)	Pilihan kelima dari gejala
soal6(value)	Int(3)	Pilihan keenam dari gejala
soal7(value)	Int(3)	Pilihan ketujuh dari gejala
soal8(value)	Int(3)	Pilihan kedelapan dari gejala
soal9(value)	Int(3)	Pilihan kesembilan dari gejala
Soal10(value)	Int(3)	Pilihan kesepuluh dari gejala
soal11(value)	Int(3)	Pilihan kesebelas dari gejala

3.2.2. Menentukan himpunan fuzzy

Himpunan *fuzzy* pada penyakit sinusitis:

1. Rentang Usia: Anak, Remaja, Muda, Dewasa, Tua

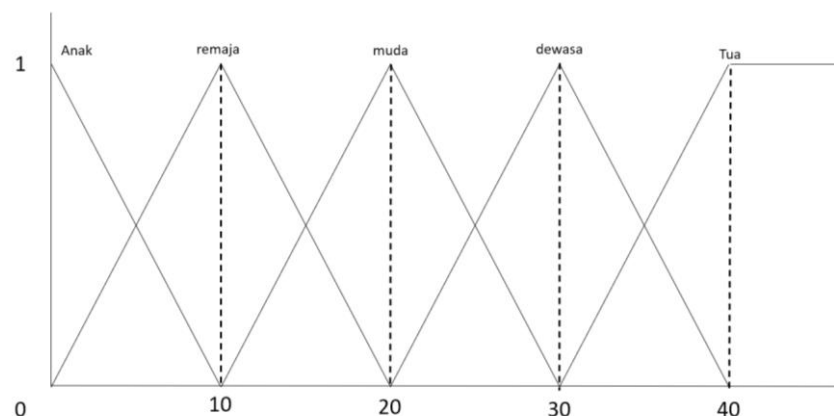
2. Hidung Tersumbat: Sering, Hilang-timbul, Tidak.
3. Hidung berdarah: Ya, Tidak.
4. Hidung Berair: Sering, Hilang-timbul, Tidak.
5. Nyeri pada kepala: Sering, Hilang-timbul, Tidak.
6. Nyeri pada pipi: Sering, Hilang-timbul, Tidak.
7. Gigi pada rahang atas sakit: Ya, Tidak.
8. Mata Bengkak: Sangat Bengkak, Bengkak, Tidak
9. Penurunan Indra Penciuman: Ya, Hilang-Timbul, Tidak
10. Alergi (Bersin-bersin, Hidung Gatal): Ya, Tidak
11. Demam: Ya, Tidak
12. Rentang Waktu: <4 Minggu, 4-12 Minggu, >12 Minggu

3.2.3. Fuzzifikasi

Fungsi-fungsi keanggotaan pada tiap gejala dan hasil, antara lain:

1. Fungsi Keanggotaan Usia

Himpunan *fuzzy* dari variabel usia terdapat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Fungsi Keanggotaan

$$\mu_{ANAK}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \geq 10 \\ \frac{10 - x}{10 - 0} & ; 0 \leq x \leq 10 \\ 1 & ; x \leq 0 \end{cases}$$

$$\mu_{REMAJA}(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 0 \text{ atau } x \geq 20 \\ \frac{x}{10} ; 0 \leq x \leq 10 \\ \frac{20 - x}{20 - 10} ; 10 \leq x \leq 20 \end{cases}$$

$$\mu_{MUDA}(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 10 \text{ atau } x \geq 30 \\ \frac{x - 10}{20 - 10} ; 10 \leq x \leq 20 \\ \frac{30 - x}{30 - 20} ; 20 \leq x \leq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{DEWASA}(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 20 \text{ atau } x \geq 40 \\ \frac{x - 20}{30 - 20} ; 20 \leq x \leq 30 \\ \frac{40 - x}{40 - 30} ; 30 \leq x \leq 40 \end{cases}$$

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

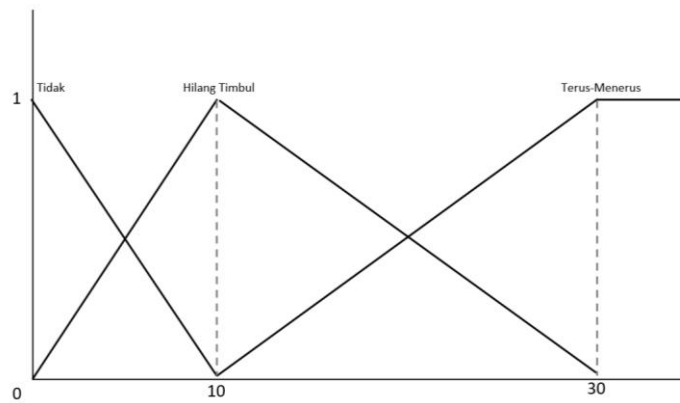
Berikut adalah tabel fungsi keanggotaanya, dapat dilihat pada tabel 3.4 :

Tabel 3. 4 Fungsi Keanggotaan Usia

Usia	Jumlah
Anak	$0 \leq x \leq 10$
Remaja	$0 \leq x \leq 20$
Muda	$10 \leq x \leq 30$
Dewasa	$20 \leq x \leq 40$
Tua	$x \geq 40$

2. Fungsi Keanggotaan Hidung Tersumbat

Himpunan *fuzzy* dari variabel hidung tersumbat terdapat pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Fungsi Keanggotaan Hidung Tersumbat

$$\mu_{TIDAK}(x) = \begin{cases} 0 ; x \geq 10 \\ \frac{10 - x}{10 - 0} ; 0 \leq x \leq 10 \\ 1 ; x \leq 0 \end{cases}$$

$$\mu_{HT}(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 0 \text{ atau } x \geq 30 \\ \frac{x}{10} ; 0 \leq x \leq 10 \\ \frac{30 - x}{30 - 10} ; 10 \leq x \leq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{TM}(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 10 \\ \frac{x - 10}{30 - 10} ; 10 \leq x \leq 30 \\ 1 ; x \geq 30 \end{cases}$$

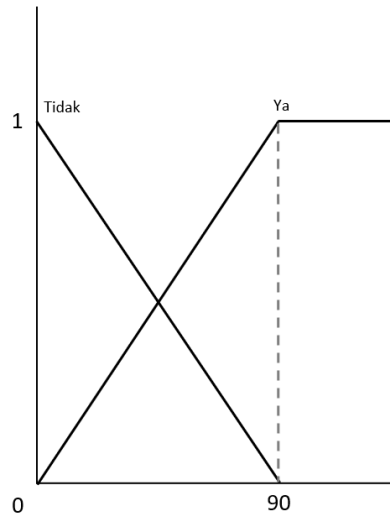
Berikut adalah tabel fungsi keanggotaanya, dapat dilihat pada tabel 3.5 :

Tabel 3. 5 Fungsi Keanggotaan Hidung Tersumbat

Hidung Tersumbat	Hari
Tidak	$0 \leq x \leq 10$
Hilang Timbul	$0 \leq x \leq 30$
Terus-Menerus	$30 \leq x$

3. Fungsi Keanggotaan Hidung Berdarah

Himpunan *fuzzy* dari variabel hidung berdarah terdapat pada gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Fungsi Keanggotaan Hidung Berdarah

$$\mu_{TIDAK}(x) = \begin{cases} 0 ; x \geq 90 \\ \frac{90 - x}{90 - 0} ; 0 \leq x \leq 90 \\ 1 ; x \leq 0 \end{cases}$$

$$\mu_{YA}(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 0 \\ \frac{x}{90} ; 0 \leq x \leq 90 \\ 1 ; x \geq 90 \end{cases}$$

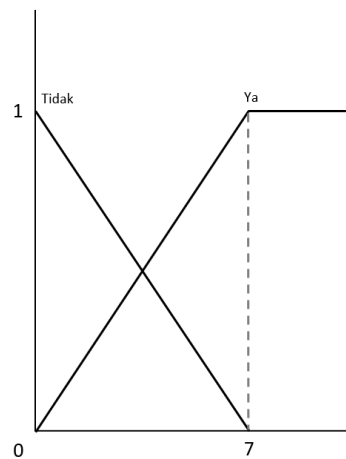
Berikut adalah tabel fungsi keanggotaanya, dapat dilihat pada tabel 3.6 :

Tabel 3. 6 Fungsi Keanggotaan Hidung Berdarah

Hidung Berdarah	Hari
Tidak	$0 \leq x \leq 90$
Ya	$90 \leq x$

4. Fungsi Keanggotaan Hidung Berair

Himpunan *fuzzy* dari variabel hidung berair terdapat pada gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Fungsi Keanggotaan Hidung Berair

$$\mu_{TIDAK}(x) = \begin{cases} 0 ; x \geq 7 \\ \frac{7 - x}{7 - 0} ; 0 \leq x \leq 7 \\ 1 ; x \leq 0 \end{cases}$$

$$\mu_{YA}(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 0 \\ \frac{x}{7} ; 0 \leq x \leq 7 \\ 1 ; x \geq 7 \end{cases}$$

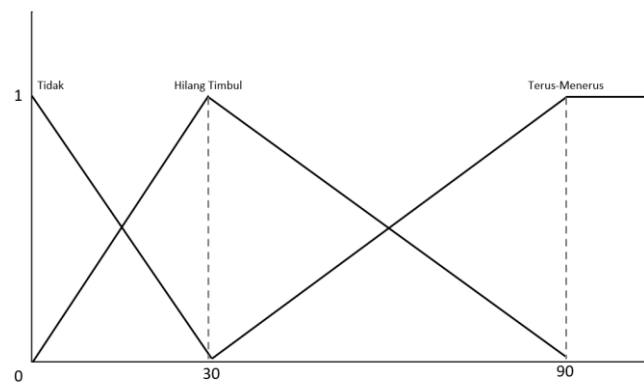
Berikut adalah tabel fungsi keanggotaanya, dapat dilihat pada tabel 3.7 :

Tabel 3. 7 Fungsi Keanggotaan Hidung Berair

Hidung Tersumbat	Hari
Tidak	$0 \leq x \leq 7$
Ya	$7 \leq x$

5. Fungsi Keanggotaan Nyeri pada Kepala

Himpunan *fuzzy* dari variabel nyeri pada kepala terdapat pada gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Fungsi Keanggotaan Nyeri pada Kepala

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

$$\mu_{HT}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \text{ atau } x \geq 90 \\ \frac{x}{30} & ; 0 \leq x \leq 30 \\ \frac{90 - x}{90 - 30} & ; 30 \leq x \leq 90 \end{cases}$$

$$\mu_{TM}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 30 \\ \frac{x - 30}{90 - 30} & ; 30 \leq x \leq 90 \\ 1 & ; x \geq 90 \end{cases}$$

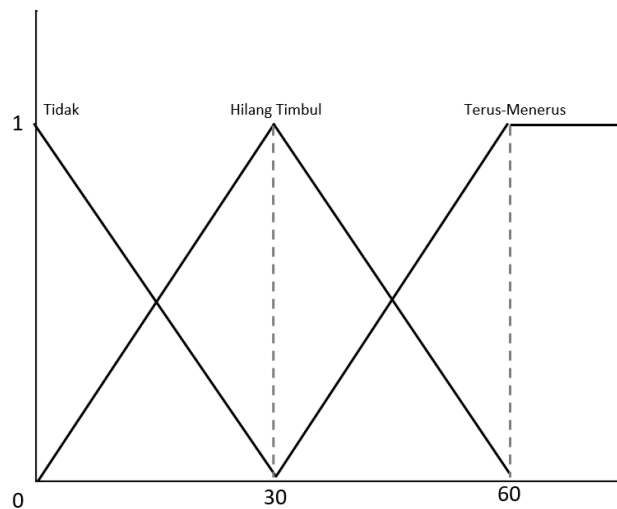
Berikut adalah tabel fungsi keanggotaanya, dapat dilihat pada tabel 3.8 :

Tabel 3. 8 Fungsi Keanggotaan Nyeri pada Kepala

Nyeri Pada Kepala	Hari
Tidak	$0 \leq x \leq 30$
Hilang Timbul	$0 \leq x \leq 90$
Terus Menerus	$90 \leq x$

6. Fungsi Keanggotaan Nyeri pada Pipi

Himpunan *fuzzy* dari variabel nyeri pada pipi terdapat pada gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Fungsi Keanggotaan Nyeri pada Pipi

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

$$\mu_{HT}(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 0 \text{ atau } x \geq 60 \\ \frac{x}{30} ; 0 \leq x \leq 30 \\ \frac{60 - x}{60 - 30} ; 30 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{TM}(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 30 \\ \frac{x - 30}{60 - 30} ; 30 \leq x \leq 60 \\ 1 ; x \geq 60 \end{cases}$$

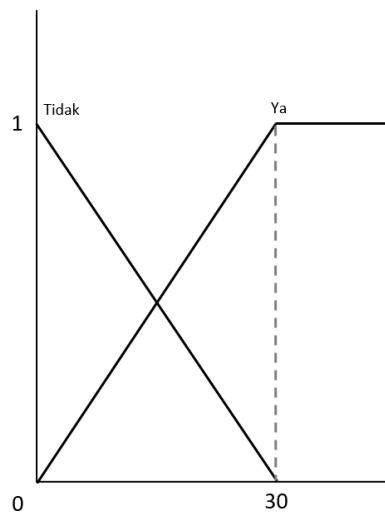
Berikut adalah tabel fungsi keanggotaanya, dapat dilihat pada tabel 3.9 :

Tabel 3. 9 Fungsi Keanggotaan Nyeri pada Pipi

Nyeri Pada Kepala	Hari
Tidak	$0 \leq x \leq 30$
Hilang Timbul	$0 \leq x \leq 60$
Terus Menerus	$60 \leq x$

7. Fungsi Keanggotaan Gigi Rahang Atas Sakit

Himpunan *fuzzy* dari variabel sakit pada gigi rahang atas terdapat pada gambar 3.8.

**Gambar 3. 8** Fungsi Keanggotaan Gigi Rahang Atas Sakit

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

$$\mu_{YA}(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 0 \\ \frac{x}{30} ; 0 \leq x \leq 30 \\ 1 ; x \geq 30 \end{cases}$$

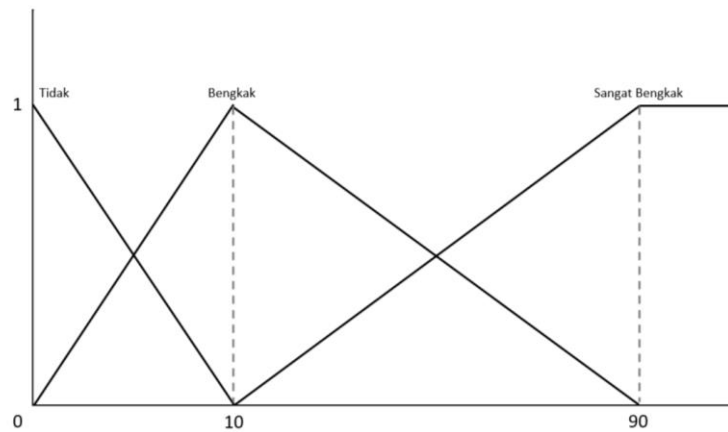
Berikut adalah tabel fungsi keanggotaanya, dapat dilihat pada tabel 3.10 :

Tabel 3. 10 Fungsi Keanggotaan Gigi Rahan Atas Sakit

Nyeri Pada Kepala	Hari
Tidak	$0 \leq x \leq 30$
Ya	$30 \leq x$

8. Fungsi Keanggotaan Mata Bengkak

Himpunan *fuzzy* dari variabel mata bengkak terdapat pada gambar 3.9.

