

**IMPLEMENTASI *FUZZY EXPERT SYSTEM* PADA PENYAKIT GINJAL
MENGUNAKAN MATLAB**

(Skripsi)

Oleh

Amara Indah Pancarani
NPM 1817051010



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

IMPLEMENTASI *FUZZY EXPERT SYSTEM* PADA PENYAKIT GINJAL MENGUNAKAN MATLAB

Oleh

AMARA INDAH PANCARANI

Ginjal dikenal sebagai organ yang penting bagi tubuh manusia. Penyakit ginjal mengakibatkan berbagai dampak negatif, bahkan menjadi salah satu penyebab kematian pada penderitanya. Beberapa jenis penyakit Ginjal sering kali memiliki gejala yang tidak sama atau gejala yang tidak deterministik. Penanganan penyakit Ginjal haruslah dimulai dengan diagnosa yang tepat berdasarkan gejala-gejala klinis yang ada. Pada penanganan dini penyakit Ginjal, salah satu masalah klasik adalah keterbatasan dokter spesialis yang mampu mendiagnosa dan memberikan penanganan penyakit Ginjal secara akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode kecerdasan buatan berbasis *Fuzzy Logic* pada pengembangan sistem pakar (*Expert System*) yang mampu mendiagnosa berbagai penyakit Ginjal berdasarkan gejala-gejala klinis yang ada. Pada penelitian ini, data-data terkait aturan, bobot gejala, tingkat keparahan yang digunakan untuk membangun fuzziness diperoleh dari dokter spesialis yang memiliki SIP dan dosen Universitas Lampung. Sistem yang dikembangkan akan diujicobakan dengan menggunakan beberapa data uji (*test problem*) yang diperoleh dari dokter dan rumah sakit. Hasil yang diperoleh akan dibandingkan dengan hasil rekomendasi dokter. Hasil penelitian ini diharapkan tidak hanya mampu memberikan metode baru yang bermanfaat kepada masyarakat dan peneliti, tetapi juga dapat sebagai bahan pembelajaran bagi dokter-dokter muda.

Kata kunci: *Artificial Intelligence*; Sistem Pakar; *Fuzzy-Mamdani*; Penyakit Ginjal

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF FUZZY EXPERT SYSTEM ON KIDNEY DISEASE USING MATLAB

By

AMARA INDAH PANCARANI

Kidneys are known as organs that are important for the human body. Kidney disease causes various negative impacts, even being one of the causes of death in sufferers. Several types of kidney disease often have different or non-deterministic symptoms. Treatment of kidney disease must begin with a proper diagnosis based on the existing clinical symptoms. In the early treatment of kidney disease, one of the classic problems is the limited number of specialist doctors who are able to diagnose and provide accurate treatment of kidney disease. This study aims to implement an artificial intelligence method based on Fuzzy Logic in the development of an expert system that is able to diagnose various kidney diseases based on existing clinical symptoms. In this study, data related to rules, symptom weights, and severity used to build fuzziness were obtained from specialist doctors who have SIP and lecturers at the University of Lampung. Developed will be tested using some test data (test problem) obtained from doctors and hospitals. The results obtained will be compared with the results of doctors' recommendations. The results of this study are expected not only to be able to provide new methods that are beneficial to the community and researchers, but also as learning material for young doctors.

Key words: Artificial Intelligence; Expert System; Fuzzy-Mamdani; Kidney Disease

**IMPLEMENTASI *FUZZY EXPERT SYSTEM* PADA PENYAKIT GINJAL
MENGUNAKAN MATLAB**

Oleh

Amara Indah Pancarani

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA KOMPUTER

Pada

Jurusan Ilmu Komputer
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi

: **IMPLEMENTASI FUZZY EXPERT SYSTEM PADA
PENYAKIT GINJAL MENGGUNAKAN MATLAB**

Nama Mahasiswa

: **Amara Indah Pancarani**

Nomor Induk Mahasiswa : **1817051010**

Jurusan

: **Ilmu Komputer**

Fakultas

: **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



MENYETUJUI

1. **Komisi Pembimbing**

Prof. Admi Syarif, Ph.D.

NIP 19670103 199203 1 003

Yunda Heningtyas, M.Kom.

NIP 19890108 201903 2 014

2. **Ketua Jurusan Ilmu Komputer**

A blue ink signature of Didik Kurniawan, S.Si., M.T., written over a white background.

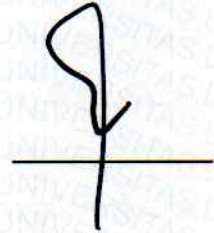
Didik Kurniawan, S.Si., M.T.

NIP 19800419 200501 1 004

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Admi Syarif, Ph.D.



**Penguji I
Sekretaris : Yunda Heningtyas, M.Kom.**



**Penguji II
Bukan Pembimbing : Favorisen R. Lumbanraja, Ph.D.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**Dr Eng. Suripto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.
NIP 19740705 200003 1 001**



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 09 Agustus 2022

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Implementasi *Fuzzy Expert System* Pada Penyakit Ginjal Menggunakan Matlab”** merupakan karya saya sendiri dan bukan karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti skripsi saya merupakan hasil salinan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang telah saya terima.

Bandar Lampung, 22 Agustus 2022



AMARA INDAH PANCARANI
NPM 1817051010

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Cirebon pada tanggal 07 Oktober 2000, sebagai anak satu-satunya dari Ayah (Alm) Jahuri dan Ibu Tursiah. Penulis menyelesaikan pendidikan formal pertama kali di Pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri Bojong 1 Kota Tangerang diselesaikan pada tahun 2012. Kemudian, pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di MTs Negeri Cipondoh diselesaikan pada tahun 2015, dan melanjutkan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 3 Kota Tangerang diselesaikan pada tahun 2018.

Pada tahun 2018, penulis terdaftar sebagai mahasiswa jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Selama menjadi mahasiswa beberapa kegiatan yang dilakukan penulis antara lain.

1. Menjadi anggota Adapter Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer pada periode 2018/2019.
2. Menjadi anggota Bidang Eksternal Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer pada periode 2018/2019.
3. Pada bulan Februari 2021 sampai dengan bulan Maret 2021 penulis melaksanakan Kerja Praktik di Dinas Bina Marga dan Bina Konstruksi Provinsi Lampung.
4. Pada bulan September 2021 penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Sukarame II, kecamatan Teluk Betung Barat, Kota Bandar Lampung.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbilalamin

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Sholawat dan salam saya sanjungkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Aku persembahkan karya ini kepada:

(Alm) Bapak dan Mamah

Sebagai tanda terimakasihku kepada (Alm) bapak dan mamahku yang tercinta dan yang tersayang. Terima kasih telah mendidik dan membesarkanku dengan kasih sayang kalian. Terima kasih selalu mendukungku dan mendoakanku dalam segala pilihanku. Terima kasih atas semua pengorbanan dan perjuangan kalian yang tiada hentinya.

Pakde Usman, Mbah Syahroni, Nenek Endang, Ayah, Bunda dan Malika

Terima kasih telah memberikan semangat, dukungan, dan doa.

Seluruh Keluarga Besar, Sahabat, dan Teman-teman yang selalu memberikan semangat dan dukungan.

Almamater Tercinta, Universitas Lampung

MOTTO

"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri."

(Q.S Ar-Ra'd: 11)

"Cukuplah Allah bagiku, tidak ada Tuhan selain Dia. Hanya kepadaNya aku bertawakal."

(Q.S At Taubah: 129)

"Berpikirlah positif, tidak peduli seberapa keras kehidupanmu."

(Ali bin Abi Thalib)

"Do something today that your future self will thank you for."

(Sean Patrick Flanery)

"Life is a journey to be experienced, not a problem to be solved."

(Winnie The Pooh)

SANWACANA

Puji syukur kita haturkan pada Allah SWT atas segala berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Implementasi *Fuzzy Expert System* Pada Penyakit Ginjal Menggunakan Matlab” dengan baik.

Penulis menyadari selesainya skripsi ini tidak terlepas dari partisipasi 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. (Alm) Bapak dan Mamah tercinta, (Alm) Jahuri dan Tursiah yang selalu memberi dukungan, memotivasi, dan menyemangati penulis selama proses perkuliahan sampai dengan penyusunan skripsi. Semoga Allah SWT selalu menyertai, memberkati, dan memberi kesehatan dan kebahagiaan yang berlimpah.
2. 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. Terimakasih juga penulis ucapkan atas kritik dan saran yang membangun sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Ibu Yunda Heningtyas, M.Kom. selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan banyak waktu dan dengan sabar membimbing penulis, serta memberikan ide, kritik dan saran yang membangun sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.
4. Bapak Favorisen R. Lumbanraja, Ph.D. selaku dosen pembahas yang telah memberikan banyak masukan, serta ilmu dan pengetahuan baru yang bermanfaat dalam perbaikan skripsi ini dan selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing penulis selama proses perkuliahan, serta memberikan masukan dan dukungan hingga skripsi ini dapat diselesaikan.

5. Bapak dr. H. Lukman Pura, Sp.PD., K-GH.,MHSM selaku dokter spesialis ginjal yang telah senantiasa menjadi pakar untuk memberikan ilmu dan bimbingan dalam pembuatan skripsi berlangsung.
6. Bapak Didik Kurniawan, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.
7. Bapak Dr. rer. nat. Akmal Junaidi, M.Sc. selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.
8. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
9. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, atas bimbingan dan pengajarannya selama penulis menjadi mahasiswa FMIPA Universitas Lampung.
10. Seluruh Staf dan karyawan Fakultas MIPA 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.
11. Pakde Usman, mbah Syahroni, nenek Endang, ayah Abdul, bunda Dania dan Malika yang telah mendoakan, menyemangati, dan mendukung selama ini.
12. Muhammad Arsyi Sobirin yang telah menyemangati dan membantu selama masa perkuliahan dan proses pembuatan skripsi berlangsung.
13. Teman seperjuangan yang senantiasa menemani dan saling menyemangati, Elshinta Milenia dan Yasmin Hasna.
14. Teman-teman terdekat, Lita, Rahma, Sasya, Ajul, Arafia, Bia, dan Arfina yang telah memberikan banyak dukungan moril, segala bentuk bantuan, dan selalu menemani dari awal perkuliahan.
15. Keluarga Ilmu Komputer 2018 serta kakak tingkat dan adik tingkat yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.
16. Almamater tercinta, Universitas Lampung yang sudah memberi banyak wawasan dan pengalaman berharga.

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

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan perlindungan dan kebaikan bagi kita semua.

Bandar Lampung, 22 Agustus 2022

Penulis

Amara Indah Pancarani

1817051010

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kecerdasan Buatan	7
2.2 Sistem Pakar	7
2.3 Logika <i>Fuzzy</i>	9
2.4 Ginjal	19
2.5 Penyakit Ginjal	20
2.6 Penelitian Terdahulu.....	22
III. METODE PENELITIAN	25
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2 Tahapan Penelitian	25
3.3 Analisa Sistem	29

3.4	Analisa Kebutuhan Sistem	29
3.5	Metode Pengumpulan Data	30
3.6	Pengumpulan Data.....	31
3.7	Analisa Kebutuhan Proses	49
3.8	Implementasi Metode <i>Fuzzy Mamdani</i>	51
3.9	Perancangan Sistem.....	52
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	61
4.1	Implementasi Metode	61
4.2	Pengkodean Program.....	63
4.3	Pengujian Program	63
4.4	Pengujian Diagnosa	68
4.5	Hasil Pengujian.....	76
V.	SIMPULAN DAN SARAN	78
5.1	Simpulan.....	78
5.2	Saran.....	79
	DAFTAR PUSTAKA	80
	LAMPIRAN.....	83

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Terdahulu	23
2. <i>Timeline</i> Penelitian.....	25
3. Data Penyakit Ginjal	31
4. Data Gejala Penyakit Ginjal.....	31
5. Data Relasi Penyakit Terhadap Gejala.....	32
6. Nilai Bobot Gejala Setiap Penyakit.....	33
7. Nilai Densitas Setiap Pilihan Kriteria Gejala.....	35
8. Aturan (<i>rule</i>) Sistem Pakar Penyakit Ginjal.....	49
9. <i>Use case Diagram</i>	53
10. Implementasi Metode.....	61
11. Implementasi Metode.....	61
12. Data <i>Sample</i> Pengujian Diagnosa Dokter dan Sistem.....	70
13. Hasil Pengujian	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Representasi Linear Naik.	11
2. Representasi Linear Turun.	11
3. Representasi Kurva Segitiga.	12
4. Representasi Kurva Trapesium.	13
5. Gambaran Umum Sistem Pakar yang akan dikembangkan.	19
6. Tahapan Penelitian.	26
7. Grafik Representasi [G03] Darah dalam urine.....	39
8. Grafik Representasi [G04] Demam.....	40
9. Grafik Representasi [G08] Kulit kemerahan.....	41
10. Grafik Representasi [G05] Sering buang air kecil di malam hari.	41
11. Grafik Representasi [G01] Mual.	42
12. Grafik Representasi [G02] Muntah.	43
13. Grafik Representasi [G06] Tremor tangan.....	43
14. Grafik Representasi [G07] Mudah lelah.	44
15. Grafik Representasi [G09] Volume urine berkurang.	44
16. Grafik Representasi [G10] Hilang nafsu makan.	44
17. Grafik Representasi [G11] Kulit gatal.	45
18. Grafik Representasi [G12] Perubahan badan secara signifikan.....	45
19. Grafik Representasi [G13] Nyeri dada.....	45
20. Grafik Representasi [G14] Tekanan darah tinggi.	46
21. Grafik Representasi [G15] Insomnia.	46

