

**IMPLEMENTASI *FUZZY LOGIC* PADA SISTEM PAKAR
DIAGNOSA PENYAKIT SARAF BERBASIS ANDROID**

(Skripsi)

Oleh

VINY SILVIA

NPM 1917051010



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2023

ABSTRAK

IMPLEMENTASI *FUZZY LOGIC* PADA SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT SARAF BERBASIS ANDROID

Oleh

VINY SILVIA

Penyakit saraf adalah gangguan yang terjadi pada sistem saraf manusia dan memberikan berbagai dampak negatif, bahkan beberapa jenis penyakit saraf menjadi penyebab kematian tertinggi di dunia. Namun masih banyak ditemukan orang yang kurang peduli kepada kesehatan sarafnya dan enggan untuk melakukan pemeriksaan atau diagnosa lebih lanjut. Belakangan ini telah banyak ditemukan upaya-upaya yang dilakukan untuk memanfaatkan pendekatan kecerdasan buatan termasuk sistem pakar untuk mendiagnosa berbagai penyakit berdasarkan gejala klinis yang dialami pasien. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakar diagnosa penyakit saraf dengan mengimplementasikan logika *fuzzy* dalam memberikan diagnosa berdasarkan ketidaktepatan gejala yang ada. Basis pengetahuan yang digunakan untuk membangun fuzziness diperoleh dari dokter spesialis saraf yang memiliki SIP. Hasil yang diberikan berupa diagnosa penyakit saraf disertai dengan tingkat keyakinan penyakit. Sistem akan diujicobakan dengan menggunakan *70 test problem* untuk mengevaluasi kinerja sistem yang akan dibandingkan hasilnya dengan diagnosa dokter spesialis saraf. Pengujian tersebut memberikan hasil pengujian berupa tingkat akurasi sebesar 92.86 % yang menunjukkan bahwa sistem ini berhasil dalam hamper semua kasus pengujian. Dengan demikian, sistem pakar diagnosa penyakit saraf ini layak digunakan dan dapat memberikan manfaat kepada masyarakat dan dokter spesialis saraf dalam memberikan diagnosa penyakit saraf.

Kata Kunci : Penyakit Saraf, Sistem Pakar, Logika *fuzzy*, Android

ABSTRACT

FUZZY EXPERT SYSTEM FOR DIAGNOSIS NEUROLOGICAL DISEASE BASED ON ANDROID

By

VINY SILVIA

Neurological disease is a disorder that occurs in the human neurologic system and has various negative impacts, several types of neurological diseases are the highest cause of death in the world. However, there are still many people who are less concerned about the health of their nerves and are reluctant to carry out further examinations or diagnoses. Recently, there have been many efforts made to utilize artificial intelligence approaches including expert systems to diagnose various diseases based on the clinical symptoms experienced by patients. This study aims to develop an expert system for diagnosing neurological diseases by implementing fuzzy logic in providing diagnoses based on inaccuracies in existing symptoms. The knowledge base used to establish fuzziness was obtained from a neurologist who has a SIP. The results are given in the form of a diagnosis of neurological disease along with the level of confidence in the disease. The system will be tested using 70 test problems to evaluate system performance. The results will be compared with the diagnosis of a neurologist. These tests provide test results in the form of an accuracy rate of 92.86% which indicates that this system is successful in almost all test cases. Thus, this expert system for diagnosing neurological diseases is feasible to use and can provide benefits to the public and neurologists in providing a diagnosis of neurological diseases.

Keywords : *Neurological Disease, Expert System, Fuzzy Logic, Android*

**IMPLEMENTASI *FUZZY LOGIC* PADA SISTEM PAKAR
DIAGNOSA PENYAKIT SARAF BERBASIS ANDROID**

Oleh
VINY SILVIA

Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA ILMU KOMPUTER

Pada
Jurusan Ilmu Komputer
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2023

Judul Skripsi : **IMPLEMENTASI *FUZZY LOGIC* PADA
SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT
SARAF BERBASIS ANDROID**

Nama Mahasiswa : **Viny Silvia**

Nomor Pokor Mahasiswa : **1917051010**

Program Studi : **S1 Ilmu Komputer**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Prof. Admi Syarif, Ph.D.
NIP 196701031992031003

2. Ketua Jurusan Ilmu Komputer



Didik Kurniawan, S.Si., M.T.
NIP 198004192005011004

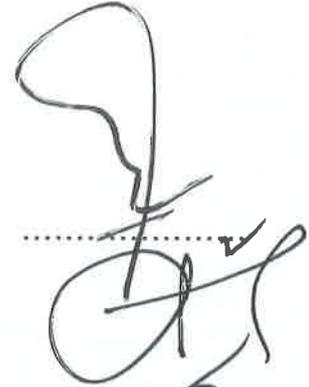
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Admi Syarif, Ph.D.

Penguji I : Aristoteles, S.Si., M.Si.

Penguji II : Favorisen R. Lumbanraja, Ph.D.



.....



.....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 02 Agustus 2023

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Viny Silvia

NPM : 1917051010

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**Implementasi *Fuzzy Logic* Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Saraf Berbasis Android**" adalah benar hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik yang telah saya terima.

Bandar Lampung, 02 Agustus 2023

Penulis



Viny Silvia

NPM 1917051010

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Banyumas pada tanggal 12 Agustus 2001 sebagai anak pertama dari 4 bersaudara dari pasangan Ayah Sujud Mashudi dan Ibu Murniati. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD N 3 Banyumas pada tahun 2013. Kemudian melanjutkan ke jenjang pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP N 1 Banyumas pada tahun 2016, dan melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMA N 1 Pringsewu yang diselesaikan pada tahun 2019.

Pada tahun 2019, penulis terdaftar sebagai mahasiswa jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Selama menjadi mahasiswa, beberapa kegiatan yang dilakukan oleh penulis antara lain.

1. Menjadi anggota Muda Jurusan Ilmu Komputer (Adapter) Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer periode 2019.
2. Menjadi Asisten Dosen Jurusan Ilmu Komputer mata kuliah Matematika pada tahun 2020.
3. Menjadi anggota Bidang Internal Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer periode 2021.
4. Menjadi Sekretaris Pelaksana pada acara Kompetisi Olahraga Jurusan Ilmu Komputer pada tahun 2021.
5. Menjadi Koordinator Divisi Dana Usaha pada acara Pekan Raya Jurusan (PRJ) Ilmu Komputer pada tahun 2021.
6. Mengikuti Kuliah Kerja Nyata periode 1 tahun 2022 di Pekon Bumirejo, Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Pringsewu, Lampung.
7. Melaksanakan Kerja Praktik pada bulan Juni 2022 di Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Pringsewu.

MOTTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(QS. Al-Insyirah: 5-6)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Life is a journey to be experienced, not a problem to be solved”

(Winnie The Pooh)

“If you can dream it, you can do it”

(Walt Disney)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'aalamiin

Puji syukur ke hadirat Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Shalawat beriring salam tak lupa disanjungkan kepada Nabi Agung Muhammad Shalallahu 'Alaihi Wasallam.

Aku persembahkan karya ini kepada:

Kedua Orang Tuaku Tercinta

Yang selalu mendukung dan memberikan semangat dalam keadaan apapun.

Terimakasih atas cinta dan kasih sayang, didikan, serta segala doa juga pengorbanan yang telah diberikan yang tidak akan mungkin dapat terbalaskan.

Seluruh Keluarga Besar Ilmu Komputer 2019

**Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**

SANWACANA

Puji syukur ke hadirat Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan rahmat dan berkat-Nya sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Implementasi *Fuzzy Logic* pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Saraf Berbasis Android”** dengan sebaik-baiknya.

Penulis menyadari bahwa selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Maka kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta, Ayah Sujud Mashudi dan Ibu Murniati yang selalu memberikan doa, dukungan moral dan materil, motivas, serta semangat dalam keadaan apapun. Semoga Allah Subhanahu Wata'ala selalu menjaga, melindungi, memberikan kesehatan, rezeki serta kebahagiaan yang berlimpah.
2. Adik-adikku tersayang, Bagas Permana Putra, Muhamad Faiz Abdulah, dan Saputra Setya Wibawa yang selalu memberikan dukungan, menghibur, dan menyemangati dalam setiap keadaan.
3. Bapak Prof. Admi Syarif, Ph.D. selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan banyak waktu dan dengan sabar membimbing penulis, serta memberikan banyak dukungan, motivasi, dan dorongan untuk menyelesaikan skripsi ini, serta kritik dan saran yang membangun sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.
4. Bapak Aristoteles, S.Si., M.Si. selaku dosen pembahas pertama yang telah memberikan banyak masukan, serta ilmu dan pengetahuan baru yang sangat bermanfaat dalam perbaikan skripsi ini.
5. Bapak Favorisen R. Lumbanraja, Ph.D. selaku dosen pembahas kedua yang telah memberikan banyak masukan, serta ilmu dan pengetahuan baru yang sangat bermanfaat dalam perbaikan skripsi ini.

6. Ibu Yunda Heningtyas, M.Kom selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan banyak dukungan, semangat, ilmu dan arahan selama menjalani perkuliahan hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
7. Bapak dr. Luther Theng, Sp.N selaku dokter spesialis saraf yang telah bersedia menjadi pakar untuk senantiasa memberikan ilmu dan bimbingan dalam pengembangan aplikasi dan skripsi ini.
8. Ibu Anggisa Gusti selaku asisten dr. Luther Theng, Sp.N yang telah membantu berkomunikasi dan menyusun jadwal pertemuan dengan dokter.
9. Bapak Didik Kurniawan, S.Si., M.T selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.
10. Bapak Dr. rer. nat. Akmal Junaidi, M.Sc. selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.
11. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
12. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas bimbingan dan ilmu yang diberikan selama menjadi mahasiswa FMIPA Universitas Lampung.
13. Seluruh staf dan karyawan FMIPA Universitas Lampung. Ibu Ade Nora Maela, Bang Zainuddin, Mas Sam, Mas Ardi Novalia, dan lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu segala urusan administrasi penulis.
14. Sahabat-sahabatku Mita Anggraeni, Della Hayu Enggarini, dan Fista Dwi Septiana yang telah memberikan banyak dukungan, semangat, segala bentuk bantuan selama masa perkuliahan.
15. Keluarga besar jurusan Ilmu Komputer Angkatan 2019 yang telah memberikan pengalaman selama perkuliahan.
16. Almamater tercinta, Universitas Lampung yang telah memberikan banyak wawasan dan pengalaman berharga.

Semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi para mahasiswa, akademisi, masyarakat, bangsa dan negara, serta pihak-pihak lain yang membutuhkan. Saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih. Semoga Allah Subhanahu Wata'ala senantiasa memberikan perlindungan dan keberkahan bagi kita semua.

Bandar Lampung, 02 Agustus 2023

Penulis

Viny Silvia

NPM 1917051010

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xi
I. PENDAHULUAN.....	2
1.1. Latar Belakang.....	2
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Kecerdasan Buatan	6
2.2. Sistem Pakar	6
2.3. Android Studio	7
2.4. Java.....	7
2.5. Logika <i>Fuzzy</i>	7
2.5.1. Himpunan Fuzzy	7
2.5.2. Fungsi Keanggotaan.....	7
2.5.3. Fungsi Implikasi.....	10
2.5.4. Sistem Inferensi Fuzzy Mamdani.....	10
2.5.5. Komponen Diagnosa.....	12

2.6.	Sistem Saraf.....	13
2.7.	Penyakit Saraf.....	13
2.7.1.	Stroke Hemoragik	13
2.7.2.	Stroke Iskemik	13
2.7.3.	Meningitis	14
2.7.4.	Epilepsi.....	14
2.7.5.	Bell’s Palsy	14
2.7.6.	Nyeri Punggung Belakang (<i>Low Back Pain</i>)	14
2.7.7.	Vertigo	14
2.8.	Metode <i>Waterfall</i>	14
2.9.	<i>Black Box Testing</i>	15
2.10.	<i>User Acceptance Testing (UAT)</i>	15
2.11.	Skala Likert	15
2.12.	Fungsi Sistem Pakar dan <i>Fuzzy Logic</i> dalam Diagnosa Penyakit Saraf. 16	
2.13.	Penelitian Terdahulu.....	17
III.	METODE PENELITIAN	22
3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2.	Tahapan Penelitian	22
3.2.1.	Studi Literatur	23
3.2.2.	Rekayasa Kebutuhan.....	23
3.2.3.	Perancangan Sistem	23
3.2.4.	Menyusun Fungsi Keanggotaan.....	24
3.2.5.	Mengembangkan Sistem	24
3.2.6.	Pengujian Sistem.....	24
3.2.7.	Kesimpulan dan Saran.....	25
3.2.8.	Dokumentasi	25
3.3.	Perangkat Penelitian	25
3.3.1.	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	25
3.3.2.	Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	26

3.4.	Metode Pengumpulan Data	26
3.4.1.	Wawancara	26
3.4.2.	Studi Pustaka	27
3.5.	Data Penelitian	27
3.5.1.	Data Penyakit	27
3.5.2.	Data Gejala	27
3.5.3.	Data Relasi Penyakit Terhadap Gejala	28
3.5.4.	Data Bobot	30
3.5.5.	Data Densitas	31
3.5.6.	Data Himpunan Fuzzy	34
3.6.	Analisa Kebutuhan Proses	47
3.7.	Analisis Kebutuhan Sistem	49
3.7.1.	Kebutuhan Fungsional	49
3.7.2.	Kebutuhan Non Fungsional	50
3.8.	Pengembangan Sistem	50
3.8.1.	<i>Requirements</i>	50
3.8.2.	<i>Design</i>	51
3.8.3.	<i>Implementation</i>	60
3.8.4.	<i>Verification</i>	60
3.8.5.	<i>Maintenance</i>	60
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	61
4.1.	Implementasi <i>Fuzzy Logic</i> Mamdani	61
4.1.1.	Proses Fuzzifikasi	61
4.1.2.	Mesin Implikasi	64
4.1.3.	Defuzzifikasi	64
4.2.	Pengkodean Program	65
4.3.	Implementasi Desain <i>Interface</i>	65
4.3.1.	Implementasi Tampilan Halaman Masuk	65
4.3.2.	Implementasi Tampilan Halaman Beranda	66
4.3.3.	Implementasi Tampilan Halaman Master Data	66

4.3.4. Implementasi Tampilan Halaman Diagnosa	66
4.3.5. Implementasi Tampilan Halaman Bantuan	67
4.3.6. Implementasi Tampilan Halaman Info.....	67
4.4. Pengujian Sistem	68
4.4.1. Validitas Berdasarkan <i>Rule</i>	68
4.4.2. Validitas Memilih 1 Gejala	78
4.4.3. Validitas Tanpa Memilih Gejala	78
4.5. Pengujian Fungsional	79
4.6. Pengujian Non Fungsional	83
V. KESIMPULAN DAN SARAN	88
5.1. Kesimpulan.....	88
5.2. Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Konsep Dasar Sistem Pakar.	6
2. Grafik Keanggotaan Linear Turun.	8
3. Grafik Keanggotaan Linear Naik.	8
4. Grafik Keanggotaan Kurva Trapesium.	9
5. Grafik Keanggotaan Kurva Bentuk Bahu.	9
6. Gambaran Umum Sistem.	13
7. Tahapan Metode <i>Waterfall</i>	15
8. Tahapan Penelitian.	23
9. Grafik Representasi Gejala [G01].	35
10. Grafik Representasi Gejala [G02].	35
11. Grafik Representasi Gejala [G03].	36
12. Grafik Representasi Gejala [G04].	36
13. Grafik Representasi Gejala [G05].	37
14. Grafik Representasi Gejala [G06].	37
15. Grafik Representasi Gejala [G07].	38
16. Grafik Representasi Gejala [G08].	38
17. Grafik Representasi Gejala [G09].	39
18. Grafik Representasi Gejala [G10].	39
19. Grafik Representasi Gejala [G11].	40
20. Grafik Representasi Gejala [G12].	40
21. Grafik Representasi Gejala [G13].	41
22. Grafik Representasi Gejala [G14].	41
23. Grafik Representasi Gejala [G15].	42
24. Grafik Representasi Gejala [G16].	42

25. Grafik Representasi Gejala [G17].	43
26. Grafik Representasi Gejala [G18].	43
27. Grafik Representasi Gejala [G19].	44
28. Grafik Representasi Gejala [G20].	44
29. Grafik Representasi Gejala [G21].	45
30. Grafik Representasi Gejala [G22].	45
31. Grafik Representasi Gejala [G23].	46
32. Grafik Representasi Gejala [G24].	46
33. Grafik Representasi Gejala [G25].	47
34. Pohon Keputusan.	48
35. <i>Use case diagram</i> .	51
36. <i>Activity Diagram</i> Beranda.	52
37. <i>Activity Diagram</i> Master Data.	52
38. <i>Activity Diagram</i> Diagnosa.	53
39. <i>Activity Diagram</i> Bantuan.	54
40. <i>Activity Diagram</i> Info.	54
41. <i>Sequence Diagram</i> Master Data.	55
42. <i>Sequence Diagram</i> Diagnosa.	55
43. <i>Sequence Diagram</i> Bantuan.	56
44. <i>Sequence Diagram</i> Info.	56
45. Desain <i>Interface</i> Halaman Masuk.	57
46. Desain <i>Interface</i> Halaman Beranda.	57
47. Desain <i>Interface</i> Halaman Master Data.	58
48. Desain <i>Interface</i> Halaman Diagnosa.	58
49. Desain <i>Interface</i> Halaman Bantuan.	59
50. Desain <i>Interface</i> Halaman Info.	59
51. Implementasi <i>Interface</i> Halaman Masuk.	65
52. Implementasi <i>Interface</i> Halaman Beranda.	66
53. Implementasi <i>Interface</i> Halaman Master Data.	66
54. Implementasi <i>Interface</i> Halaman Diagnosa.	67
55. Implementasi <i>Interface</i> Halaman Bantuan.	67
56. Implementasi <i>Interface</i> Halaman Info.	68

57. Validitas Diagnosa Berdasarkan <i>Rule</i>	69
58. Grafik Validitas Diagnosa Berdasarkan <i>Rule</i>	77
59. Validitas Diagnosa Memilih Satu Gejala.....	78
60. Validitas Diagnosa Tidak Memilih Gejala.....	79

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Terdahulu	18
2. <i>Timeline</i> Penelitian.....	22
3. Data Penyakit Saraf.....	27
4. Data Gejala Penyakit Saraf	27
5. Data Relasi Penyakit Terhadap Gejala.....	28
6. Nilai Bobot Gejala Setiap Penyakit.....	30
7. Nilai Densitas Setiap Pilihan Kriteria Gejala.....	31
8. Aturan (<i>Rule</i>) Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Saraf	48
9. Penjelasan <i>use case diagram</i>	51
10. Implementasi Metode.....	61
11. Nilai Fuzzifikasi	64
12. Data Sampel Validitas Diagnosa Dokter dan Sistem.....	70
13. Hasil Pengujian Fungsional.....	80
14. Rekap Jawaban Responden	83
15. Kategori penilaian UAT	84
16. Hasil Pengujian Non Fungsional.....	86

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saraf merupakan jaringan yang berbentuk tabung dan berguna untuk menyalurkan sinyal dari otak ke tubuh dan sebaliknya. Sistem saraf atau susunan saraf merupakan salah satu bagian terkecil dari organ dalam tubuh, tetapi merupakan bagian yang paling kompleks. Sistem saraf pada manusia berperan dalam setiap aktivitas yang dilakukan, bahkan aktivitas yang tidak disadari seperti proses bernapas, detakan jantung, memori, dan sebagainya (Felix & Santoso, 2022). Kesehatan saraf adalah sesuatu yang sangat bernilai bagi manusia, karena siapapun tanpa pandang bulu dapat mengalami gangguan kesehatan saraf. Manusia tentunya memiliki kerentanan terhadap serangan virus dan kuman yang dapat mengganggu fungsi sistem saraf. Namun pada kenyataannya masih banyak ditemukan orang-orang yang tidak terlalu memperhatikan dan tidak memahami masalah kesehatan saraf. Akibatnya tidak sedikit masyarakat yang didiagnosa terkena gangguan sistem saraf mulai dari yang tingkatnya ringan hingga akut.