**Gambar 3. 9** Fungsi Keanggotaan Mata Bengkak

$$\mu_{TIDAK}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 10 \\ \frac{10 - x}{10 - 0} & ; 0 \leq x \leq 10 \\ 1; & x \leq 0 \end{cases}$$

$$\mu_{BENGKAK}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \text{ atau } x \geq 90 \\ \frac{x}{10} & ; 0 \leq x \leq 10 \\ \frac{90 - x}{90 - 10} & ; 10 \leq x \leq 90 \end{cases}$$

$$\mu_{SB}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 10 \\ \frac{x - 10}{90 - 10} & ; 10 \leq x \leq 90 \\ 1; & x \geq 90 \end{cases}$$

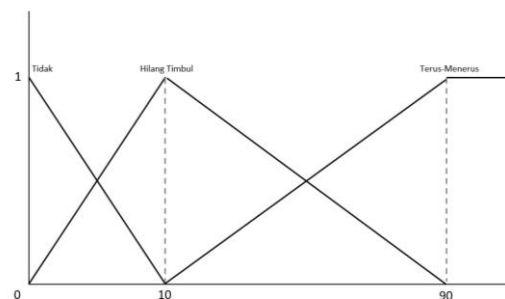
Berikut adalah tabel fungsi keanggotaanya, dapat dilihat pada tabel 3.11 :

Tabel 3. 11 Fungsi Keanggotaan Mata Bengkak

Nyeri Pada Kepala	Hari
Tidak	$0 \leq x \leq 10$
Bengkak	$0 \leq x \leq 90$
Sangat Bengkak	$90 \leq x$

9. Fungsi Keanggotaan Penurunan pada Indra Penciuman

Himpunan *fuzzy* dari variabel penurunan pada indra penciuman terdapat pada gambar 3.10.

**Gambar 3. 10** Fungsi Keanggotaan Penurunan pada Indra Penciuman

$$\mu_{TIDAK}(x) = \begin{cases} 0 ; x \geq 10 \\ \frac{10 - x}{10 - 0} ; 0 \leq x \leq 10 \\ 1 ; x \leq 0 \end{cases}$$

$$\mu_{HT}(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 0 \text{ atau } x \geq 90 \\ \frac{x}{10} ; 0 \leq x \leq 10 \\ \frac{90 - x}{90 - 10} ; 10 \leq x \leq 90 \end{cases}$$

$$\mu_{TM}(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 10 \\ \frac{x - 10}{90 - 10} ; 10 \leq x \leq 90 \\ 1 ; x \geq 90 \end{cases}$$

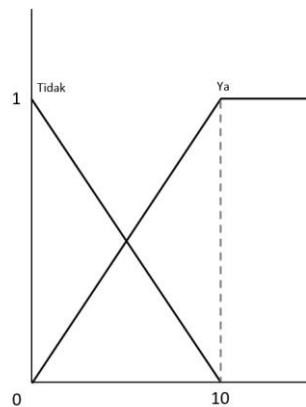
Berikut adalah tabel fungsi keanggotaanya, dapat dilihat pada tabel 3.12 :

Tabel 3. 12 Fungsi Keanggotaan Penurunan pada Indra Penciuman

Penurunan pada Indra Penciuman	Hari
Tidak	$0 \leq x \leq 10$
Hilang Timbul	$0 \leq x \leq 90$
Terus Menerus	$90 \leq x$

10. Fungsi Keanggotaan Alergi

Himpunan *fuzzy* dari variabel alergi terdapat pada gambar 3.11.



Gambar 3. 11 Fungsi Keanggotaan Alergi

$$\mu_{TIDAK}(x) = \begin{cases} 0 ; x \geq 10 \\ \frac{10 - x}{10 - 0} ; 0 \leq x \leq 10 \\ 1 ; x \leq 0 \end{cases}$$

$$\mu_{YA}(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 0 \\ \frac{x}{10} ; 0 \leq x \leq 10 \\ 1 ; x \geq 10 \end{cases}$$

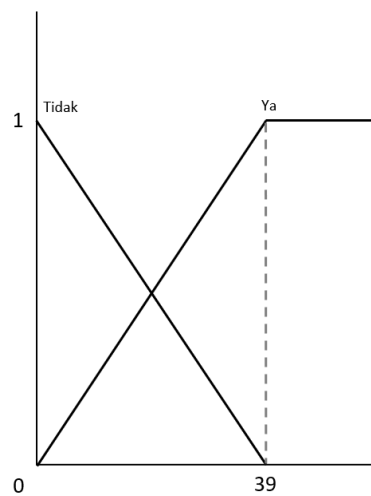
Berikut adalah tabel fungsi keanggotaanya, dapat dilihat pada tabel 3.13 :

Tabel 3. 13 Fungsi Keanggotaan Alergi

Penurunan pada Indra Penciuman	Hari
Tidak	$0 \leq x \leq 10$
Ya	$10 \leq x$

11. Fungsi Keanggotaan Demam

Himpunan *fuzzy* dari variabel demam terdapat pada gambar 3.12.

**Gambar 3. 12** Fungsi Keanggotaan Demam

$$\mu_{TIDAK}(x) = \begin{cases} 0 ; x \geq 39 \\ \frac{39 - x}{39 - 0} ; 0 \leq x \leq 39 \\ 1 ; x \leq 0 \end{cases}$$

$$\mu_{YA}(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 0 \\ \frac{x}{39} ; 0 \leq x \leq 39 \\ 1 ; x \geq 39 \end{cases}$$

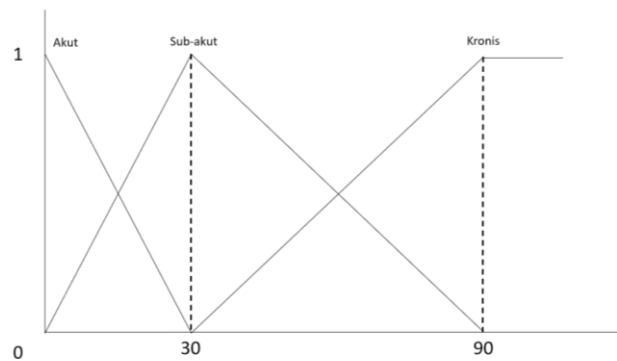
Berikut adalah tabel fungsi keanggotaanya, dapat dilihat pada tabel 3.14 :

Tabel 3. 14 Fungsi Keanggotaan Demam

Demam	Suhu
Tidak	$0 \leq x \leq 39$
Ya	$39 \leq x$

12. Fungsi Keanggotaan Hasil Pemeriksaan

Fungsi keanggotaan hasil pemeriksaan adalah fungsi keanggotaan yang digunakan pada proses *defuzzifikasi*. Himpunan *fuzzy* dari variabel ini terdapat pada gambar 3.13.

**Gambar 3. 13** Fungsi Keanggotaan Hasil Pemeriksaan

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

$$\mu_{HT}(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 0 \text{ atau } x \geq 90 \\ \frac{x}{30} ; 0 \leq x \leq 30 \\ \frac{90 - x}{90 - 30} ; 30 \leq x \leq 90 \end{cases}$$

$$\mu_{TM}(x) = \begin{cases} 0 ; x \leq 30 \\ \frac{x - 30}{90 - 30} ; 30 \leq x \leq 90 \\ 1 ; x \geq 90 \end{cases}$$

Berikut adalah tabel fungsi keanggotaanya, dapat dilihat pada tabel 3.15 :

Tabel 3. 15 Fungsi Keanggotaan Hasil Pemeriksaan

Hasil Pemeriksaan	Hari
0-1 Bulan	$0 \leq x \leq 30$
1-3 Bulan	$0 \leq x \leq 90$
> 3 Bulan	$90 \leq x$

3.2.4. Menentukan aturan *fuzzy IF-THEN rules*.

1. Hasil akhir memberikan nilai 0-30 menunjukkan hasil inferensi *fuzzy* sinusitis akut.
2. Hasil akhir memberikan nilai 31-89 menunjukkan hasil inferensi *fuzzy* sinusitis sub-akut.
3. Hasil akhir memberikan nilai 90 ke atas menunjukkan hasil inferensi *fuzzy* sinusitis kronis.

3.2.5. Proses *inferensi* dengan metode *fuzzy tsukamoto*

1. Melakukan perhitungan terhadap nilai α -predikat dari setiap *rule* ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$)
2. Melakukan perhitungan terhadap hasil dari *inferensi* secara tegas (*crisp*) dari tiap- tiap *rule* (z_1, z, z_a, \dots, z_n) dari masing-masing nilai *apredikat* yang telah diketahui.

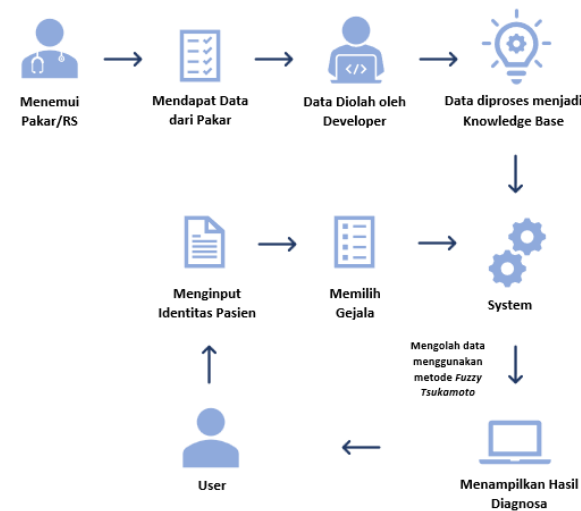
3.2.6. Defuzifikasi menggunakan metode *average* atau nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai *crisp*.

$$Z^n = \frac{\sum \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i} \dots\dots\dots(1)$$

3.3. Pemodelan Sistem

Pemodelan sistem merupakan serangkaian kegiatan dalam membuat sebuah model. Model merupakan konsep dari sebuah objek berdasarkan situasi sebenarnya untuk menyederhanakan suatu keadaan yang kompleks. Sistem dibangun menggunakan *Unified Modelling Language* (UML) yang mendeskripsikan sistem pakar yang akan dibuat. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan *use case diagram*, *activity diagram*, dan *sequence diagram* untuk membantu peneliti dalam membangun sebuah sistem pakar.

3.3.1. Arsitektur umum sistem



Gambar 3. 14 Arsitektur Umum Sistem

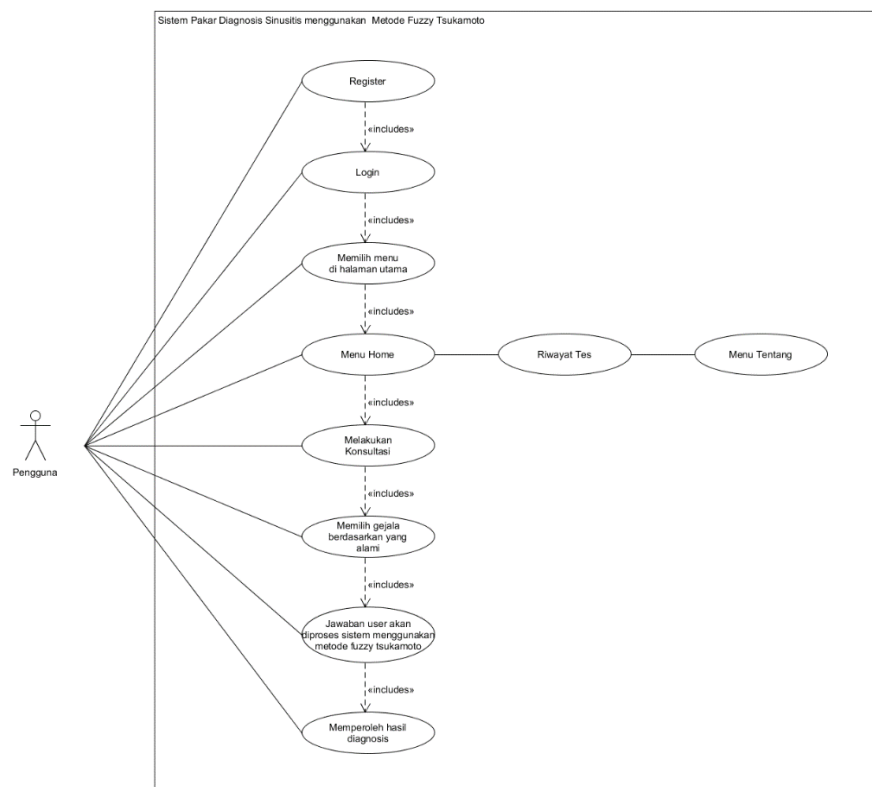
Berdasarkan arsitektur sistem, dapat disimpulkan bahwa:

- Peneliti menemui pakar untuk mendapatkan data yang diperlukan melalui wawancara dan pengumpulan data rekam medis yang ada di rumah sakit.
- Data tersebut kemudian diolah oleh peneliti menjadi sebuah *knowledge base* yang akan dimasukkan ke dalam database dan diimplementasikan menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* di dalam sistem.
- Setelah system selesai dibangun, maka website tersebut ditujukan kepada *user* untuk melakukan pengujian. *User* yang dimaksud adalah orang yang membantu pasien dalam penginputan data serta memilih gejala yang pasien rasakan.

- d. Kemudian sistem akan memproses data-data dan menampilkan hasil diagnosa sesuai dengan gejala yang diderita pasien.

3.3.2. Use case diagram

Use case diagram adalah sebuah metodologi yang diterapkan dalam menganalisis sebuah sistem guna mengenali, mengelompokkan, dan mengorganisir kebutuhan sistem. Berikut merupakan *use case diagram* pada gambar 3.15.



Gambar 3. 15 Use Case Diagram

Use case diagram sebelumnya berisi tentang interaksi yang terjadi antara pengguna dan sistem. Pada saat pengguna melakukan konsultasi di dalam sistem, sistem akan mengarahkan pengguna untuk login dengan mengisi data diri terlebih dahulu berdasarkan form yang ditampilkan oleh sistem. Sistem akan menampilkan daftar gejala, kemudian pengguna diarahkan untuk memilih gejala sinusitis berdasarkan yang dialami. Setelah pengguna selesai memilih gejala maka sistem akan memproses

jawaban tersebut menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*. Setelah diproses, sistem akan menampilkan hasil konsultasi tersebut berupa hasil diagnosis kepada pengguna.