22. Grafik Representasi [G16] Kram otot.	46
23. Grafik Representasi [G17] Nyeri pada punggung bagian bawah.....	47
24. Grafik Representasi [G18] Frekuensi buang air kecil meningkat.	47
25. Grafik Representasi [G19] Nyeri saat buang air kecil.	47
26. Grafik Representasi [G20] Urine berwarna.	48
27. Grafik Representasi [G21] Ada nanah di urine.....	48
28. Grafik Representasi [G22] Rasa sakit di perut samping atau punggung bagian bawah.	48
29. Grafik Representasi [G23] Diare.	49
30. Grafik Representasi [G24] Rambut dan kuku rapuh.....	49
31. Pohon Keputusan (Putra, 2019)	50
32. Implementasi Metode <i>Fuzzy Mamdani</i>	51
33. <i>Use case Diagram</i> pada Sistem Pakar Penyakit Ginjal	52
34. <i>Activity Diagram</i> Pengguna.....	53
35. <i>Sequence Diagram</i> Bantuan	54
36. <i>Sequence Diagram</i> Melihat Data.....	55
37. <i>Sequence Diagram</i> Konsultasi.....	55
38. <i>Sequence Diagram</i> Melihat Info.....	56
39. Rancangan Tampilan Halaman Masuk	56
40. Rancangan Tampilan Halaman Utama.....	57
41. Rancangan Tampilan Halaman Bantuan.....	57
42. Rancangan Tampilan Halaman Lihat Data	58
43. Rancangan Tampilan Halaman Konsultasi	58
44. Rancangan Tampilan Halaman Konsultasi	59
45. Rancangan Tampilan Halaman Konsultasi	59
46. Rancangan Tampilan Halaman Tentang	60

47. Tampilan Pengkodean Program	63
48. Tampilan Halaman Masuk	64
49. Tampilan Halaman Utama	64
50. Tampilan Halaman Bantuan.....	65
51. Tampilan Halaman Lihat Data	65
52. Tampilan Halaman Lihat Data	66
53. Tampilan Halaman Konsultasi	66
54. Tampilan Halaman Konsultasi	67
55. Tampilan Halaman Konsultasi	67
56. Tampilan Halaman Tentang.....	68
57. Pengujian Diagnosa Berdasarkan Antar (<i>Rule</i>).....	69
58. Pengujian Diagnosa Memilih 1 Gejala	75
59. Pengujian Diagnosa Tanpa Memilih Gejala	76

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu, manusia sangat rentan dalam terkena penyakit di dalam tubuhnya. Akibatnya, banyak orang dengan umur yang masih muda sudah banyak terjangkit penyakit. Hal ini disebabkan dengan pola hidup yang tidak sehat. Contohnya, mengkonsumsi makanan yang tidak sehat, kurangnya olahraga dalam menjaga stamina atau kekuatan tubuh, dan kurangnya istirahat.

Beberapa masyarakat tidak menyadari penyakit dalam tubuhnya, tidak terlalu menganggap penting beberapa gejala yang dirasakan. Biasanya, penyakit ini terjadi dalam organ dalam. Padahal di dalam tubuh manusia memiliki banyak organ yang penting dan harus dijaga untuk dapat bekerja sebaik mungkin. Salah satu organ penting dalam tubuh manusia adalah ginjal.

Ginjal merupakan sistem ekskresi utama yang penting bagi manusia. Seperti yang ditunjukkan oleh Luyckx et al (2018), mengenai angka kematian karena kerusakan pada ginjal dalam *Bulletin of the World Health Organization. Global Burden of Disease (GBD)* tahun 2015 mencatat bahwa pada tahun 2015 ada 1,2 juta orang yang meninggal karena gagal ginjal, sebuah peningkatan 32% dari sekitar tahun 2005. Tahun 2010 diperkirakan 2,3 - 7,1 juta orang dengan penyakit ginjal stadium akhir. Demikian juga, setiap tahun sekitar 1,7 juta orang dinilai tidak mampu mengatasi penyakit ginjal kronis. Secara umum diperkirakan bahwa 5-10 juta orang meninggal setiap tahun karena penyakit pada ginjal (Luyckx et al., 2018). Dengan adanya permasalahan tersebut, maka dibutuhkan

kecerdasan buatan dalam membantu mendiagnosa dini penyakit ginjal. Hal tersebut dapat membantu masyarakat dalam mencegah kematian akibat penyakit ginjal.

Sistem pakar merupakan hal yang sangat penting untuk kecerdasan buatan manusia yang membahas informasi dan pengalaman dari banyak spesialis ke dalam basis informasi dan dapat membantu orang lain selain spesialis untuk mengatasi masalah tertentu sesuai basis informasi yang telah dimasukkan ke dalam sebuah sistem. Dalam memutuskan penyakit ginjal dengan kerangka spesialis, dapat memberikan kepastian penyakit pada ginjal secara cepat dan tepat sehingga penelitian ini sangat berguna dalam mengurangi risiko menunda kesimpulan penyakit ginjal (Nazirah et al., 2019).

Dalam menunjang sistem pakar agar dapat digunakan, penggunaan sistem cerdas termasuk *Fuzzy Expert System* (FES) dapat mengubah informasi yang dikumpulkan oleh para ahli menjadi pengetahuan. Pengetahuan tersebut dapat digunakan untuk diagnosis dini atau mengembangkan rencana perawatan untuk pasien. Terkait dengan penyakit pada ginjal, berbagai peneliti telah mengembangkan dan menerapkan sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit ginjal. Hasil penelitian paling akurat (sekitar 98%) dikembangkan oleh Muslim et al. dengan hanya enam faktor penting (Hamedan et al., 2020).

Untuk melakukan pembuatan sistem tersebut, Matlab merupakan salah satu produk yang dapat menjunjung tinggi *framework* master dalam mengeksekusi *Fuzzy Expert System*. Matlab dapat digunakan karena mudah dalam menjalankannya dan dapat melakukan penelusuran informasi, membantu perhitungan, serta membuat model dan aplikasi.

Pembuatan sistem pakar penyakit pada ginjal dapat membantu pengobatan dini penyakit ginjal mengingat ginjal merupakan organ yang tidak terlihat oleh mata. Hal ini membuat pasien sering mengabaikan gejala yang dialami meskipun ginjal adalah organ vital yang selama ini digunakan

sebagai alat ekskresi dalam tubuh manusia. Penyebab lain yang membuat pasien jarang memeriksakan ginjalnya, khususnya keterbatasan biaya. Pasien menganggap penyakit ginjal sebagai penyakit biasa karena tidak adanya informasi tentang penyebab dan indikasi penyakit ginjal yang diketahui pasien. Banyak pasien mengalami efek buruk penyakit ginjal tanpa menyadarinya, sehingga dibutuhkan ahli dalam mendiagnosis penyakit ginjal. Namun, karena waktu yang dimiliki oleh spesialis sangat terbatas dan jumlah pasien yang banyak sehingga sulit bagi pasien untuk berkonsultasi dengan dokter spesialis. Hal inilah yang menyebabkan pasien dan dokter spesialis mengalami kesulitan dalam menyampaikan informasi terkait penyakit ginjal.

Oleh karena itu, masyarakat membutuhkan sistem agar lebih mudah dalam menganalisis penyakit ginjal yang dapat menerapkan kecerdasan buatan. Untuk situasi ini, penggunaan sistem pakar sangat dibutuhkan untuk menunjang berjalannya suatu sistem sebagai diagnosa dini. Selain itu, sistem pakar juga mudah digunakan, dipahami, dan dapat menentukan pilihan dalam waktu singkat. Dalam membantu mendiagnosis penderita penyakit ginjal, untuk suatu rancangan yang menerapkan kecerdasan buatan dibuat dapat menganalisis penyakit pada ginjal.

Dalam tinjauan ini, metode yang digunakan adalah *Fuzzy Mamdani*. Strategi ini digunakan untuk membantu menentukan efek samping dari tes ketepatan dalam kesimpulan penyakit pada ginjal. Oleh karena itu, dengan peningkatan inovasi, sistem ini dimaksudkan untuk membantu mengurangi jumlah kematian akibat penyakit pada ginjal dan dapat menjadi jawaban efektif bagi individu dengan masalah ginjal dalam mendiagnosis dan mengetahui berbagai faktor penyebab.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan, maka permasalahan yang timbul adalah sebagai berikut:

- 1.2.1 Apakah dapat mengimplementasikan *fuzzy expert system* menggunakan metode mamdani untuk mendiagnosa penyakit ginjal?
- 1.2.2 Bagaimana membangun sistem *fuzzy logic* mendiagnosa penyakit ginjal dengan menggunakan *software* Matlab?

1.3 Batasan Masalah

Agar di dalam pembahasan skripsi ini tidak terlalu meluas, maka peneliti mencantumkan batasan-batasan masalah, yaitu:

- 1.3.1 Sistem yang dikembangkan hanya untuk penyakit ginjal.
- 1.3.2 Diagnosa sistem menggunakan Logika *Fuzzy* Mamdani.
- 1.3.3 Pengetahuan sistem berasal dari seorang pakar.
- 1.3.4 Implementasi *fuzzy expert system* yang dikembangkan menggunakan Matlab.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

- 1.4.1 Mengimplementasikan *Fuzzy Expert System* dalam mendiagnosa penyakit ginjal.
- 1.4.2 Mengembangkan sistem yang dapat membantu mendiagnosa penyakit ginjal.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini, yaitu:

- 1.5.1 Dapat mengetahui hasil dari implementasi *fuzzy expert system* dalam mendiagnosa penyakit ginjal dengan gejala-gejala yang ada.

- 1.5.2 Dapat membantu secara cepat dalam mendiagnosa penyakit ginjal dengan gejala-gejala yang ada ataupun yang dirasakan.
- 1.5.3 Dapat menjadi referensi kepada teman-teman dan adik-adik tingkat khususnya terkait materi *fuzzy expert system*.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar penulisan skripsi ini dibagi dalam tiga bagian, yaitu bagian awal, bagian pokok, bagian akhir yang masing-masing diuraikan sebagai berikut:

1.6.1 Bagian Awal

Pada bagian awal skripsi ini, berisi halaman judul, halaman pengesahan, motto dan persembahan, kata pengantar, abstrak, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.

1.6.2 Bagian Pokok

Pada bagian pokok penulisan skripsi ini, terdiri dari lima bab yaitu:

BAB I Pendahuluan

Bab ini menguraikan pendahuluan yang berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi mengenai landasan teori yang menjelaskan tentang teori umum yang berkaitan dengan topik, yaitu sistem pakar dan gejala-gejala penyakit ginjal. Dan menjelaskan teori program yang berkaitan dengan sistem yang digunakan, yaitu

istilah-istilah khusus yang dipakai dalam pembuatan sistem pakar ini.

BAB III Metode Penelitian

Bab ini berisi tentang prosedur atau langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi tahapan penelitian, studi pustaka, analisa sistem, analisa kebutuhan sistem, pengumpulan data, analisa kebutuhan proses serta perancangan sistem.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi simulasi program untuk mendiagnosa penyakit ginjal menggunakan *software* Matlab serta pembahasan serta pengujian program.

BAB V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan mengenai hasil sistem pakar yang telah dibuat dan disertai saran yang diberikan oleh peneliti apabila sistem pakar ini ingin dikembangkan lebih lanjut.

1.6.3 Bagian Akhir

Pada bagian akhir skripsi ini terdapat daftar pustaka sebagai acuan penulisan yang mendukung kelengkapan isi skripsi ini dan lampiran-lampiran yang melengkapi uraian pada bagian isi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kecerdasan Buatan

Penggunaan kecerdasan buatan adalah metode yang terbaik dan banyak digunakan dalam inovasi yang terus berkembang dan membuatnya lebih mudah bagi pekerja kesehatan untuk memberikan bantuan. Dengan berkembangnya inovasi yang sangat pesat, sebuah inovasi yang dapat mengambil perspektif manusia juga berkembang, khususnya inovasi *Artificial Intelligence* atau kecerdasan buatan manusia. Wawasan penting untuk mengkonsolidasikan informasi dan kemampuan pemulihan informasi yang diperoleh untuk menciptakan pemikiran kritis yang memerlukan topik khusus yang spesifik. Selanjutnya, penggunaan *man-made brainpower* ini sebagai program yang dijalankan agar dapat bekerja seperti halnya manusia (Hammad, 2019).

2.2 Sistem Pakar

Sistem Pakar adalah program komputer yang mencoba untuk mencerminkan atau meniru pengetahuan (*knowledge*) dan kemampuan (*skill*) seorang spesialis di wilayah tertentu (Tullah et al., 2017). Sistem pakar adalah bagian dari kecerdasan buatan yang menangani informasi dan pengalaman dari banyak spesialis ke dalam basis informasi. Sistem pakar dapat membantu orang lain selain pakar untuk mengatasi masalah tertentu seperti yang ditunjukkan oleh basis informasi yang telah dimasukkan ke dalam sistem. Bagian utama dari sistem ini adalah dua bagian alami dari sistem pakar, sistem pakar juga memiliki beberapa bagian seperti Antarmuka Pengguna (*User Interface*), Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*), Akuisisi Pengetahuan (*Knowledge Acquisition*), Mesin Inferensi

(*Inference Engine*), *Workplace*, Fasilitas Penjelasan, dan Peningkatan *Knowledge* (Ritonga et al., 2018).

Ciri-ciri sistem pakar (Pulungan, 2020), yaitu sebagai berikut:

- a. Terbatas pada *domain* keahlian tertentu.
- b. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang tidak lengkap atau tidak pasti.
- c. Dapat menjelaskan alasan-alasan dengan cara yang dapat dipahami.
- d. Bekerja berdasarkan kaidah/*rule* tertentu.
- e. Mudah dimodifikasi.
- f. Basis pengetahuan dan mekanisme inferensi terpisah.
- g. Keluarannya bersifat anjuran.
- h. Sistem dapat mengaktifkan kaidah secara searah yang sesuai, dituntun oleh dialog dengan pengguna.