Secara global di seluruh dunia pada tahun 2016 gangguan sistem saraf pusat adalah penyebab DALY (*Disability Adjusted Life Years*) sebanyak 276 juta penduduk di seluruh dunia dan penyebab kedua kematian terbesar di dunia sebanyak 9 juta penduduk (Feigin dkk., 2019). Sedangkan pada tahun 2019, penyakit jantung iskemik dan stroke adalah penyebab DALY (*Disability Adjusted Life Years*) peringkat teratas pada kelompok usia 75 tahun ke atas. Enam penyakit menular termasuk di antara sepuluh besar penyebab DALYs pada anak di bawah 10 tahun pada tahun 2019, salah satu diantaranya adalah meningitis sebagai peringkat ke enam (Vos dkk., 2020). Selain beberapa jenis penyakit saraf yang tergolong kedalam penyebab kematian terbesar di dunia, terdapat beberapa penyakit saraf

lainnya yang juga memiliki tingkat prevalensi yang tinggi di Indonesia, negara-negara berkembang lainnya, bahkan di dunia. Beberapa penyakit tersebut diantaranya adalah Epilepsi, *Low Back Pain* (LBP), *Bell's Palsy*, dan Vertigo.

Menurut data yang dikeluarkan *International League Against Epilepsy* (ILAE) tahun 2016, jumlah penderita epilepsi di dunia mencapai 60 juta orang (Agus, 2021). Populasi *Low Back Pain* (LBP) meliputi orang paruh baya dan lanjut usia di atas 40 tahun, dan 11-12% pasien dengan nyeri punggung bawah mengalami gangguan fungsional (Wang dkk., 2019). *Bell's palsy* merupakan penyebab paralisis wajah unilateral tertinggi di dunia sebesar 15-30 kasus per 100.000 populasi. (Taylor, 2021). Prevalensi vertigo beragam, yaitu 5 sampai 30% dari populasi dan mencapai 40% pada orang yang berumur di atas 40 tahun (Wulan & Prakasa, 2017).

Tingginya prevalensi penyakit saraf sebagai penyebab kasus kematian secara global menjadikan kesehatan saraf sebagai hal utama yang harus diperhatikan. Manusia sudah seharusnya peka terhadap gejala-gejala penyakit saraf yang dialami. Akan tetapi masih banyak ditemukan orang-orang yang tidak terlalu memperhatikan dan tidak memahami masalah kesehatan saraf serta enggan berkonsultasi kepada dokter untuk penanganan sedini mungkin. Hal tersebut dikarenakan beberapa kelemahan diantaranya biaya konsultasi dokter yang mahal, jam praktek dokter yang terbatas dan lamanya menunggu antrian. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem yang mampu memberikan kemudahan dalam melakukan diagnosa penyakit saraf sesuai dengan gejala-gejala yang dialami, sehingga dapat dilakukan pencegahan dan pengobatan sedini mungkin.

Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan adalah sistem pakar yang merupakan salah satu bidang dalam kecerdasan buatan. Menurut (Sucipto dkk., 2019), kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* merupakan bagian dari ilmu komputer yang dibuat agar komputer dapat melakukan pekerjaan seperti yang dilakukan oleh manusia. Sistem pakar adalah salah satu bidang dalam kecerdasan buatan, dimana sistem pakar merupakan sebuah program komputer yang dirancang

untuk mengambil keputusan seperti keputusan yang diambil oleh seorang pakar (Hayadi, 2018). Sistem pakar menjadi hal yang sangat penting untuk kecerdasan buatan manusia yang membahas informasi dan pengalaman dari banyak spesialis dan membantu mengatasi masalah tertentu layaknya berkonsultasi dengan seorang pakar atau spesialis. Sistem pakar untuk diagnosa penyakit akan meminta untuk memasukkan gejala-gejala penyakit yang dialami oleh pengguna dan akan menampilkan hasil diagnosa berupa persentase mengidap suatu penyakit berdasarkan hasil konsultasi yang telah dilakukan.

Dalam memberikan diagnosa, sistem pakar menggunakan basis pengetahuan (*knowledge base*) yang didapatkan dari seorang pakar atau dokter spesialis di bidang penyakit tersebut. Dalam analisa informasi yang ada, dokter dimungkinkan mengungkapkan informasi berupa pernyataan yang tidak pasti seperti mungkin, kemungkinan besar, dan hampir pasti. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam mengatasi ketidakpastian adalah *fuzzy logic*. *Fuzzy logic*, yaitu logika yang digunakan untuk menggambarkan ketidakjelasan. Beberapa alasan yang dapat diutarakan mengapa menggunakan logika *fuzzy* diantaranya adalah mudah dimengerti, memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks, dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses latihan, dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional, dan didasarkan pada bahasa alami (Sutara & Kuswanto, 2019).

Pada penelitian sistem pakar diagnosa penyakit saraf ini menerapkan metode *fuzzy* Mamdani untuk menentukan diagnosa pasien dengan hasil persentase penyakit sesuai konsultasi yang telah dilakukan. Metode Mamdani digunakan karena memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode *fuzzy* yang lain. Pada beberapa penelitian terdahulu, metode *fuzzy* Mamdani banyak digunakan dalam sistem pakar untuk mendiagnosa berbagai penyakit maupun kasus lainnya dan mendapatkan hasil yang akurat. Seperti penelitian oleh (Syarif dkk., 2022) terkait *Implementation of Fuzzy Expert System on Skin Diseases* yang menghasilkan tingkat kesesuaian berdasarkan hasil validasi pakar (dokter) sebesar 95.6% data uji

yang sesuai. Sistem pakar diagnosa penyakit saraf yang akan dibangun adalah sistem pakar berbasis Android. Sistem pakar berbasis Android dapat membantu para masyarakat yang mengalami gangguan sistem saraf, dokter dan dokter muda dalam meminimalisir kesalahan diagnosa pasien hanya dengan sebuah *handphone* saja. *Handphone* sudah menjadi bagian dari gaya hidup masyarakat. Adanya aplikasi berbasis Android dapat memberikan kemudahan serta kepraktisan tanpa harus membuka *browser* kembali.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, penulis melakukan penelitian dengan judul “Implementasi *Fuzzy Logic* pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Saraf Berbasis Android”. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem pakar yang dapat memberikan kemudahan kepada masyarakat untuk mengetahui diagnosa penyakit saraf sesuai dengan gejala yang dialami tanpa harus berkonsultasi langsung kepada dokter spesialis. Dalam bidang medis, sistem pakar diagnosa penyakit saraf ini akan membantu dokter dan dokter muda dalam meminimalisir kesalahan diagnosa dan pengambilan keputusan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah *fuzzy logic* metode Mamdani dapat diimplementasikan pada sistem pakar diagnosa penyakit saraf dan memberikan akurasi yang sesuai dengan diagnosa dokter?
2. Bagaimana membangun sistem pakar untuk diagnosa penyakit saraf berbasis Android?

1.3. Batasan Masalah

Agar di dalam pembahasan skripsi ini tidak terlalu meluas, maka peneliti memberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Diagnosa penyakit pada sistem pakar ini menggunakan logika *fuzzy* metode Mamdani.

2. Aplikasi sistem pakar ini berjalan pada *smartphone* dengan sistem operasi Android dan minimum SDK, yaitu API 24 Android 7.0 (Nougat).
3. Pengetahuan pada sistem pakar ini didapatkan dari seorang pakar penyakit saraf.
4. Sistem yang dikembangkan dibatasi untuk tujuh penyakit saraf, yaitu stroke hemoragik, stroke iskemik, meningitis, epilepsi, *bell's palsy*, nyeri punggung bawah (*Low Back Pain*), dan vertigo.
5. Data didapatkan dari proses wawancara dengan pakar atau dokter spesialis saraf, yaitu dr. Luther Theng. Sp.N.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan sistem pakar berbasis Android yang dapat membantu melakukan diagnosa penyakit saraf.
2. Mengimplementasikan *fuzzy logic* metode Mamdani pada sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit saraf.
3. Mengetahui seberapa baik kinerja *fuzzy logic* metode Mamdani pada sistem pakar diagnosa penyakit saraf.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui hasil dari implementasi *fuzzy logic* dalam sistem pakar diagnosa penyakit saraf berdasarkan gejala-gejala yang ada.
2. Dapat memudahkan masyarakat dalam melakukan deteksi dini penyakit saraf berdasarkan gejala-gejala yang dirasakan.
3. Dalam bidang medis, penelitian ini bermanfaat untuk membantu para pakar atau dokter spesialis dalam mendiagnosa pasien dan meminimalisir kemungkinan terjadinya kesalahan diagnosa kepada pasien.

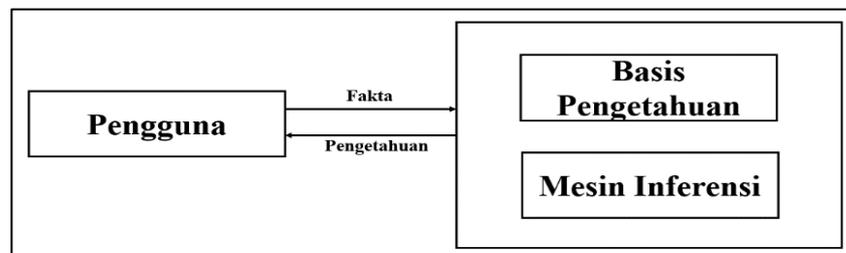
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan merujuk pada mesin yang mampu berfikir, menimbang tindakan-tindakan yang akan diambil dan mampu mengambil keputusan seperti yang dilakukan manusia (Azmi & Yasin, 2017).

2.2. Sistem Pakar

Sistem pakar dapat didefinisikan sebagai sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta, dan teknik penalaran dalam memecahkan masalah yang biasanya hanya dapat dipecahkan oleh seorang pakar dalam bidang tersebut. (Pulungan & Medelfii, 2020). Konsep dasar sistem pakar, yaitu pengguna dapat mengirimkan fakta ke sistem pakar yang terdiri dari basis pengetahuan dan mesin inferensi. Fakta yang diperoleh dari pengguna akan dicocokkan dengan dasar pengetahuan. Setelah itu mesin inferensi akan memberikan tanggapan kepada pengguna berupa keputusan (Aristoteles dkk., 2019). Konsep dasar sistem pakar ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Konsep Dasar Sistem Pakar (Aristoteles dkk., 2019).

2.3. Android Studio

Android Studio adalah IDE resmi untuk pengembangan aplikasi Android, yang didasarkan pada IntelliJ IDEA yang andal dan menawarkan banyak fitur yang meningkatkan produktivitas pemrograman aplikasi (Saputra dkk., 2021).

2.4. Java

Java adalah bahasa pemrograman yang pertama kali dirilis oleh Sun Microsystems pada tahun 1995 yang digunakan dalam pengembangan Android karena merupakan Bahasa yang terkenal di kalangan pengembang, serta tidak memiliki komplikasi aritmatika pointer. Karena Java dapat berjalan di *Virtual Machine*, maka tidak perlu mengkompilasi ulang kode untuk setiap perangkat kode yang digunakan (Bose dkk., 2018).

2.5. Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* ditemukan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh dari Universitas California di Berkeley pada tahun 1965. Logika *fuzzy* merupakan sebuah logika yang memiliki kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Dalam teori logika *fuzzy*, sebuah nilai bisa bernilai benar atau salah secara bersamaan, namun berapa besar kebenaran atau kesalahan suatu nilai tergantung kepada bobot/derajat keanggotaan yang dimilikinya (Simajuntak & Fauzi, 2017).

2.5.1. Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu pengembangan lebih lanjut tentang konsep himpunan dalam matematika. Himpunan *fuzzy* adalah rentang nilai-nilai, masing-masing nilai mempunyai derajat keanggotaan antara 0 sampai 1 (Charolina, 2017).

2.5.2. Fungsi Keanggotaan

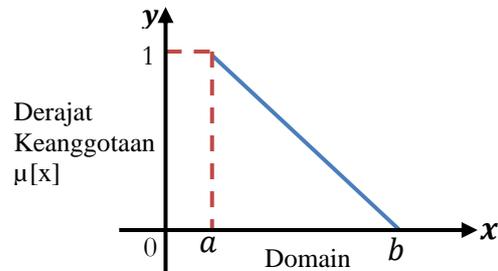
Fungsi Keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data kedalam nilai keanggotaannya yang memiliki *interval* antara 0 sampai

dengan 1 (Yulia, 2018). Menurut (Yulia, 2018), ada beberapa fungsi keanggotaan yang sering digunakan, yaitu :

1. Grafik Keanggotaan Kurva Linear

a. Grafik Keanggotaan Linear Turun

Grafik keanggotaan linear turun dapat dilihat pada Gambar 2.



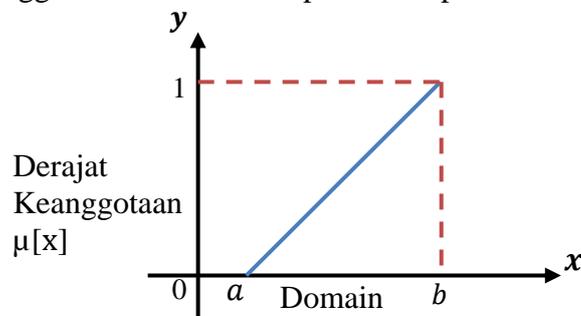
Gambar 2. Grafik Keanggotaan Linear Turun.

Fungsi linear turun ditunjukkan pada Persamaan (1).

$$\mu[x] = \begin{cases} 1; x \leq a \\ \frac{(b-x)}{(b-a)}; a \leq x \leq b \\ 0; x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

b. Grafik Keanggotaan Linear Naik

Grafik keanggotaan linear naik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Keanggotaan Linear Naik.

Fungsi linear naik dapat dilihat pada Persamaan (2).

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; a \leq x \leq b \\ 1; x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

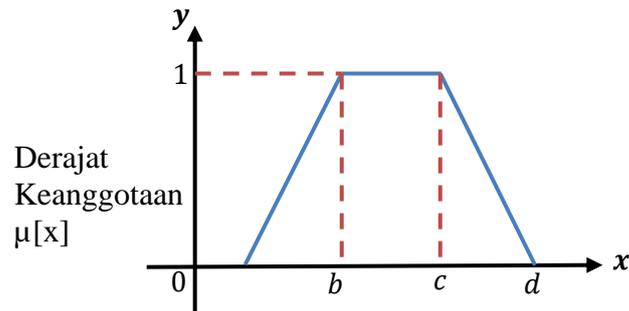
a = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

x = nilai *input* yang akan diubah ke dalam bilangan *fuzzy*

2. Grafik Keanggotaan Kurva Trapesium

Grafik kurva trapesium dapat dilihat pada Gambar 4.



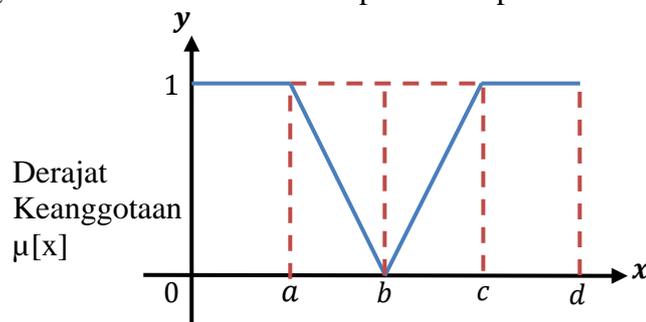
Gambar 4. Grafik Keanggotaan Kurva Trapesium.

Fungsi keanggotaan trapesium dapat dilihat pada Persamaan (3).

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 ; x \leq a \text{ or } x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} ; a \leq x \leq b \\ 1 ; b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)} ; c \leq x \leq d \end{cases} \quad (3)$$

3. Grafik Keanggotaan Kurva Bentuk Bahu

Grafik keanggotaan kurva bentuk bahu dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Keanggotaan Kurva Bentuk Bahu.

Fungsi keanggotaan bentuk bahu dapat dilihat pada Persamaan (4).

$$\mu[x] = \begin{cases} 1 ; 0 \leq x \leq a \text{ or } c \leq x \leq d \\ \frac{(b-x)}{(b-a)} ; a \leq x \leq b \\ \frac{(x-b)}{(c-b)} ; b \leq x \leq c \\ 0 ; x \leq a \text{ or } x \geq d \end{cases} \quad (4)$$

a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol

b = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan satu

c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan satu

d = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol

x = nilai *input* yang akan diubah ke dalam bilangan *fuzzy*

2.5.3. Fungsi Implikasi

Menurut (Abrori, 2015), tiap-tiap aturan atau proporsi pada basis pengetahuan *fuzzy* akan berhubungan dengan suatu relasi *fuzzy*. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi ditunjukkan pada Persamaan (5).

$$IF\ x\ is\ A\ THEN\ y\ is\ B \quad (5)$$

Keterangan :

x dan y = skalar

A dan B = himpunan *fuzzy*

2.5.4. Sistem Inferensi Fuzzy Mamdani

Sistem inferensi *fuzzy* adalah proses merumuskan pemetaan dari *input* yang diberikan ke *output* dengan menggunakan logika *fuzzy*. Pemetaan kemudian menjadi dasar dari mana suatu keputusan diambil. Untuk mendapatkan *output*, diperlukan 4 tahapan sebagai berikut (Puryono, 2018).

1. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

Pembentukan himpunan *fuzzy* adalah menentukan variabel dan himpunan *fuzzy*, kemudian menentukan derajat kesepadanan antara data *input fuzzy* dengan himpunan *fuzzy* untuk setiap variabel masukan sistem dari setiap aturan *fuzzy*.

2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi yang digunakan pada metode Mamdani fungsi minimum (Min).

3. Komposisi Aturan

Ada tiga metode yang dapat digunakan, yaitu :

a. Metode Max (*Maximum*)

Solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum, dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator OR (*union*).

Secara umum dapat dilihat pada Persamaan (6).

$$\mu_{sf}[x_i] = \max(\mu_{sf}[x_i], \mu_{kf}[x_i]) \quad (6)$$

b. Metode *Additive (Sum)*

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *bounded-sum* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan pada Persamaan (7).

$$\mu_{sf}[x_i] = \min(1, \mu_{sf}[x_i] + \mu_{kf}[x_i]) \quad (7)$$

c. Metode *Probabilistik OR (Probor)*

Solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *product* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan pada Persamaan (8).

$$\mu_{sf}[x_i] = \mu_{sf}[x_i] + \mu_{kf}[x_i] - (\mu_{sf}[x_i] * \mu_{kf}[x_i]) \quad (8)$$

Keterangan:

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* aturan ke-*i*

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-*i*

4. Defuzzifikasi (*defuzzy*)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Terdapat beberapa metode defuzzifikasi pada komposisi aturan metode *fuzzy* Mamdani, sebagai berikut.

a. Metode *Centroid (Composite Moment)*

Pada metode *centroid*, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah *fuzzy*. Secara umum dapat dilihat pada Persamaan (9).

$$Z_0 = \frac{\int_a^b z \cdot \mu(z) dz}{\int_a^b \mu(z) dz} \quad (9)$$

Untuk diskret dapat dilihat pada Persamaan (10).

$$Z_0 = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot U_{A_i}(d_i)}{\sum_{i=1}^n U_{A_i}(d_i)} \quad (10)$$

Keterangan :

Z = nilai domain ke-*i*

$\mu(z)$ = derajat keanggotaan titik tersebut

Z_0 = nilai penegasan (defuzzifikasi)

- d_i = nilai keluaran pada aturan ke- i
 $U_{A_i}(d_i)$ = derajat keanggotaan nilai keluaran pada aturan ke- i
 n = banyaknya aturan yang digunakan

b. Metode Bisektor

Pada metode bisektor, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan pada Persamaan (11).

$$U_{(d)} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n U_{A_i}(d_i) \quad (11)$$

Keterangan :

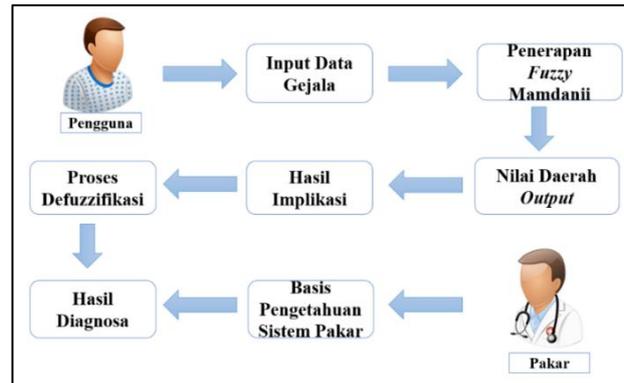
- d = nilai hasil penegasan (defuzzifikasi)
 d_i = nilai keluaran pada aturan ke- i
 $U_{A_i}(d_i)$ = derajat keanggotaan nilai keluaran pada aturan ke- i
 n = banyaknya aturan yang digunakan

2.5.5. Komponen Diagnosa

Komponen-komponen yang terdapat pada analisis diagnosa pada penyakit saraf dengan menggunakan metode *fuzzy* Mamdani, yaitu :

1. Sistem menampilkan gejala yang dimulai dari gejala pertama dan disertai pilihan kriteria gejala tersebut. Pengguna menginputkan jawaban yang berupa pilihan kriteria gejala, atau pilihan “Tidak” dari gejala yang ditampilkan.
2. Selanjutnya, sistem akan melakukan proses diagnosa menggunakan metode *fuzzy* Mamdani.
3. Lalu, untuk mendapatkan inferensi diperoleh hubungan antar *rule*, maka komposisi aturan yang digunakan adalah MAX (*maximum*), yaitu mengambil nilai maksimum dari hasil fungsi MIN (*minimum*) untuk masing-masing *rule*.
4. Setelah mendapat perhitungan dari metode inferensi, maka *output* yang didapatkan berupa daerah *output fuzzy*.
5. Selanjutnya melakukan proses defuzzifikasi. Hasil dari diagnosa yang diperoleh berupa kondisi penyakit saraf pasien.

Gambaran umum sistem yang akan dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Gambaran Umum Sistem.

2.6. Sistem Saraf

Saraf merupakan jaringan yang berbentuk tabung dan berguna untuk menyalurkan sinyal dari otak ke tubuh dan sebaliknya. Sistem saraf merupakan bagian yang paling kompleks karena berperan dalam setiap aktivitas yang dilakukan, bahkan aktivitas yang tidak disadari seperti proses bernapas, detakan jantung, memori, dan sebagainya (Felix & Santoso, 2022).

2.7. Penyakit Saraf

Penyakit saraf adalah semua gangguan yang terjadi pada sistem saraf tubuh. akibat berbagai faktor (HerminaHospital, 2022). Beberapa penyakit saraf yang sering terjadi di masyarakat diantaranya sebagai berikut.

2.7.1. Stroke Hemoragik

Stroke Hemoragik adalah jenis stroke yang disebabkan oleh pembuluh darah yang bocor atau pecah di dalam atau di sekitar otak sehingga menghentikan suplai darah ke jaringan otak yang dituju (Kanggeraldo dkk., 2018).

2.7.2. Stroke Iskemik

Stroke Iskemik terjadi apabila pembuluh darah yang memasok darah ke otak tersumbat. Jenis stroke ini yang paling umum hampir 90% stroke adalah iskemik (Kanggeraldo dkk., 2018).

2.7.3. Meningitis

Meningitis adalah infeksi atau peradangan meningen, yaitu lapisan pelindung atau selaput yang mengelilingi otak dan sumsum tulang belakang. Meningitis biasanya disebabkan oleh virus atau bakteri, dan terkadang disebabkan oleh jamur (healthdirect, 2021).

2.7.4. Epilepsi

Epilepsi adalah penyakit gangguan sistem saraf pusat akibat pola aktivitas listrik otak yang tidak normal. Hal itu menimbulkan keluhan kejang, sensasi dan perilaku yang tidak biasa, hingga hilang kesadaran (Mahesa & Sulindawaty, 2021).

2.7.5. Bell's Palsy

Bell's Palsy merupakan salah satu kelainan *neurologic nervus cranial* paling sering dan lebih menyerang orang dewasa, penderita diabetes melitus, *imunokompromais*, dan perempuan hamil (Felix & Santoso, 2022).

2.7.6. Nyeri Punggung Belakang (*Low Back Pain*)

Lower Back Pain (LBP) atau nyeri punggung bawah merupakan masalah kesehatan dunia yang sangat umum, yang menyebabkan pembatasan aktivitas dan juga ketidaknyamanan (Patrianingrum dkk., 2015).

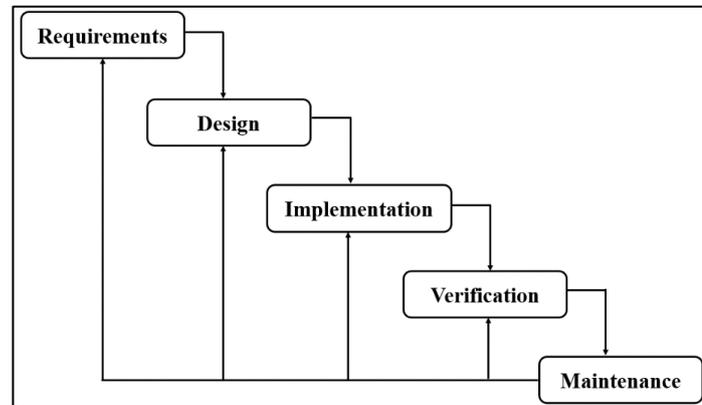
2.7.7. Vertigo

Vertigo merupakan suatu perasaan gangguan keseimbangan yang seringkali dinyatakan sebagai rasa pusing, sempoyongan, rasa melayang, badan atau dunia sekelilingnya berputar-putar, dan berjungkir balik (Sihombing & Sarjono, 2021).

2.8. Metode *Waterfall*

Menurut (Pressman & Maxim, 2015), *Linear Sequential Model* atau yang lebih dikenal dengan metode *Waterfall* (sering juga disebut *classic life cycle*) adalah model klasik yang menunjukkan suatu sistematis, pendekatan berurutan dalam

membangun perangkat lunak yang dimulai dengan kebutuhan spesifikasi pengguna, dan perkembangan melalui perencanaan, pemodelan, pengkodean, dan pengembangan yang berkelanjutan hingga perangkat lunak selesai. Fase-fase dalam metode *Waterfall* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Tahapan Metode *Waterfall* (Pressman & Maxim, 2015).

2.9. *Black Box Testing*

Black box testing adalah jenis pengujian perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program untuk mengetahui apakah fungsi, masukan dan keluaran dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan (Cholifah dkk., 2018).

2.10. *User Acceptance Testing (UAT)*

User Acceptance Testing (UAT) merupakan mekanisme pengujian akhir dari pengembangan untuk memvalidasi bahwa sistem yang dibangun telah sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi bahwa pengguna menerima solusi yang disediakan dari sistem (Suabdinegara dkk., 2021).

2.11. *Skala Likert*

Skala likert adalah skala yang digunakan untuk mengukur persepsi, sikap atau pendapat seseorang atau kelompok mengenai sebuah peristiwa atau fenomena sosial. Terdapat dua bentuk pertanyaan dalam skala likert, yaitu bentuk pertanyaan

positif, dan bentuk pertanyaan negatif. Pertanyaan positif diberi skor 5, 4, 3, 2, 1. Sedangkan bentuk pertanyaan negatif diberi skor 1, 2, 3, 4, 5 (Pranatawijaya dkk., 2019).

2.12. Fungsi Sistem Pakar dan *Fuzzy Logic* dalam Diagnosa Penyakit Saraf

Pengembangan sistem pakar diagnosa penyakit saraf berbasis Android dengan mengimplementasikan *fuzzy logic* metode Mamdani ini tidak terlepas dari konsep dasar sistem pakar dan logika *fuzzy* di dalamnya. Berdasarkan Gambar 1, dalam memberikan sebuah keputusan sistem pakar memiliki 2 komponen, yaitu basis pengetahuan dan mesin inferensi. *Knowledge base* digunakan oleh sistem pakar sebagai data atau pengetahuan yang berperan penting dalam memberikan hasil diagnosa penyakit, *knowledge base* ini didapatkan dari seorang pakar, yaitu dokter spesialis saraf. Basis pengetahuan yang didapatkan dari pakar adalah data penyakit saraf, data gejala penyakit, data relasi penyakit dengan gejala, data bobot, data densitas, dan basis aturan (*rule base*).

Sedangkan mesin inferensi dapat dikatakan sebagai *processor* dalam sistem pakar. Mesin inferensi ini akan melakukan penalaran-penalaran dengan menggunakan logika penalaran agar mendapatkan suatu kesimpulan. *Fuzzy logic* berperan pada mesin inferensi sebagai logika penalaran dalam memberikan diagnosa berupa tingkat keparahan penyakit, yaitu ringan, sedang, dan berat. Berdasarkan data densitas yang didapatkan dari pakar, *fuzzy logic* akan mengelompokkan setiap kriteria gejala yang dipilih kedalam bilah keanggotaannya menggunakan fungsi keanggotaan *fuzzy*. Setelah semua gejala dipilih, *fuzzy logic* akan melakukan perhitungan melalui beberapa tahapan *fuzzy* mulai dari proses fuzzifikasi, mesin implikasi, dan terakhir adalah defuzzifikasi. Tahapan perhitungan *fuzzy* ini bertujuan untuk mendapatkan hasil diagnosa penyakit beserta tingkat keparahannya. Selain itu, *fuzzy logic* juga akan memberikan saran penanganan sesuai dengan tingkat keparahan penyakit yang didapatkan.

2.13. Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu dengan berbagai metode yang berbeda, serta penerapan logika *fuzzy* Mamdani dalam beberapa studi kasus yang berbeda. Beberapa penelitian terdahulu yang tercantum pada Tabel 1 memiliki keterkaitan terhadap penelitian sistem pakar diagnosa penyakit saraf yang akan dilakukan. Keterkaitan penelitian oleh Syarif dkk. (2022) memiliki beberapa persamaan, yaitu penggunaan metode yang sama *fuzzy* Mamdani, jumlah himpunan *fuzzy* yang sama 3 variabel linguistik. Berdasarkan kedua persamaan tersebut, maka akan dibandingkan akurasi metode Mamdani pada penyakit yang berbeda.

Penelitian oleh Novianti dkk. (2018), Muthohar & Rahayu (2016), Fiano & Purnomo (2017), Hendrawan dkk. (2020) memiliki keterkaitan, yaitu penggunaan metode yang sama. Oleh karena itu, akan dibandingkan tingkat akurasi yang dihasilkan dalam beberapa kasus yang berbeda yang berbeda. Penelitian oleh Felix & Santoso (2022) memiliki kesamaan jumlah variabel linguistik yang digunakan. Berdasarkan persamaan variabel linguistik tersebut, akan dilakuka perbandingan hasil akurasi yang berbeda dengan metode dan penyakit yang berbeda. Penelitian oleh Ayuningtias & Jumadi (2017) digunakan untuk mengetahui perbandingan tingkat akurasi dari setiap metode *Fuzzy*. Beberapa penelitian terdahulu tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

Judul Penelitian	Peneliti dan Tahun Penelitian	Tujuan Penelitian	Data Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
<i>Implementation of Fuzzy Expert System on Skin Diseases</i>	(Syarif dkk., 2022)	Penelitian bertujuan untuk membangun sistem pakar diagnosa penyakit kulit yang dapat membantu untuk mendiagnosa penyakit kulit berdasarkan ketidaktepatan gejala yang ada.	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah penyakit : 10 penyakit kulit • Jumlah variabel : 23 variabel, yaitu gejala penyakit • Jumlah <i>rule</i> : 10 <i>rule</i> • Himpunan <i>fuzzy</i> : 3 variabel linguistic (Sangat ringan, Ringan, Berat) 	<i>Fuzzy Mamdani</i>	Berdasarkan pengujian menggunakan 100 data tes untuk evaluasi kinerja sistem dan membandingkan hasilnya dengan diagnosa dokter menghasilkan nilai akurasi sebesar 95.6%.
Sistem Pakar Diagnosa <i>Pulmonary TB</i> Menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic</i>	(Novianti dkk., 2018)	Sistem pakar ini dibuat agar penggunaanya mendapatkan informasi mengenai penyakit <i>Pulmonary TB</i> tanpa harus melakukan konsultasi dengan para tenaga medis, memberikan informasi mengenai	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah penyakit : 1 penyakit, yaitu <i>Pulmonary TB</i> • Jumlah variabel : 7 variabel, yaitu gejala penyakit • Jumlah <i>rule</i> : 4 <i>rule</i> • Himpunan <i>fuzzy</i> : 2 himpunan (normal dan kronis) 	<i>Fuzzy Mamdani</i>	Dari pembuatan sistem pakar untuk diagnosa <i>Pulmonary TB</i> dengan menggunakan metode <i>fuzzy logic Mamdani</i> , menghasilkan tingkat keakuratan diagnosa sebesar 70.33%

Judul Penelitian	Peneliti dan Tahun Penelitian	Tujuan Penelitian	Data Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
		penyebab dan pencegahan serta penanganan penyakit <i>Pulmonary TB</i> .			
Implementasi Logika <i>Fuzzy</i> pada Penilaian Kinerja Pelayanan Perawat	(Muthohar & Rahayu, 2016)	Penelitian bertujuan untuk mendapatkan suatu pendekatan untuk mengukur kinerja pelayanan keperawatan pihak rumah sakit maupun puskesmas.	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah variabel : 6 variabel, yaitu kriteria penilaian • Jumlah <i>rule</i> : 11 <i>rule</i> • Himpunan <i>fuzzy</i> : 4 himpunan (tidak pernah, kadang-kadang, sering, selalu) 	<i>Fuzzy Mamdani</i>	Setelah dilakukan Analisa menggunakan metode logika <i>fuzzy Mamdani</i> didapatkan nilai evaluasi kinerja pelayanan perawat sebesar 84.9% yang merupakan keanggotaan dari domain himpunan bilangan <i>fuzzy</i> baik.
Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Sistem Saraf Pusat dengan Metode <i>Backward Chaining</i> dan <i>Certainty Factor</i> .	(Felix & Santoso, 2022)	Sistem pakar ini dibuat dengan tujuan dapat memudahkan seseorang untuk mengetahui gejala dan jenis penyakitnya beserta informasi,	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah penyakit : 10 penyakit • Jumlah variabel : 64 variabel, yaitu gejala penyakit • Jumlah <i>rule</i> : 4 <i>rule</i> • Himpunan <i>fuzzy</i> : 3 himpunan 	<i>Backward Chaining</i> dan <i>Certainty Factor</i> .	Aplikasi ini dapat mendiagnosa penyakit sistem saraf pusat dengan menggunakan metode <i>Certainty Factor</i> dengan rata-rata akurasi 80%.