Tabel 3. 16 *Narative Use Case* Halaman Utama

<i>Use Case name</i>	Halaman Utama	
<i>Actor</i>	Pengguna	
<i>Decription</i>	Sistem akan menampilkan halaman utama kepada pengguna saat pertama kali mengakses sistem	
<i>Precondition</i>	Pengguna menjalankan sistem	
<i>Typical course of event</i>	Aksi Pengguna	Respon Sistem
	1. Pengguna memasukkan nama, usia, dan alamat (melakukan <i>login</i> terlebih dahulu)	1. Menampilkan halaman utama. Terdapat menu diagnosa dan informasi tentang sinusitis didalamnya 2. Sistem menerima dan menyimpan data yang dimasukkan oleh pengguna ke <i>database</i>
<i>Alternate course</i>	-	Menampilkan halaman utama

Tabel 3. 17 *Narative Use Case* Konsultasi

<i>Use Case name</i>	Konsultasi	
<i>Actor</i>	Pengguna	
<i>Decription</i>	Sistem akan menampilkan halaman konsultasi kepada pengguna yang berisi form gejala yang diderita oleh pasien sinusitis pada umumnya	
<i>Precondition</i>	Pengguna menjalankan sistem	
	Aksi Pengguna	Respon Sistem

<i>Typical course of event</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengklik menu konsultasi 2. Mengisi form yang ditampilkan pada halaman konsultasi berdasarkan gejala yang dialami 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menampilkan halaman konsultasi 2. Menampilkan hasil diagnosa sinusitis 3. Sistem menerima dan menyimpan data yang dimasukkan oleh pengguna ke <i>database</i> 4. Sistem memproses pilihan jawaban pengguna dengan inferensi <i>fuzzy tsukamoto</i> 5. Sistem akan menampilkan hasil diagnosis berupa persentase kemungkinan dan keterangan.
<i>Alternate course</i>	-	Menampilkan Halaman Konsultasi

Tabel 3. 18 *Narative Use Case* Riwayat Konsultasi

<i>Use Case name</i>	Riwayat Konsultasi	
<i>Actor</i>	Pengguna	
<i>Decription</i>	Sistem akan menampilkan halaman riwayat konsultasi kepada pengguna yang berisi informasi terkait riwayat test yang sudah dilakukan oleh pengguna/pasien dalam sistem	
<i>Precondition</i>	Pengguna menjalankan sistem	
	Aksi Pengguna	Respon Sistem

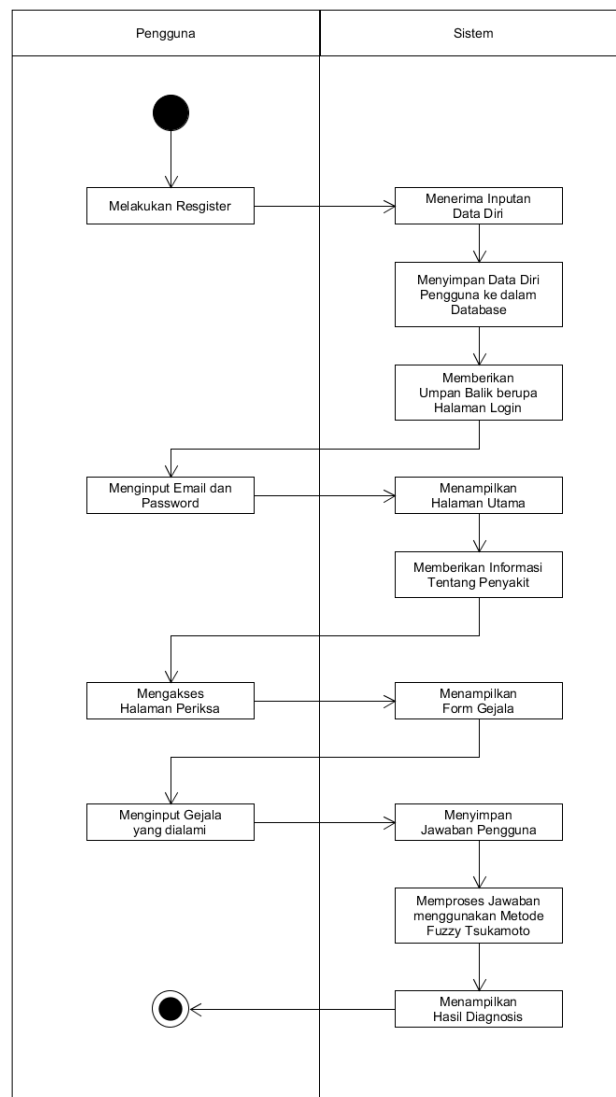
<i>Typical course of event</i>	1. Mengklik menu riwayat konsultasi	1. Menampilkan halaman riwayat konsultasi yang berisi tentang informasi terkait riwayat test pasien
<i>Alternate course</i>	1. Kondisi sukses pengguna dialihkan sistem menuju halaman riwayat konsultasi	

Tabel 3. 19 *Narative Use Case About*

<i>Use Case name</i>	<i>About</i>	
<i>Actor</i>	Pengguna	
<i>Decription</i>	Sistem akan menampilkan halaman <i>about</i> kepada pengguna yang berisi informasi tentang sistem, admin, dan penyakit	
<i>Precondition</i>	Pengguna menjalankan sistem	
<i>Typical course of event</i>	Aksi Pengguna	Respon Sistem
	3. Mengklik menu <i>about</i>	6. Menampilkan halaman <i>about</i>
<i>Alternate course</i>	2. Kondisi sukses pengguna dialihkan sistem menuju halaman <i>about</i>	

3.3.3. Activity diagram

Activity diagram adalah pendeskripsian dan penjelasan tentang proses-proses yang terdapat di dalam sistem. *Activity diagram* dapat terdapat pada gambar berikut.

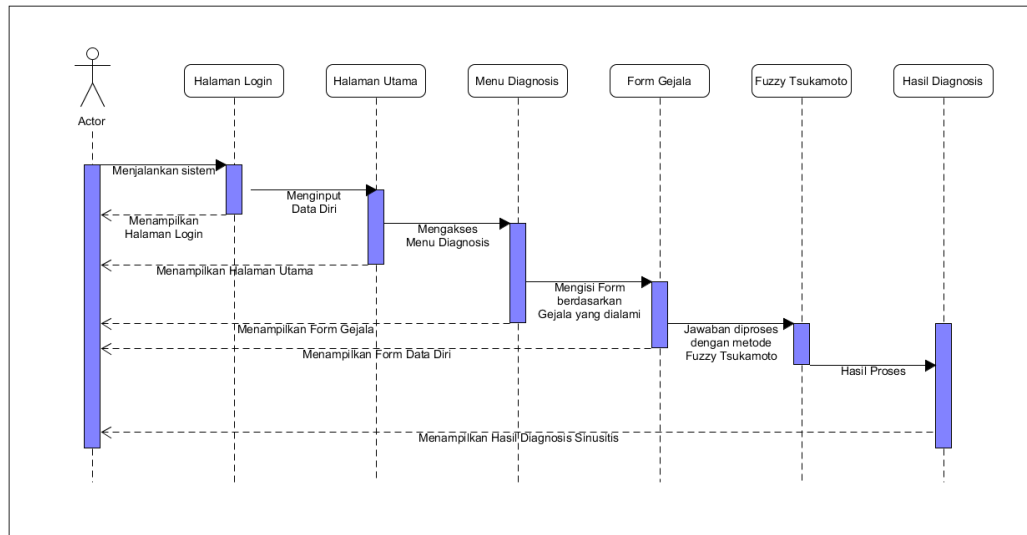


Gambar 3. 16 Activity Diagram

Diagram di atas menjelaskan setiap aktivitas yang terjadi di dalam sistem. Ketika *user* hendak mengakses sistem secara keseluruhan, sistem akan merepon dengan memeberikan form *login* terlebih dahulu. Namun apabila *user* tidak memiliki akun, maka *user* wajib daftar dengan melengkapi form data diri. Data akan disimpan ke dalam database sistem. Setelah itu, sistem merespon dengan memberikan form yang berisikan data gejala sinusitis. Pengguna wajib mengisi form tersebut berdasarkan gejala yang dialami untuk diproses oleh sistem menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*. Setelah proses tersebut, kemudian sistem akan memberikan hasil diagnosis kepada pengguna.

3.3.4. Sequence diagram

Sequence diagram adalah sebuah bentuk interaksi dari tiap-tiap objek yang terdapat dalam sistem. Jenis diagram ini berfungsi untuk mendeskripsikan dan menjelaskan tentang interaksi antar objek.



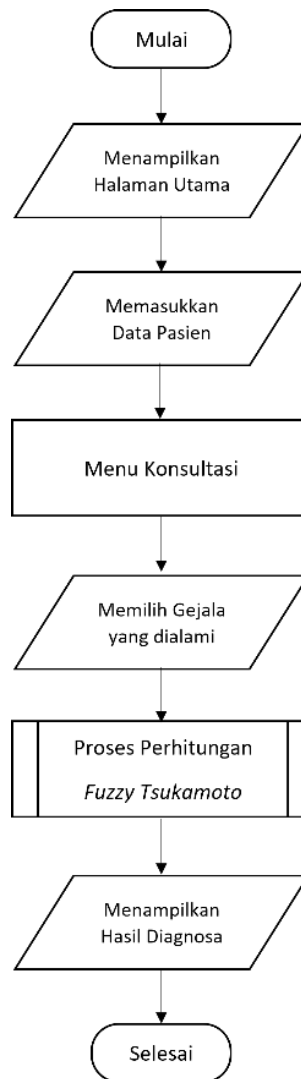
Gambar 3. 17 Sequence Diagram

3.4. Flowchart

Flowchart adalah diagram yang memberikan gambaran mengenai urutan proses atau langkah detail dan menjelaskan hubungan dari tiap-tiap proses yang ada pada sistem. (Wibawanto 2017).

3.4.1. Flowchart system

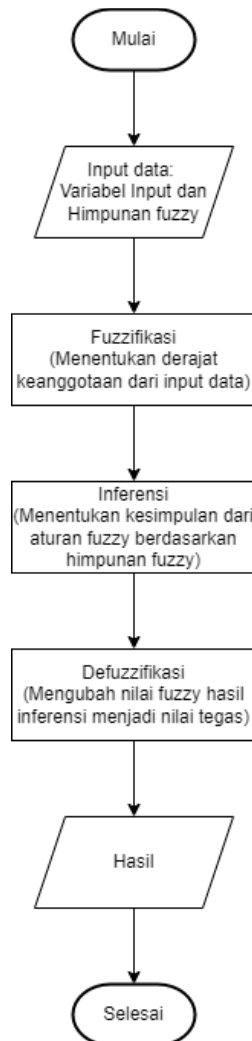
Sistem dimulai dengan halaman utama. Selanjutnya *user* mengisi data diri yang akan disimpan oleh sistem. Pada halaman utama akan terdapat menu konsultasi. Kemudian *user* dapat memilih menu konsultasi untuk pemeriksaan lebih lanjut. Selanjutnya, *user* akan memilih gejala sinusitis yang sedang dialami atau diderita. Setelah data diisi dengan benar, sistem akan melakukan pemrosesan dari data-data yang memiliki nilai menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto*. Setelah memperolehnya, sistem kemudian menampilkan hasil diagnosa penyakit sinusitis. *Flowchart* sistem dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. 18 Flowchart System

3.4.2. Flowchart fuzzy tsukamoto

Flowchart algoritma *Fuzzy Tsukamoto* dimulai dari penginputan data variable dan himpunan keanggotaan yang masing-masing memiliki *value*. Kemudian akan masuk ke tahap fuzzifikasi, dimana dilakukan penentuan derajat/fungsi keanggotaan dari data-data yang telah dimasukkan sebelumnya. Proses selanjutnya adalah inferensi. Pada tahap ini akan dilakukan penentuan aturan (*rule*) dari masukkan yang telah difuzzifikasi. Aturan-aturan yang telah ditentukan akan menghasilkan *output* bernilai *fuzzy* dari hasil inferensi akan diganti menjadi nilai mutlak atau dilakukan penentuan himpunan keanggotaannya (defuzzifikasi). *Flowchart* dari algoritma *fuzzy tsukamoto* terdapat pada gambar di bawah ini.



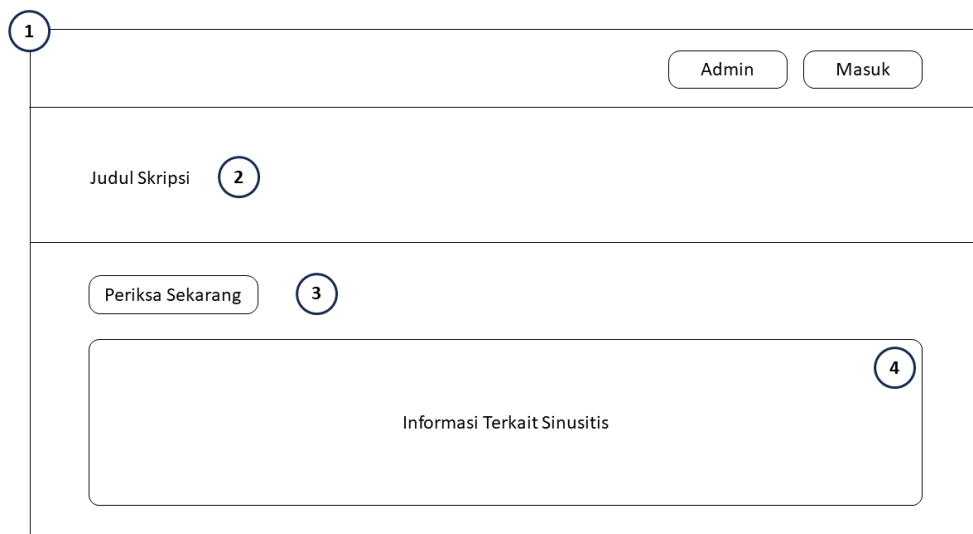
Gambar 3. 19 *Flowchart Fuzzy Tsukamoto*

3.5. Perancangan Interface

Perancangan *interface* (antarmuka) adalah salah satu tahap terpenting dalam perancangan sistem yang akan dibangun. Tahapan ini memiliki tujuan untuk membangun kerangka desain sistem yang menarik, mudah diakses, dan tentunya *user friendly*. *Interface* (antarmuka) dari sebuah sistem berfungsi sebagai media komunikasi antara sistem dan pengguna.

3.5.1. Perancangan halaman utama

Halaman utama adalah halaman pertama yang sistem akan tampilkan sehingga dapat diakses atau dijumpai oleh pengguna ketika mengakses sebuah sistem. Berikut rancangan halaman utama pada gambar 3.20.



Gambar 3. 20 Halaman Utama

Keterangan:

1. *Menustrip*, berisi menu untuk perpindahan antar halaman. Terdapat 2 menu utama, yaitu *admin* (menu yang hanya dikhususkan untuk *admin* guna mengupdate setiap perubahan data pada sistem) dan masuk (mengarahkan pengguna untuk ke halaman *login* dan pendaftaran), dan *admin*
2. Judul sistem/skripsi
3. *Button*, untuk memulai *login* dan pendaftaran terlebih dahulu
4. *Label*, berisi penjelasan tentang informasi terkait sinusitis

3.5.2. Perancangan halaman login

Halaman *login* berisi *form* yang ditawarkan sistem kepada pengguna sebelum melakukan diagnosis terhadap penyakit sinusitis dengan melakukan pendaftaran guna dapat mengakses halaman login. Pada pendaftaran juga terdapat *form* informasi data diri guna memenuhi kriteria untuk melakukan diagnosis. Berikut rancangan halaman *login* pada gambar 3.21.

The image shows a web login interface with the following elements and annotations:

- 1**: A menu strip at the top left of the page.
- 2**: A "Log In" label centered at the top of the main content area.
- 3**: The title "Form Login" above the input fields.
- 4**: The first text input field labeled "Masukkkan Alamat Email".
- 5**: The second text input field labeled "Masukkan Password".
- 6**: The "Masuk" (Login) button.
- 7**: The "Daftar" (Register) button.

Gambar 3. 21 Halaman Login

Keterangan:

1. *Menustrip*, berisi menu-menu untuk melakukan perpindahan antar halaman
2. *Label*, berisi judul halaman
3. *Textbox*, tempat data *login*
4. *Textbox*, berisi *email* pengguna
5. *Textbox*, berisi *password* pengguna
6. *Button*, untuk memulai pengaksesan sistem pakar diagnosis sinusitis
7. *Button*, untuk melakukan pendaftaran agar bisa memasuki sistem pakar

The diagram illustrates the layout of a registration page. It features a header area with a menu strip (1) and a 'Daftar' button. Below the header is a section labeled 'Registrasi' (2). The main content area contains a 'Form Pendaftaran' (3) with five text input fields: 'Masukkan Nama' (4), 'Masukkan Alamat' (5), 'Masukkan Umur' (6), 'Masukkan email' (7), and 'Masukkan password' (8). A 'Daftar' button (9) is located at the bottom of the form.