Manfaat sistem pakar (Pulungan, 2020), yaitu sebagai berikut:

- a. Meningkatkan produktivitas, karena sistem pakar dapat bekerja lebih cepat daripada manusia.
- b. Meningkatkan kualitas, dengan memberi nasehat yang konsisten dan mengurangi kesalahan.
- c. Membuat seseorang yang awam bekerja seperti layaknya seorang pakar.
- d. Meningkatkan kemampuan untuk menyelesaikan masalah karena sistem pakar mengambil sumber pengetahuan dari banyak pakar.
- e. Bisa digunakan sebagai media pelengkap dalam pelatihan. Pengguna pemula yang bekerja dengan sistem pakar akan menjadi lebih berpengalaman karena adanya fasilitas penjelas yang berfungsi sebagai guru.
- f. Mampu menangkap pengetahuan dan kepakaran seseorang.
- g. Dapat beroperasi di lingkungan yang berbahaya.
- h. Meningkatkan kapabilitas sistem komputer. Integrasi sistem pakar dengan sistem komputer lain membuat sistem lebih efektif dan mencakup lebih banyak aplikasi.

2.3 Logika *Fuzzy*

Fuzzy secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar-samar. Suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Dalam *fuzzy* dikenal derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu). Berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 atau 0 (ya atau tidak) (Nasution, 2012).

2.3.1 Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *Fuzzy* (*Fuzzy Set*) adalah pengembangan lebih jauh dari konsep matematika tentang himpunan. Awalnya himpunan ditemukan oleh ahli matematika Jerman yang bernama George Cantor (1845 – 1918). Hal pertama yang harus diketahui adalah definisi himpunan *fuzzy* itu sendiri, yaitu suatu himpunan *fuzzy* A pada X adalah himpunan pasangan terurut $A = \{x, UA(x)\}$, $x \in X$ dimana $UA(x)$ disebut sebagai derajat keanggotaan pada A , dan $UA : X \rightarrow M$ adalah fungsi dari X ke M , dimana M disebut sebagai ruang keanggotaan dan dalam hal ini M sama dengan interval bilangan riil $[0, 1]$, dengan nilai 0 adalah derajat keanggotaan terendah dan nilai 1 adalah derajat keanggotaan tertinggi. Dan jika ruang M hanya berisi dua titik 0 dan 1, maka A adalah non *fuzzy* (Nasution, 2012).

Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut (Nasution, 2012), yaitu:

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu besaran yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: Lambat, Sedang, Cepat.
- b. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti: 40, 50, 60, dan sebagainya.

Hal – hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy* (Sianturi, 2020), yaitu:

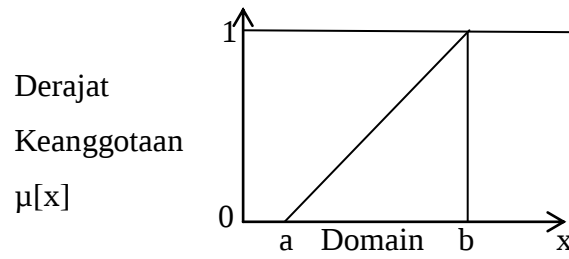
- a. Variabel *Fuzzy* merupakan variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy* seperti: umur, berat badan, tinggi badan, dan sebagainya.
- b. Himpunan *Fuzzy* merupakan suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.
- c. Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Sebagai contoh, semesta pembicaraan untuk variabel laju kendaraan adalah $[0, 160]$.
- d. Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Sebagai contoh, domain dari himpunan *fuzzy* kecepatan adalah sebagai berikut: Lambat $[0, 80]$ Sedang $[20, 140]$ Cepat $[80, 160]$.

2.3.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik–titik input data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval antara 0 sampai 1 (Yulia, 2018). Beberapa fungsi yang dapat digunakan dalam fungsi keanggotaan (Yulia, 2018), yaitu:

- a. Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Ada dua keadaan himpunan *fuzzy* linear, yaitu linear naik dan linear turun. Pertama terdapat representasi linear naik:



Gambar 1. Representasi Linear Naik (Mardiah, 2018).

Fungsi keanggotaan:

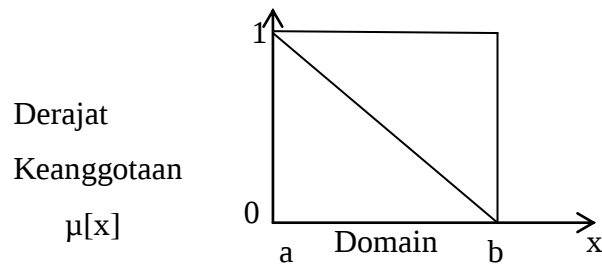
$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

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*

Selanjutnya, ada representasi himpunan *fuzzy* linear turun:



Gambar 2. Representasi Linear Turun (Mardiah, 2018).

Fungsi keanggotaan:

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

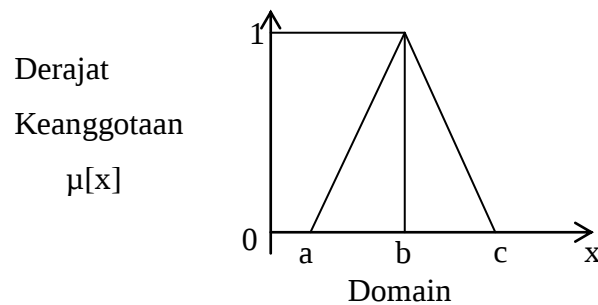
a = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

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

b. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya gabungan antara dua garis (linear).



Gambar 3. Representasi Kurva Segitiga (Mardiah, 2018).

Fungsi keanggotaan:

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

a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

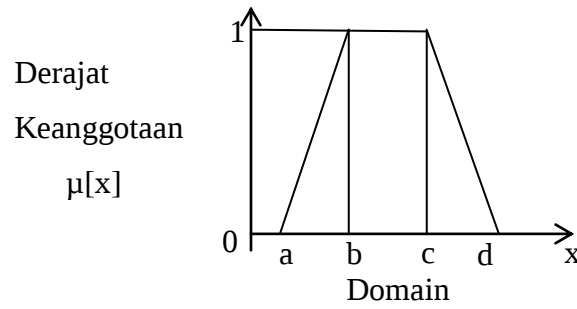
b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol.

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

c. Representasi Kurva Trapesium

Kurva Trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga karena merupakan gabungan antara dua garis (linear), hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



Gambar 4. Representasi Kurva Trapesium (Mardiah, 2018).

Fungsi keanggotaan:

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

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 nol.

d = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan satu.

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

2.3.3 Operasi Himpunan *Fuzzy*

Terdapat tiga operasi dasar dalam himpunan *fuzzy*, yaitu komplemen, irisan (*intersection*) dan gabungan (*union*) (Yulia, 2018). Perhitungan dari ketiga operasi dasar (Yulia, 2018), sebagai berikut:

a. Komplemen

Operasi komplemen pada himpunan *fuzzy* adalah sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\bar{A}(x) = 1 - A(x) \quad (5)$$

b. Irisan (*Intersection*)

Operasi irisan (intersection) pada himpunan *fuzzy* adalah sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$(A \cap B)(x) = \min[A(x), B(x)] \quad (6)$$

c. Gabungan (*Union*)

Operasi gabungan (union) pada himpunan *fuzzy* adalah sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

$$(A \cup B)(x) = \max[A(x), B(x)] \quad (7)$$

2.3.4 Fungsi Implikasi

Setiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan *fuzzy* akan berhubungan dengan suatu relasi *fuzzy* (Dorteus, 2015). Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi, yaitu:

$$IF \ x \ is \ A \ THEN \ y \ is \ B \quad (8)$$

Keterangan :

x dan y = skalar

A dan B = himpunan *fuzzy*

IF = anteseden

$THEN$ = konsekuen

2.3.5 Sistem Inferensi *Fuzzy*

Sistem Inferensi *Fuzzy* adalah sistem aturan berdasarkan logika *fuzzy* dimana digunakan sebagai alat untuk mewakili pengetahuan yang berbeda tentang suatu masalah, serta untuk memodelkan interaksi dan hubungan yang ada antara variabel tersebut. Dalam penelitian ini akan dibahas diagnosa penyakit ginjal menggunakan metode Mamdani. Sistem ini berfungsi untuk mengambil keputusan melalui proses tertentu dengan mempergunakan aturan inferensi berdasarkan logika *fuzzy* (Yulia, 2018).

Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Yang dikenal dengan sebutan metode min max. Terdapat 4 tahapan untuk mendapatkan output (Yulia, 2018), yaitu:

2.3.5.1 Menentukan Himpunan *Fuzzy*

Pembentukan himpunan *fuzzy*. Pada proses fuzzifikasi langkah yang pertama adalah menentukan variable *fuzzy* dan himpunan *fuzzynya*. Kemudian tentukan derajat kesepadanan (*degree of match*) antara data masukan *fuzzy* dengan himpunan *fuzzy* yang telah didefinisikan untuk setiap variabel masukan sistem dari setiap aturan *fuzzy*. Pada metode mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

2.3.5.2 Aplikasi Fungsi Implikasi

Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan

adalah Min.

2.3.5.3 Komposisi Aturan

Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu: max, additive dan probabilistik OR.

a. Metode Max

Yaitu dengan cara mengambil nilai maximum aturan.

$$U_{sf}[x_1] = \max(U_{sf}[x_1], U_{kf}[x_1]) \quad (9)$$

Keterangan :

$U_{sf}[x_1]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$U_{kf}[x_1]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* sampai aturan ke-i;

b. Metode Additive (Sum)

Yaitu dengan cara melakukan bounded-sum terhadap semua output daerah *fuzzy*.

$$U_{sf}[x_1] = \min(U_{sf}[x_1], U_{kf}[x_1]) \quad (10)$$

Keterangan :

$U_{sf}[x_1]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$U_{kf}[x_1]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* sampai aturan ke-i;

c. Metode Probabilistik OR

Yaitu dengan cara melakukan product terhadap semua output daerah *fuzzy*.

$$U_{sf}[x_1] = (U_{sf}[x_1] + U_{kf}[x_1] - (U_{sf}[x_1] \cdot U_{kf}[x_1])) \quad (11)$$

Keterangan :

$U_{sf}[x_1]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$U_{kf}[x_1]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* sampai

aturan ke-i;

2.3.5.4 Penegasan (*Defuzzification*)

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. Ada beberapa metode defuzzifikasi pada komposisi aturan Mamdani, antara lain:

a. Metode Centroid (*Composite Moment*)

Solusi crisp diambil dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*.

$$Z_0 = \frac{\int_a^b z \cdot \mu_{(z)} dz}{\int_a^b \mu_{(z)} dz} \quad (12)$$

Keterangan:

Z = nilai dominan ke-i

$\mu_{(z)}$ = derajat keanggotaan titik tersebut

Z_0 = nilai hasil penegasan (*defuzzification*)

Untuk diskret,

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot U_{Ai}(d_i)}{\sum_{i=1}^n U_{Ai}(d_i)} \quad (13)$$

Keterangan:

Z = nilai penegasan (*defuzzification*)

d_i = nilai keluaran pada aturan ke-i

$U_{Ai}(d_i)$ = derajat keanggotaan nilai keluaran pada aturan ke-i

n = banyaknya aturan yang digunakan

b. Metode Bisektor

Solusi crisp diambil dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*.

$$U_{(a)} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n U_{Ai}(d_i) \quad (14)$$

Keterangan:

d = nilai hasil penegasan (*defuzzification*)

d_i = nilai keluaran pada aturan ke- i

$U_{Ai}(d_i)$ = derajat keanggotaan nilai keluaran pada aturan ke- i

n = banyaknya aturan yang digunakan

c. Metode *Mean of Maximum*

Solusi crisp diambil dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d. Metode *Largest of Maximum*

Solusi crisp diambil dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

e. Metode *Smallest of Maximum*

Solusi crisp diambil dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

2.3.6 Komponen Diagnosa

Komponen-komponen yang terdapat pada analisis diagnosa pada penyakit ginjal dengan menggunakan metode *fuzzy mamdani* (Sianturi, 2020) antara lain:

- 2.3.6.1 Pasien memasukkan jawaban yang berupa “ya” atau “tidak” dari menu gejala yang dialaminya.
- 2.3.6.2 Selanjutnya, melakukan proses diagnosa menggunakan metode *fuzzy mamdani*.
- 2.3.6.3 Lalu, untuk mendapatkan inferensi diperoleh hubungan antar *rule*, maka komposisi aturan yang digunakan adalah MAX (*maximum*) yaitu, mengambil nilai maksimum dari

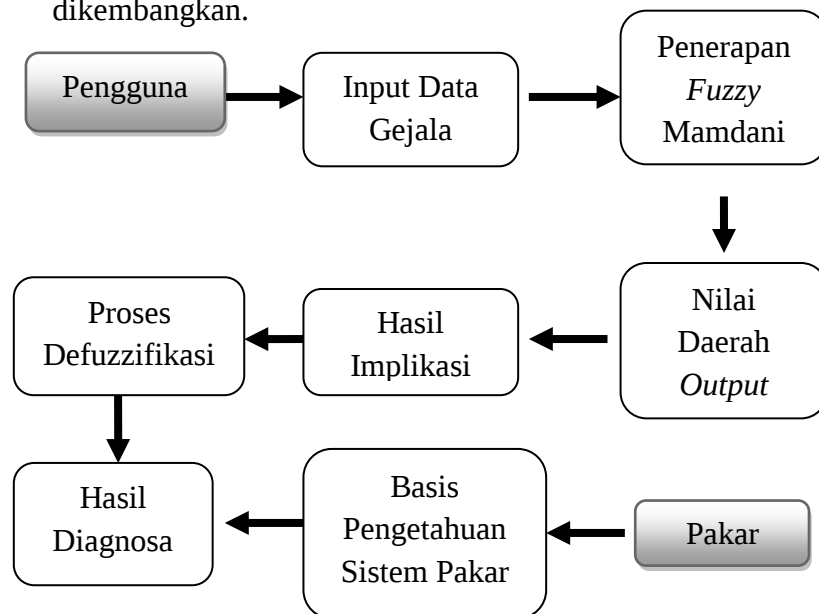
hasil fungsi MIN untuk masing-masing *rule*.