Judul Penelitian	Peneliti dan Tahun Penelitian	Tujuan Penelitian	Data Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
		pengobatan dan pencegahan.	(kecil, sedang, besar)		
Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Dengan <i>Fuzzy</i> Inferensi (Mamdani)	(Fiano & Purnomo, 2017)	Penelitian ini bertujuan untuk membantu mempermudah masyarakat umum dalam mendeteksi resiko penyakit jantung yang lebih mudah dan cepat.	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah penyakit : 1 penyakit • Jumlah variabel : 7 variabel, yaitu gejala penyakit • Jumlah <i>rule</i> : 4 <i>rule</i> • Himpunan <i>fuzzy</i> : 3 himpunan (tingkat resiko kecil, sedang, besar) 	<i>Fuzzy</i> Mamdani	Berdasarkan 20 data yang telah diujikan terhadap pakar dan sistem, menghasilkan tingkat kesesuaian berdasarkan hasil validasi pakar (dokter) dan sistem, diperoleh persentase sebesar 80% data uji yang sesuai, serta 20% data uji yang tidak sesuai.
Diagnosis Penyakit Tanaman Karet dengan Metode <i>Fuzzy</i> Mamdani	(Hendrawan dkk., 2020)	Sistem pakar ini dibuat agar mampu menggantikan seorang pakar pertanian dalam melakukan diagnosis penyakit karet.	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah penyakit : 14 penyakit • Jumlah variabel : 33 variabel, yaitu gejala penyakit • Jumlah <i>rule</i> : 729 <i>rule</i> • Himpunan <i>fuzzy</i> : 3 himpunan 	<i>Fuzzy</i> Mamdani	Dari hasil perhitungan yang dilengkapi dengan identitas 33 gejala serta diagnosis dari data perkebunan, kemudian diujikan 60 data tanaman karet yang tidak

Judul Penelitian	Peneliti dan Tahun Penelitian	Tujuan Penelitian	Data Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
			(rendah, sedang, tinggi)		ada label diagnosis, kami memperoleh nilai akurasi sebesar 81.28%
Analisa Perbandingan <i>Logic Fuzzy</i> Metode Tsukamoto, Sugeno, dan Mamdani (Studi Kasus: Prediksi Jumlah Pendaftaran Mahasiswa Baru Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung)	(Ayuningtias & Jumadi, 2017)	Analisa ini dilakukan untuk memprediksi jumlah pendaftar untuk tahun kedepan dilihat dari jumlah mahasiswa yang lulus dan registrasi dari tahun sebelumnya.	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah variabel : 2 variabel, yaitu kategori siswa Jumlah <i>rule</i> : 4 <i>rule</i> Himpunan <i>fuzzy</i> : 2 himpunan 	<i>Fuzzy Logic</i> Metode Tsukamoto, Sugeno, Mamdani	Metode <i>fuzzy</i> Mamdani mempunyai tingkat error sebesar 19.76% dibandingkan dengan metode Tsukamoto sebesar 39.03% dan Sugeno sebesar 86.41% pada prediksi jumlah mahasiswa baru.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

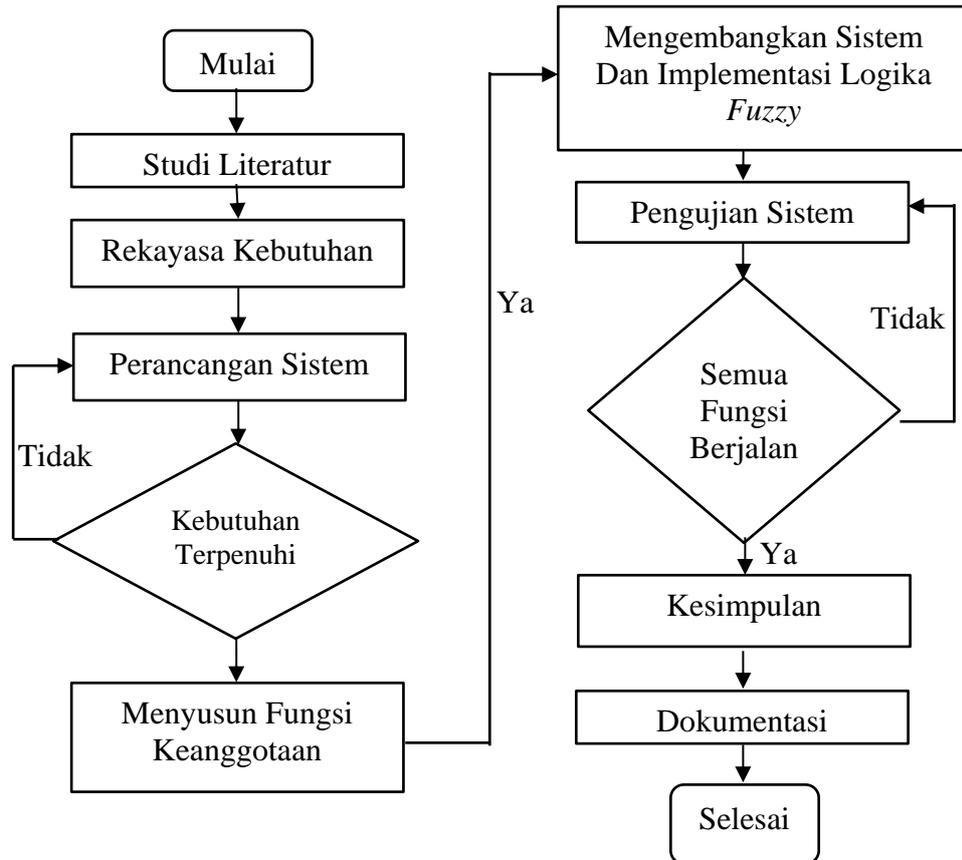
Penelitian ini dilakukan di dua tempat, yaitu Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung, dan RS Budi Medika Kota Bandar Lampung. Penelitian dilaksanakan mulai bulan November 2022 sampai bulan Juni 2023. Adapun *timeline* penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Timeline* Jadwal Penelitian Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Saraf

Kegiatan	2022		2023					
	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
Penentuan Tema								
Studi Literatur	■	■						
Penetapan Data Gejala dan Kriteria Gejala		■	■					
Penyusunan Draft (Bab I – III)		■	■	■				
Pembobotan Data Gejala dan Kriteria Gejala			■	■				
Implementasi Data Menggunakan Metode <i>Fuzzy</i> Mamdani			■	■	■			
Pembuatan Sistem				■	■			
Pengujian Sistem					■	■		
Penyusunan Draft (Bab IV – V)					■	■	■	
Revisi Skripsi						■	■	■

3.2. Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penyusunan penelitian pada sistem pakar diagnosa penyakit saraf ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Tahapan Penelitian Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Saraf.

3.2.1. Studi Literatur

Studi literatur adalah tahap mencari referensi teori dari buku, jurnal, dan *website* yang terkait dengan penelitian yang mendukung dan berhubungan dengan permasalahan dalam penelitian.

3.2.2. Rekayasa Kebutuhan

Rekayasa kebutuhan adalah tahap untuk mengidentifikasi kebutuhan yang dengan melakukan komunikasi kepada dosen pembimbing dan pakar (dokter spesialis saraf), baik secara lisan maupun tulisan.

3.2.3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem adalah tahap yang dilakukan setelah menyusun fungsi keanggotaan. Perancangan sistem digambarkan dengan *use case diagram*, *activity diagram*, *sequence diagram*, dan desain *interface* sistem.

3.2.4. Menyusun Fungsi Keanggotaan

Menyusun fungsi keanggotaan adalah menentukan nilai batas maksimum dan minimum dari bobot nilai setiap gejala yang memiliki tiga himpunan, yaitu Ringan, Sedang, dan Berat. Kemudian melakukan proses fuzzifikasi dengan kurva trapesium dan kurva bahu kanan dan bahu kiri. Dalam melakukan perhitungan, dilakukan proses-proses berikut:

1. Fuzzifikasi

Nilai fuzzifikasi didapatkan b dari nilai basis pengetahuan yang telah ada.

2. Implikasi

Proses implikasi didapatkan dari hasil himpunan variabel studi kasus aturan-aturan atau *rule* yang sesuai dengan kondisi yang ada.

3. Defuzzifikasi

Menurut (Syarif dkk., 2022) tahap defuzzifikasi terdapat 2 tahapan, yaitu :

a. Mencari tingkat keanggotaan tiap masing-masing gejala.

Dilakukan setelah penyakit terdeteksi, dituliskan pada Persamaan (12).

$$Z = \frac{\sum(\text{nilai fuzzifikasi gejala} * \text{nilai mutlak tiap option gejala})}{\sum(\text{nilai mutlak option gejala tertinggi})} \quad (12)$$

b. Tahap selanjutnya mencari tingkat keyakinan pada penyakit.

Untuk mencari tingkat keyakinan penyakit dapat dilakukan dengan formula yang ditunjukkan pada Persamaan (13).

$$Z = \sum(\text{nilai presentasi tiap gejala} * \text{nilai bobot tiap gejala}) \quad (13)$$

3.2.5. Mengembangkan Sistem

Mengembangkan sistem adalah mengimplementasikan desain yang telah dibuat menggunakan *software* Android Studio dengan menerapkan *fuzzy logic* Mamdani.

3.2.6. Pengujian Sistem

Setelah pengembangan sistem selesai, maka dilakukan pengujian secara fungsional yang akan membandingkan hasil interpretasi pakar dengan sistem dengan rincian sebagai berikut:

1. Pengujian *rule* dengan menggunakan data kasus penyakit saraf yang ada untuk membandingkan hasil interpretasi pakar dengan sistem pakar yang telah dibuat.
2. Pengujian dengan memilih hanya satu gejala yang ada pada sistem.
3. Pengujian sistem dilakukan dengan tidak memilih semua gejala yang ada pada sistem.
4. Pengujian fungsionalitas sistem dengan menggunakan metode *Black Box Testing*.
5. Pengujian non fungsional sistem dengan menggunakan metode *User Acceptance Testing* (UAT).

3.2.7. Kesimpulan dan Saran

Tahap selanjutnya yang dilakukan adalah penarikan kesimpulan dan saran dengan tujuan dapat digunakan sebagai bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.

3.2.8. Dokumentasi

Dokumentasi adalah membuat dokumen dalam bentuk laporan yang berisi langkah-langkah pembuatan sistem, dan hal-hal yang terkait selama melakukan penelitian hingga akhirnya menghasilkan sebuah sistem pakar untuk diagnosa penyakit saraf.

3.3. Perangkat Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua jenis perangkat, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Adapun spesifikasi perangkat yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut.

3.3.1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan adalah laptop dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. *Processor* : Intel® Core™ i3-7020U CPU 2.3 GHz
- b. *RAM* : 4.00 GB
- c. *Storage* : SSD 256 GB dan HDD 1 TB

3.3.2. Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian ini adalah:

- a. Windows 10 Home 64 bit
Windows 10 Home 64 bit adalah sistem operasi dalam pembuatan sistem.
- b. Star UML v5.1.0
Star UML digunakan dalam membuat pemodelan desain sistem dan pemodelan proses berjalannya sistem pakar.
- c. Figma v116.4.2
Figma adalah *software* yang digunakan dalam membuat desain *interface* sistem.
- d. Android Studio Electric Eel 2022.1.1
Android studio untuk membangun sistem pakar diagnosa penyakit saraf berbasis Android, dengan minimum SDK, yaitu API 26 Android 7.0 (Nougat).

3.4. Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini tergolong ke dalam data primer dan data sekunder yang didapatkan dengan 2 metode pengumpulan data, yaitu :

3.4.1. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan dr. Luther Theng, Sp.N. selaku dokter spesialis saraf di RS Budi Medika Kota Bandar Lampung untuk mendapatkan data primer penelitian. Adapun beberapa contoh pertanyaan yang diajukan kepada dokter spesialis saraf pada saat melakukan wawancara adalah :

1. Penyakit saraf apa saja yang menjadi penyebab paling sering orang datang untuk melakukan konsultasi dokter atau melakukan berobat rawat jalan?
2. Untuk setiap penyakit tersebut, gejala-gejala klinis apa saja yang sering dialami oleh pasien?
3. Untuk setiap gejala ini, dapatkah dokter untuk memberikan nilai bobot sesuai dengan tingkat pengaruh gejala terhadap suatu penyakit?

3.4.2. Studi Pustaka

Pengumpulan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian juga dilakukan dengan studi pustaka. Data sekunder diperoleh melalui tahap studi pustaka dengan cara mencari dan mempelajari materi dan jurnal terkait penelitian ini.

3.5. Data Penelitian

Data yang diperoleh dalam proses pengumpulan data meliputi data-data sebagai berikut.

3.5.1. Data Penyakit

Jumlah penyakit yang akan diolah dalam sistem pakar diagnosa penyakit saraf ini adalah sebanyak 7 penyakit. Data-data penyakit dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Penyakit Saraf

Kode	Nama Penyakit
P01	Stroke Hemoragik
P02	Stroke Iskemik
P03	Meningitis
P04	Epilepsi
P05	<i>Bell's Palsy</i>
P06	Nyeri Punggung Bawah
P07	Vertigo

3.5.2. Data Gejala

Data gejala didapatkan melalui proses wawancara dengan dokter spesialis saraf yang memiliki Surat Ijin Praktek (SIP), yaitu sebanyak 25 gejala untuk 7 jenis penyakit saraf. Data-data gejala tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Gejala Penyakit Saraf

Kode Gejala	Gejala Penyakit
G01	Nyeri kepala secara tiba-tiba
G02	Muntah secara tiba-tiba
G03	Kehilangan keseimbangan secara tiba-tiba
G04	Gangguan penglihatan secara tiba-tiba

Kode Gejala	Gejala Penyakit
G05	Kelumpuhan pada salah satu sisi wajah secara tiba-tiba
G06	Kelemahan lengan dan kaki secara tiba-tiba
G07	Kesulitan berbicara secara tiba-tiba
G08	Kesadaran menurun secara tiba-tiba
G09	Demam
G10	Sakit kepala
G11	Kaku kuduk (leher menjadi kaku)
G12	Kejang-kejang
G13	Perubahan kondisi fisik dan psikis
G14	Bengong
G15	Perubahan pengecapan
G16	Kesemutan pada dagu dan mulut
G17	Kelopak mata menutup tidak sempurna
G18	Nyeri tajam pada telinga
G19	Hiperakusis (bising pada telinga)
G20	Rasa nyeri menusuk pada punggung bagian bawah
G21	Kesulitan untuk berdiri tegak atau berjalan
G22	Gangguan sistem ekskresi
G23	Mual dan muntah
G24	Pusing berputar
G25	Mengalami gangguan pada telinga bagian dalam

3.5.3. Data Relasi Penyakit Terhadap Gejala

Relasi penyakit didapatkan dari dokter spesialis saraf yang memiliki SIP. Data relasi penyakit dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Relasi Penyakit Terhadap Gejala

Kode Gejala	Kode Penyakit						
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
G01	√	√					
G02	√						
G03	√	√					√
G04	√	√					
G05	√	√			√		
G06	√	√					
G07	√	√					
G08	√						
G09			√				√
G10			√				
G11			√				
G12				√			
G13				√			

Kode Gejala	Kode Penyakit						
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
G14				√			
G15					√		
G16					√		
G17					√		
G18					√		
G19					√		
G20						√	
G21						√	
G22						√	
G23							√
G24							√
G25							√

Berdasarkan Tabel 5 yang menunjukkan relasi penyakit terhadap gejala, dapat dilihat bahwa terdapat beberapa penyakit yang beririsan dengan penyakit lain karena adanya gejala yang sama. Selain itu juga terdapat beberapa penyakit yang tidak beririsan dengan penyakit lainnya. Hal tersebut dijelaskan sebagai berikut.

1. Penyakit stroke hemoragik beririsan dengan penyakit stroke iskemik dan *bell's palsy* karena memiliki kesamaan gejala, yaitu gejala kelumpuhan pada salah satu sisi wajah secara tiba-tiba dengan kode G05.
2. Penyakit stroke hemoragik beririsan dengan penyakit stroke iskemik dan vertigo karena memiliki kesamaan gejala, yaitu gejala kehilangan keseimbangan secara tiba-tiba dengan kode G03.
3. Penyakit meningitis beririsan dengan penyakit nyeri punggung bawah karena memiliki kesamaan gejala, yaitu gejala demam dengan kode G09.
4. Penyakit epilepsi dan penyakit nyeri punggung bawah tidak beririsan dengan penyakit lainnya dikarenakan tidak adanya gejala klinis yang sama.
5. Penyakit yang beririsan dengan penyakit lain memiliki kemungkinan kesalahan diagnosa lebih besar dibandingkan dengan penyakit yang tidak beririsan dengan penyakit lain. Hal tersebut dikarenakan penyakit-penyakit dengan beberapa gejala yang sama, memungkinkan sistem melakukan kesalahan dalam membaca *rule* penyakit sehingga terjadinya kesalahan diagnosa.

Beberapa penjelasan di atas dapat dijadikan sebagai salah satu aspek dalam pengujian diagnosa berdasarkan *rule*, dengan asumsi apakah jika terdapat beberapa penyakit yang beririsan maupun tidak beririsan dengan penyakit lain akan mempengaruhi hasil akurasi sistem dalam memberikan diagnosa baik secara keseluruhan sistem atau untuk setiap penyakit.