Gambar 3. 22 Halaman Registrasi

Keterangan:

1. *Menustrip*, berisi menu-menu untuk melakukan perpindahan antar halaman
2. *Label*, berisi judul halaman
3. *Textbox*, tempat pengisian data diri
4. *Textbox*, berisi nama pengguna
5. *Textbox*, berisi alamat pengguna
6. *Textbox*, berisi umur pengguna
7. *Textbox*, berisi *email* pengguna
8. *Textbox*, berisi *password* pengguna
9. *Button*, untuk melakukan penyelesaian pendaftaran dan kemudian masuk ke halaman *login* kembali

3.5.3. Perancangan halaman konsultasi

Halaman konsultasi berisi tentang pemeriksaan sinusitis. Pada halaman ini berisikan tentang form gejala yang dialami pengguna/pasien. Setelah mengisi form, tersedia menu hasil untuk memperoleh diagnosis sinusitis yang dialami. Berikut rancangan halaman konsultasi pada gambar 3.23.

The image shows a web interface for 'Diagnosa Sinusitis'. At the top, a horizontal menu bar (1) contains buttons for 'Halaman Utama', 'Konsultasi', 'Riwayat', 'About', and 'Log Out'. Below this, the page title 'Diagnosa Sinusitis' (2) is centered. A welcome message (3) reads 'Selamat datang nama. Periksa sinusitis anda sekarang juga.' Below the message is a 'Form Gejala' (4) containing a large 'Inputan Gejala' text area (5) and a 'Hasil' button (6) at the bottom.

Gambar 3. 23 Halaman Konsultasi

Keterangan:

1. *Menustrip*, berisi menu-menu untuk melakukan perpindahan antar halaman
2. *Label*, berisi judul halaman
3. *Label*, berisi *greetings* kepada pengguna
4. *Textbox*, tempat pengisian gejala yang dialami pengguna/pasien
5. *Checkbox*, berisi pilihan gejala yang dialami pengguna/pasien
6. *Button*, untuk mendapatkan hasil pemeriksaan sinusitis

3.5.4. Perancangan halaman hasil konsultasi

Halaman hasil konsultasi berisi hasil diagnosis yang dilakukan oleh sistem menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* untuk ditampilkan kepada pengguna. Hasil pemeriksaan tersebut meliputi nilai kemungkinan penyakit yang diderita oleh pasien dan persentase nilai kepercayaan dari hasil diagnosis tersebut. Halaman ini memiliki *button* untuk mencetak hasil diagnosis. Berikut rancangan halaman hasil pemeriksaan terdapat gambar 3.24.

1

Halaman Utama Konsultasi Riwayat About Log Out

Hasil Diagnosa Sinusitis 2

Hai, *user*. Berikut hasil pemeriksaan sinusitis anda Semoga lekas sembuh ya 3

Nama 4

Persentase Sinusitis yang dialami 5

Jenis Sinusitis 6

Saran dan Informasi terkait sinusitis 7

Cetak Hasil 8

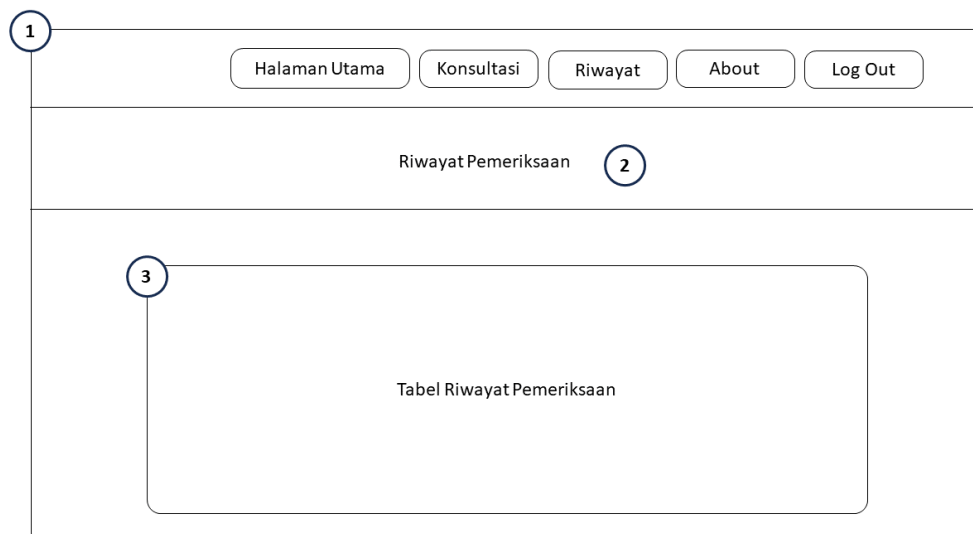
Gambar 3. 24 Hasil Konsultasi

Keterangan:

1. *Menustrip*, berisi menu-menu untuk melakukan perpindahan antar halaman
2. *Label*, berisi judul halaman
3. *Label*, berisi *greetings* kepada pengguna
4. *Label*, nama pengguna/pasien
5. *Label*, berisi persentase kemungkinan dari hasil pemeriksaan
6. *Label*, berisi hasil perkiraan jenis sinusitis yang diderita
7. *Label*, berisi saran dan masukkan serta informasi terkait sinusitis kepada pengguna untuk melakukan penanganan yang lebih baik kedepan terhadap sinusitis yang diderita.
8. *Button*, berfungsi untuk mencetak hasil pemeriksaan.

3.5.5. Perancangan halaman riwayat konsultasi

Halaman riwayat konsultasi merupakan halaman tentang rangkaian test yang dilakukan oleh pasien dalam kurung waktu tertentu. Berikut rancangan halaman *admin* di gambar 3.25.



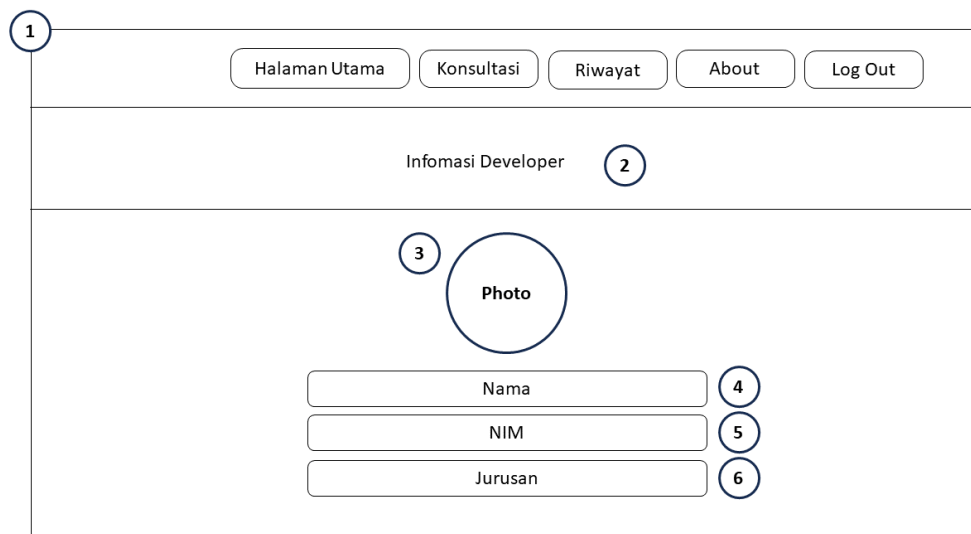
Gambar 3. 25 Halaman Riwayat Konsultasi

Keterangan:

1. *Menustrip*, berisi menu-menu untuk melakukan perpindahan antar halaman.
2. *Label*, berisi judul halaman
3. *Table*, berisi data riwayat pemeriksaan

3.5.6. Perancangan halaman about

Halaman *about* berisi tentang informasi developer. Berikut perancangan halaman *about* pada gambar 3.26 berikut.



Gambar 3. 26 Halaman About

Keterangan:

1. *Menustrip*, berisi menu-menu untuk melakukan perpindahan antar halaman
2. *Label*, berisi judul halaman
3. *Picturebox*, berisi foto *developer*
4. *Label*, berisi nama *developer*
5. *Label*, berisi NIM *developer*
6. *Label*, berisi jurusan *developer*

3.5.7. Perancangan halaman admin

Halaman *admin* dikhususkan kepada admin yang memegang kendali secara penuh. Admin memiliki otoritas penuh untuk melakukan perubahan data. Halaman ini berfungsi untuk melindungi data yang bersifat privasi dan membuat batasan antara pengguna dan admin agar tidak sebarang mungkin mengontrol sistem tersebut. Berikut rancangan halaman *admin* terdapat pada gambar 3.27.

Sistem Pakar Diagnosis Sinusitis (1)

Form Login Admin (3)

Masukkan Username (4)

Masukkan Password (5)

Masuk (6)

Gambar 3. 27 Halaman Admin

Keterangan:

1. *Label*, memberikan informasi tentang halaman
2. *Textbox*, berisi tempat pengisian *username*
3. *Textbox*, berisi tempat pengisian *password*
4. *Button*, untuk membawa *admin* mengakses halaman *admin* untuk melakukan perubahan data, dsb.

Berikut Gambar 3.28 menunjukkan halaman pendukung untuk memungkinkan *admin* melakukan pemusatan kontrol terhadap sistem.

Hai, admin....

Dashboard

Data Pasien

Riwayat Test

Log out

Skripsi

Perancangan Halaman *Dashboard*

Dashboard

Data Pasien

Riwayat Test

Log out

Data Pasien

Nama	Alamat	Email	Umur	Password

Perancangan Halaman Data Pasien

Dashboard

Data Pasien

Riwayat Test

Log out

Riwayat Test

Tanggal	Nama	Umur	Nilai	Jenis Sinusitis

Perancangan Halaman Riwayat Test

Gambar 3. 28 Halaman Pendukung (Dashboard, Data Pasien, dan Riwayat Test)

BAB IV

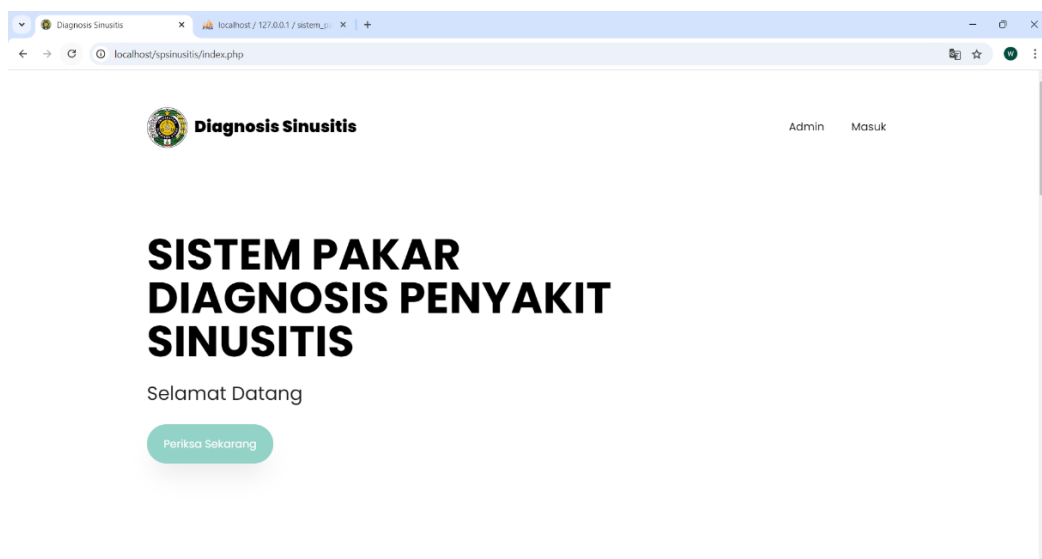
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

4.1. Implementasi System

Implementasi sistem merupakan penerapan serta pengujian sistem secara bersamaan berdasarkan perancangan yang dibuat pada bab sebelumnya. Hal ini bertujuan untuk memperoleh *website* yang dapat berfungsi sebagaimana peruntukannya serta berperan dalam mengetahui kinerja sistem yang telah dibangun dapat beroperasi dengan normal atau sebaliknya. Berikut adalah implementasi dari sistem pakar diagnosis penyakit sinusitis.

4.1.1. Antarmuka Halaman Utama

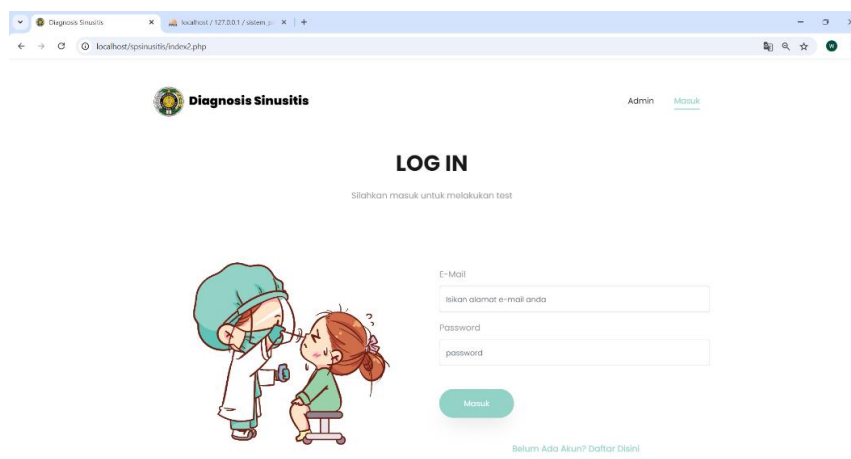
Halaman utama merupakan halaman pertama yang ditampilkan oleh sistem kepada pengguna ketika memasuki sistem. Pada halaman ini terdapat berbagai informasi tentang sinusitis dan juga menu-menu terkait diagnosis yang dapat diakses pengguna. Halaman utama terdapat pada gambar 4.1 berikut.



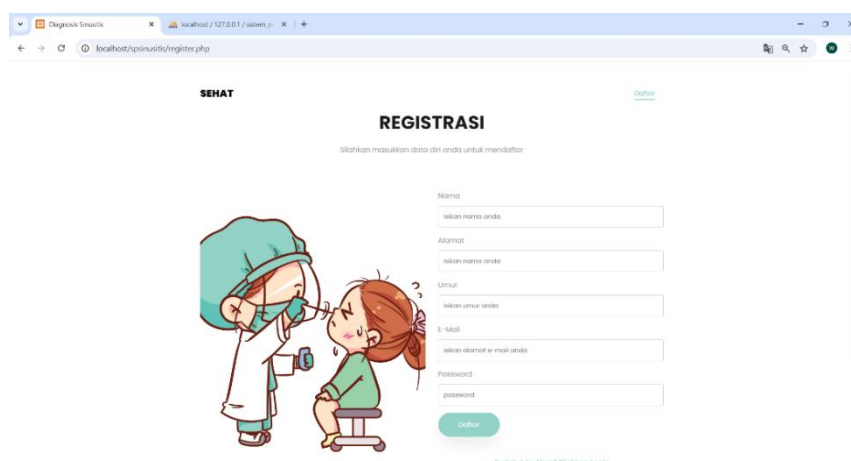
Gambar 4. 1 Halaman Utama

4.1.2. Antarmuka halaman konsultasi

Halaman diagnosis merupakan halaman untuk pengguna guna dapat melakukan pemeriksaan sinusitis. Untuk mengakses halaman konsultasi ini, pengguna diwajibkan melakukan login dengan memasukkan email dan password yang sudah didaftarkan sebelumnya. Apabila belum terdaftar sebelumnya, pengguna dapat memilih menu “Belum Ada Akun? Daftar Disini” untuk dapat melakukan pendaftaran dan kemudian melanjutkan proses login. Hal ini bertujuan sebagai data administrasi rekam medis. Halaman *login* dan *registrasi* terdapat pada gambar 4.2 dan gambar 4.3 berikut.