2.3.6.4 Setelah mendapat perhitungan dari metode inferensi, maka *output* yang didapat berupa daerah *output fuzzy*.

2.3.6.5 Selanjutnya, melakukan proses defuzzifikasi.

2.3.6.6 Hasil dari diagnosa yang diperoleh berupa kondisi penyakit ginjal pasien.

Gambar 5 merupakan gambaran umum dari sistem yang akan dikembangkan.



Gambar 5. Gambaran Umum Sistem Pakar yang akan dikembangkan.

2.4 Ginjal

Ginjal adalah organ penting dalam tubuh yang menyalurkan racun dan menjaga keseimbangan cairan tubuh. Ginjal dapat membuang limbah yang dihasilkan melalui siklus metabolisme. Ginjal dapat berperan penting dalam membantu dan mengontrol trombosit merah dan dapat mengeluarkan zat kimia yang disebut eritropoietin. Sehingga, dengan mendukung trombosit merah, ginjal dapat membantu dalam membuat vitamin D. Ginjal berperan penting dalam menjaga tekanan peredaran darah dan volume darah pada manusia. Manusia umumnya memiliki dua ginjal, ukuran ginjal manusia dewasa kira-kira sebesar tangan yang

terkepal dan berbentuk seperti kacang merah. Ginjal terletak dekat dengan tulang rusuk, dan satu di satu atau sisi lain tulang belakang dan keduanya di bagian belakang tubuh. Ginjal terdiri dari bagian kosong yang dekat dengan tulang belakang (Gultom & Sagala, 2019).

2.5 Penyakit Ginjal

Penyakit ginjal merupakan penyakit yang sering ditemui dan dialami oleh masyarakat. Beberapa kebiasaan yang tidak baik seperti kurangnya mengkonsumsi cukup air minum, sering meminum minuman keras secara berlebihan dan kurangnya berolahraga, maka ini dapat menyebabkan adanya penyakit ginjal. Penyakit ini akan secara efektif terjadi ketika sistem kekebalan mulai berkurang dan menurun, memungkinkan mikroba apa pun yang dapat dengan mudah muncul dan masuk ke dalam tubuh. Pada awalnya penyakit ginjal ini dapat menyebar ke berbagai bagian tubuh yang bergabung dengan bakteri, jamur dan virus (Ginting, 2018). Oleh karena itu, penyakit ginjal merupakan penyakit yang dapat merugikan tubuh dan hampir mengganggu siklus kerja organ tubuh lainnya. Macam – macam penyakit ginjal yang sering terjadi di masyarakat (Putra, 2019), yaitu sebagai berikut:

2.6.1 Gagal ginjal akut

Gagal ginjal akut adalah titik di mana tubuh tidak bekerja secara efektif, yang menyebabkan ginjal kehilangan kapasitasnya untuk mengikuti homeostasis tubuh. (Pulungan, 2020).

2.6.2 Gagal ginjal kronis

Gagal ginjal kronis adalah penyakit di mana seseorang mengalami penurunan dalam kerja ginjal, ketika mulai mengalami kerusakan pada ginjal, pada kondisi ini pasien tidak terlalu merasakan penyakit ginjal kronis pada tubuhnya. Sehingga, pasien baru dapat dipastikan memiliki penyakit ketika terus-menerus melakukan tes

darah dengan tanda-tanda penyakit yang lebih jelas. Atau lagi-lagi kesimpulan dibuat karena faktor risiko berbagai penyakit yang sedang dialami, misalnya hipertensi dan diabetes. Bukti penyakit ginjal kronis ini dapat dikenali dengan memerlukan penelitian menggunakan tanda-tanda yang digunakan sebagai acuan dalam menemukan penyakit yang terus-menerus dirasakan (Ariani & Samsuryadi, 2019).

2.6.3 Batu ginjal

Batu ginjal (renal lithiasis) adalah penyakit yang berasal dari gumpalan kecil dan keras yang terbentuk di ginjal. Batu ginjal bisa disebabkan oleh berbagai hal. Dalam skenario umum, batu ginjal terbentuk ketika urin terkonsentrasi, mengkristal mineral dan menjadi gumpalan. Nyeri batu ginjal biasanya dimulai di sisi tubuh atau punggung atau di bawah pinggul dan bergerak ke perut bagian bawah dan selangkangan. Nyeri sering berubah dengan pergerakan batu ginjal di saluran kemih. Batu ginjal terkadang atau mungkin tidak menyebabkan tanda dan gejala sampai bergerak di ureter, tabung yang menghubungkan ginjal dan kandung kemih. Batu ginjal terbentuk ketika komponen cairan urin, berbagai mineral dan asam tidak seimbang. Ketika ini terjadi, urin mengandung lebih banyak zat yang mengkristal, seperti kalsium, *oxalate*, dan *urine acid*, dan cairan (Russari, 2016).

2.6.4 Infeksi ginjal (*Pielonefritis*)

Pielonefritis adalah kontaminasi yang terjadi di ginjal dan berakibat kronik maupun akut. *Pielonefritis* juga dapat terjadi melalui kontaminasi hematogen. Dengan asumsi bahwa penyakit tersebut telah terjadi berulang-ulang maka akan ada kerusakan pada ginjal yang menyebabkan penyakit ginjal kronis. Penyakit ini biasanya terjadi karena adanya batu di ginjal, hambatan atau refluks vesiko-ureteral (Sibue, 2005).

2.6.5 Sindrom nefrotik

Sindrom nefrotik (SN) masalah klinis yang ditandai dengan efek samping proteinuria yang serius, hipoproteinemia, edema dan dapat disertai dengan hiperlipidemia (Trihono et al., 2012). Pada kondisi nefrotik terkadang juga terjadi hematuria, hipertensi dan penurunan kerja ginjal. Sindrom nefrotik adalah penyakit ginjal yang terjadi pada anak-anak hingga remaja yang paling dikenal luas.

Infeksi ini merupakan keterikatan yang paling dikenal luas dari anak-anak dengan gangguan nefrotik. Infeksi yang paling terkenal adalah Infeksi Saluran Kemih (ISK). Infeksi saluran kemih adalah adanya mikroorganisme dalam urin yang tidak dapat direpresentasikan oleh kekotoran dan potensi serangan ke jaringan saluran kemih dan bagian lain di dekatnya. Banyak penyakit dapat mempengaruhi semua jenis orang. Beberapa faktor yang menyebabkan ketidakberdayaan ketika mengalami kondisi nefrotik adalah kadar imunoglobulin yang berkurang, kekurangan protein pada umumnya, masalah organisme mikroskopis dan dampak pengobatan imunosupresif (Geografi et al., 2008).

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya terkait dengan sistem pakar untuk masalah penyakit ginjal telah banyak dilakukan dengan berbagai metode yang berbeda-beda. Berikut ini adalah penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem pakar penyakit ginjal, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

Judul	Peneliti dan Tahun Penelitian	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian
Analisa Perbandingan <i>Logic Fuzzy</i> Metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani (Studi Kasus : Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung)	(Ayuningtias, 2017)	Untuk membandingkan metode <i>Fuzzy</i> Tsukamoto, Sugeno, dan Mamdani dalam penyusunan perhitungan sistematis, sehingga mendapatkan output nilai sebagai bahan perbandingan dari ke 3 metode.	<i>Fuzzy</i> Tsukamoto, Sugeno, dan Mamdani	Metode <i>fuzzy</i> Mamdani mempunyai tingkat error yang lebih kecil sebesar 19,76% dibandingkan dengan metode Tsukamoto sebesar 39,03% dan Sugeno sebesar 86,41%.
Pengembangan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ginjal Kronik Menggunakan Metode FIS-Sugeno	(Jepri, 2019)	Untuk membantu mendiagnosa dan mengurangi jumlah penderita penyakit Ginjal Kronik.	FIS-Sugeno	Sistem yang telah dikembangkan dapat mendiagnosa penyakit Ginjal Kronik menghasilkan nilai 97%, dengan 58 hasil yang sama dengan dokter.
Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ginjal Dengan Metode Forward Chaining	(Putra, 2019)	Untuk dapat mendiagnosa dini beberapa penyakit pada ginjal, berdasarkan dari gejala-gejala yang ada.	Forward Chaining	Sistem ini dapat mendiagnosa penyakit pada ginjal berdasarkan gejala, jenis penyakit sesuai dengan <i>rule</i> yang didapat dari seorang pakar.
<i>Clinical decision support system to predict chronic kidney disease: A fuzzy expert system approach</i>	(Hamedan et al., 2020)	Untuk mengetahui hasil penggunaan <i>fuzzy</i> dalam mendiagnosa penyakit ginjal kronis.	<i>Fuzzy</i> Mamdani	Hasil dari penelitian sistem pakar <i>fuzzy</i> ini dapat mendiagnosis penyakit ginjal kronis serta menginformasikan secara akurat adanya penyakit ginjal kronis. Akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas dari sistem adalah 92.12 %, 95.37 %, dan 88.88 %.

Tabel 1 (lanjutan)

Judul	Peneliti dan Tahun Penelitian	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian
Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pyelonephritis Pada Manusia Dengan Menggunakan Metode <i>Fuzzy</i> Mamdani	(Sianturi, 2020)	Sistem pakar ini dibuat untuk pengolahan data konsultasi penyakit pyelonephritis pada ginjal yang dapat dilakukan secara digital, sehingga waktu lebih efektif, efisien dan membantu menangani lebih cepat pasien yang berkonsultasi.	<i>Fuzzy</i> Mamdani	Dengan menerapkan metode <i>Fuzzy</i> Mamdani dalam mendiagnosa penyakit pyelonephritis dapat menghasilkan perhitungan valid serta proses diagnosa dapat dilakukan dengan cepat dan akurat. Sistem pakar ini dapat menghasilkan perancangan aplikasi visual basic untuk dapat memudahkan pasien dalam mendiagnosa penyakit.
Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Dengan <i>Fuzzy</i> Inferensi (Mamdani)	(Fiano & Purnomo, 2017)	Penelitian ini bertujuan untuk membuat aplikasi sistem pakar dan dapat mengimplementasikan metode <i>fuzzy</i> inferensi (Mamdani) untuk mendeteksi tingkat resiko penyakit jantung.	<i>Fuzzy</i> Mamdani	Tingkat kesesuaian berdasarkan hasil validasi pakar (dokter) dan sistem, diperoleh persentase sebesar 80% data uji yang sesuai, serta 20% data uji yang tidak sesuai. Sehingga sistem ini dapat digunakan untuk membantu dalam mendeteksi tingkat resiko penyakit jantung.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

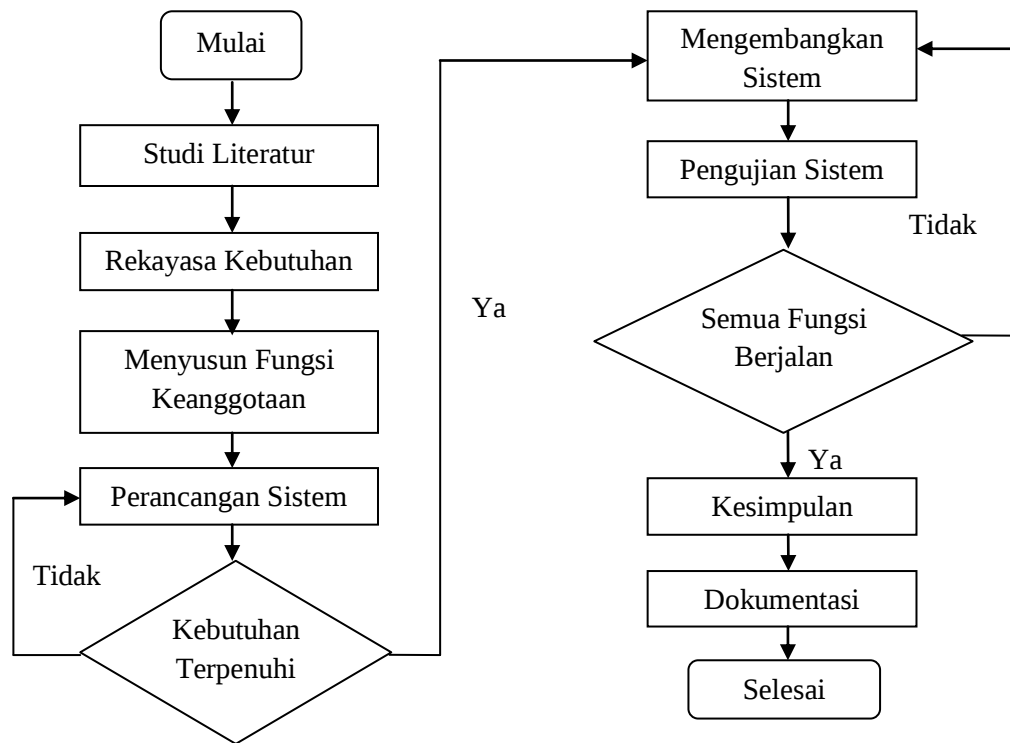
Penelitian ini dilakukan di Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung dan Rumah Sakit Umum Daerah Abdoel Moeloek, Bandar Lampung. Penelitian dilaksanakan mulai bulan November 2021 sampai bulan Juni 2022. Adapun *timeline* penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Timeline* Penelitian

Kegiatan	2021			2022				
	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>								
Pembuatan Sistem								
Pengujian Sistem								
Penyusunan draft (Bab IV – V)								
Revisi Skripsi								

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penyusunan penelitian pada penyakit ginjal, dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tahapan Penelitian.

3.2.1 Studi Literatur

Tahapan awal dari penelitian ini yaitu studi literatur, pada tahap ini adalah mencari referensi teori yang mendukung dan berhubungan dengan permasalahan, yaitu kecerdasan buatan, sistem pakar, *fuzzy logic*, metode mamdani, penyakit ginjal.