3.5.4. Data Bobot

Bobot adalah suatu nilai yang merepresentasikan seberapa besar pengaruh suatu gejala terhadap suatu jenis penyakit saraf, setiap gejala memiliki nilai bobot yang berbeda. Data bobot diperoleh dari hasil wawancara dengan dokter spesialis saraf yang memiliki SIP ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Bobot Gejala Setiap Penyakit

Nama Penyakit	Kode Gejala	Gejala Penyakit	Bobot
Stroke Hemoragik	G02	Muntah secara tiba-tiba	5%
	G03	Kehilangan keseimbangan secara tiba-tiba	5%
	G04	Gangguan penglihatan secara tiba-tiba	5%
	G07	Kesulitan berbicara secara tiba-tiba	5%
	G08	Kesadaran menurun secara tiba-tiba	10%
	G01	Nyeri kepala secara tiba-tiba	20%
	G05	Kelumpuhan pada salah satu sisi wajah secara tiba-tiba	20%
	G06	Kelemahan lengan dan kaki secara tiba-tiba	30%
Stroke Iskemik	G01	Nyeri kepala secara tiba-tiba	10%
	G03	Kehilangan keseimbangan secara tiba-tiba	10%
	G04	Gangguan penglihatan secara tiba-tiba	10%
	G05	Kelumpuhan pada salah satu sisi wajah secara tiba-tiba	20%
	G07	Kesulitan berbicara secara tiba-tiba	20%
	G06	Kelemahan lengan dan kaki secara tiba-tiba	30%
Meningitis	G09	Demam	10%
	G10	Sakit kepala	30%
	G11	Kaku kuduk (leher menjadi kaku)	60%
Epilepsi	G13	Perubahan kondisi fisik dan psikis	10%
	G14	Bengong	10%
	G12	Kejang-kejang	80%
<i>Bell's Palsy</i>	G16	Kesemutan pada dagu dan mulut	5%
	G18	Nyeri tajam pada telinga	5%
	G19	Hiperakusis (bising pada telinga)	5%
	G15	Perubahan pengecap	10%
	G17	Kelopak mata menutup tidak sempurna	15%
G05	Kelumpuhan pada salah satu sisi wajah	60%	

Nama Penyakit	Kode Gejala	Gejala Penyakit	Bobot
Nyeri Punggung Bawah	G21	Kesulitan untuk berdiri tegak atau berjalan	10%
	G22	Gangguan sistem ekskresi	10%
	G20	Rasa nyeri menusuk pada punggung bagian bawah	80%
Vertigo	G03	Kehilangan keseimbangan secara tiba-tiba	10%
	G09	Demam	10%
	G25	Mengalami gangguan pada telinga bagian dalam	10%
	G23	Mual dan muntah	20%
	G24	Pusing berputar	50%

3.5.5. Data Densitas

Data densitas berisi nilai densitas untuk setiap kriteria gejala yang diperoleh dari dokter spesialis saraf yang memiliki SIP. Data densitas ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Densitas Setiap Pilihan Kriteria Gejala

Kode Gejala	Gejala Penyakit	Pilihan Kriteria	Densitas
G01	Nyeri kepala secara tiba-tiba	Nyeri kepala cluster (rasa sakit menusuk dan membakar disekitar atau di belakang salah satu mata)	10
		Nyeri kepala tegang (pada bagian belakang kepala, bagian pelipis dan dahi)	10
		Nyeri kepala migrain (hanya pada salah satu bagian kepala)	10
		Nyeri kepala disertai demam	10
		Nyeri kepala terus menerus setelah pukulan di kepala	30
		Nyeri kepala secara tiba-tiba seperti dipukul	50
		Tidak	0
G02	Muntah secara tiba-tiba	Muntah proyektil (muntah menyembur)	20
		Muntah	80
		Tidak	0
G03	Kehilangan keseimbangan secara tiba-tiba	Kehilangan konsentrasi	5
		Mati rasa pada sisi yang sakit	10
		Kelemahan di satu sisi tubuh	30
		Sempoyongan	40
		Lingkungan sekitar seperti berputar	50
Tidak	0		

Kode Gejala	Gejala Penyakit	Pilihan Kriteria	Densitas
G04	Gangguan penglihatan secara tiba-tiba	Tidak ada penglihatan samping atau penglihatan di atas garis tengah	10
		Penglihatan ganda yang tidak hilang saat sudah mengedipkan mata	40
		Penglihatan kabur	60
		Kehilangan penglihatan (salah satu sisi atau kedua sisi)	70
		Tidak	0
G05	Kelumpuhan pada salah satu sisi wajah secara tiba-tiba	Lidah menyimpang ke satu sisi	30
		Salah satu sisi wajah terkulai	50
		Keluar air liur dari salah satu sisi mulut	50
		Penderita sulit tersenyum dengan simetris	70
		Tidak dapat mengerutkan dahi	70
		Tidak	0
G06	Kelemahan lengan dan kaki secara tiba-tiba	Kehilangan koordinasi salah satu sisi lengan atau kaki	40
		Salah satu sisi lengan atau kaki mati rasa	60
		Kelemahan pada salah satu lengan dan kaki	60
		Kelemahan salah satu sisi tubuh	60
		Tidak	0
G07	Kesulitan berbicara secara tiba-tiba	Kesulitan dalam mengulang kalimat sederhana	50
		Ucapan terdengar cedal/aneh/kacau	70
		Tidak	0
G08	Kesadaran menurun secara tiba-tiba	Kebingungan	30
		Mengigau	40
		Kelesuan atau kantuk berlebihan	40
		Pingsan	50
		Ketidakmampuan untuk memahami lingkungan sekitar	60
		Tidak	0
G09	Demam	Demam ringan (suhu < 38°C)	50
		Demam sedang (suhu 38,1°C - 40°C)	60
		Demam tinggi (suhu >40°C)	70
		Tidak	0
G10	Sakit kepala	Ya	75
		Tidak	0
G11	Kaku kuduk (leher menjadi kaku)	Nyeri tengkuk	30
		Leher sulit digerakkan	70
		Leher sulit ditekuk hingga dagu menempel ke dada	80
		Tidak	0
G12		Kejang-kejang absence (kekosongan)	60

Kode Gejala	Gejala Penyakit	Pilihan Kriteria	Densitas
	Kejang-kejang	Kejang tonik (otot-otot dalam tubuh menjadi tegang dan kaku)	60
		Kejang-kejang klonik (gemetar atau menyentak bagian tubuh)	60
		Kejang-kejang parsial (kesemutan di satu bagian tubuh)	60
		Kejang-kejang tonik klonik (tegang di seluruh tubuh, gerakan menyentak)	80
		Tidak	0
G13	Perubahan kondisi fisik dan psikis	Ya	55
		Tidak	0
G14	Bengong	Ya	75
		Tidak	0
G15	Perubahan pengecap	Ya	70
		Tidak	0
G16	Kesemutan pada dagu dan mulut	Ya	60
		Tidak	0
G17	Kelopak mata menutup tidak sempurna	Ya	80
		Tidak	0
G18	Nyeri tajam pada telinga	Ya	60
		Tidak	0
G19	Hiperakusis (bising pada telinga)	Suara terdengar berdengung atau bersiul di telinga	40
		Sering merasa bahwa suara biasa menjadi terlalu keras	50
		Toleransi telinga rendah untuk suara keras sehingga telinga terasa sakit	80
		Tidak	0
G20	Rasa nyeri menusuk pada punggung bagian bawah	Rasa nyeri saat sedang beristirahat	10
		Rasa nyeri seperti tertusuk atau terbakar	40
		Rasa nyeri saat batuk, membungkuk, dan beraktivitas	50
		Rasa nyeri menjalar ke bokong, pinggul, dan kaki	80
		Tidak	0
G21	Kesulitan untuk berdiri tegak atau berjalan	Kejang otot pada punggung bagian bawah	40
		Kaki terasa lemah dan mati rasa	40
		Kebas dan kesemutan	55
		Terjadi kekakuan dan sulit menggerakkan atau meluruskan punggung	80
		Tidak	0

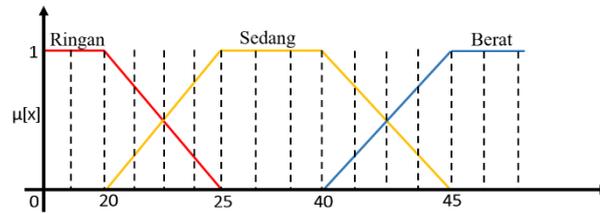
Kode Gejala	Gejala Penyakit	Pilihan Kriteria	Densitas
G22	Gangguan sistem ekskresi	Gangguan berkemih (Buang Air Kecil)	50
		Rasa sakit atau nyeri saat beraktivitas	70
		Gangguan Buang Air Besar	70
		Tidak	0
G23	Mual dan Muntah	Ya	70
		Tidak	0
G24	Pusing berputar	Ya	85
		Tidak	0
G25	Mengalami gangguan pada telinga bagian dalam	Kehilangan pendengaran pada satu bagian telinga	50
		Kehilangan pendengaran pada kedua bagian telinga	70
		Telinga terasa berdenging	80
		Tidak	0

3.5.6. Data Himpunan Fuzzy

Selanjutnya adalah pembuatan himpunan *fuzzy*. Penelitian ini menggunakan 3 himpunan variable, yaitu Ringan, Sedang, dan Berat yang menggambarkan tingkat keyakinan suatu penyakit. Ketiga himpunan variabel tersebut didapatkan dari hasil diskusi dan wawancara dengan dokter spesialis saraf. Tingkat kepercayaan adalah suatu nilai *crisp output* dari perhitungan logika *fuzzy*. Dari setiap himpunan variabel diberikan *range* dengan rincian variabel Ringan (tingkat keyakinan 0% - 40%), Sedang (tingkat keyakinan 40.01% – 70%), dan Berat (tingkat keyakinan 70.01 – 100%).

Representasi himpunan variabel untuk setiap gejala digambarkan dalam bentuk grafik fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy*. Terdapat beberapa grafik fungsi yang dapat digunakan. Namun belum ada ketetapan pemilihan model fungsi keanggotaan untuk parameter-parameter yang digunakan dalam proses *fuzzy*. Penelitian ini membuktikan bahwa pemilihan penggunaan grafik fungsi keanggotaan tidak memberikan perbedaan hasil yang signifikan (Wardhani & Haerani, 2011). Penelitian ini menggunakan tiga jenis himpunan *fuzzy*, yaitu grafik fungsi linear, grafik fungsi trapesium, dan grafik fungsi bentuk bahu sebagai berikut.

1. Nyeri kepala secara tiba-tiba (G01)



Gambar 9. Grafik Representasi Gejala [G01].

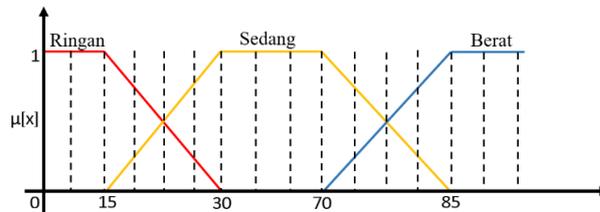
Gambar 9 merupakan grafik representasi gejala G01 yang memiliki fungsi keanggotaan, yaitu :

$$\mu_{Ringan}[x] = \begin{cases} 0; x \geq 25 \\ \frac{25-x}{25-20}; 20 \leq x \leq 25 \\ 1; x \leq 20 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}[x] = \begin{cases} 0; x \leq 20 \text{ atau } x \geq 45 \\ \frac{x-20}{25-20}; 20 \leq x \leq 25 \\ \frac{45-x}{45-40}; 40 \leq x \leq 45 \\ 1; 25 \leq x \leq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat}[x] = \begin{cases} 0; x \leq 40 \\ \frac{x-40}{45-40}; 40 \leq x \leq 45 \\ 1; x \geq 45 \end{cases}$$

2. Muntah secara tiba-tiba (G02)



Gambar 10. Grafik Representasi Gejala [G02].

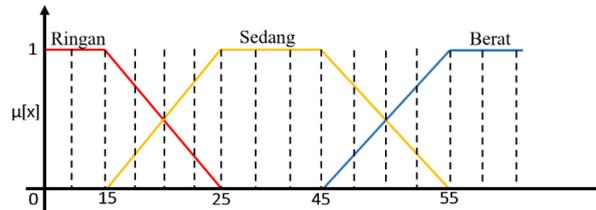
Gambar 10 adalah grafik representasi gejala G02 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan}[x] = \begin{cases} 0; x \geq 30 \\ \frac{30-x}{30-15}; 15 \leq x \leq 30 \\ 1; x \leq 15 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}[x] = \begin{cases} 0; x \leq 15 \text{ atau } x \geq 85 \\ \frac{x-15}{30-15}; 15 \leq x \leq 30 \\ \frac{85-x}{85-70}; 70 \leq x \leq 85 \\ 1; 30 \leq x \leq 70 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 70 \\ \frac{x-70}{85-70} ; 70 \leq x \leq 85 \\ 1 ; x \geq 85 \end{cases}$$

3. Kehilangan keseimbangan secara tiba-tiba (G03)



Gambar 11. Grafik Representasi Gejala [G03].

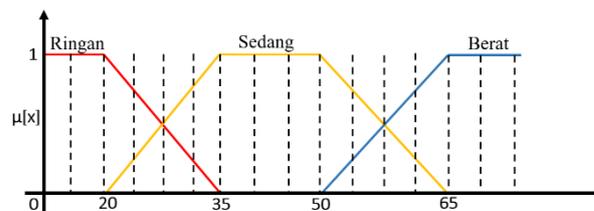
Gambar 11 adalah grafik representasi gejala G03 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 25 \\ \frac{25-x}{25-15} ; 15 \leq x \leq 25 \\ 1 ; x \leq 15 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 15 \text{ atau } x \geq 55 \\ \frac{x-15}{25-15} ; 15 \leq x \leq 25 \\ \frac{55-x}{55-45} ; 45 \leq x \leq 55 \\ 1 ; 25 \leq x \leq 45 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 45 \\ \frac{x-45}{55-45} ; 45 \leq x \leq 55 \\ 1 ; x \geq 55 \end{cases}$$

4. Gangguan penglihatan secara tiba-tiba (G04)



Gambar 12. Grafik Representasi Gejala [G04].

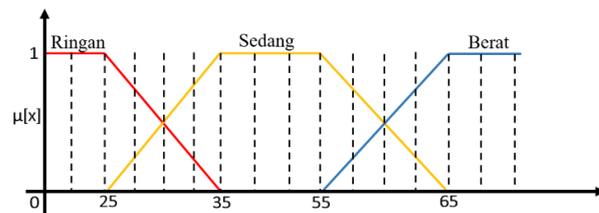
Gambar 12 adalah grafik representasi gejala G04 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-20} ; 20 \leq x \leq 35 \\ 1 ; x \leq 20 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 20 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-20}{35-20} ; 20 \leq x \leq 35 \\ \frac{65-x}{65-50} ; 50 \leq x \leq 65 \\ 1 ; 35 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 50 \\ \frac{x-50}{65-50} ; 50 \leq x \leq 65 \\ 1 ; x \geq 65 \end{cases}$$

5. Kelumpuhan pada salah satu sisi wajah secara tiba-tiba (G05)



Gambar 13. Grafik Representasi Gejala [G05].

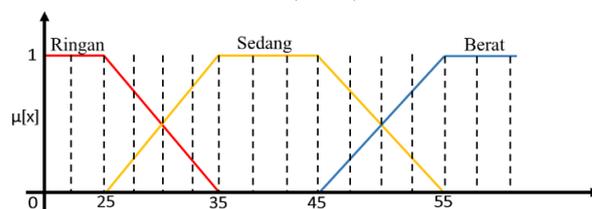
Gambar 13 adalah grafik representasi gejala G05 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ 1 ; x \leq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-25}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ \frac{65-x}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; 35 \leq x \leq 55 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 55 \\ \frac{x-55}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; x \geq 65 \end{cases}$$

6. Kelemahan lengan dan kaki secara tiba-tiba (G06)



Gambar 14. Grafik Representasi Gejala [G06].

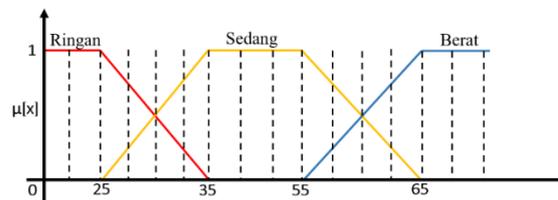
Gambar 14 merupakan grafik representasi gejala G06 yang memiliki fungsi keanggotaan, yaitu :

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ 1 ; x \leq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 55 \\ \frac{x-25}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ \frac{55-x}{55-45} ; 45 \leq x \leq 55 \\ 1 ; 35 \leq x \leq 45 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 45 \\ \frac{x-45}{55-45} ; 45 \leq x \leq 55 \\ 1 ; x \geq 55 \end{cases}$$

7. Kesulitan berbicara secara tiba-tiba (G07)



Gambar 15. Grafik Representasi Gejala [G07].

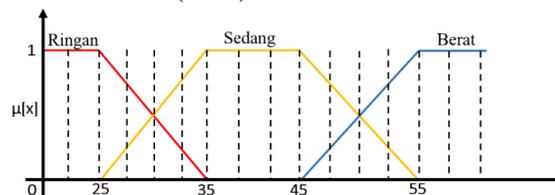
Gambar 15 adalah grafik representasi gejala G07 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ 1 ; x \leq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-25}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ \frac{65-x}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; 35 \leq x \leq 55 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 55 \\ \frac{x-55}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; x \geq 65 \end{cases}$$

8. Kesadaran menurun secara tiba-tiba (G08)



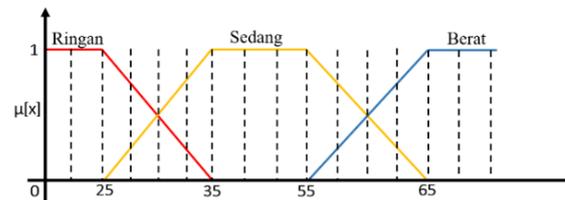
Gambar 16. Grafik Representasi Gejala [G08].

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ 1 ; x \leq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 55 \\ \frac{x-25}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ \frac{55-x}{55-45} ; 45 \leq x \leq 55 \\ 1 ; 35 \leq x \leq 45 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 45 \\ \frac{x-45}{55-45} ; 45 \leq x \leq 55 \\ 1 ; x \geq 55 \end{cases}$$

9. Demam (G09)



Gambar 17. Grafik Representasi Gejala [G09].

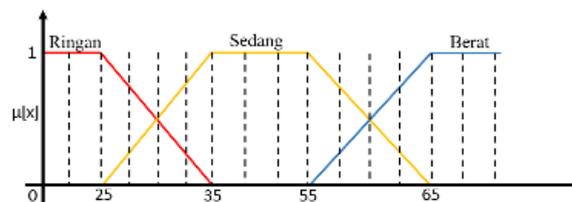
Gambar 17 adalah grafik representasi gejala G09 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ 1 ; x \leq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-25}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ \frac{65-x}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; 35 \leq x \leq 55 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 55 \\ \frac{x-55}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; x \geq 65 \end{cases}$$

10. Sakit kepala (G10)



Gambar 18. Grafik Representasi Gejala [G10].

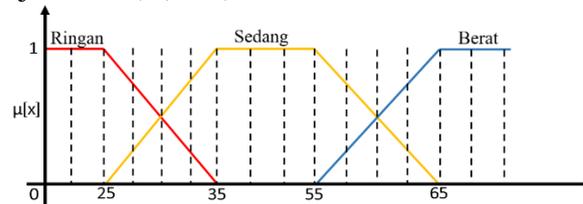
Gambar 18 adalah grafik representasi gejala G10 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ 1 ; x \leq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-25}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ \frac{65-x}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; 35 \leq x \leq 55 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 55 \\ \frac{x-55}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; x \geq 65 \end{cases}$$

11. Kaku kuduk (leher menjadi kaku) (G11)



Gambar 19. Grafik Representasi Gejala [G11].