Gambar 4. 2 Halaman Login



Gambar 4. 3 Halaman Registrasi

Sebelum ke halaman diagnosa (hasil pemeriksaan), pengguna diharuskan untuk mengisi atau memilih gejala sinusitis yang tersedia. Apabila pengguna telah menyelesaikan pemilihan gejala, maka pengguna dapat menggunakan *button* selesai untuk mendapatkan hasil diagnosa/pemeriksaannya. Halaman konsultasi terdapat pada gambar 4.4 berikut.

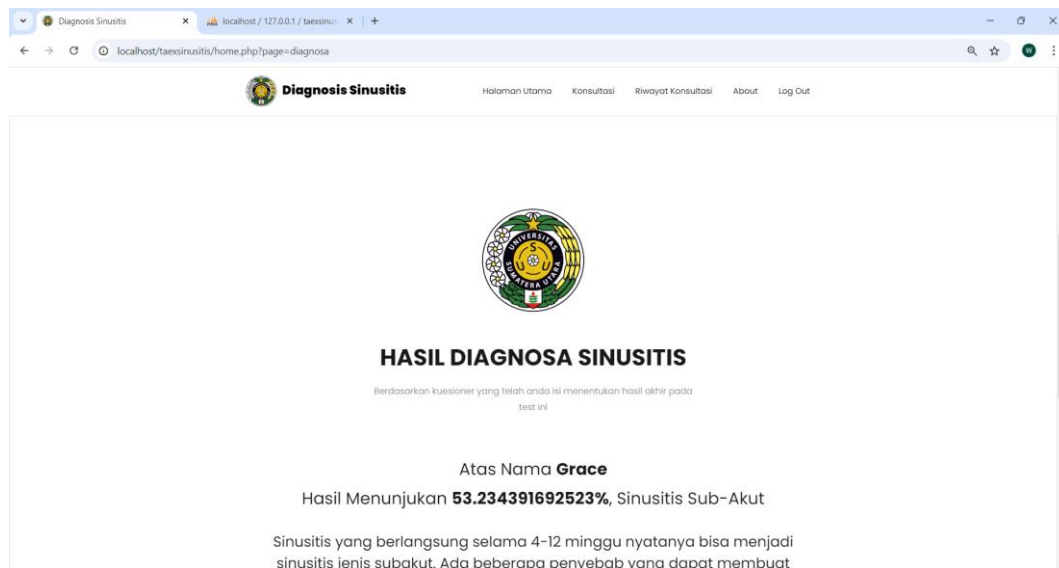
The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'localhost/taexsinusitis/home.php?page=soal'. The page title is 'Diagnosis Sinusitis'. The navigation menu includes 'Halaman Utama', 'Konsultasi', 'Riwayat Konsultasi', 'About', and 'Log Out'. The main heading is 'DIAGNOSA SINUSITIS', followed by a sub-heading: 'Isi kuesioner singkat dibawah ini untuk mendiagnosa penyakit sinusitis anda.' Below this is a greeting: 'Halo **Grace**, Semoga Lekas Pulih ya.' and a paragraph of instructions. The form contains three sections, each with a label and an input field:

- Hidung Tersumbat**: Isikan berapa hari hidung anda tersumbat
- Hidung Berdarah**: Isikan berapa hari hidung anda berdarah
- Hidung Berair**: Isikan berapa hari hidung anda berair

Gambar 4. 4 Halaman Konsultasi

4.1.3. Antarmuka halaman hasil konsultasi

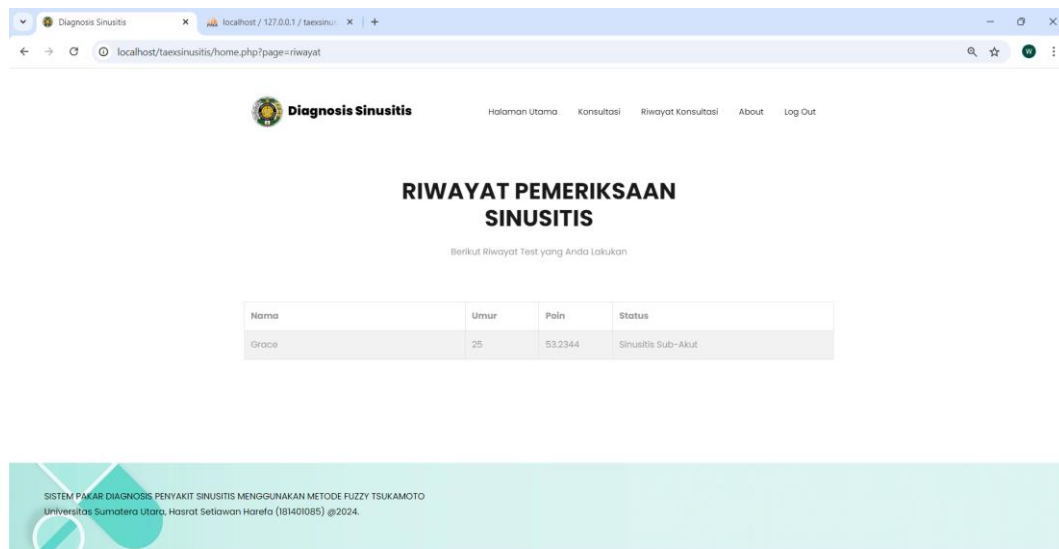
Halaman hasil konsultasi merupakan halaman yang di dalamnya terdapat informasi hasil pemeriksaan kepada pengguna perihal tentang hasil dari proses perhitungan metode *fuzzy Tsukamoto*. Hasil yang diberikan berdasar pada gejala yang dimasukkan oleh pengguna. Hasil konsultasi berupa nilai persentase dan jenis sinusitis yang pasien alami. Pada halaman ini, terdapat *button* cetak hasil diagnosa yang berfungsi untuk mencetak hasil diagnosa dalam bentuk surat fisik seperti yang ditampilkan oleh sistem. Halaman hasil konsultasi terdapat pada gambar 4.5 berikut.



Gambar 4. 5 Halaman Hasil Konsultasi

4.1.4. Antarmuka halaman riwayat konsultasi

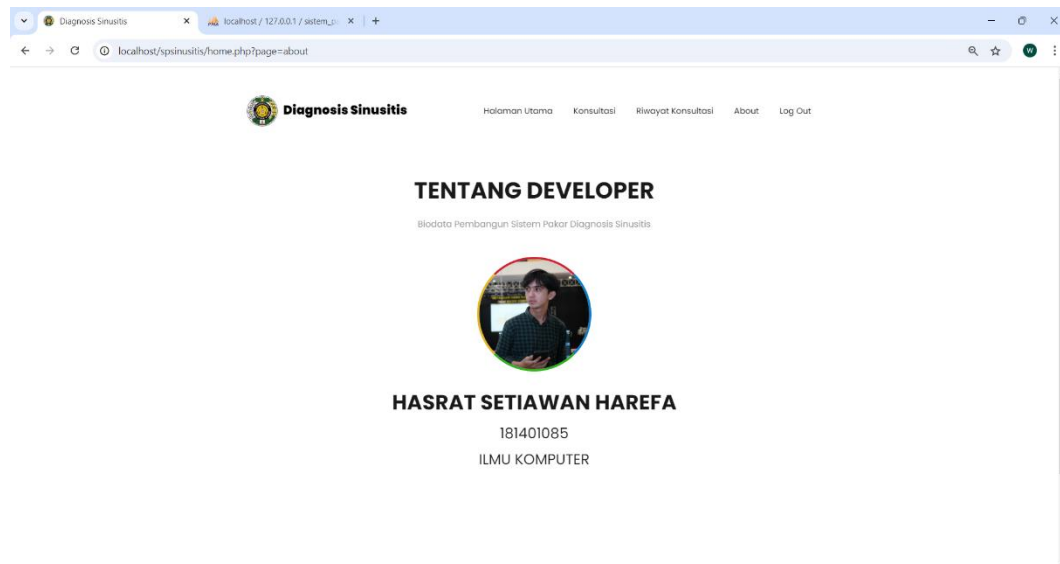
Halaman riwayat konsultasi merupakan halaman yang berisi informasi jejak pemeriksaan yang dilakukan oleh pengguna sebelumnya. Halaman riwayat dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut.



Gambar 4. 6 Halaman Riwayat Konsultasi

4.1.5. Antarmuka halaman about

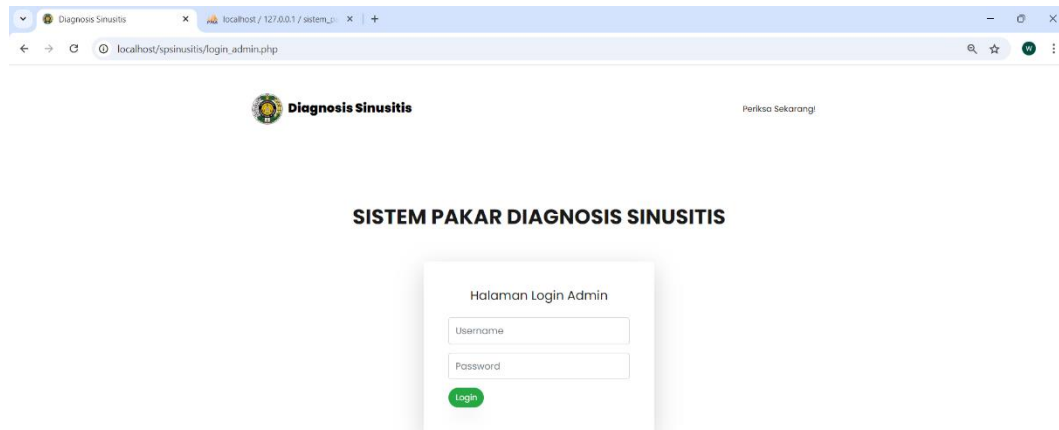
Halaman *about* adalah halaman berisi informasi tentang profil *developer* sistem. Halaman ini dapat dilihat pada gambar 4.7 berikut.



Gambar 4. 7 Halaman About

4.1.6. Antarmuka halaman admin

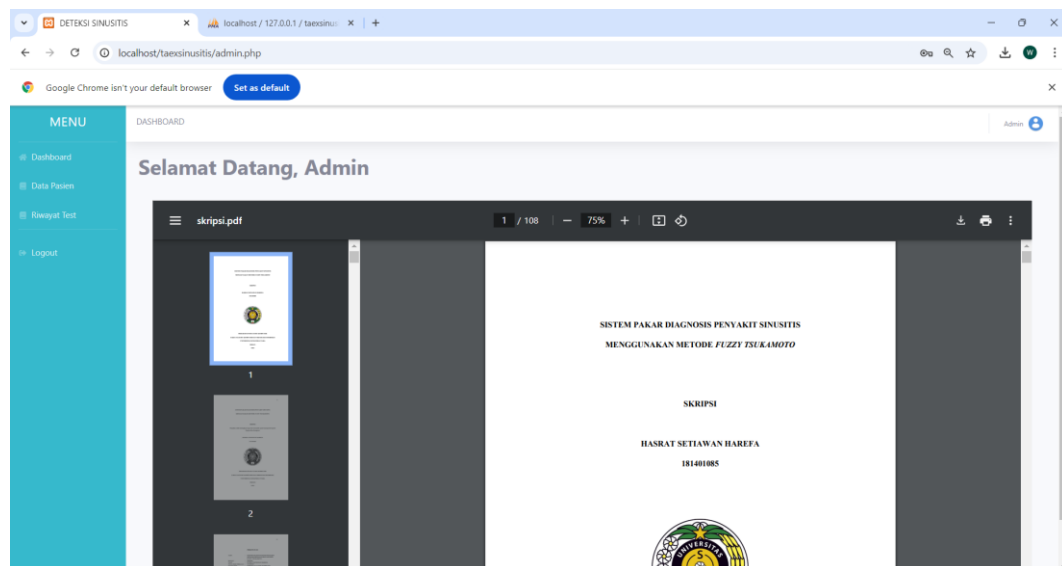
Halaman admin adalah halaman yang berfungsi untuk mengakses aktivitas yang terjadi dalam sebuah sistem. Halaman ini berisi tentang data pasien dan riwayat konsultasi dari pengguna-pengguna sistem. Untuk dapat mengakses halaman ini, admin wajib mengisi *username* dan *password* khusus dari *developer* sistem. Antarmuka halaman admin terdapat pada gambar 4.8 berikut.



Gambar 4. 8 Halaman Admin

4.1.7. Antarmuka halaman dashboard

Halaman *dashboard* adalah halaman utama admin berisi tentang menu-menu yang tersedia. Menu-menu tersebut digunakan untuk mengelola sistem yang telah dibuat. Antarmuka *dashboard* terdapat pada gambar 4.9 berikut.

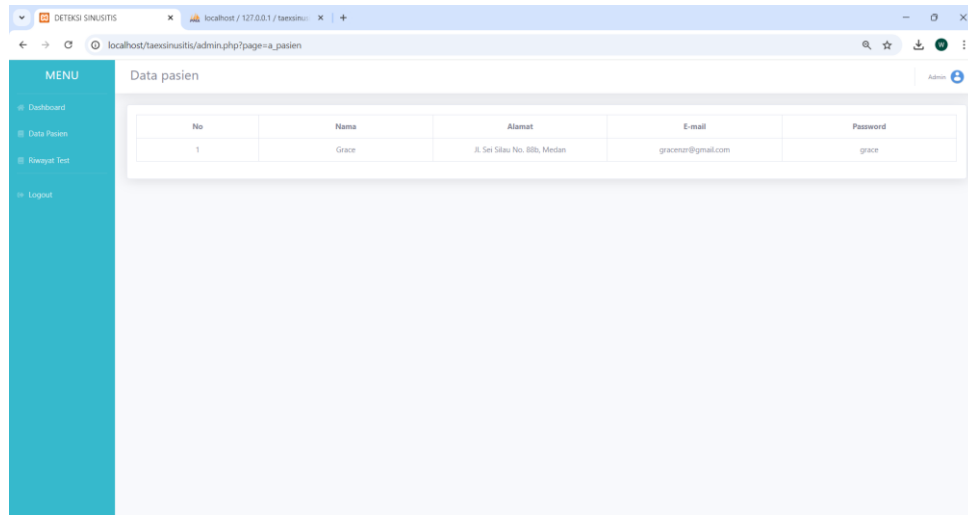


Gambar 4. 9 Halaman Dashboard

4.1.8. Antarmuka halaman data pasien

Halaman data pasien adalah halaman tentang informasi keseluruhan pasien yang sudah terdaftar pada sistem termasuk email dan password yang telah didaftarkan untuk

memasuki halaman konsultasi. Terdapat *button action* yang bisa digunakan admin untuk mengelola data pasien baik penambahan, penghapusan, pengeditan, serta pencarian data pasien. Halaman data pasien terdapat pada gambar 4.10 berikut.