3.2.2 Rekayasa Kebutuhan

Tahapan rekayasa kebutuhan yaitu mengidentifikasi kebutuhan yang diperlukan untuk dapat mengimplementasikannya ke dalam sistem pakar penyakit pada ginjal. Untuk mendukung hal tersebut, maka dilakukan komunikasi dengan pembimbing dan pakar, baik secara tulisan maupun lisan.

3.2.3 Menyusun Fungsi Keanggotaan

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

a. Fuzzifikasi

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

b. Implikasi

Didapatkan berdasarkan hasil himpunan variabel studi kasus aturan-aturan atau *rule* yang sesuai dengan kondisi yang ada.

c. Defuzzifikasi

Dalam defuzzifikasi terdapat 2 tahap, yang terdiri dari:

Setelah penyakit sudah terdeteksi, selanjutnya mencari tingkat keanggotaan tiap masing-masing gejala.

$$Z = \frac{\sum(\text{nilai fuzzyfikasi gejala} * \text{nilai mutlak dari tiap option gejala})}{\sum(\text{nilai mutlak option gejala tertinggi})} \quad (15)$$

Tahap terakhir, yaitu mencari tingkat keyakinan pada penyakit.

$$Z = \sum (\text{Nilai presentasi tiap gejala} * \text{nilai bobot tiap gejala}) \quad (16)$$

3.2.4 Perancangan Sistem

Setelah menyusun fungsi keanggotaan dari data yang diperoleh, maka selanjutnya melakukan perancangan sistem untuk dapat diimplementasikan dalam pembuatan sistem. Dalam hal ini digambarkan dengan *use case diagram*, *activity diagram*, *sequence diagram*, dan desain sistem.

3.2.5 Mengembangkan Sistem

Langkah selanjutnya adalah mengimplementasikan sistem diagnosa pada penyakit ginjal dari hasil data yang diperoleh dengan metode *fuzzy logic* mamdani. Sistem dibuat menggunakan Matlab R2020a.

3.2.6 Pengujian Sistem

Setelah sistem selesai, maka dilakukan pengujian secara fungsional sebagai berikut:

- a. Pengujian *rule* dari data kasus yang ada untuk membandingkan hasil interpretasi pakar dengan sistem yang telah dibuat.
- b. Pengujian dengan memilih hanya satu gejala yang ada pada sistem.
- c. Pengujian dengan tidak memilih semua gejala yang ada pada sistem.

3.2.7 Kesimpulan dan Saran

Setelah tahapan sebelumnya berjalan lancar, maka dapat dilakukan penarikan kesimpulan dan saran dengan tujuan dapat digunakan sebagai bahan acuan untuk penelitian selanjutnya. Kesimpulan ini berisi manfaat, kelebihan, dan hal apa saja yang dapat dihasilkan dari penelitian ini. Dan saran merupakan kekurangan yang dapat diperbaiki untuk mendapatkan hasil yang lebih baik lagi dalam melakukan penelitian selanjutnya.

3.2.8 Dokumentasi

Tahapan terakhir, yaitu dokumentasi. Dokumentasi dari penelitian ini adalah membuat dokumen dalam bentuk laporan yang berisi langkah-langkah dan hal yang terkait selama melakukan penelitian. Sehingga, menjadi sebuah implementasi sistem pakar penyakit pada ginjal.

3.3 Analisa Sistem

Dalam analisa sistem dilakukan beberapa tahapan untuk dapat mengimplementasikan sistem pakar dalam mendiagnosa penyakit pada ginjal, yaitu sebagai berikut:

- 3.3.1 Mengidentifikasi masalah, yaitu mendiagnosa penyakit ginjal.
- 3.3.2 Mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk membangun sistem pakar. Data tersebut berupa data penyakit dan data gejala yang diperoleh melalui studi literatur dan wawancara.
- 3.3.3 Menyusun data-data yang diperoleh ke dalam bentuk tabel relasi antara data penyakit dan data gejala.
- 3.3.4 Memilih metode *fuzzy* mamdani untuk memecahkan masalah Ketidakpastian pada penyakit ginjal.
- 3.3.5 Menjalankan perencanaan sistem dan mengimplementasikan ke Dalam sistem yang akan dibangun.

3.4 Analisa Kebutuhan Sistem

Terdapat beberapa perangkat yang dibutuhkan dalam pengimplementasian *fuzzy expert system* ini, yaitu sebagai berikut:

3.4.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Laptop dengan spesifikasi:

- a. Processor : Core™ i3-7020U Processor 2.3 GHz
- b. RAM : 8.00 GB
- c. Storage : Hard drive 1 TB

3.4.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang dapat mendukung dalam menyelesaikan penelitian ini, yaitu:

a. Windows 10 Home

Windows 10 Home merupakan sistem operasi yang digunakan dalam pembuatan sistem.

b. Star UML

Star UML digunakan dalam membuat pemodelan proses berjalannya sistem pakar.

c. Figma

Figma digunakan dalam membuat desain *interface* sistem yang akan dikembangkan.

d. Matlab R2020a

Matlab R2020a digunakan dalam membangun sistem.

3.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data ini merupakan hal yang dilakukan untuk memperoleh data-data agar dapat memudahkan penelitian mengenai sistem pakar penyakit ginjal. Sehingga, nantinya data-data tersebut akan dianalisis dan diolah untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.

Metode pengumpulan data yang dilakukan ada 2, yaitu:

3.5.1 Wawancara

Wawancara merupakan proses pengumpulan data yang dilakukan dengan cara berinteraksi langsung dengan pihak tertentu. Dan dalam penelitian ini, tahapan wawancara dilakukan dengan cara mewawancarai seorang pakar terkait penyakit ginjal, yaitu dr. H. Lukman Pura, Sp.PD., K-GH.,MHSM selaku spesialis penyakit ginjal.

3.5.2 Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan proses pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mempelajari dan mencari materi mengenai materi yang

mendukung dalam penelitian ini, yaitu kecerdasan buatan, sistem pakar, *fuzzy logic*, metode mamdani, penyakit ginjal.

3.6 Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dari hasil pengumpulan data, yaitu meliputi:

3.6.1 Data Penyakit

Penyakit yang akan diolah dalam sistem pakar diagnosa penyakit ginjal ada 5 jenis penyakit. Data-data penyakit tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Penyakit Ginjal

Kode Penyakit	Nama Penyakit
P01	Gagal Ginjal Akut
P02	Gagal Ginjal Kronis
P03	Batu Ginjal
P04	Infeksi Ginjal (<i>Pielonefritis</i>)
P05	Sindrom Nefrotik

3.6.2 Data Gejala

Jumlah data gejala yang didapatkan dari hasil pengumpulan data, yaitu sebanyak 24 gejala. Data-data gejala tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Gejala Penyakit Ginjal

Kode Gejala	Gejala
G01	Mual
G02	Muntah
G03	Darah dalam urine
G04	Demam atau menggigil
G05	Sering buang air kecil di malam hari
G06	Tremor tangan
G07	Mudah lelah
G08	Kulit kemerahan
G09	Volume urine berkurang
G10	Hilang nafsu makan
G11	Kulit gatal

Tabel 4 (lanjutan)

Kode Gejala	Gejala
G12	Perubahan badan secara signifikan
G13	Nyeri dada
G14	Tekanan darah tinggi
G15	Insomnia
G16	Kram otot
G17	Nyeri pada punggung bagian bawah
G18	Frekuensi buang air kecil meningkat
G19	Nyeri saat buang air kecil
G20	Urine berwarna merah muda, merah atau coklat
G21	Ada nanah di urine
G22	Rasa sakit di perut samping atau punggung bagian bawah
G23	Diare
G24	Rambut dan kuku rapuh

3.6.3 Data Relasi Penyakit Terhadap Gejala

Setelah data penyakit dan data gejala diperoleh. Selanjutnya, melakukan relasi penyakit dari gejala-gejala yang ada. Relasi ini didapatkan dari hasil pengumpulan data yang telah dilakukan. Untuk melihat relasi tersebut, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Relasi Penyakit Terhadap Gejala

Gejala	Penyakit				
	P01	P02	P03	P04	P05
G01	√	√		√	
G02	√	√		√	
G03	√	√		√	√
G04	√			√	
G05	√	√			
G06	√				
G07	√			√	
G08	√		√		
G09	√				√
G10		√	√	√	√
G11		√			
G12		√			
G13		√			
G14		√			√
G15		√			
G16		√			
G17			√		√

Tabel 5 (lanjutan)

Gejala	Penyakit				
	P01	P02	P03	P04	P05
G18			√		
G19			√		√
G20			√		
G21				√	
G22				√	
G23				√	
G24					√

3.6.4 Data Bobot

Tabel 6 merupakan nilai bobot gejala setiap penyakit yang diperoleh dari seorang pakar yaitu dokter spesialis yang memiliki Surat Ijin Praktek (SIP).

Tabel 6. Nilai Bobot Gejala Setiap Penyakit

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Kode Gejala	Gejala Penyakit	Bobot
P01	Gagal Ginjal Akut	G01	Mual	20%
		G02	Muntah	20%
		G03	Darah dalam urine	15%
		G04	Demam atau menggigil	11%
		G05	Sering buang air kecil di malam hari	10%
		G06	Tremor tangan	3%
		G07	Mudah lelah	3%
		G08	Kulit kemerahan	3%
		G09	Volume urine berkurang	15%
Total				100%
P02	Gagal Ginjal Kronis	G01	Mual	15%
		G02	Muntah	15%
		G03	Darah dalam urine	6%
		G05	Sering buang air kecil di malam hari	5%

Tabel 6 (lanjutan)

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Kode Gejala	Gejala Penyakit	Bobot
P02	Gagal Ginjal Kronis	G10	Hilang nafsu makan	13%
		G11	Kulit gatal	10%
		G12	Perubahan badan secara signifikan	10%
		G13	Nyeri dada	3%
		G14	Tekanan darah tinggi	15%
		G15	Insomnia	4%
		G16	Kram otot	4%
		Total		100%
P03	Batu Ginjal	G08	Kulit kemerahan	6%
		G10	Hilang nafsu makan	12%
		G17	Nyeri pada punggung bagian bawah	20%
		G18	Frekuensi buang air kecil meningkat	12%
		G19	Nyeri saat buang air kecil	25%
		G20	Urine berwarna merah muda, merah atau coklat	25%
		Total		100%
P04	Infeksi Ginjal (<i>Pielonefritis</i>)	G01	Mual	10%
		G02	Muntah	10%
		G03	Darah dalam urine	13%
		G04	Demam atau menggigil	17%
		G07	Mudah lelah	7%
		G10	Hilang nafsu makan	7%
		G21	Ada nanah di urine	13%
		G22	Rasa sakit di perut samping atau punggung bagian bawah	17%
		G23	Diare	6%
		Total		100%

Tabel 6 (lanjutan)

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Kode Gejala	Gejala Penyakit	Bobot
P05	Sindrom Nefrotik	G03	Darah dalam urine	6%
		G09	Volume urine berkurang	10%
		G10	Hilang nafsu makan	20%
		G14	Tekanan darah tinggi	20%
		G17	Nyeri pada punggung bagian bawah	12%
		G19	Nyeri saat buang air kecil	20%
		G24	Rambut dan kuku rapuh	12%
Total				100%

3.6.5 Data Densitas

Tabel 7 merupakan nilai densitas setiap gejala yang diperoleh dari seorang pakar yaitu dokter spesialis yang memiliki Surat Ijin Praktek (SIP).

Tabel 7. Nilai Densitas Setiap Pilihan Kriteria Gejala

Kode Gejala	Nama Gejala	Pilihan Kriteria	Densitas
G01	Mual	Mual terasa kurang lebih 2 kali sehari	75
		Mual terasa setiap setelah makan	85
		Tidak	0
G02	Muntah	Muntah terjadi kurang lebih 2 kali sehari	75
		Muntah terjadi setiap setelah makan	85
		Tidak	0
G03	Darah dalam urine	Darah dalam urine terkadang muncul dan hilang	75
		Darah dalam urine sering muncul dan tidak hilang-hilang	85
		Tidak	0

Tabel 7 (lanjutan)

Kode Gejala	Nama Gejala	Pilihan Kriteria	Densitas
G04	Demam atau menggigil	Rendah	35 C - 36 C
		Normal	36,1 C - 37,5 C
		Tinggi	37,6 C - 38 C
		Tidak	0
G05	Sering buang air kecil di malam hari	Buang air kecil di malam hari 1 kali	1
		Buang air kecil di malam hari 2 kali	2
		Buang air kecil di malam hari 3 kali	3
		Tidak	0
G06	Tremor pada tangan	Tremor pada tangan agak terasa (terkadang muncul dan hilang)	60
		Tremor pada tangan terasa (cukup rutin muncul)	78
		Tremor pada tangan sangat terasa (muncul dan tidak hilang-hilang)	85
		Tidak	0
G07	Mudah Lelah	Mudah lelah terasa setiap setelah beraktivitas	75
		Mudah lelah terasa walaupun tidak beraktivitas	85
		Tidak	0
G08	Kulit Kemerahan	Kulit kemerahan di sebagian tubuh	75
		Kulit kemerahan di seluruh tubuh	85
		Tidak	0
G09	Volume urine berkurang	Volume urine berkurang ketika kurang minum (kurang dari 2 liter sehari)	75
		Volume urine berkurang walaupun cukup minum (2 liter sehari)	85
		Tidak	0
G10	Hilang nafsu makan	Hilang nafsu makan terkadang muncul dan hilang	75
		Hilang nafsu makan sering muncul dan tidak hilang-hilang	85

Tabel 7 (lanjutan)