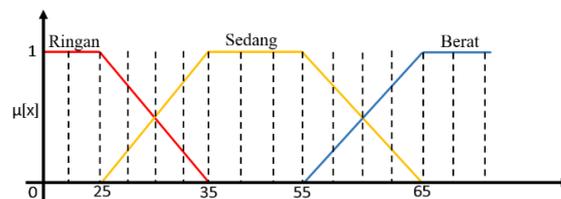
Gambar 19 adalah grafik representasi gejala G11 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ 1 ; x \leq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-25}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ \frac{65-x}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; 35 \leq x \leq 55 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 55 \\ \frac{x-55}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; x \geq 65 \end{cases}$$

12. Kejang-kejang (G12)



Gambar 20. Grafik Representasi Gejala [G12].

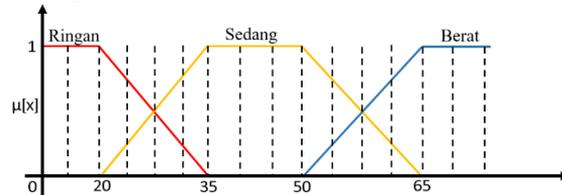
Gambar 20 adalah grafik representasi gejala G12 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ 1 ; x \leq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-25}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ \frac{65-x}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; 35 \leq x \leq 55 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 55 \\ \frac{x-55}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; x \geq 65 \end{cases}$$

13. Perubahan kondisi fisik dan psikis (G13)



Gambar 21. Grafik Representasi Gejala [G13].

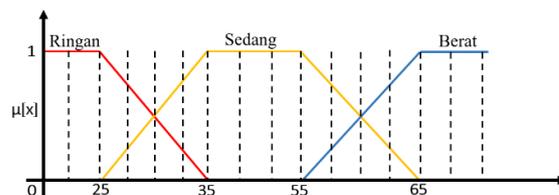
Gambar 21 adalah grafik representasi gejala G13 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-20} ; 20 \leq x \leq 35 \\ 1 ; x \leq 20 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 20 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-20}{35-20} ; 20 \leq x \leq 35 \\ \frac{65-x}{65-50} ; 50 \leq x \leq 65 \\ 1 ; 35 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 50 \\ \frac{x-50}{65-50} ; 50 \leq x \leq 65 \\ 1 ; x \geq 65 \end{cases}$$

14. Bengong (G14)



Gambar 22. Grafik Representasi Gejala [G14].

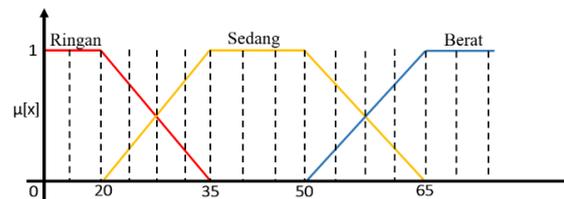
Gambar 22 adalah grafik representasi gejala G14 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ 1 ; x \leq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-25}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ \frac{65-x}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; 35 \leq x \leq 55 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 55 \\ \frac{x-55}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; x \geq 65 \end{cases}$$

15. Perubahan pengecapan (G15)



Gambar 23. Grafik Representasi Gejala [G15].

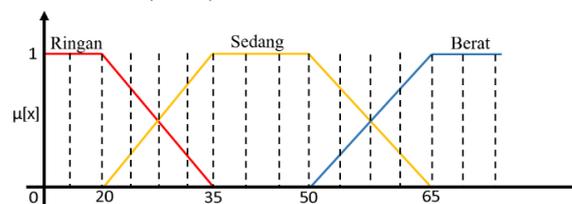
Gambar 23 adalah grafik representasi gejala G15 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-20} ; 20 \leq x \leq 35 \\ 1 ; x \leq 20 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 20 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-20}{35-20} ; 20 \leq x \leq 35 \\ \frac{65-x}{65-50} ; 50 \leq x \leq 65 \\ 1 ; 35 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 50 \\ \frac{x-50}{65-50} ; 50 \leq x \leq 65 \\ 1 ; x \geq 65 \end{cases}$$

16. Kesemutan pada dagu dan mulut (G16)



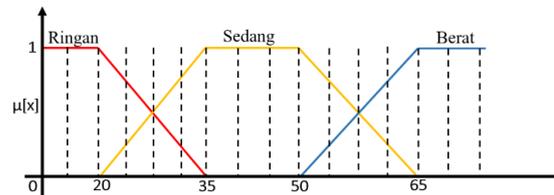
Gambar 24. Grafik Representasi Gejala [G16].

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-20}; 20 \leq x \leq 35 \\ 1; x \leq 20 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0; x \leq 20 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-20}{35-20}; 20 \leq x \leq 35 \\ \frac{65-x}{65-50}; 50 \leq x \leq 65 \\ 1; 35 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0; x \leq 50 \\ \frac{x-50}{65-50}; 50 \leq x \leq 65 \\ 1; x \geq 65 \end{cases}$$

17. Kelopak mata menutup tidak sempurna (G17)



Gambar 25. Grafik Representasi Gejala [G17].

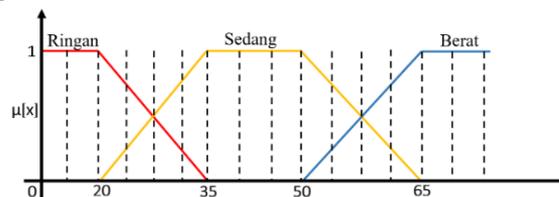
Gambar 25 adalah grafik representasi gejala G17 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-20}; 20 \leq x \leq 35 \\ 1; x \leq 20 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0; x \leq 20 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-20}{35-20}; 20 \leq x \leq 35 \\ \frac{65-x}{65-50}; 50 \leq x \leq 65 \\ 1; 35 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0; x \leq 50 \\ \frac{x-50}{65-50}; 50 \leq x \leq 65 \\ 1; x \geq 65 \end{cases}$$

18. Nyeri tajam pada telinga (G18)



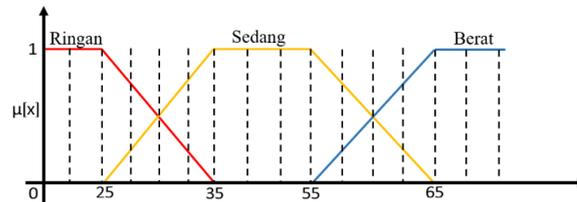
Gambar 26. Grafik Representasi Gejala [G18].

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-20} ; 20 \leq x \leq 35 \\ 1 ; x \leq 20 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 20 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-20}{35-20} ; 20 \leq x \leq 35 \\ \frac{65-x}{65-50} ; 50 \leq x \leq 65 \\ 1 ; 35 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 50 \\ \frac{x-50}{65-50} ; 50 \leq x \leq 65 \\ 1 ; x \geq 65 \end{cases}$$

19. Hiperakusis (bising pada telinga) (G19)



Gambar 27. Grafik Representasi Gejala [G19].

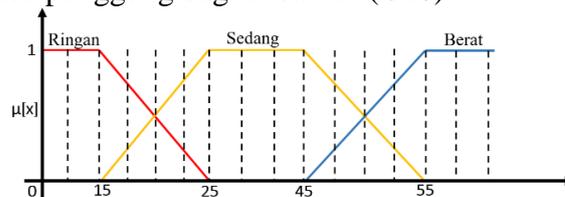
Gambar 27 adalah grafik representasi gejala G19 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ 1 ; x \leq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-25}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ \frac{65-x}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; 35 \leq x \leq 55 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 55 \\ \frac{x-55}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; x \geq 65 \end{cases}$$

20. Rasa nyeri menusuk pada punggung bagian bawah (G20)



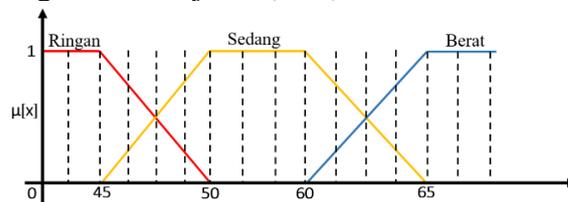
Gambar 28. Grafik Representasi Gejala [G20].

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 25 \\ \frac{25-x}{25-15} ; 15 \leq x \leq 25 \\ 1 ; x \leq 15 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 15 \text{ atau } x \geq 55 \\ \frac{x-15}{25-15} ; 15 \leq x \leq 25 \\ \frac{55-x}{55-45} ; 45 \leq x \leq 55 \\ 1 ; 25 \leq x \leq 45 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 45 \\ \frac{x-45}{55-45} ; 45 \leq x \leq 55 \\ 1 ; x \geq 55 \end{cases}$$

21. Kesulitan untuk berdiri tegak atau berjalan (G21)



Gambar 29. Grafik Representasi Gejala [G21].

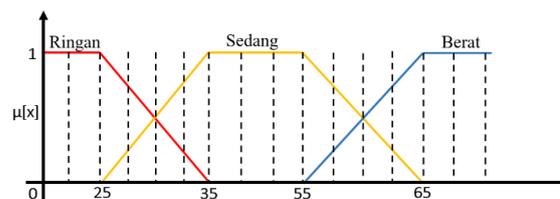
Gambar 29 adalah grafik representasi gejala G21 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 50 \\ \frac{50-x}{50-45} ; 45 \leq x \leq 50 \\ 1 ; x \leq 45 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 45 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-45}{50-45} ; 45 \leq x \leq 50 \\ \frac{65-x}{65-60} ; 60 \leq x \leq 65 \\ 1 ; 50 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 60 \\ \frac{x-60}{65-60} ; 60 \leq x \leq 65 \\ 1 ; x \geq 65 \end{cases}$$

22. Gangguan sistem ekskresi (G22)



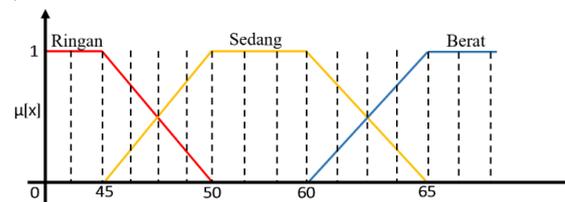
Gambar 30. Grafik Representasi Gejala [G22].

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-25}; 25 \leq x \leq 35 \\ 1; x \leq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-25}{35-25}; 25 \leq x \leq 35 \\ \frac{65-x}{65-55}; 55 \leq x \leq 65 \\ 1; 35 \leq x \leq 55 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0; x \leq 55 \\ \frac{x-55}{65-55}; 55 \leq x \leq 65 \\ 1; x \geq 65 \end{cases}$$

23. Mual dan muntah (G23)



Gambar 31. Grafik Representasi Gejala [G23].

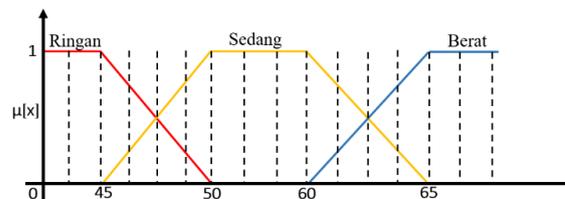
Gambar 31 adalah grafik representasi gejala G23 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0; x \geq 50 \\ \frac{50-x}{50-45}; 45 \leq x \leq 50 \\ 1; x \leq 45 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0; x \leq 45 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-45}{50-45}; 45 \leq x \leq 50 \\ \frac{65-x}{65-60}; 60 \leq x \leq 65 \\ 1; 50 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0; x \leq 60 \\ \frac{x-60}{65-60}; 60 \leq x \leq 65 \\ 1; x \geq 65 \end{cases}$$

24. Pusing berputar (G24)



Gambar 32. Grafik Representasi Gejala [G24].

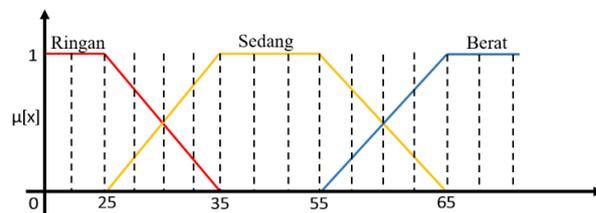
Gambar 32 adalah grafik representasi gejala G24 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 50 \\ \frac{50-x}{50-45} ; 45 \leq x \leq 50 \\ 1 ; x \leq 45 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 45 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-45}{50-45} ; 45 \leq x \leq 50 \\ \frac{65-x}{65-60} ; 60 \leq x \leq 65 \\ 1 ; 50 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 60 \\ \frac{x-60}{65-60} ; 60 \leq x \leq 65 \\ 1 ; x \geq 65 \end{cases}$$

25. Mengalami gangguan pada telinga bagian dalam (G25)



Gambar 33. Grafik Representasi Gejala [G25].

Gambar 33 adalah grafik representasi gejala G25 dengan fungsi keanggotaan, yaitu:

$$\mu_{Ringan} [x] = \begin{cases} 0 ; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ 1 ; x \leq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-25}{35-25} ; 25 \leq x \leq 35 \\ \frac{65-x}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; 35 \leq x \leq 55 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} [x] = \begin{cases} 0 ; x \leq 55 \\ \frac{x-55}{65-55} ; 55 \leq x \leq 65 \\ 1 ; x \geq 65 \end{cases}$$

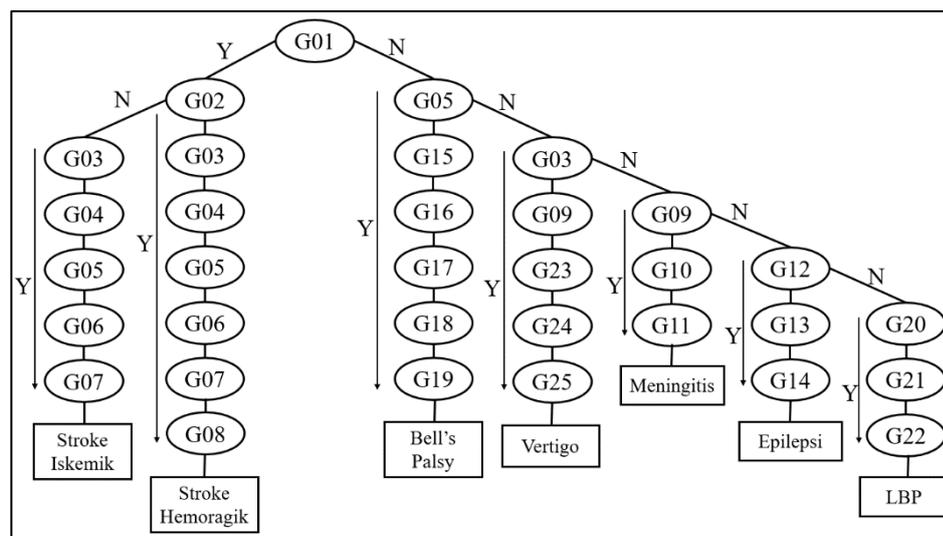
3.6. Analisa Kebutuhan Proses

Setelah mendapatkan hasil dari basis pengetahuan yang ada, selanjutnya agar sistem dapat berjalan dengan baik dan benar dibutuhkan basis aturan (*rule*). Aturan (*rule*) dari sistem pakar diagnosa penyakit saraf ini dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Aturan (*Rule*) Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Saraf

<i>Rule</i>	AND
1	IF G01 AND G02 AND G03 AND G04 AND G05 AND G06 AND G07 AND G08 THEN P01
2	IF G01 AND G03 AND G04 AND G05 AND G06 AND G07 THEN P02
3	IF G09 AND G10 AND G11 THEN P03
4	IF G12 AND G13 AND G14 THEN P04
5	IF G05 AND G15 AND G16 AND G17 AND G18 AND G19 THEN P05
6	IF G20 AND G21 AND G22 THEN P06
7	IF G03 AND G09 AND G23 AND G24 AND G25 THEN P07

Dari basis aturan (*rule*) yang telah ada, maka akan didapatkan pohon keputusan (*decision tree*) agar sistem dapat berjalan dengan baik, benar, dan efisien. Pohon keputusan (*decision tree*) dapat dilihat pada Gambar 34.



Gambar 34. Pohon Keputusan.

Pohon keputusan digunakan dalam menentukan hasil diagnosa dengan penjelasan sebagai berikut.

1. Saat pengguna mulai menjalankan sistem, pengguna berada pada posisi mulai.
2. Setelah itu sistem akan menampilkan gejala terdekat. Karena pengguna belum memilih gejala apapun, maka pada tahap awal sistem akan menampilkan pertanyaan untuk gejala pertama (G01).

3. Pengguna akan diberikan pilihan jawaban, yaitu “Ya” dan “Tidak” Pengguna akan menjawab gejala pertama (G01).
4. Jika pengguna memilih jawaban “Tidak” maka sistem akan membuang seluruh penyakit yang memiliki gejala dengan kode G01.
5. Apabila pengguna memilih jawaban “Ya” maka sistem akan menampilkan kriteria pada gejala dengan kode tersebut.
6. Langkah 2 dan 5 akan diulangi hingga sistem mendapatkan 1 penyakit.
7. Jika sistem mendapati lebih dari 1 penyakit, sistem akan menampilkan salah satu penyakit dengan tingkat keyakinan paling tinggi.
8. Jika sistem mendapatkan hanya 1 penyakit, maka sistem akan melakukan kalkulasi terhadap masing-masing gejala dengan menggunakan logika *fuzzy*. Mamdani. Selesai.

3.7. Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem menjadi dua, yaitu analisis kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional dengan penjelasan sebagai berikut.

3.7.1. Kebutuhan Fungsional

Analisa kebutuhan fungsional berisi tentang proses-proses apa saja yang nantinya dilakukan oleh sistem, dan informasi apa saja yang harus ada dan dihasilkan oleh sistem. Kebutuhan fungsional dari sistem pakar diagnosa penyakit saraf berbasis Android yang akan dibangun sebagai berikut.

1. Menu Data berfungsi agar pengguna sistem dapat melihat data penyakit, dan data gejala penyakit saraf yang disediakan oleh aplikasi sistem pakar ini.
2. Menu Diagnosa berfungsi agar pengguna sistem dapat melakukan diagnosa penyakit saraf berdasarkan gejala-gejala yang dialami, selain itu pada menu ini pengguna dapat melihat hasil diagnosa berdasarkan gejala klinis yang telah dipilih sebelumnya.
3. Menu Info berfungsi agar pengguna dapat melihat informasi berupa deskripsi sistem pakar diagnosa penyakit saraf, dan informasi pengembang.