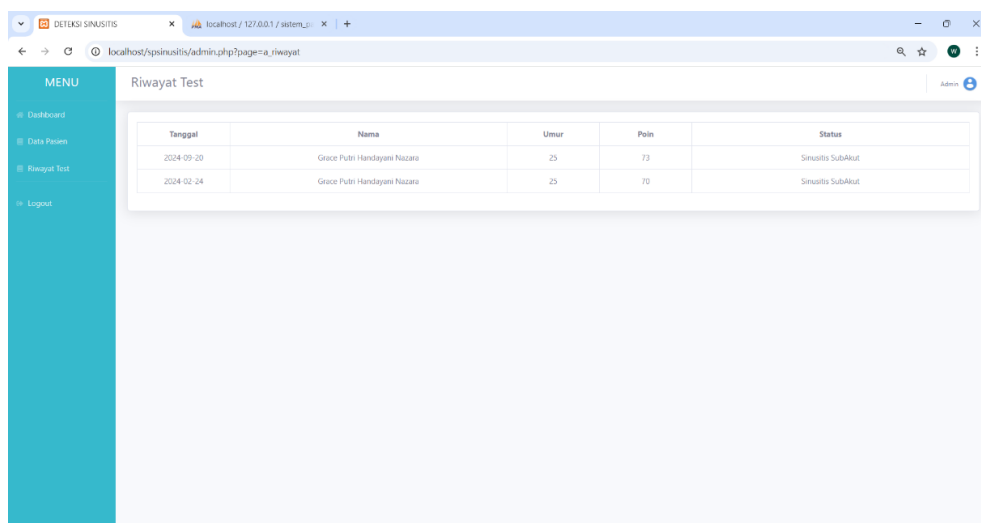


No	Nama	Alamat	E-mail	Password
1	Grace	Jl. Sei Sibau No. 88B, Medan	gracemar@gmail.com	grace

Gambar 4. 10 Halaman Data Pasien

4.1.9. Antarmuka halaman riwayat konsultasi

Halaman riwayat konsultasi adalah halaman berisi daftar jejak konsultasi yang dilakukan oleh para pengguna pada halaman konsultasi. Terdapat menu pencarian berdasarkan data pasien yang dibutuhkan. Halaman ini terdapat pada gambar 4.11 berikut.



Tanggal	Nama	Umur	Poin	Status
2024-09-20	Grace Putri Handayani Nazara	25	73	Sinusitis SubAkut
2024-02-04	Grace Putri Handayani Nazara	25	70	Sinusitis SubAkut

Gambar 4. 11 Halaman Riwayat Konsultasi

4.2. Pengujian

Proses pengujian Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Sinusitis Menggunakan *Fuzzy Tsukamoto* yang dibangun dengan PHP dan MySQL. PHP merupakan bahasa pemrograman yang diterapkan dalam membangun sistem. Sementara, MySQL sebagai layanan databasenya. Proses pengujian ini penelitian ini meliputi pengujian secara manual metode *fuzzy Tsukamoto*, pengujian *black box*, pengujian sistem terhadap pakar, dan pengujian keabsahan berdasarkan perbandingan antara hasil diagnosis pakar terhadap hasil yang ditujukan oleh sistem yang telah dibangun.

4.2.1. Pengujian Manual Metode *Fuzzy Tsukamoto*

Pengujian manual menggunakan metode *fuzzy Tsukamoto* ini dilakukan dengan menghitung secara manual metode *fuzzy Tsukamoto* berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan oleh sistem terhadap pasien. Pada penelitian ini, pasien atas nama Grace Putri Handayani Nazara yang merupakan seorang yang menderita Sinusitis diminta untuk menggunakan Sistem Pakar Diagnosis Sinusitis yang telah dibangun. Hal ini bertujuan untuk mendiagnosis tingkatan sinusitis yang diderita pasien berdasarkan sistem. Hasil diagnosa dari pasien atas nama Grace Putri Handayani Nazara ditujukan pada tabel berikut.

Tabel 4. 1 Data Gejala Pasien

No	Soal	Jawaban
1	Umur	25 tahun
2	Berapa hari hidung anda tersumbat?	21 hari
3	Berapa hari hidung anda berdarah?	70 hari
4	Berapa hari hidung anda berair?	5 hari
5	Berapa hari anda mengalami nyeri pada kepala?	61 hari

6	Berapa hari anda mengalami nyeri pada pipi?	35 hari
7	Berapa hari gigi pada bagian rahang atas sakit?	2 hari
8	Berapa hari anda mengalami pembengkakkan pada mata?	85 hari
9	Berapa hari anda mengalami penurunan indra penciuman?	7 hari
10	Berapa hari anda memiliki alergi (bersin-bersin, hidung gatal)?	7 hari
11	Berapa suhu badan anda ?	38 °C

Setelah fungsi keanggotaan telah diperoleh dari setiap gejala yang dialami oleh pasien, langkah selanjutnya yaitu :

1. Fuzzifikasi

Proses ini dilakukan untuk mencari nilai *crisp* dari setiap fungsi keanggotaan dari setiap kriteria.

a. Fungsi Keanggotaan Usia

$$\mu_{ANAK}(x) = 0$$

$$\mu_{REMAJA}(x) = 0$$

$$\mu_{MUDA}(x) = \frac{30 - x}{30 - 20} = \frac{30 - 25}{30 - 20} = \frac{5}{10} = 0,5$$

$$\mu_{DEWASA}(x) = \frac{x - 20}{30 - 20} = \frac{25 - 20}{30 - 20} = \frac{5}{10} = 0,5$$

$$\mu_{TUA}(x) = 0$$

b. Fungsi Keanggotaan Hidung Tersumbat

$$\mu_{TIDAK}(x) = 0$$

$$\mu_{HT}(x) = \frac{30 - x}{30 - 10} = \frac{30 - 21}{30 - 10} = \frac{9}{20} = 0,45$$

$$\mu_{TM}(x) = \frac{x - 10}{30 - 10} = \frac{21 - 10}{30 - 10} = \frac{11}{20} = 0,55$$

c. Fungsi Keanggotaan Hidung Berdarah

$$\mu_{TIDAK}(x) = \frac{90 - x}{90} = \frac{90 - 70}{90} = \frac{20}{90} = 0.22222222222222$$

$$\mu_{YA}(x) = \frac{x}{90} = \frac{70}{90} = 0.77777777777778$$

d. Fungsi Keanggotaan Hidung Berair

$$\mu_{TIDAK}(x) = \frac{7 - x}{7} = \frac{7 - 5}{7} = \frac{2}{7} = 0.28571428571429$$

$$\mu_{YA}(x) = \frac{x}{7} = \frac{5}{7} = 0.71428571428571$$

e. Fungsi Keanggotaan Nyeri pada Kepala

$$\mu_{TIDAK}(x) = 0$$

$$\mu_{HT}(x) = \frac{90 - x}{90 - 30} = \frac{90 - 61}{60} = \frac{29}{60} = 0.48333333333333$$

$$\mu_{TM}(x) = \frac{x - 30}{90 - 30} = \frac{61 - 30}{90 - 30} = \frac{31}{60} = 0.51666666666667$$

f. Fungsi Keanggotaan Nyeri pada Pipi

$$\mu_{TIDAK}(x) = 0$$

$$\mu_{HT}(x) = \frac{60 - x}{60 - 30} = \frac{60 - 35}{30} = \frac{25}{30} = 0.83333333333333$$

$$\mu_{TM}(x) = \frac{x - 30}{60 - 30} = \frac{35 - 30}{60 - 30} = \frac{5}{30} = 0.16666666666667$$

g. Fungsi Keanggotaan Gigi Rahang Atas Sakit

$$\mu_{TIDAK}(x) = \frac{30 - x}{30} = \frac{30 - 2}{30} = \frac{28}{30} = 0.93333333333333$$

$$\mu_{YA}(x) = \frac{x}{30} = \frac{2}{30} = \frac{2}{30} = 0.0666666666666667$$

h. Fungsi Keanggotaan Mata Bengkak

$$\mu_{TIDAK}(x) = 0$$

$$\mu_{BENGKAK}(x) = \frac{90 - x}{90 - 10} = \frac{90 - 85}{80} = \frac{5}{80} = 0.0625$$

$$\mu_{SB}(x) = \frac{x - 10}{90 - 10} = \frac{85 - 10}{80} = \frac{75}{80} = 0.9375$$

i. Fungsi Keanggotaan Penurunan pada Indra Penciuman

$$\mu_{TIDAK}(x) = \frac{10 - x}{10} = \frac{10 - 7}{10} = \frac{3}{10} = 0,30$$

$$\mu_{HT}(x) = \frac{x}{10} = \frac{7}{10} = 0,70$$

$$\mu_{TM}(x) = 0$$

j. Fungsi Keanggotaan Alergi

$$\mu_{TIDAK}(x) = \frac{10 - x}{10} = \frac{10 - 7}{10} = \frac{3}{10} = 0,30$$

$$\mu_{YA}(x) = \frac{x}{10} = \frac{7}{10} = 0,70$$

k. Fungsi Keanggotaan Demam

$$\mu_{TIDAK}(x) = \frac{39 - x}{39} = \frac{39 - 38}{39} = \frac{1}{39} = 0.025641025641026$$

$$\mu_{YA}(x) = \frac{x}{39} = \frac{38}{39} = 0.97435897435897$$

2. Proses *inferensi* dengan metode *fuzzy tsukamoto*

a. Gejala Hidung

Rule 1 : IF Hidung Tersumbat Tidak AND Hidung Berdarah Tidak

AND Hidung Berair Tidak THEN Fuzzifikasi (z)

$$\begin{aligned}
 [R1] \propto -predikat_1 &= \mu_{Tidak} \cap \mu_{Tidak} \cap \mu_{Tidak} \\
 &= \min(\mu_{Tidak}[21] \cap \mu_{Tidak}[70] \cap \mu_{Tidak}[5]) \\
 &= \min(0 \cap 0 \cap 0) \\
 \propto -predikat_1 &= 0 \\
 Z_1 = zMax - \propto -predikat_1 * (zMax - zMin) \\
 &= 90 - 0 * (90 - 0) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Rule 2 : IF Hidung Tersumbat Hilang Timbul AND Hidung Berdarah Tidak AND Hidung Berair Tidak THEN Fuzzifikasi (z)

$$\begin{aligned}
 [R2] \propto -predikat_2 &= \mu_{HT} \cap \mu_{Tidak} \cap \mu_{Tidak} \\
 &= \min(\mu_{HT}[21] \cap \mu_{Tidak}[70] \cap \mu_{Tidak}[5]) \\
 &= \min(0,45 \cap 0.22222222222222 \cap 0,29) \\
 \propto -predikat_1 &= 0.22222222222222 \\
 Z_2 = zMax - \propto -predikat_1 * (zMax - zMin) \\
 &= 90 - 0.22222222222222 * (90 - 0) \\
 &= 70
 \end{aligned}$$

Rule 3 : IF Hidung Tersumbat Terus Menerus AND Hidung Berdarah Tidak AND Hidung Berair Tidak THEN Fuzzifikasi (z)

$$\begin{aligned}
 [R3] \propto -predikat_3 &= \mu_{TM} \cap \mu_{Tidak} \cap \mu_{Tidak} \\
 &= \min(\mu_{HT}[21] \cap \mu_{Tidak}[70] \cap \mu_{Tidak}[5]) \\
 &= \min(0,55 \cap 0.22222222222222 \cap \\
 &\quad 0.28571428571429)
 \end{aligned}$$

$$\alpha - \text{predikat}_3 = 0,22$$

$$\begin{aligned} Z_3 &= zMax - \alpha - \text{predikat}_1 * (zMax - zMin) \\ &= 90 - 0.22222222222222 * (90 - 0) \\ &= 70 \end{aligned}$$

Rule 4 : IF Hidung Tersumbat Tidak AND Hidung Berdarah Ya
AND Hidung Berair Tidak THEN Fuzzifikasi (z)

$$\begin{aligned} [R4] \alpha - \text{predikat}_4 &= \mu_{Tidak} \cap \mu_{Ya} \cap \mu_{Tidak} \\ &= \min(\mu_{Tidak}[21] \cap \mu_{YA}[70] \cap \mu_{Tidak}[5]) \\ &= \min(0 \cap 0.77777777777778 \cap \\ &\quad 0.28571428571429) \end{aligned}$$

$$\alpha - \text{predikat}_4 = 0$$

$$\begin{aligned} Z_4 &= zMax - \alpha - \text{predikat}_1 * (zMax - zMin) \\ &= 90 - 0 * (90 - 0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Rule 5 : IF Hidung Tersumbat Hilang Timbul AND Hidung
Berdarah Ya AND Hidung Berair Tidak THEN Fuzzifikasi
(z)

$$\begin{aligned} [R5] \alpha - \text{predikat}_4 &= \mu_{HT} \cap \mu_{Ya} \cap \mu_{Tidak} \\ &= \min(\mu_{HT}[21] \cap \mu_{YA}[70] \cap \mu_{Tidak}[5]) \\ &= \min(0,45 \cap 0.77777777777778 \cap \\ &\quad 0.28571428571429) \end{aligned}$$

$$\alpha - \text{predikat}_4 = 0.28571428571429$$

$$\begin{aligned} Z_4 &= zMax - \alpha - \text{predikat}_1 * (zMax - zMin) \\ &= 90 - 0.28571428571429 * (90 - 0) \\ Z_4 &= 64.285714285714 \end{aligned}$$