Kode Gejala	Nama Gejala	Pilihan Kriteria	Densitas
G10	Hilang nafsu makan	Tidak	0
G11	Kulit gatal	Kulit agak terasa gatal (terkadang muncul dan hilang)	60
		Kulit terasa gatal (cukup rutin muncul)	78
		Kulit sangat terasa gatal (muncul dan tidak hilang-hilang)	85
		Tidak	0
G12	Perubahan badan secara signifikan	Perubahan badan dalam hitungan minggu	75
		Perubahan badan dalam hitungan hari	85
		Tidak	0
G13	Nyeri pada dada	Nyeri pada dada agak terasa (terkadang muncul dan hilang)	60
		Nyeri pada dada terasa (cukup rutin muncul)	78
		Nyeri pada dada sangat terasa (muncul dan tidak hilang-hilang)	85
		Tidak	0
G14	Tekanan darah	Tekanan darah rendah	0 mmHg - 90 mmHg
		Tekanan darah normal	90 mmHg - 120 mmHg
		Tekanan darah tinggi	120 mmHg - 200 mmHg
		Tidak	0
G15	Insomnia	Insomnia terkadang muncul dan hilang	75
		Insomnia sering muncul dan tidak hilang-hilang	85
		Tidak	0
G16	Kram otot	Kram otot terkadang muncul dan hilang	75
		Kram otot sering muncul dan tidak hilang-hilang	85
		Tidak	0
G17	Nyeri pada punggung bagi bawah	Nyeri pada punggung bagian bawah agak terasa (terkadang muncul dan hilang)	60

Tabel 7 (lanjutan)

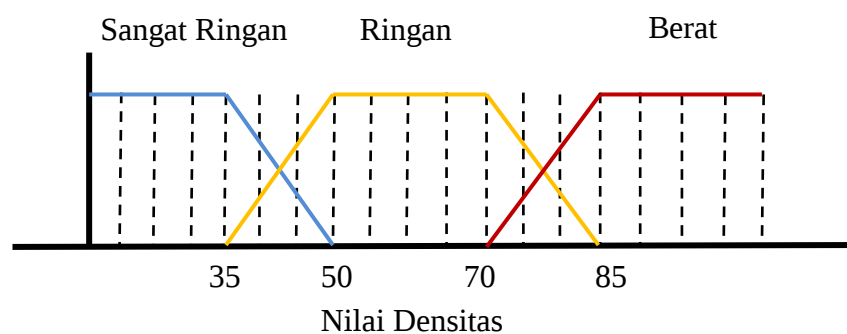
Kode Gejala	Nama Gejala	Pilihan Kriteria	Densitas
G17	Nyeri pada punggung bagi bawah	Nyeri pada punggung bagian bawah terasa (cukup rutin muncul)	78
		Nyeri pada punggung bagian bawah sangat terasa (muncul dan tidak hilang-hilang)	85
		Tidak	0
G18	Frekuensi buang air kecil meningkat	Buang air kecil lebih dari 3 kali	1
		Buang air kecil lebih dari 4 kali	4
		Buang air kecil lebih dari 6 kali	7
		Tidak	0
G19	Nyeri saat buang air kecil	Nyeri saat buang air kecil agak terasa (terkadang muncul dan hilang)	60
		Nyeri saat buang air kecil terasa (cukup rutin muncul)	78
		Nyeri saat buang air kecil sangat terasa (muncul dan tidak hilang-hilang)	85
		Tidak	0
G20	Urine berwarna	Urine berwarna merah muda	65
		Urine berwarna merah	78
		Urine berwarna coklat	85
		Tidak	0
G21	Ada nanah di urine	Nanah di urine terkadang muncul dan hilang	75
		Nanah di urine sering muncul dan tidak hilang-hilang	85
		Tidak	0
G22	Rasa sakit di perut samping atau punggung bagian bawah	Rasa sakit di perut samping atau punggung bagian bawah agak terasa (terkadang muncul dan hilang)	60
		Rasa sakit di perut samping atau punggung bagian bawah terasa (cukup rutin muncul)	78

Tabel 7 (lanjutan)

Kode Gejala	Nama Gejala	Pilihan Kriteria	Densitas
G22	Rasa sakit di perut samping atau punggung bagian bawah	Rasa sakit di perut samping atau punggung bagian bawah sangat terasa (muncul dan tidak hilang-hilang)	85
		Tidak	0
G23	Diare	Diare terkadang muncul dan hilang	75
		Diare sering muncul dan tidak hilang-hilang	85
		Tidak	0
G24	Rambut dan kuku rapuh	Rambut dan kuku terkadang rapuh dan terkadang tidak rapuh	75
		Rambut dan kuku menjadi selalu rapuh	85
		Tidak	0

3.6.6 Data Himpunan *Fuzzy*

Grafik presentasi dari tiap-tiap gejala dibuat berdasarkan data yang telah diperoleh dari seorang dokter spesialis yang memiliki Surat Ijin Praktek (SIP). Penelitian ini menggunakan 3 himpunan variabel yaitu Sangat Ringan, Ringan dan Berat. Berikut dibawah ini daftar gambar grafik representasi dari tiap-tiap gejala.



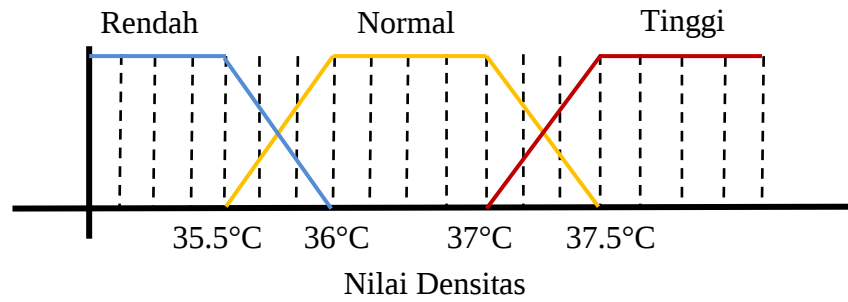
Gambar 7. Grafik Representasi [G03] Darah dalam urine.

Gambar 7 merupakan grafik representasi G03 yang memiliki fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{Sangat Ringan}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 35 \\ 0; & x \geq 50 \\ \frac{50-x}{15}; & 35 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{Ringan}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 35 \text{ atau } x \geq 85 \\ \frac{x-35}{15}; & 35 \leq x \leq 50 \\ 1; & 50 < x \leq 70 \\ \frac{85-x}{15}; & 70 \leq x \leq 85 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 70 \\ \frac{x-70}{15}; & 70 \leq x \leq 85 \\ 1; & x \geq 85 \end{cases}$$



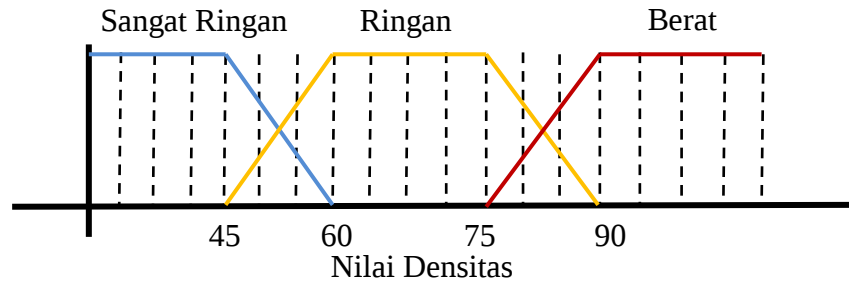
Gambar 8. Grafik Representasi [G04] Demam.

Gambar 8 merupakan grafik representasi G04 yang memiliki fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{Rendah}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 35.5 \\ 0; & x \geq 36 \\ \frac{36-x}{0.5}; & 35.5 \leq x \leq 36 \end{cases}$$

$$\mu_{Normal}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 35.5 \text{ atau } x \geq 37.5 \\ \frac{x-35.5}{0.5}; & 35.5 \leq x \leq 36 \\ 1; & 36 < x \leq 37 \\ \frac{37.5-x}{0.5}; & 37 \leq x \leq 37.5 \end{cases}$$

$$\mu_{Tinggi}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 37 \\ \frac{x-37}{0.5}; & 37 \leq x \leq 37.5 \\ 1; & x \geq 37.5 \end{cases}$$



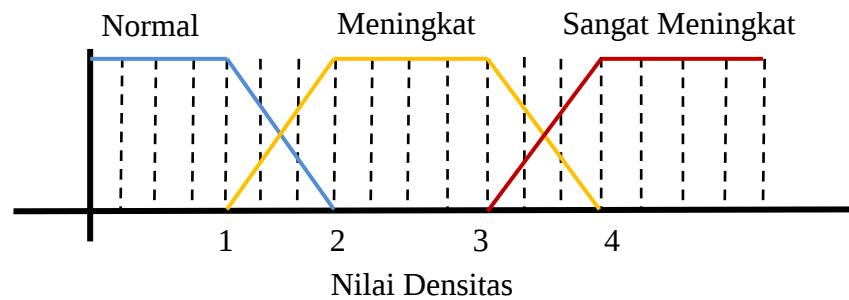
Gambar 9. Grafik Representasi [G08] Kulit kemerahan.

Gambar 9 merupakan grafik representasi G08 yang memiliki fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{Sangat Ringan}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 45 \\ 0; & x \geq 60 \\ \frac{60-x}{15}; & 45 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{Ringan}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 45 \text{ atau } x \geq 90 \\ \frac{x-45}{15}; & 45 \leq x \leq 60 \\ 1; & 60 < x \leq 75 \\ \frac{90-x}{15}; & 75 \leq x \leq 90 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 75 \\ \frac{x-75}{15}; & 75 \leq x \leq 90 \\ 1; & x \geq 90 \end{cases}$$



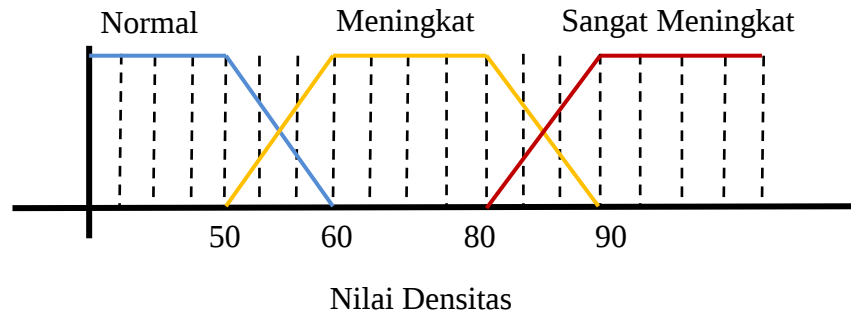
Gambar 10. Grafik Representasi [G05] Sering buang air kecil di malam hari.

Gambar 10 merupakan grafik representasi G05 yang memiliki fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{Sangat Ringan}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 1 \\ 0; & x \geq 2 \\ \frac{2-x}{1}; & 1 \leq x \leq 2 \end{cases}$$

$$\mu_{Ringan}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 1 \text{ atau } x \geq 4 \\ \frac{x-1}{1}; & 1 \leq x \leq 2 \\ 1; & 2 < x \leq 3 \\ \frac{4-x}{1}; & 3 \leq x \leq 4 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 3 \\ \frac{x-3}{1}; & 3 \leq x \leq 4 \\ 1; & x \geq 4 \end{cases}$$



Gambar 11. Grafik Representasi [G01] Mual.

Gambar 11 merupakan grafik representasi G01 yang memiliki fungsi keanggotaan sebagai berikut:

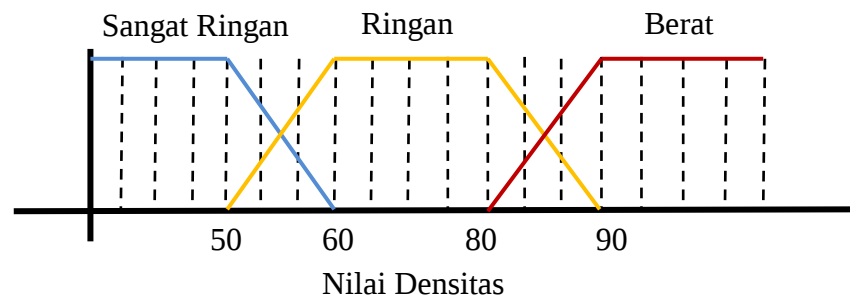
$$\mu_{Sangat Ringan}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 50 \\ 0; & x \geq 60 \\ \frac{60-x}{10}; & 50 \leq x \leq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{Ringan}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \text{ atau } x \geq 90 \\ \frac{x-50}{10}; & 50 \leq x \leq 60 \\ 1; & 60 < x \leq 80 \\ \frac{90-x}{10}; & 80 \leq x \leq 90 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 80 \\ \frac{x-80}{10}; & 80 \leq x \leq 90 \\ 1, & x \geq 90 \end{cases}$$

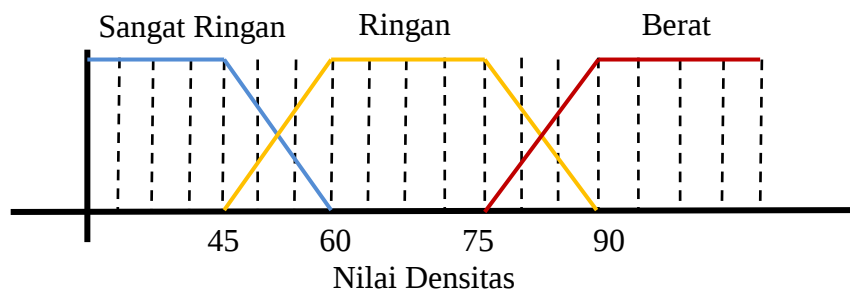
Grafik selanjutnya memiliki fungsi keanggotaan yang sama dari Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9, Gambar 10, dan Gambar 11.

Gambar 12 merupakan grafik representasi G02 yaitu muntah.



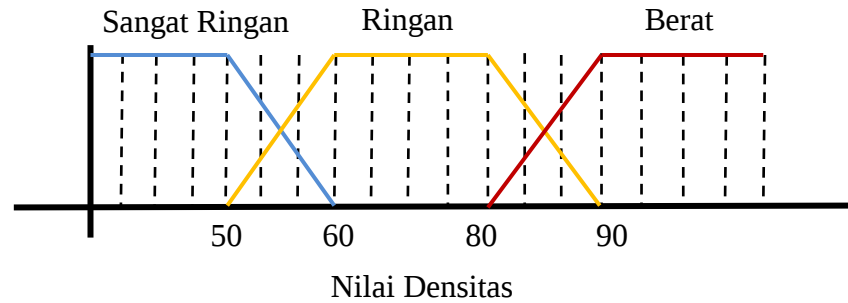
Gambar 12. Grafik Representasi [G02] Muntah.