4. Menu Bantuan berfungsi agar pengguna dapat melihat langkah-langkah dalam melakukan diagnosa penyakit, melihat data penyakit dan data gejala, serta melihat informasi yang disediakan pada sistem.

3.7.2. Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non fungsional sistem berfokus pada penelitian aspek kemudahan dalam penggunaan dan pemahaman sistem dalam mengakses aplikasi dengan penjabaran sebagai berikut :

- a. Komposisi warna pada aplikasi.
- b. Kualitas gambar pada aplikasi.
- c. Kenyamanan *font* tulisan pada aplikasi.
- d. Konsistensi Bahasa pada aplikasi.
- e. Kemudahan dalam memahami kalimat.
- f. Kemudahan dalam memahami informasi yang diberikan.
- g. Kemudahan dalam mengoperasikan aplikasi.
- h. Fitur-fitur dalam aplikasi berjalan dengan baik.
- i. Manfaat pada aplikasi.
- j. Kemampuan program dalam memberikan respon.
- k. Kemampuan program dalam memberikan hasil diagnosa.

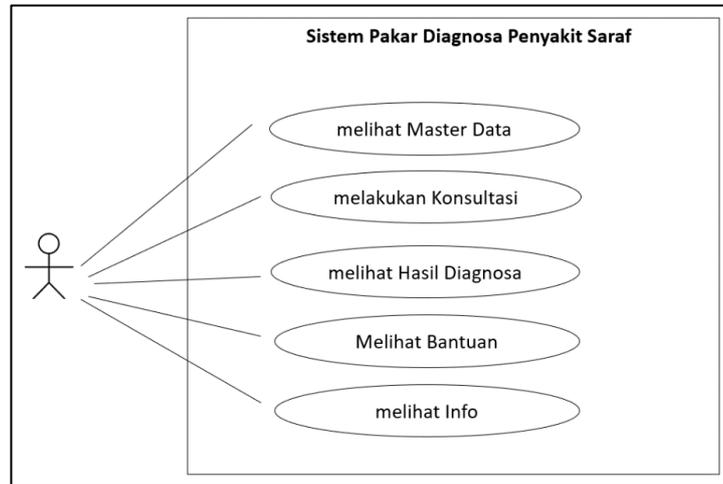
3.8. Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem pakar diagnosa penyakit saraf menggunakan metode *Waterfall* memiliki sebagai berikut.

3.8.1. Requirements

Tahap *requirements* adalah tahap komunikasi pengembang dengan pengguna untuk memahami kebutuhan perangkat lunak agar nantinya mendapatkan hasil yang sesuai. Pada penelitian ini, tahap *requirements* digambarkan dalam bentuk *use case diagram*. *Use case diagram* merupakan diagram yang bekerja dengan cara mendeskripsikan tipikal interaksi antara *user* (pengguna) sebuah sistem dengan

suatu sistem tersendiri melalui sebuah cerita bagaimana sebuah sistem dipakai (Kurniawan, 2020). *Use case diagram* sistem pakar diagnosa penyakit saraf berbasis Android dapat dilihat pada Gambar 35.



Gambar 35. *Use case diagram* Penelitian Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Saraf.

Adapun penjelasan dari setiap *use case diagram* sistem pakar diagnosa penyakit saraf dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Penjelasan *use case diagram*

Kode	Use case	Deskripsi Use case
User (Pengguna)	Melihat Master Data	<i>Use case</i> Melihat Master Data ini berfungsi untuk menampilkan data-data gejala dan nama-nama penyakit yang terdapat pada sistem ini.
	Melakukan Konsultasi	<i>Use case</i> Melakukan Konsultasi berfungsi untuk mendapatkan data-data pengguna yang akan digunakan untuk mendiagnosa penyakit saraf.
	Melihat Hasil Diagnosa	<i>Use case</i> Melihat Hasil Diagnosa berfungsi untuk menampilkan hasil diagnosa penyakit saraf.
	Melihat Bantuan	<i>Use case</i> Melihat Bantuan berfungsi untuk menampilkan cara pengguna sistem menggunakan sistem pakar ini untuk melakukan konsultasi.
	Melihat Info	<i>Use case</i> Melihat Info berfungsi untuk menampilkan info singkat terkait sistem dan pengembang sistem pakar ini.

3.8.2. Design

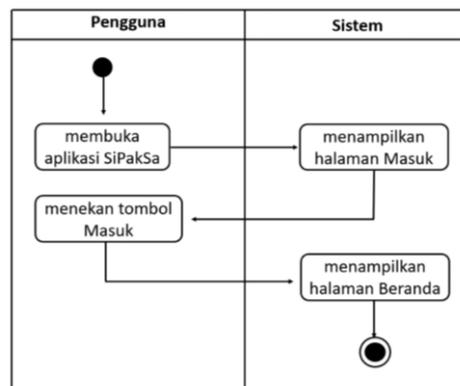
Berikut ini merupakan ilustrasi rancangan tampilan sistem yang akan dikembangkan.

1. Activity Diagram

Activity diagram menggambarkan berbagai aliran aktivitas dalam sistem yang sedang dirancang (Kurniawan, 2020). *Activity diagram* dari sistem pakar diagnosa penyakit saraf yang akan dikembangkan adalah sebagai berikut.

a. Activity Diagram Beranda

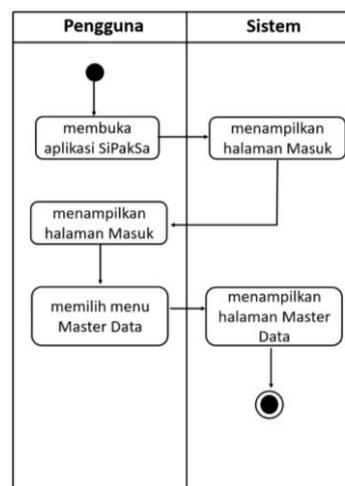
Activity Diagram Beranda dimulai saat pengguna membuka aplikasi ini kemudian menekan tombol Masuk. Secara otomatis sistem akan menampilkan halaman Beranda. *Activity Diagram* Beranda dapat dilihat pada Gambar 36.



Gambar 36. *Activity Diagram* Beranda.

b. Activity Diagram Master Data

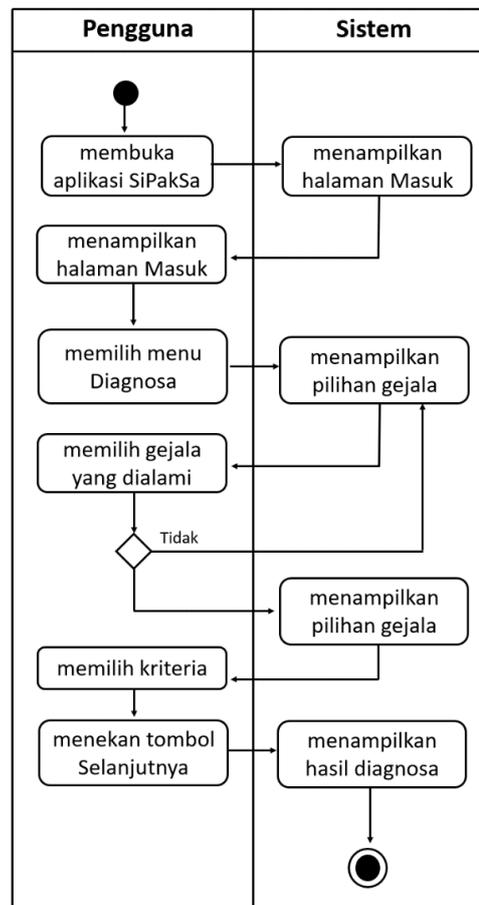
Pada *Activity Diagram* Master Data. Sistem akan menampilkan halaman Master Data yang berisi data penyakit dan data gejala yang terdapat pada sistem pakar ini. *Activity Diagram* Master Data dapat dilihat pada Gambar 37.



Gambar 37. *Activity Diagram* Master Data.

c. Activity Diagram Diagnosa

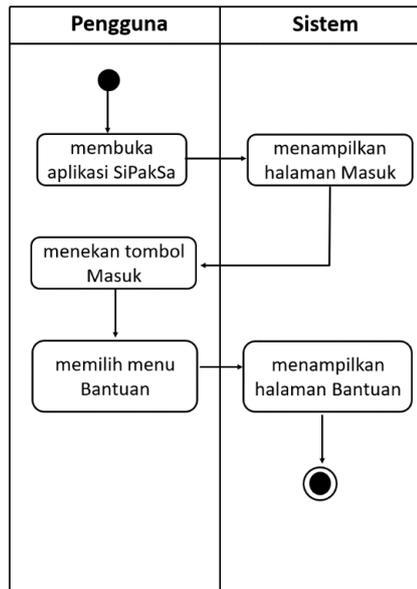
Activity Diagram Diagnosa dimulai ketika pengguna memilih menu Diagnosa. Sistem akan menampilkan gejala dan pilihan kriteria, kemudian pengguna dapat menekan tombol YA atau pilihan kriteria gejala jika mengalami gejala tersebut, kemudian sistem akan menampilkan gejala berikutnya setelah pengguna menekan tombol SELANJUTNYA. Apabila pengguna menekan tombol TIDAK pada pilihan gejala, maka sistem akan menampilkan pilihan gejala berikutnya. *Activity Diagram* Diagnosa dapat dilihat pada Gambar 38.



Gambar 38. *Activity Diagram* Diagnosa.

d. Activity Diagram Bantuan

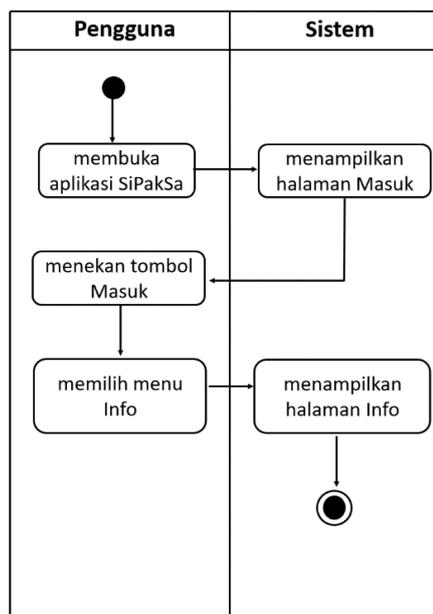
Activity Diagram Bantuan dimulai ketika pengguna memilih menu Bantuan dan sistem akan menampilkan halaman Bantuan yang berisi gambar dan penjelasan dari setiap menu pada sistem pakar diagnosa penyakit ini. *Activity Diagram* Bantuan dapat dilihat pada Gambar 39.



Gambar 39. *Activity Diagram Bantuan.*

e. *Activity Diagram Info*

Activity Diagram Info dimulai ketika pengguna memilih menu Info dan sistem akan menampilkan halaman menu Info yang berisi mengenai penjelasan sistem pakar diagnosa penyakit saraf ini, dan info terkait data diri singkat dari pengembang. *Activity Diagram Info* dapat dilihat pada Gambar 40.



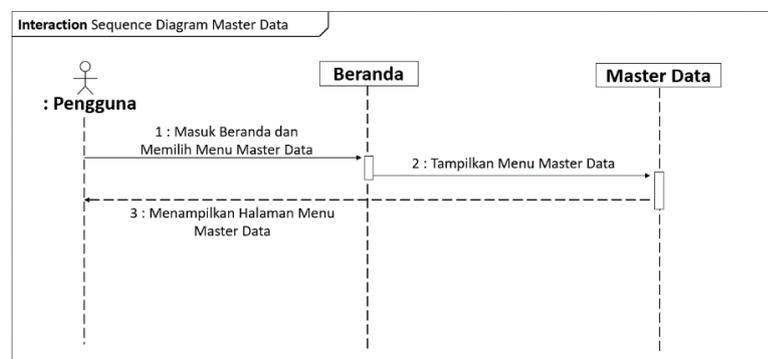
Gambar 40. *Activity Diagram Info.*

2. Sequence Diagram

Sequence diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antar objek didalam dan disekitar sistem yang berupa *message* yang digambarkan terhadap waktu (Kurniawan, 2020). *Sequence diagram* dari sistem pakar diagnosa penyakit saraf yang akan dikembangkan adalah sebagai berikut.

a. Sequence diagram Master Data

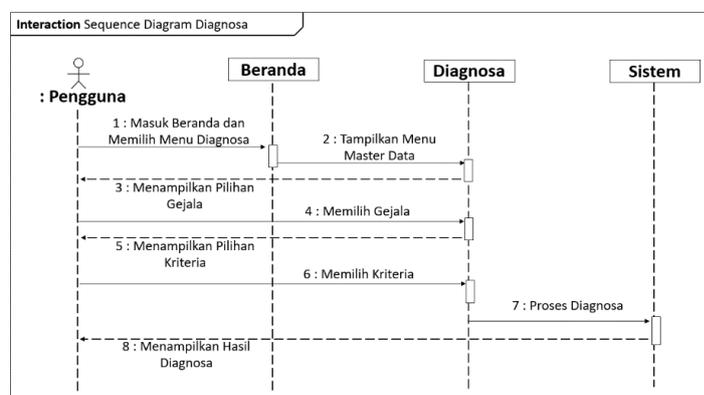
sequence diagram Master Data dimulai ketika pengguna memilih menu Master Data dan sistem akan menampilkan halaman yang berisi data-data pada sistem. *Sequence diagram* Master Data dapat dilihat pada Gambar 41.



Gambar 41. *Sequence Diagram* Master Data.

b. Sequence diagram Diagnosa

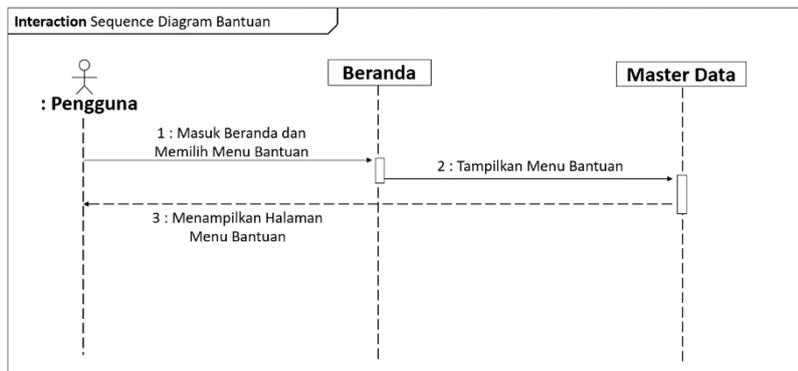
Sequence diagram Diagnosa dimulai ketika pengguna memilih menu Diagnosa, kemudian sistem akan menampilkan halaman menu Diagnosa. Pada halaman menu Diagnosa ini, pengguna dapat memilih gejala dan kriteria gejala sesuai dengan yang dialami. Selanjutnya sistem akan menampilkan hasil diagnosa penyakit saraf. *Sequence diagram* Diagnosa dapat dilihat pada Gambar 42.



Gambar 42. *Sequence Diagram* Diagnosa.

c. *Sequence diagram Bantuan*

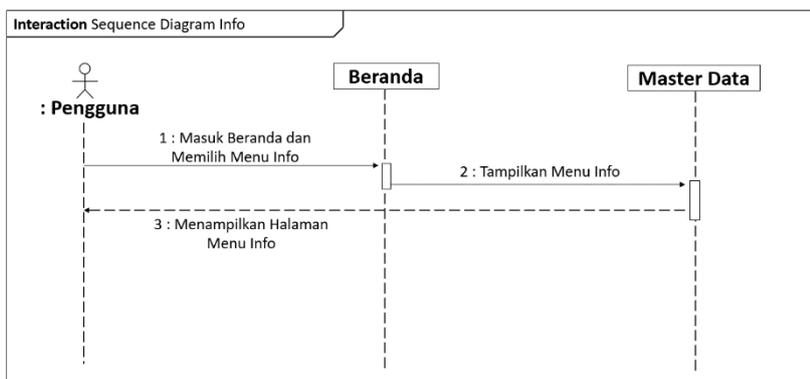
Sequence diagram Bantuan dimulai ketika pengguna memilih menu Bantuan, maka selanjutnya sistem akan menampilkan penjelasan mengenai cara melakukan konsultasi pada sistem. *Sequence diagram* Bantuan dapat dilihat pada Gambar 43.



Gambar 43. *Sequence Diagram* Bantuan.

d. *Sequence diagram Info*

Sequence diagram Info dimulai ketika pengguna memilih menu Info. Setelah itu sistem akan menampilkan halaman berisi info-info singkat terkait penjelasan sistem pakar diagnosa penyakit saraf ini, serta info terkait data pengembang sistem. *Sequence diagram* Info dapat dilihat pada Gambar 44.



Gambar 44. *Sequence Diagram* Info.

3. Desain Interface

Desain *interface* merupakan gambaran awal sistem yang nantinya akan dikembangkan. Berikut ini merupakan desain *interface* pada sistem pakar diagnosa penyakit saraf berbasis Android.

a. Rancangan Tampilan Halaman Masuk

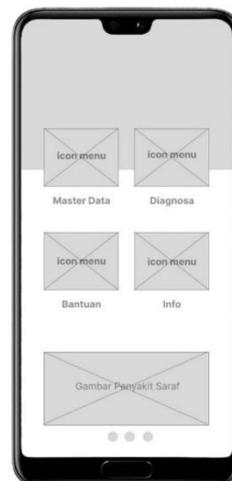
Gambar 45 adalah rancangan tampilan halaman awal aplikasi sistem pakar yang akan dikembangkan, yaitu halaman Masuk. Pada halaman ini, pengguna hanya menekan tombol Masuk untuk dapat mulai menggunakan sistem pakar diagnosa penyakit saraf ini.



Gambar 45. Desain *Interface* Halaman Masuk.

b. Rancangan Tampilan Halaman Beranda

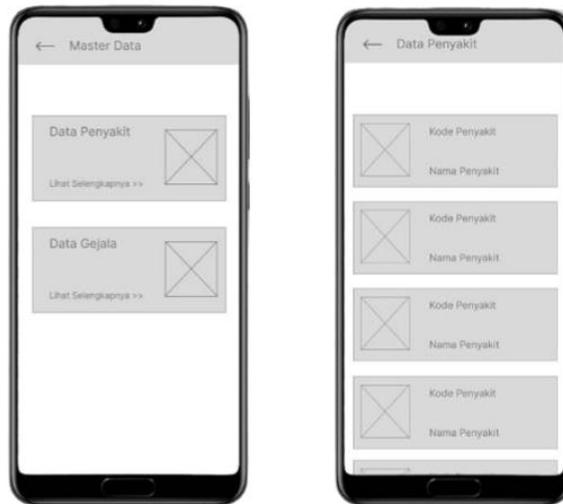
Gambar 46 merupakan aktivitas ketika pengguna sudah masuk ke dalam aplikasi. Kemudian sistem akan menampilkan tampilan halaman Beranda, pada halaman ini terdapat beberapa menu, yaitu menu bantuan, menu master data, menu diagnosa, dan menu info.