Rule 6 : IF Hidung Tersumbat Terus Menerus AND Hidung Berdarah Ya AND Hidung Berair Tidak THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_6 = 0.28571428571429$$

$$Z_6 = 64.285714285714$$

Rule 7 : IF Hidung Tersumbat Tidak AND Hidung Berdarah Tidak AND Hidung Berair Ya THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_7 = 0$$

$$Z_7 = 90$$

Rule 8 : IF Hidung Tersumbat Hilang Timbul AND Hidung Berdarah Tidak AND Hidung Berair Ya THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_8 = 0.22222222222222$$

$$Z_8 = 70$$

Rule 9 : IF Hidung Tersumbat Terus Menerus AND Hidung Berdarah Tidak AND Hidung Berair Ya THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_9 = 0.22222222222222$$

$$Z_9 = 70$$

Rule 10 : IF Hidung Tersumbat Tidak AND Hidung Berdarah Ya AND Hidung Berair Ya THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{10} = 0$$

$$Z_{10} = 90$$

Rule 11 : IF Hidung Tersumbat Hilang Timbul AND Hidung Berdarah Ya AND Hidung Berair Ya THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{11} = 0,45$$

$$Z_{11} = 49,5$$

Rule 12 : IF Hidung Tersumbat Terus Menerus AND Hidung Berdarah Ya AND Hidung Berair Ya THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{12} = 0,55$$

$$Z_{11} = 40,5$$

b. Gejala Nyeri

Rule 1 : IF Nyeri pada Kepala Tidak AND Nyeri pada Pipi Tidak AND Gigi Rahang Atas Sakit Tidak THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_1 = 0$$

$$Z_1 = 90$$

Rule 2 : IF Nyeri pada Kepala Tidak AND Nyeri pada Pipi Tidak AND Gigi Rahang Atas Sakit Ya THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_2 = 0$$

$$Z_2 = 90$$

Rule 3 : IF Nyeri pada Kepala Hilang Timbul AND Nyeri pada Pipi Tidak AND Gigi Rahang Atas Sakit Tidak THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_3 = 0$$

$$Z_3 = 90$$

Rule 4 : IF Nyeri pada Kepala Hilang Timbul AND Nyeri pada Pipi Tidak AND Gigi Rahang Atas Sakit Ya THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha -predikat_4 = 0$$

$$Z_4 = 90$$

Rule 5 : IF Nyeri pada Kepala Tidak AND Nyeri pada Pipi Terus Menerus AND Gigi Rahang Atas Sakit Tidak THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha -predikat_5 = 0$$

$$Z_5 = 90$$

Rule 6 : IF Nyeri pada Kepala Terus Menerus AND Nyeri pada Pipi Tidak AND Gigi Rahang Atas Sakit Ya THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha -predikat_6 = 0$$

$$Z_6 = 90$$

Rule 7 : IF Nyeri pada Kepala Tidak AND Nyeri pada Pipi Hilang Timbul AND Gigi Rahang Atas Sakit Tidak THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha -predikat_7 = 0$$

$$Z_7 = 90$$

Rule 8 : IF Nyeri pada Kepala Tidak AND Nyeri pada Pipi Hilang Timbul AND Gigi Rahang Atas Sakit Ya THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha -predikat_8 = 0$$

$$Z_8 = 90$$

Rule 9 : IF Nyeri pada Kepala Hilang Timbul AND Nyeri pada Pipi Hilang Timbul AND Gigi Rahang Atas Sakit Tidak THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_9 = 0.48333333333333$$

$$Z_9 = 46,5$$

Rule 10 : IF Nyeri pada Kepala Hilang Timbul AND Nyeri pada Pipi Hilang Timbul AND Gigi Rahang Atas Sakit Ya THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{10} = 0.066666666666667$$

$$Z_{10} = 84$$

Rule 11 : IF Nyeri pada Kepala Terus Menerus AND Nyeri pada Pipi Hilang Timbul AND Gigi Rahang Atas Sakit Tidak THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{11} = 0.516666666666667$$

$$Z_{11} = 43,5$$

Rule 12 : IF Nyeri pada Kepala Terus Menerus AND Nyeri pada Pipi Hilang Timbul AND Gigi Rahang Atas Sakit Ya THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{12} = 0.066666666666667$$

$$Z_{12} = 84$$

Rule 13 : IF Nyeri pada Kepala Tidak AND Nyeri pada Pipi Terus Menerus AND Gigi Rahang Atas Sakit Tidak THEN

Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{13} = 0$$

$$Z_{13} = 90$$

Rule 14 : IF Nyeri pada Kepala Tidak AND Nyeri pada Pipi Terus Menerus AND Gigi Rahang Atas Sakit Ya THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{14} = 0$$

$$Z_{14} = 90$$

Rule 15 : IF Nyeri pada Kepala Hilang Timbul AND Nyeri pada Pipi Terus Menerus AND Gigi Rahang Atas Sakit Tidak THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{15} = 0.16666666666667$$

$$Z_{15} = 75$$

Rule 16 : IF Nyeri pada Kepala Hilang Timbul AND Nyeri pada Pipi Terus Menerus AND Gigi Rahang Atas Sakit Ya THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{16} = 0.06666666666667$$

$$Z_{16} = 84$$

Rule 17 : IF Nyeri pada Kepala Terus Menerus AND Nyeri pada Pipi Terus Menerus AND Gigi Rahang Atas Sakit Tidak THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{17} = 0.16666666666667$$

$$Z_{17} = 75$$

Rule 18 : IF Nyeri pada Kepala Terus Menerus AND Nyeri pada Pipi

Terus Menerus AND Gigi Rahang Atas Sakit Ya THEN
Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{18} = 0.066666666666667$$

$$Z_{18} = 84$$

c. Gejala Fisiologis dan Penciuman

Rule 1 : IF Mata Bengkak Tidak AND Penurunan pada Indra
Penciuman Tidak THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_1 = 0$$

$$Z_1 = 90$$

Rule 2 : IF Mata Bengkak Tidak AND Penurunan pada Indra
Penciuman Hilang Timbul THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_2 = 0$$

$$Z_2 = 90$$

Rule 3 : IF Mata Bengkak Tidak AND Penurunan pada Indra
Penciuman Terus Menerus THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_3 = 0$$

$$Z_3 = 90$$

Rule 4 : IF Mata Bengkak Bengkak AND Penurunan pada Indra
Penciuman Tidak THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_4 = 0.0625$$

$$Z_4 = 84.375$$

Rule 5 : IF Mata Bengkak Bengkak AND Penurunan pada Indra
Penciuman Hilang Timbul THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_5 = 0.0625$$

$$Z_5 = 84.375$$

Rule 6 : IF Mata Bengkak Bengkak AND Penurunan pada Indra Penciuman Terus Menerus THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_6 = 0$$

$$Z_6 = 90$$

Rule 7 : IF Mata Bengkak Sangat Bengkak AND Penurunan pada Indra Penciuman Tidak THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_7 = 0,3$$

$$Z_7 = 63$$

Rule 8 : IF Mata Bengkak Sangat Bengkak AND Penurunan pada Indra Penciuman Hilang Timbul THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_8 = 0,7$$

$$Z_8 = 27$$

Rule 9 : IF Mata Bengkak Sangat Bengkak AND Penurunan pada Indra Penciuman Terus Menerus THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_9 = 0$$

$$Z_9 = 90$$

d. Gejala Pendukung

Rule 1 : IF Usia Anak AND Alergi Tidak AND Demam Tidak THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_1 = 0$$

$$Z_1 = 90$$

Rule 2 : IF Usia Anak AND Alergi Tidak AND Demam Ya THEN
Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - predikat_2 = 0$$

$$Z_2 = 90$$

Rule 3 : IF Usia Anak AND Alergi Ya AND Demam Tidak THEN
Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - predikat_3 = 0$$

$$Z_3 = 90$$

Rule 4 : IF Usia Anak AND Alergi Ya AND Demam Ya THEN
Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - predikat_4 = 0$$

$$Z_4 = 90$$

Rule 5 : IF Usia Remaja AND Alergi Tidak AND Demam Tidak
THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - predikat_5 = 0$$

$$Z_5 = 90$$

Rule 6 : IF Usia Remaja AND Alergi Tidak AND Demam Ya THEN
Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - predikat_6 = 0$$

$$Z_6 = 90$$

Rule 7 : IF Usia Remaja AND Alergi Ya AND Demam Tidak THEN
Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_7 = 0$$

$$Z_7 = 90$$

Rule 8 : IF Usia Muda AND Alergi Ya AND Demam Tidak THEN
Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_8 = 0.025641025641026$$

$$Z_8 = 87.692307692308$$

Rule 9 : IF Usia Muda AND Alergi Tidak AND Demam Tidak
THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_9 = 0.025641025641026$$

$$Z_9 = 87.692307692308$$

Rule 10 : IF Usia Muda AND Alergi Tidak AND Demam Ya THEN
Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{10} = 0.3$$

$$Z_{10} = 63$$

Rule 11 : IF Usia Dewasa AND Alergi Tidak AND Demam Tidak
THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{11} = 0.025641025641026$$

$$Z_{11} = 87.692307692308$$

Rule 12 : IF Usia Dewasa AND Alergi Tidak AND Demam Ya
THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{12} = 0.3$$

$$Z_{12} = 63$$

Rule 13 : IF Usia Dewasa AND Alergi Ya AND Demam Tidak
THEN Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{13} = 0.025641025641026$$

$$Z_{13} = 87.692307692308$$

Rule 14 : IF Usia Tua AND Alergi Tidak AND Demam Tidak THEN
Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{14} = 0$$

$$Z_{14} = 90$$

Rule 15 : IF Usia Tua AND Alergi Ya AND Demam Tidak THEN
Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{15} = 0.16666666666667$$

$$Z_{15} = 90$$

Rule 16 : IF Usia Tua AND Alergi Tidak AND Demam Ya THEN
Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{16} = 0.06666666666667$$

$$Z_{16} = 90$$

Rule 17 : IF Usia Remaja AND Alergi Ya AND Demam Ya THEN
Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{17} = 0.16666666666667$$

$$Z_{17} = 90$$

Rule 18 : IF Usia Muda AND Alergi Ya AND Demam Ya THEN
Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{18} = 0.5$$

$$Z_{18} = 45$$

Rule 19 : IF Usia Muda AND Alergi Ya AND Demam Ya THEN
Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{19} = 0.5$$

$$Z_{19} = 45$$

Rule 20 : IF Usia Muda AND Alergi Ya AND Demam Ya THEN
Fuzzifikasi (z)

$$\alpha - \text{predikat}_{20} = 0$$

$$Z_{20} = 90$$

3. Defuzifikasi

a. Gejala Hidung

$$Z^1 = \frac{(\alpha - \text{predikat}_1 * Z_1) + (\alpha - \text{predikat}_2 * Z_2) + (\alpha - \text{predikat}_3 * Z_3) \dots (\alpha - \text{predikat}_n * Z_n)}{\alpha - \text{predikat}_1 + \alpha - \text{predikat}_2 + \alpha - \text{predikat}_3 \dots \alpha - \text{predikat}_n}$$

$$Z^1 = ((0*90)+(0.222*70)+(0.222*70)+(0*90)+(0.286*64.285714285714)+$$

$$(0.286*64.285714285714)+(0*90)+(0.222*70)+(0.222*70)+(0*90)+(0.45*49.5)+(0.55*40.5)) /$$

$$(0+0.222+0.222+0+0.286+0.286+0+0.222+0.222+0+0.45+0.55)$$

$$Z^1 = 58.328617511521$$

b. Gejala Nyeri

$$Z^2 = \frac{(\alpha - \text{predikat}_1 * Z_1) + (\alpha - \text{predikat}_2 * Z_2) + (\alpha - \text{predikat}_3 * Z_3) \dots (\alpha - \text{predikat}_n * Z_n)}{\alpha - \text{predikat}_1 + \alpha - \text{predikat}_2 + \alpha - \text{predikat}_3 \dots \alpha - \text{predikat}_n}$$

$$Z^2 = ((0*90)+(0*90)+(0*90)+(0*90)+(0*90)+(0*90)+(0*90)+(0*90)+(0.483*46.5)+(0.067*84)+(0.51$$

$$7*43.5)+(0.067*84)+(0*90)+(0*90)+(0.167*75)+(0.067*84)+(0.167*75)+(0.067*84)) /$$

$$0+0+0+0+0+0+0+0+0.483+0.067+0.517+0.067+0+0+0.167+0.067+0.167+0.067$$

$$Z^2 = 57.71875$$

c. Gejala Fisiologis dan Penciuman

$$Z^3 = \frac{(\alpha - \text{predikat}_1 * Z_1) + (\alpha - \text{predikat}_2 * Z_2) + (\alpha - \text{predikat}_3 * Z_3) \dots (\alpha - \text{predikat}_n * Z_n)}{\alpha - \text{predikat}_1 + \alpha - \text{predikat}_2 + \alpha - \text{predikat}_3 \dots \alpha - \text{predikat}_n}$$

$$Z^3 = ((0 * 90) + (0 * 90) + (0 * 90) + (0.063 * 84.375) + (0.063 * 84.375) + (0 * 90) + (0.3 * 63) + (0.7 * 27) + (0 * 90)) / (0+0+0+0.063+0.063+0+0.3+0.7+0)$$

$$Z^3 = 42.975$$

d. Gejala Pendukung

$$Z^4 = \frac{(\alpha - \text{predikat}_1 * Z_1) + (\alpha - \text{predikat}_2 * Z_2) + (\alpha - \text{predikat}_3 * Z_3) \dots (\alpha - \text{predikat}_n * Z_n)}{\alpha - \text{predikat}_1 + \alpha - \text{predikat}_2 + \alpha - \text{predikat}_3 \dots \alpha - \text{predikat}_n}$$

$$Z^4 = ((0*90)+(0*90)+(0*90)+(0*90)+(0*90)+(0*90)+(0*90)+(0.026*87.692307692308)+(0.026*87.692307692308)+(0.3*63)+(0.026*87.692307692308)+(0.3*63)+(0.026*87.692307692308)+(0*90)+(0*90)+(0*90)+(0*90)+(0.5*45)+(0.5*45)+(0*90)) / (0+0+0+0+0+0+0+0.026+0.026+0.3+0.026+0.3+0.026+0+0+0+0+0.5+0.5+0)$$

$$Z^4 = 53.915199258573$$

Jadi defuzifikasi keseluruhannya, yaitu:

$$Z^{\square} = \frac{Z^1 + Z^2 + Z^3 + Z^4}{4}$$

$$Z^{\square} = \frac{(58.328617511521 + 57.71875 + 42.975 + 53.915199258573)}{4}$$

$$Z^{\square} = \frac{212,937566770094}{4}$$

$$Z^{\square} = 53,2343916925235$$

Nilai z akan diubah menjadi nilai *crisp* yang merupakan langkah terakhir yaitu *defuzzifikasi* yang terdapat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Defuzifikasi

Fungsi Keanggotaan	<i>Crisp</i>
0-30	Sinusitis Akut
31-89	Sinusitis Sub-Akut
90-100	Sinusitis Kronis

Maka dari hasil nilai z yang bernilai 53,2343916925235. Pasien atas nama Grace Putri Handayani didiagnosis menderita sinusitis sub-akut. Jadi, hasil diagnosis adalah terdeteksi 53% menderita sinusitis.

4.2.2. Pengujian Sistem

Pengujian sistem berperan untuk mengetahui kelemahan dan kesalahan yang terjadi dalam sebuah sistem dan juga untuk mengetahui apakah sistem tersebut dapat berfungsi sebagaimana peruntukannya berdasarkan ketentuan atau persyaratan yang telah dibuat sebelumnya. Metode pengujian yang digunakan adalah pengujian *black box*. Pengujian ini berfokus kepada fungsionalitas sistem terhadap persyaratan dan spesifikasi. Tabel pengujian *black box* terdapat pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Pengujian *Black Box*

No	Input	Process	Output	Hasil
1	Klik halaman utama	Mengakses halaman <i>index.php</i>	Tampil halaman utama (sebelum <i>login</i>)	Berhasil
2	Melakukan pendaftaran untuk dapat mengakses halaman konsultasi	Mengakses halaman <i>register.php</i> serta menyimpan data pasien ke <i>database</i>	Tampil halaman pendaftaran dan data pasien tersimpan di <i>database</i>	Berhasil
3	Melakukan login	Mengakses halaman <i>home.php</i>	Tampil halaman utama (setelah <i>login</i>)	Berhasil
4	Klik halaman diagnosis	Mengakses halaman <i>soal.php</i>	Tampil halaman konsultasi	Berhasil
5	Memilih jawaban terhadap setiap pertanyaan	Menyimpan jawab ke <i>database</i> dan mengakses halaman <i>diganosa.php</i>	Tampil halaman hasil pemeriksaan	Berhasil

	yang diajukan oleh sistem			
6	Klik halaman riwayat konsultasi	Mengakses halaman riwayat.php	Tampil halaman riwayat konsultasi	Berhasil
7	Klik halaman <i>about</i>	Mengakses halaman <i>about.php</i>	Tampil halaman <i>About</i>	Berhasil
8	Klik menu <i>logout</i>	Mengakses <i>logout.php</i>	Tampil halaman utama (sebelum <i>login</i>)	Berhasil

4.2.3. Evaluasi sistem

Evaluasi sistem bertujuan untuk melakukan validasi terhadap uji coba sistem terhadap pengguna dengan berfokus pada kesesuaian sistem dengan kebutuhan pengguna. Hasil evaluasi terhadap pasien atas nama Grace Putri Handayani Nazara:

1. Berdasarkan diagnosis yang dilakukan oleh dokter dengan pemeriksaan menyeluruh berdasarkan gejala dan proses pemeriksaan rutin yang telah dilakukan sebelumnya, maka menunjukkan bahwa pasien menderita sinusitis sub-akut.
2. Berdasarkan uji coba sistem terhadap pasien, didapatkan hasil diagnosa yang juga menunjukkan bahwa pasien menderita sinusitis sub-akut.