Gambar 13 merupakan grafik representasi G06 yaitu tremor tangan.



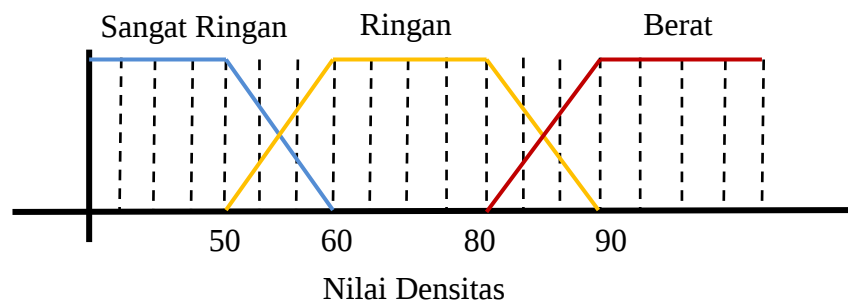
Gambar 13. Grafik Representasi [G06] Tremor tangan.

Gambar 14 merupakan grafik representasi G07 yaitu mudah lelah.



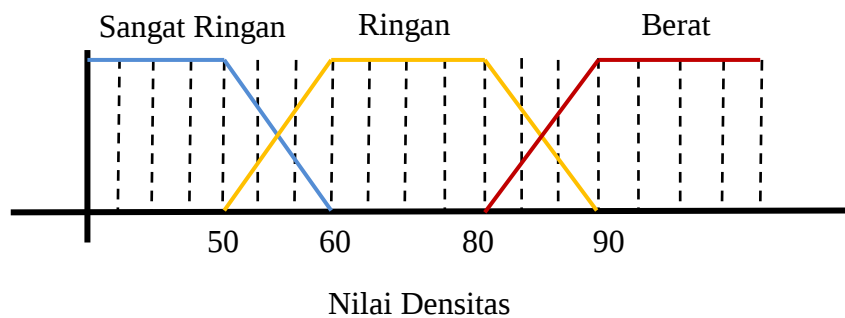
Gambar 14. Grafik Representasi [G07] Mudah lelah.

Gambar 15 merupakan grafik representasi G09 yaitu volume urine berkurang.



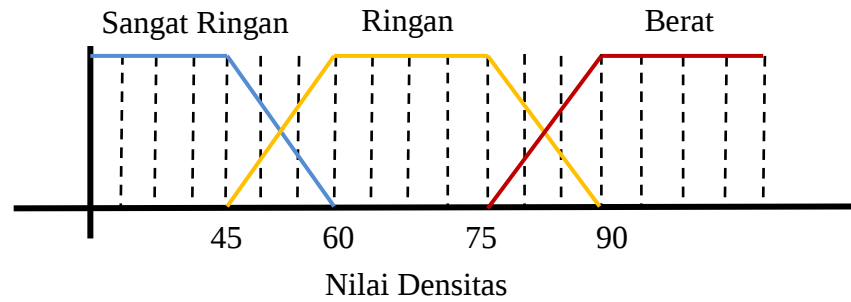
Gambar 15. Grafik Representasi [G09] Volume urine berkurang.

Gambar 16 merupakan grafik representasi G10 yaitu hilang nafsu makan.



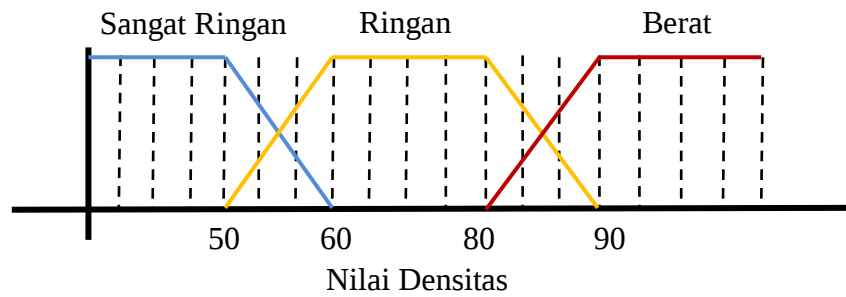
Gambar 16. Grafik Representasi [G10] Hilang nafsu makan.

Gambar 17 merupakan grafik representasi G11 yaitu kulit gatal.



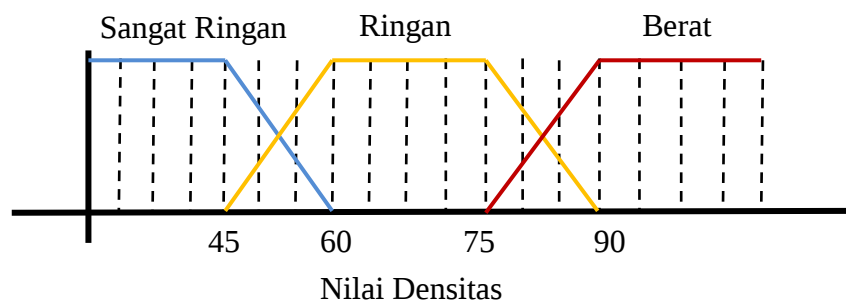
Gambar 17. Grafik Representasi [G11] Kulit gatal.

Gambar 18 merupakan grafik representasi G12 yaitu perubahan badan secara signifikan.



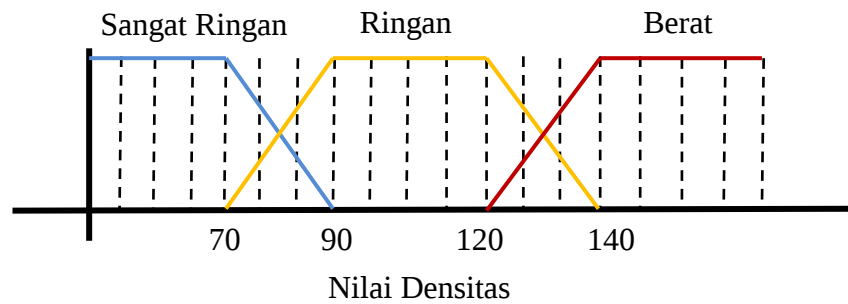
Gambar 18. Grafik Representasi [G12] Perubahan badan secara signifikan.

Gambar 19 merupakan grafik representasi G13 yaitu nyeri dada.



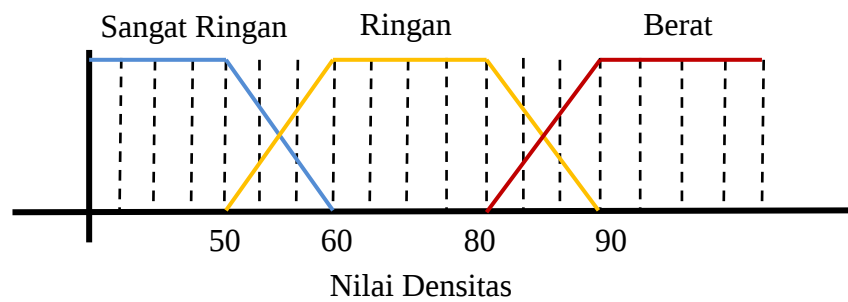
Gambar 19. Grafik Representasi [G13] Nyeri dada.

Gambar 20 merupakan grafik representasi G14 yaitu tekanan darah tinggi.



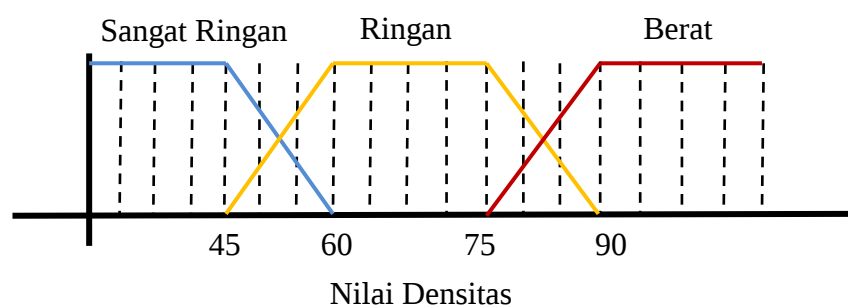
Gambar 20. Grafik Representasi [G14] Tekanan darah tinggi.

Gambar 21 merupakan grafik representasi G15 yaitu insomnia.



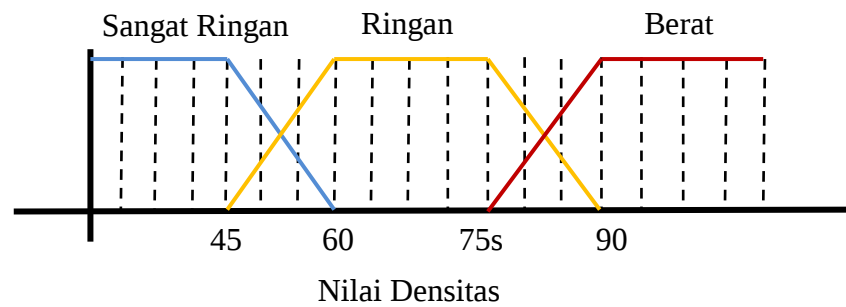
Gambar 21. Grafik Representasi [G15] Insomnia.

Gambar 22 merupakan grafik representasi G16 yaitu kram otot.



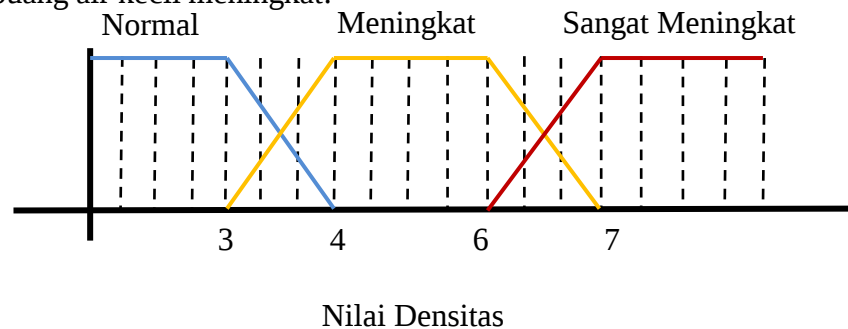
Gambar 22. Grafik Representasi [G16] Kram otot.

Gambar 23 merupakan grafik representasi G17 yaitu nyeri pada punggung bagian bawah.



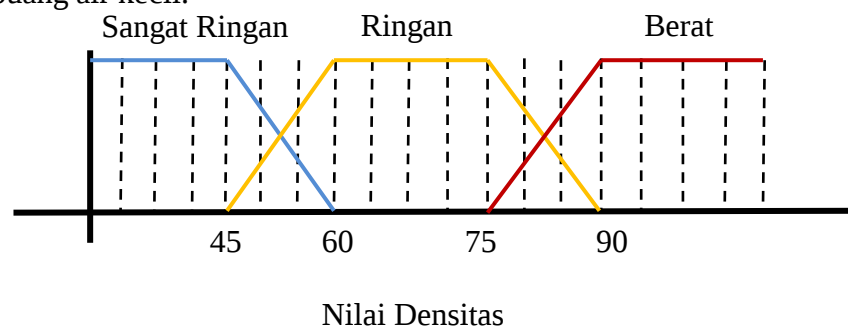
Gambar 23. Grafik Representasi [G17] Nyeri pada punggung bagian bawah.

Gambar 24 merupakan grafik representasi G18 yaitu frekuensi buang air kecil meningkat.



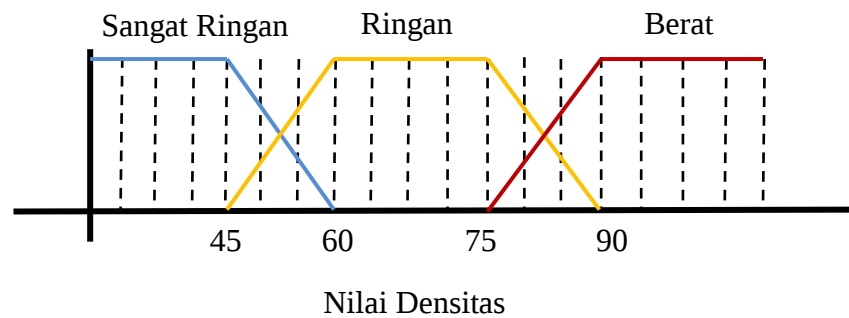
Gambar 24. Grafik Representasi [G18] Frekuensi buang air kecil meningkat.

Gambar 25 merupakan grafik representasi G19 yaitu nyeri saat buang air kecil.



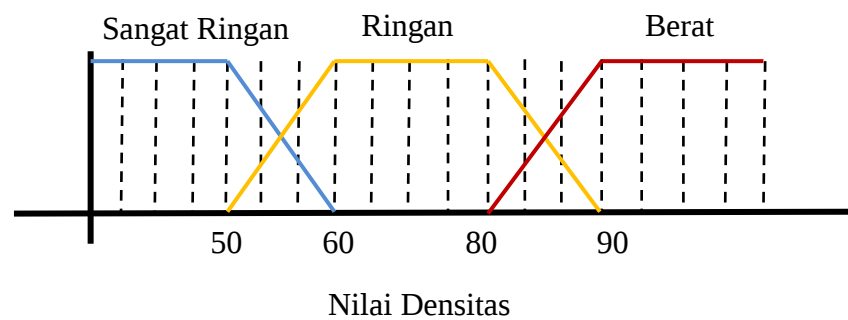
Gambar 25. Grafik Representasi [G19] Nyeri saat buang air kecil.

Gambar 26 merupakan grafik representasi G20 yaitu urine berwarna.