Gambar 46. Desain *Interface* Halaman Beranda.

c. Rancangan Tampilan Halaman Master Data

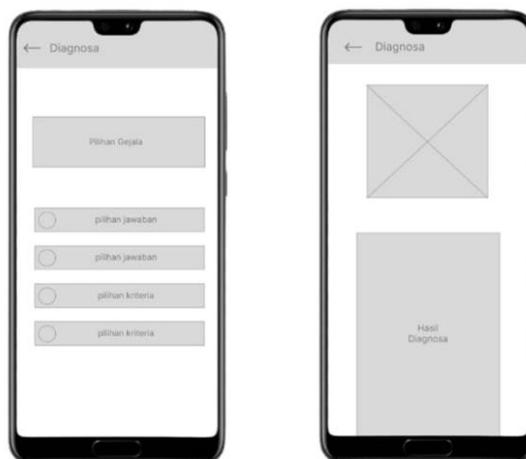
Halaman Master Data berisi data yang memberikan informasi kepada pengguna terkait daftar penyakit dan daftar gejala yang disediakan oleh sistem pakar diagnosa penyakit saraf ini. Rancangan tampilan halaman Master Data dapat dilihat pada Gambar 47.



Gambar 47. Desain *Interface* Halaman Master Data.

d. Rancangan Tampilan Halaman Diagnosa

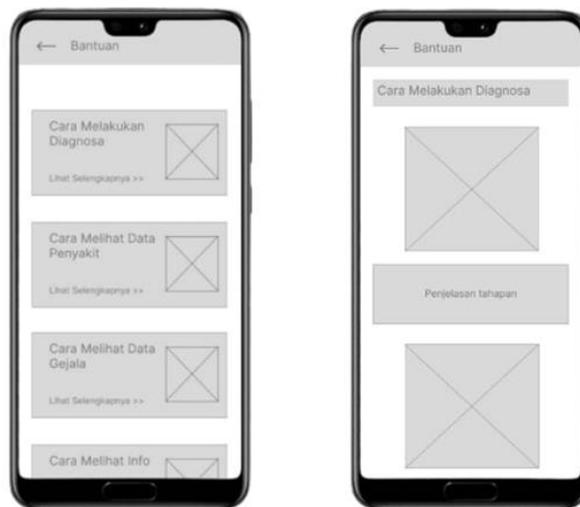
Gambar 48 adalah rancangan tampilan halaman Diagnosa, dimana halaman ini terdapat beberapa langkah yang dilakukan. Langkah pertama, pengguna dapat memilih gejala yang dialami. Setelah itu, pengguna dapat memilih kriteria gejala. Kemudian pada tahap selanjutnya sistem akan menampilkan hasil diagnosa penyakit saraf sesuai gejala.



Gambar 48. Desain *Interface* Halaman Diagnosa.

e. Rancangan Tampilan Halaman Bantuan

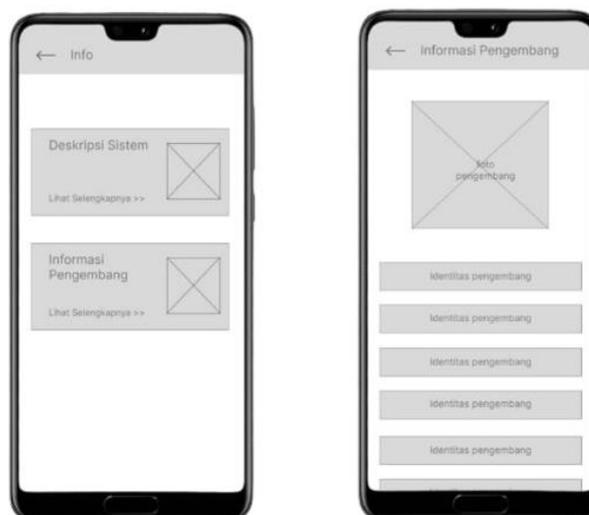
Gambar 49 menunjukkan rancangan tampilan halaman Bantuan yang berisikan info berupa langkah-langkah dan penjelasan terkait menu yang disediakan oleh sistem agar memudahkan pengguna menggunakan sistem untuk melakukan diagnosa penyakit.



Gambar 49. Desain *Interface* Halaman Bantuan.

f. Rancangan Tampilan Halaman Info

Halaman Info adalah halaman yang memuat informasi singkat terkait aplikasi sistem pakar diagnosa penyakit saraf ini, dan berisi identitas singkat dari pengembang sistem. Rancangan halaman Tentang dapat dilihat pada Gambar 50.



Gambar 50. Desain *Interface* Halaman Info.

3.8.3. *Implementation*

Pada tahap *implementation* langkah yang dilakukan, yaitu mengimplementasikan kebutuhan dan desain sistem yang telah dibuat ke dalam kode program Android dengan menggunakan bantuan *software* Android Studio. Pada tahap *implementation* juga akan mengimplementasikan logika *fuzzy* dalam menu diagnosa pada sistem pakar ini. Logika *fuzzy* diterapkan dalam perhitungan diagnosa penyakit berdasarkan gejala yang dipilih oleh pengguna.

3.8.4. *Verification*

Pada tahap *verification* dilakukan pengujian sistem untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam melakukan diagnosa penyakit saraf dan memenuhi kebutuhan-kebutuhan sistem yang didapatkan pada tahap *requirements*. Pengujian dilakukan menggunakan dua metode, yaitu metode *black box testing* dan *User Acceptance Testing* (UAT). Metode *black box testing* digunakan untuk menguji fungsionalitas sistem, kesalahan yang mungkin ditemukan dalam sistem, dan memastikan semua fungsi yang ada dalam sistem berjalan dan bisa digunakan oleh pengguna. Sedangkan metode *User Acceptance Testing* (UAT) digunakan untuk menguji aspek kemudahan dalam penggunaan dan pemahaman sistem atau disebut dengan pengujian non fungsional.

3.8.5. *Maintenance*

Tahap *maintenance* adalah perawatan sistem pakar diagnosa penyakit saraf berbasis Android yang telah berhasil dibangun. Tahap ini bertujuan untuk pemeliharaan sistem dan memperbaiki kesalahan-kesalahan pada sistem yang tidak ditemukan pada langkah sebelumnya.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan judul Implementasi *Fuzzy Logic* pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Saraf Berbasis Android, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengembangan sistem pakar diagnosa penyakit saraf berbasis Android dengan mengimplementasikan *fuzzy logic* Mamdani telah berhasil dikembangkan. Sistem ini dapat memberikan banyak manfaat untuk beberapa pihak, yaitu kepada masyarakat yang mengalami gangguan sistem saraf nya dan ingin melakukan diagnosa untuk penanganan sedini mungkin, serta dapat membantu dokter dan dokter muda untuk mengurangi kemungkinan kesalahan diagnosa pasien.
2. *Fuzzy logic* Mamdani dapat diimplementasikan dalam pengembangan sistem pakar diagnosa penyakit saraf berbasis Android.
3. Perhitungan menggunakan tiga atribut linguistik, yaitu Ringan, Sedang, dan Berat dengan *range* tingkat keyakinan yang telah ditetapkan bersama dengan pakar. Hasil akurasi perhitungan terbukti benar dan sesuai pada status penyakit yang sudah diberikan oleh pakar. Hal ini ditunjukkan dengan pengujian validitas diagnosa dokter dan diagnosa yang dihasilkan oleh sistem. Berdasarkan 70 data sampel yang terdiri dari hasil uji diagnosa dokter dan sistem, didapatkan hasil akurasi sebesar 92.86% dengan rincian 65 hasil diagnosa sesuai dan 5 hasil diagnosa yang tidak sesuai yang merupakan kesalahan dalam mendiagnosa tingkat keparahan penyakit..

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah didapatkan, maka diberikan beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut dari pada sistem pakar diagnosa penyakit saraf berbasis Android ini. Adapun saran-saran tersebut adalah :

1. Sistem yang telah dibangun hanya memiliki 7 penyakit dan 25 gejala untuk mendiagnosa penyakit saraf. Sehingga perlu adanya penambahan data penyakit dan gejala untuk menambah informasi yang ada dalam sistem.
2. Sistem masih bersifat statis karena tidak memiliki fitur tambah data, dan ubah data sehingga diperlukan pengembangan yang lebih baik kedepannya dengan tujuan untuk membuat sistem menjadi sebuah sistem yang dinamis sehingga dapat meningkatkan kinerja sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrori, E. A. (2015). Aplikasi logika fuzzy metode Mamdani dalam pengambilan keputusan penentuan jumlah produksi. *Kaunia: Integration and Interconnection Islam and Science*, 11(2), 91–99-91–99.
- Adlina, A. (2019). Segala Hal Mengenai Sistem Saraf Manusia yang Perlu Anda Ketahui. Retrieved from <https://www.sehatq.com/artikel/sistem-saraf-manusia-dan-penyakitnya>
- Agus, M. (2021). Purple Day, Hapus Stigma Negatif tentang Epilepsi. Retrieved from <https://pantirapih.or.id/rspr/tag/hari-epilepsi-sedunia/>
- Aristoteles, A., Adhianto, K., & Rico Andrian, R. (2019). Comparative analysis of cow disease diagnosis expert system using Bayesian network and Dempster-Shafer method. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(4), 227-235.
- Ayuningtias, L. P., & Jumadi, J. (2017). Analisa perbandingan logic fuzzy metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani (Studi kasus: Prediksi jumlah pendaftar mahasiswa baru fakultas sains Dan teknologi universitas Islam negeri sunan gunung djati Bandung). *Jurnal Teknik Informatika UIN Syarif Hidayatullah*, 10(1), 133582.
- Azmi, Z., & Yasin, V. (2017). Pengantar Sistem Pakar dan Metode. *Jakarta: Mitra Wacana Media*.
- Bose, S., Mukherjee, M., Kundu, A., & Banerjee, M. (2018). A comparative study: java vs kotlin programming in android application development. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 9(3), 41-45.
- Charolina, Y. (2017). sistem pendukung keputusan untuk menentukan pemberian bonus tahunan menggunakan metode fuzzy logic tipe Mamdani (studi kasus pada karyawan pt. Sunhope indonesia di jakarta). *Jurnal Teknologi Informasi*, 12(2).
- Cholifah, W. N., Yulianingsih, Y., & Sagita, S. M. (2018). Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Action & Strategy Berbasis Android dengan Teknologi Phonegap. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 3(2), 206-210.

- Dewi, N. K. C., Anandita, I. B. G., Atmaja, K. J., & Aditama, P. W. (2018). Rancang bangun aplikasi mobile siska berbasis android. *SINTECH (Science and Information Technology) Journal*, 1(2), 100-107.
- Fathoni, A., Mustain, M., & Wardhani, R. (2018). SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENJURUSAN SISWA PADA SMA PANCAMARGA 1 LAMONGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY. *Joutica: Journal of Informatic Unisla*, 3(1), 151-158.
- Feigin, V. L., Nichols, E., Alam, T., Bannick, M. S., Beghi, E., Blake, N., Ellenbogen, R. G. (2019). Global, regional, and national burden of neurological disorders, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet Neurology*, 18(5), 459-480.
- Felix, F., & Santoso, L. W. (2022). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Sistem Saraf Pusat dengan Metode Backward Chaining dan Certainty Factor. *Jurnal Infra*, 10(1), 148-154.
- Fiano, D. S. I., & Purnomo, A. S. (2017). Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Dengan Fuzzy Inferensi (Mamdani). *INFORMAL: Informatics Journal*, 2(2), 64-78.
- Hayadi, B. H. (2018). *Sistem Pakar*: Deepublish.
- healthdirect. (2021). What is meningitis? Retrieved from <https://www.healthdirect.gov.au/meningitis>
- Hendrawan, H., Haris, A., Rasywir, E., & Pratama, Y. (2020). Diagnosis Penyakit Tanaman Karet dengan Metode Fuzzy Mamdani. *J. Paradig. UBSI*, 22(2), 132-138.
- HerminaHospital. (2022). Kenali Berbagai Jenis Penyakit Saraf ini. Retrieved from <https://www.herminahospitals.com/id/articles/kenali-berbagai-jenis-penyakit-saraf-ini.html>
- Kanggeraldo, J., Sari, R. P., & Zul, M. I. (2018). Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Stroke Hemoragik dan Iskemik Menggunakan Metode Dempster Shafer. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 2(2), 498-505.
- Kumala, V. (2021). Kisah Nashwa, balita Inhu penderita meningitis. Retrieved from <https://riau.antaranews.com/berita/210538/kisah-nashwa-balita-inhu-penderita-meningitis>
- Kurniawan, T. B. (2020). Perancangan Sistem Aplikasi Pemesanan Makanan dan Minuman pada Cafeteria No Caffe di Tanjung Balai Karimun Menggunakan Bahasa Pemrograman PHP Dan MySQL. *JURNAL TIKAR*, 1(2), 192-206.
- Mahesa, F. A., & Sulindawaty, S. (2021). Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Epilepsi Menggunakan Metode Dempster Shafer. *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, 4(6), 415-424.
- Muthohar, A., & Rahayu, Y. (2016). Implementasi Logika Fuzzy Mamdani pada Penilaian Kinerja Pelayanan Perawat. *Journal of Applied Intelligent System*, 1(1), 67-76.

- Novianti, N., Pribadi, D., & Saputra, R. A. (2018). Sistem Pakar Diagnosa Pulmonary TB Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *Jurnal Informatika*, 5(2), 228-236.
- Patrianingrum, M., Oktaliansah, E., & Surahman, E. (2015). Prevalensi dan faktor risiko nyeri punggung bawah di lingkungan kerja anesthesiologi Rumah Sakit Dr. Hasan Sadikin Bandung. *Jurnal Anestesi Perioperatif*, 3(1), 47-56.
- Pittara. (2022). Epilepsi. Retrieved from <https://www.alodokter.com/epilepsi>
- Pranatawijaya, V. H., Widiatry, W., Priskila, R., & Putra, P. B. A. A. (2019). Penerapan skala Likert dan skala dikotomi pada kuesioner online. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 5(2), 128-137.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. (2015). *Software Engineering A Practitioner's Approach*. New York: McGraw-Hill Education.
- Pulungan, W. A., & Medelfii, D. (2020). Sistem Pakar Menentukan Penyakit Ginjal dengan Metode Forward Chaining. *Ultim. InfoSys*, 11(1), 27-32.
- Puryono, D. A. (2018). Metode Fuzzy Inferensi System Mamdani Untuk Menentukan Bantuan Modal Usaha Bagi UMKM Ramah Lingkungan.
- Quamila, A. (2022). Gejala Stroke Iskemik dan Hemoragik, Apa Bedanya ? Retrieved from <https://hellosehat.com/saraf/stroke/beda-jenis-stroke-hemoragik-dan-iskemik/>
- Saputra, D., Haryani, M., Surniandari, A., & Widiyanto, K. (2021). Rancang Bangun Aplikasi Pesamline (Pemesanan Ambulance Online) Berbasis Android. *JUSIM (Jurnal Sistem Informasi Musirawas)*, 6(2), 110-122.
- Setiawan, D. (2019). *Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi LENTERA Untuk Membentuk" Smart Society "Di Lingkungan Kampus Menggunakan Metode OOAD (Studi Kasus: Universitas PGRI Madiun)*. Paper presented at the Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SENATIK).
- Sihombing, A., & Sarjono, S. (2021). Analisis Dan Perancangan Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Vertigo Dengan Metode Dempster Shafer. *Jurnal Manajemen Sistem Informasi*, 6(1), 43-54.
- Simajuntak, M., & Fauzi, A. (2017). Penerapan Fuzzy Mamdani Pada Penilaian Kinerja Dosen (Studi Kasus STMIK Kaputama Binjai). *Journal Information System Development (ISD)*, 2(2).
- Suabdinegara, I. K., Putri, G. A. A., & Raharja, I. M. S. (2021). Reengineering Proses Bisnis Toko Oleh-Oleh Menggunakan Enterprise Resource Planning Odoo 13 dengan User Acceptance Test sebagai Metode Pengujian Sistem. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 5(4), 1488-1497.
- Sucipto, A., Fernando, Y., Borman, R. I., & Mahmuda, N. (2019). Penerapan Metode Certainty Factor Pada Diagnosa Penyakit Saraf Tulang Belakang.

- Sutara, B., & Kuswanto, H. (2019). Analisa perbandingan fuzzy logic metode Tsukamoto, Sugeno, Mamdani dalam penentuan keluarga miskin. *Jurnal Infotekmesin*, 10(02), 38-49.
- Syarif, A., Mayda, B. F., Aristoteles, A., & Agus, W. (2022). Implementation of Fuzzy Expert System on Skin Diseases. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(12), 528-536.
- Taylor, D. C. (2021). Bell Palsy. Retrieved from <https://emedicine.medscape.com/article/1146903-overview>
- Trivusi. (2022). Penjelasan Lengkap Mengenai Logika Fuzzy. Retrieved from <https://www.trivusi.web.id/2022/05/pengertian-fuzzy-logic.html>
- Vos, T., Lim, S. S., Abbafati, C., Abbas, K. M., Abbasi, M., Abbasifard, M., Abdelalim, A. (2020). Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 396(10258), 1204-1222.
- Wang, S.-Q., Chen, M., Wei, X., Gao, X.-X., & Zhao, G.-D. (2019). Clinical research on lumbar oblique-pulling manipulation in combination with sling exercise therapy for patients with chronic nonspecific low back pain. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 65, 886-892.
- Wardhani, L. K., & Haerani, E. (2011). *Analisis pengaruh pemilihan fuzzy membership function terhadap output sebuah sistem fuzzy logic*. Paper presented at the Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri.
- Wulan, A. J., & Prakasa, A. B. (2017). Laki-laki 56 Tahun, dengan Vertigo Sentral et causa Iskemik Cerebellum. *Jurnal Agromedicine*, 4(1), 92-96.
- Yulia, A. M. (2018). Fuzzy Logic Untuk Menentukan Kepuasan Siswa Terhadap Sarana Dan Prasarana Sekolah Dengan Menggunakan Metode Sugeno. *Jurnal Ilmiah Informatika (JIF)*, 6, 32-41.