Sesuai dengan hasil *fuzzifikasi* 81,82%%, maka dapat disimpulkan bahwa sistem memiliki tingkat keakuratan yang baik.

Tabel 4. 4 Tabel Perbandingan Hasil Sistem

Pasien	Hasil Diagnosa Sebelum	Hasil Diagnosa Sistem	Hasil Evaluasi
Pasien 1	Sinusistis Sub-Akut	Sinusistis Sub-Akut	Benar
Pasien 2	Sinusitis Akut	Sinusitis Akut	Benar

Pasien 3	Sinusistis Sub-Akut	Sinusitis Akut	Salah (X)
Pasien 4	Sinusistis Sub-Akut	Sinusistis Sub-Akut	Benar
Pasien 5	Sinusitis Akut	Sinusitis Akut	Benar
Pasien 6	Sinusitis Akut	Sinusitis Akut	Benar
Pasien 7	Sinusitis Akut	Sinusistis Sub-Akut	Salah (X)
Pasien 8	Sinusistis Sub-Akut	Sinusistis Sub-Akut	Benar
Pasien 9	Sinusitis Akut	Sinusitis Akut	Benar
Pasien 10	Sinusitis Akut	Sinusitis Akut	Benar
Pasien 11	Sinusistis Sub-Akut	Sinusistis Sub-Akut	Benar

$$\text{Rata-tata} = (9/11) * 100 = 81,82\%$$

Dari tabel evaluasi sistem di atas, didapatkan rata-rata persentase dari perbandingan kesesuaian yaitu sebesar 81,82% menunjukkan tingkat keakuratan yang baik.

4.2.4. *User accepted test*

User Accepted Test (UAT) adalah tahapan dalam siklus pengujian sistem yang dilakukan oleh *user*. Proses pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem sudah berjalan sesuai dengan peruntukannya dan dapat diterima serta telah memenuhi persyaratan sesuai dengan pengetahuan pakar. Pada penelitian ini, kuesioner *User Accepted Test (UAT)* diberikan ke pakar sebagai penguji untuk melakukan evaluasi terhadap sistem pakat diagnosis sinusitis menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*. Tanggapan dari *user* dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4. 5 *User Acceptance Test*

Pertanyaan	Tidak Setuju	Setuju	Sangat Setuju
Dari segi tampilan, aplikasi ini sudah menggambarkan sistem pakar dengan menggunakan metode <i>Fuzzy Inference System</i> untuk mendiagnosis penyakit sinusitis		√	
Menu-menu yang tersedia pada sistem pakar ini tidak terdapat kesulitan dalam penggunaannya (<i>user friendly</i>)		√	
Sistem dapat membantu dalam mendapatkan informasi tentang penyakit sinusitis kepada pengguna		√	
Informasi mengenai penyakit dan gejala yang diberikan oleh website sistem pakar ini sudah lengkap.		√	
Sistem dapat menghasilkan diagnosis penyakit sesuai dengan gejala yang dipilih. Hasil yang diberikan sudah sesuai dengan diagnosa pakar.		√	
Sistem pakar ini dapat dan layak untuk digunakan oleh orang awam.		√	

Dari tabel diatas, pengguna memberikan jawaban “Setuju” terhadap pertanyaan yang diberikan. Berdasarkan jawaban tersebut, sistem pakar diagnosis sinusitis menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* mudah digunakan, memberikan informasi akurat tentang sinusitis dan juga memberikan hasil diagnosa yang sama dengan pakar. Oleh karena itu, kesimpulan yang didapatkan adalah sistem pakar ini dapat membantu diagnosis dan pengenalan awal terhadap sinusitis yang dialami oleh *user*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah peneliti lakukan terhadap sistem pakar diganosis penyakit sinusitis menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*, peneliti dapat memberikan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Sistem pakar ini dapat diterapkan untuk tahapan pengenalan dan diagnosa awal terhadap penyakit sinusitis sebelum melakukan pemeriksaan selanjutnya bersama dokter spesialis atau rumah sakit yang dalam hal ini memerlukan biaya yang mahal. Sistem pakar ini sebagai referensi pengguna untuk memutuskan tindakan selanjutnya yang akan dilakukan.
2. Algoritma *Fuzzy Tsukamoto* dapat diimplementasi atau diterapkan dalam pengembangan sistem pakar diagnosis sinusitis.
3. Penggunaan algoritma *fuzzy tsukamoto* dalam sistem pakar dapat membantu proses inferensi sistem dalam membuat keputusan dan solusi sesuai dengan kebutuhan.
4. Dari pengujian yang telah dilakukan oleh pakar kepada pasien dan uji sistem dari 11 pasien yang menderita sinusitis terhadap sistem pakar diagnosis sinusitis menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*, memiliki kesesuaian hasil diagnosa dengan tingkat keakuratan 81,82%.
5. Berdasarkan *user acceptance test*, disimpulkan bahwa sistem pakar ini dapat membantu diagnosis dan memenuhi kebutuhan *user*.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis, maka berikut saran yang sangat perlu diperhatikan dalam pengembangan sistem menjadi semakin baik, diantaranya yaitu:

1. Memperhatikan kelengkapan dan kedetailan data-data yang dikumpulkan dari pakar agar keakuratan sistem dapat ditingkatkan sehingga masyarakat luas dapat memiliki keyakinan penuh terhadap sistem.
2. Sebaiknya dilakukan penambahan pakar dalam jumlah yang lebih banyak agar informasi yang didapatkan oleh peneliti selanjutnya dapat dikembangkan untuk meningkatkan keakuratan sistem.
3. Sebaiknya pada hasil diagnosis ditampilkan saran dokter dan tempat/rumah sakit yang dituju berdasarkan lokasi pasien.

DAFTAR PUSTAKA

- Dorland. (2000). *Kamus Kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Fokkens, W. J., Lund, V. J., Mullol, J., Bachert, C., Alobid, I., Baroody, F., . . . Wormald, P. J. (2012). EPOS 2012: European position paper in rhinosinusitis and nasal polyps 2012. A summary for otorhinolaryngologists. *Rhinology*, 50(1), 1-12.
- Hadi, H. N., & Mahmudy, W. F. (2015). Penilaian Prestasi Kinerja Pegawai menggunakan Fuzzy Tsukamoto. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, II(1), 41-48.
- Hayadi, B. H. (2018). *Sistem Pakar*. Yogyakarta: Deepublish.
- Kotimah, Q., Mahmudy, W. F., & Wijayaningrum, V. N. (2017). Optimization of Fuzzy Tsukamoto Membership Function using Genetic Algorithm to Determine the River Water. *IJECE*, VII(5), 2838-2846.
- Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Mangunkusumo, E., & Soetjipto, D. (2010). *Buku Ajar Ilmu Kesehatan Telinga Hidung Tenggorokan Kepala & Leher*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.
- Muna, I. H., & Rakhmawati, E. M. (2020). Implementation of Knapsack Problem - Fuzzy Inference System Tsukamoto in the Admission of New Students based on Zone System. *ISSET*, 574, 20-26.
- Nugraha, E., Wibawa, A. P., Kholifah, U., Hakim, M. L., Dini, R. H., & Irwanto, M. R. (2019). Implementation of fuzzy tsukamoto method in decision support system of journal acceptance. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(2). doi:10.1088/1742-6596/1280/2/022031
- Nursalam. (2005). *Asuhan Keperawatan THT Edisi Pertama*. Jakarta: Salemba Medika.

- Plasse, H., & Masline, S. R. (2002). *Sinusitis Relief*. New York: Henry Holt.
- Pratiwi, H. (2019). *Buku Ajar: Sistem Pakar*. Kuningan: Goresan Pena.
- Rahmiati, Melyanti, R., Suryani, D., & Ambiyar. (2021). Mobile Game Education About using Capitals Hiragana and Katana Fisher-Yates Shuffle Algorithm and Fuzzy Tsukamoto. *IJMH*, 5(9), 30-34.
- Ramadhan, G. K., & Utama, D. N. (2019). Fuzzy Tsukamoto based Decision Support Model for Purchase Decision in Pharmacy Company. *IJRTE*, VIII(4), 3868-3874.
- Ramadhan, P. S., & Pane, U. F. (2018). *Mengenal Metode Sistem Pakar*. Sidoarjo: Uwais Inspirasi Indonesia.
- Rosnelly, R. (2012). *Sistem Pakar Konsep dan Teori*. Yogyakarta: CV ANDI OFFSET.
- Sari, N. R., & Mahmudy, W. F. (2015). Fuzzy Inference System Tsukamoto untuk Menentukan Kelayakan Calon Pegawai. *SESINDO*, 245-252.
- Tarigan, D. P., Wantoro, A., & Setiawansyah. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Kredit Mobil dengan Fuzzy Tsukamoto (Studi Kasus: PT CLipan Finance). *TELEFORTECH*, I(1), 32-37.
- Tim Riskesdas 2018. (2019). *Laporan Nasional RISKERDAS 2018*. Jakarta: Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (LPB).

LAMPIRAN
SURAT KETERANGAN IZIN PENELITIAN



RUMAH SAKIT UMUM BETHESDA

NOMOR : 503/0001/IORS/DPMPPTSP/2021

Jln. Diponegoro No. 375 C Km. 3 Gunungsitoli – Nias Telp/Fax : (0639) 323316 Hp. 0813 6125 5644
e-mail : rs_bethesda@yahoo.com

Gunungsitoli, 15 September 2022

Nomor : 196/R-BS/ IX /2022
Lampiran : -
Sifat : Penting
Perihal : Izin Penelitian

Kepada Yth,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Sumatera Utara

di

Medan

Dengan Hormat,

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : dr. Idaman Zega, MM

Jabatan : Direktur

Menerangkan bahwa,

Nama : Hasrat Setiawan Harefa

NIM : 181401085

Sesuai dengan surat yang telah kami terima tanggal 16 Agustus 2022 nomor : 2207/UN.5.2.1.14/PPM/2022 Hal : Permohonan Izin Penelitian, maka Rumah sakit Umum Bethesda Gunungsitoli memberikan izin kepada yang bersangkutan untuk melaksanakan Penelitian dengan judul :

“Sistem Pakar diagnosis penyakit sinusitis menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto”.

Demikian surat ini disampaikan atas perhatian diucapkan terimakasih.

Direktur
Rumah Sakit Umum,

RINTO KRISTOPER ZEBUA, SH

Tembusan Yth:

1. Ketua Yayasan Bethesda Sanolo

USER ACCEPTANCE TEST

USER ACCEPTANCE TEST

"Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Sinusitis menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto"

Nama : dr. Yorien S.A. Lase (Direktur RSU Bethesda Gunungsitoli)

Tempat : RS Umum Bethesda Gunungsitoli

PERTANYAAN	TIDAK SETUJU	SETUJU	SANGAT SETUJU
Dari segi tampilan, aplikasi menggambarkan sebuah sistem pakar dengan menggunakan metode <i>Fuzzy Tsukamoto</i> untuk mendiagnosis penyakit sinusitis		✓	
Menu-menu yang tersedia pada sistem pakar ini mudah dipahami dan tidak terdapat kesulitan dalam penggunaannya (<i>User Friendly</i>)		✓	
Sistem dapat membantu memberikan informasi tentang penyakit sinusitis kepada pengguna		✓	
Informasi tentang penyakit dan gejala yang diberikan oleh website ini sudah lengkap		✓	
Sistem dapat menghasilkan diagnosis penyakit sesuai dengan gejala yang dipilih. Hasil yang diberikan sudah sesuai dengan diagnosa pakar		✓	
Sistem pakar ini dapat dan layak untuk digunakan oleh orang awam		✓	

Gunungsitoli, Februari 2024

Responden,


 dr. Yorien S.A. Lase

SURAT IZIN PENELITIAN



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI**

Jalan Universitas No. 9A Kampus USU Medan 20155
Telepon: (061) 8221379
Laman: fasilkom-ti.usu.ac.id

Nomor : 2207/UN5.2.1.14/PPM/2022 Medan, 16 Agustus 2022
Lampiran : 1 (satu) set
Hal : Permohonan Izin Penelitian

Yth.
Direktur RS Umum Bethesda Gunungsitoli

Sehubungan dengan Surat Permohonan Izin Penelitian yang diajukan mahasiswa sebagai berikut:

Nama : HASRAT SETIAWAN HAREFA
NIM : 181401085
Program : S1
Program Studi : Ilmu Komputer
Semester : 8 (delapan)
Alamat Mahasiswa : Dusun 2 Desa Hilihao Kecamatan Gunungsitoli Kota Gunungsitoli
Judul Proposal : Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Sinusitis Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto
Lokasi Penelitian : RS Umum Bethesda Gunungsitoli
Ditujukan Kepada : Direktur RS Umum Bethesda Gunungsitoli
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. M. Zarlis, M.Sc











Maka dengan ini kami mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk dapat memberikan Izin Penelitian kepada mahasiswa yang tersebut di atas. Penelitian ini diperlukan mahasiswa untuk mengumpulkan data/informasi sebagai bahan untuk menyelesaikan Skripsi/Tugas Akhir.

Demikian hal ini disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.


 Dekan
 Dr. Maya Silvi Lydia, B.Sc., M.Sc.
 NIP. 197401272002122001

DATA PASIEN

UJI TERHADAP PASIEN

No	Nama	Usia	Alamat	Email	Diagnosis Sebelum	Diagnosis Aplikasi	Susai/ Tidak Susai	Tanda Tangan
1	HOTMA	52	Jl. Conglor 35	Hotma@gmail.com	Susai Akut	Susai Akut	Besar	
2	Sanetha Heptharu	19	Jl. Esauw G.G. Mula	ketosapitipul@gmail.com	Susai Sd Akut	Susai Akut	Sedih	
3	Immanuel Bayan	18	Jl. So Messum	immanuelbayang@gmail.com	Susai Sd Akut	Susai Sub Akut	Besar	
4	Esauw Hanyung	54	Jl. Sui'ingay male	esauwhanyung@gmail.com	Susai Akut	Susai Akut	Besar	
5	Jane's marumun	33	Jl. wry' compate	janewumun@gmail.com	Susai Akut	Susai Akut	Besar	
6	Nadi MARINA	24	Jl. Hambang 2 No. 210	nadimarina91@gmail.com	Susai Akut	Susai Sd Akut	Sedih	
7	Yehy tttatlin	27	Jl. Anyotek Baya	keystianmarang@gmail.com	Susai Sd Akut	Susai Sub Akut	Besar	
8	Rusmita marogenta	12	Jl. Anyotek Baya	rusmita...@gmail.com	Susai Akut	Susai Akut	Besar	
9	Rusmita	9	Jl. Anyotek Baya	rusmita...@gmail.com	Susai Akut	Susai Akut	Besar	
10	GICSS DCMANIK	14	Jl. Anyotek Baya	gicssdcm@gmail.com	Susai Sd Akut	Susai Sd Akut	Besar	
11				Q9mail.com	Akut			