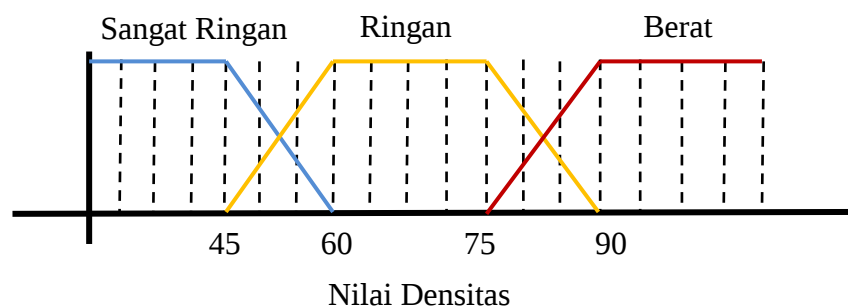
Gambar 26. Grafik Representasi [G20] Urine berwarna.

Gambar 27 merupakan grafik representasi G21 yaitu ada nanah di urine.



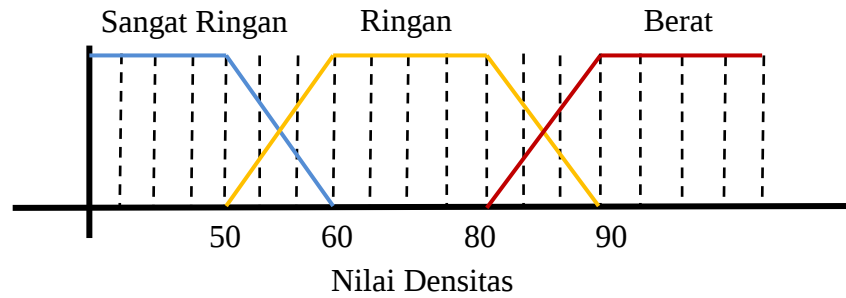
Gambar 27. Grafik Representasi [G21] Ada nanah di urine.

Gambar 28 merupakan grafik representasi G22 yaitu Rasa sakit di perut samping atau punggung bagian bawah.



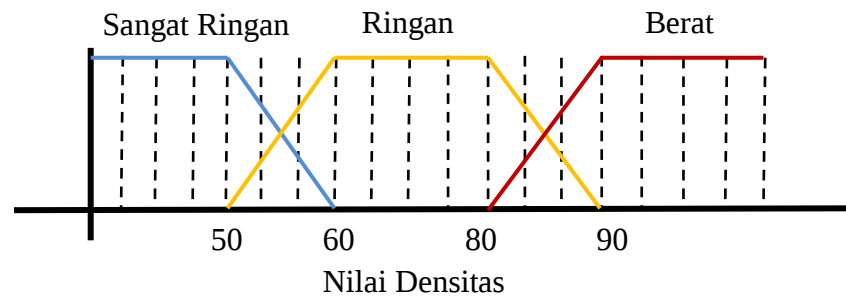
Gambar 28. Grafik Representasi [G22] Rasa sakit di perut samping atau punggung bagian bawah.

Gambar 29 merupakan grafik representasi G23 yaitu diare.



Gambar 29. Grafik Representasi [G23] Diare.

Gambar 30 merupakan grafik representasi G24 yaitu rambut dan kuku rapuh.



Gambar 30. Grafik Representasi [G24] Rambut dan kuku rapuh.

3.7 Analisa Kebutuhan Proses

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

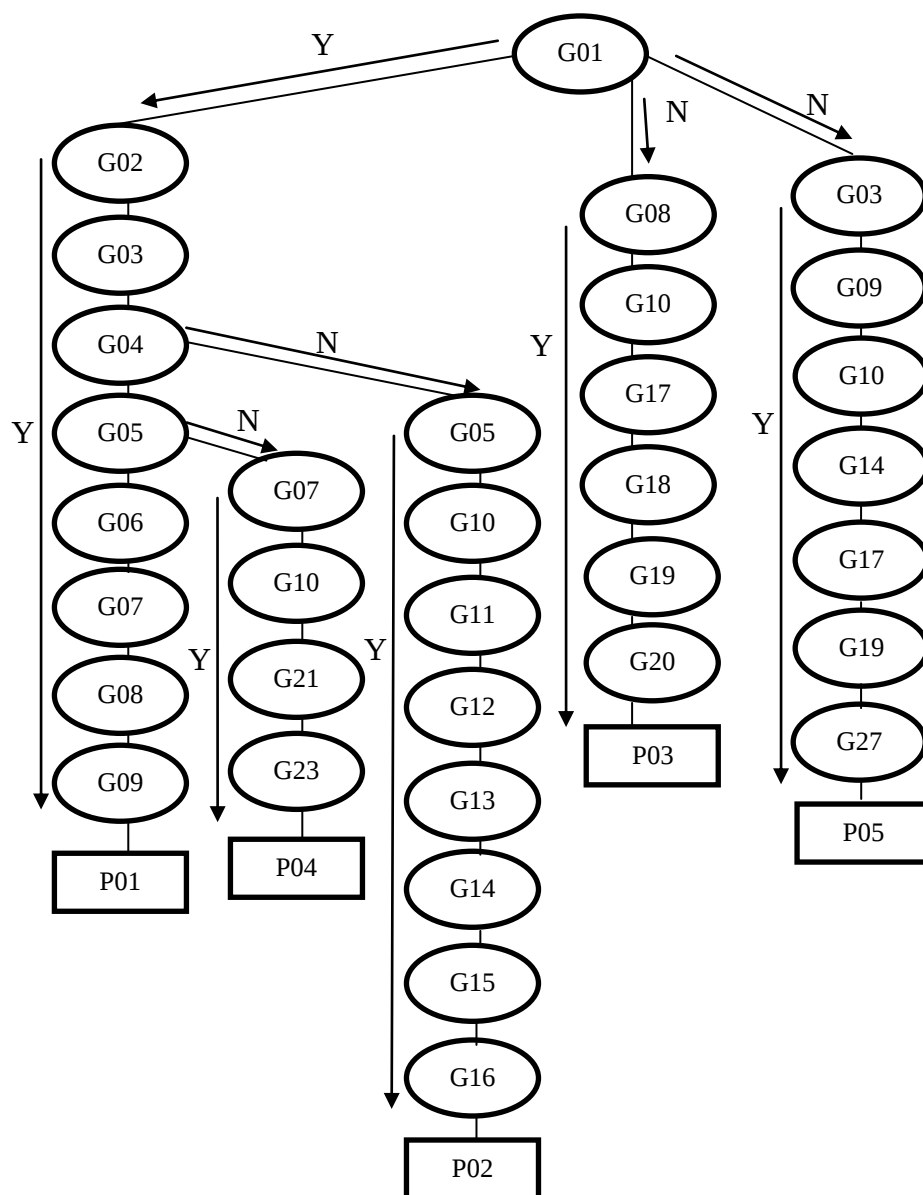
Tabel 8. Aturan (*rule*) Sistem Pakar Penyakit Ginjal

Rule	AND
1	IF G01 AND G02 AND G03 AND G04 AND G05 AND G06 AND G07 AND G08 AND G09 THEN P01
2	IF G01 AND G02 AND G03 AND G05 AND G10 AND G11 AND G12 AND G13 AND G14 AND G15 AND G16 THEN P02
3	IF G08 AND G10 AND G17 AND G18 AND G19 AND G20 THEN P03

Tabel 8 (lanjutan)

Rule	AND
4	IF G01 AND G02 AND G03 AND G04 AND G07 AND G10 AND G21 AND G22 AND G23 THEN P04
5	IF G03 AND G09 AND G10 AND G14 AND G17 AND G19 AND G24 THEN P05

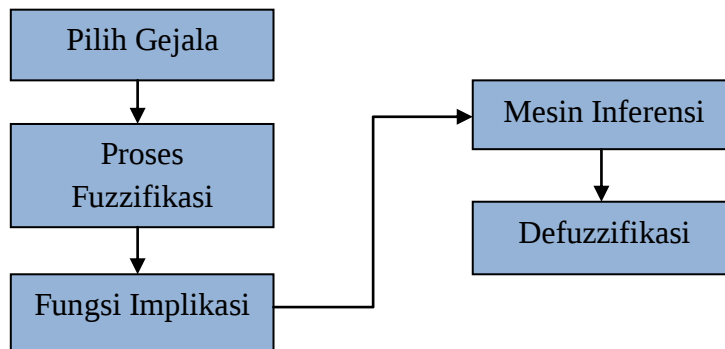
Dari basis aturan yang telah ada, maka mendapatkan pohon keputusan agar sistem dapat berjalan dengan baik, benar dan efisien. Gambar 31 ini merupakan pohon keputusan yang telah terbentuk.



Gambar 31. Pohon Keputusan (Putra, 2019)

3.8 Implementasi Metode *Fuzzy Mamdani*

Gambar 32 merupakan tahapan implementasi *fuzzy expert system* pada penyakit ginjal.



Gambar 32. Implementasi Metode *Fuzzy Mamdani*

Dalam implementasi *fuzzy expert system* pada penyakit ginjal dilakukan 5 tahapan, yaitu:

- d. Pilih gejala, tahap pertama pengguna diminta untuk memilih gejala berdasarkan keluhan yang dirasakan sesuai dengan gejala yang tersedia pada sistem.
- e. Proses fuzzifikasi, setelah pengguna telah memilih gejala maka sistem akan melanjutkan perhitungan nilai fuzzifikasi berdasarkan nilai yang dimiliki masing-masing gejala.
- f. Fungsi implikasi, dalam proses ini sistem akan mengambil fungsi *rule*/aturan yang telah ditetapkan.
- g. Mesin inferensi, sistem akan mendeteksi penyakit berdasarkan basis pengetahuan yang telah ada.
- h. Defuzzifikasi, tahap terakhir sistem akan melakukan perhitungan nilai defuzzifikasi untuk menentukan tingkat keanggotaan setiap gejala dan tingkat keyakinan penyakit.

3.9 Perancangan Sistem

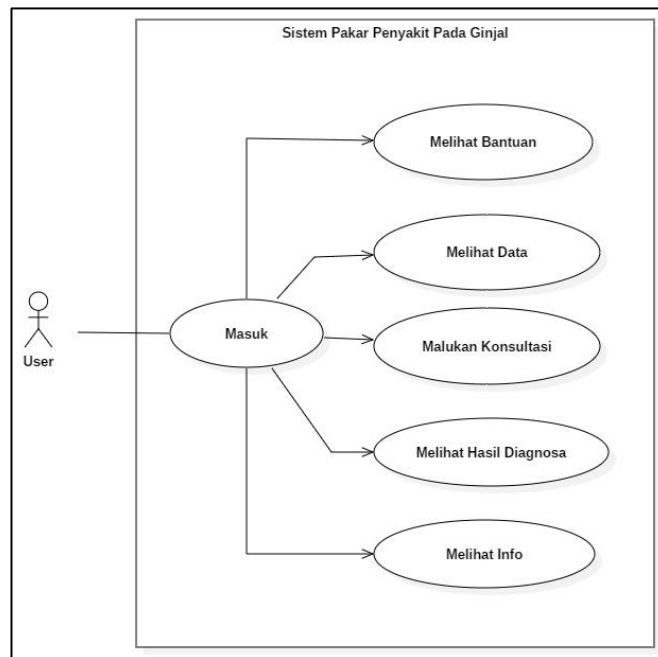
Perancangan sistem merupakan pemodelan proses berjalannya sistem pakar ini dengan menggunakan pemodelan UML.

3.9.1 Desain Sistem

Desain sistem digunakan untuk memudahkan pengembang dan pengguna dalam membuat dan menggunakan sistem. Berikut ini merupakan ilustrasi rancangan tampilan sistem yang berupa *use case diagram*, *activity diagram*, *sequence diagram* dan *interface* sistem.

3.9.1.1 Use case Diagram

Use case diagram dari sistem pakar ini dapat dilihat pada Gambar 33.



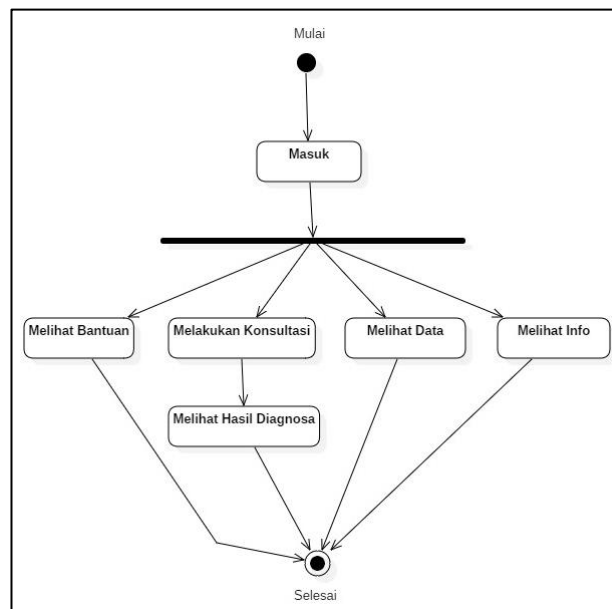
Gambar 33. *Use case Diagram* pada Sistem Pakar Penyakit Ginjal

Tabel 9. *Use case Diagram*

Aktor	Use case	Deskripsi Use case
User	Melihat Bantuan	Use case ini berfungsi untuk memperlihatkan cara konsultasi pengguna dalam menggunakan sistem ini.
	Melihat Data	Use case ini berfungsi untuk menampilkan data-data gejala dan penyakit yang ada pada sistem ini.
	Melakukan Konsultasi	Use case ini berfungsi untuk mendiagnosa penyakit ginjal.
	Melihat Hasil Diagnosa	Use case ini berfungsi untuk menampilkan hasil diagnosa penyakit ginjal.
	Melihat Info	Use case ini berfungsi untuk menampilkan penjelasan singkat terkait sistem ini.

3.9.1.2 Activity Diagram

Activity diagram dari sistem pakar ini dapat dilihat pada Gambar 34.

Gambar 34. *Activity Diagram Pengguna*

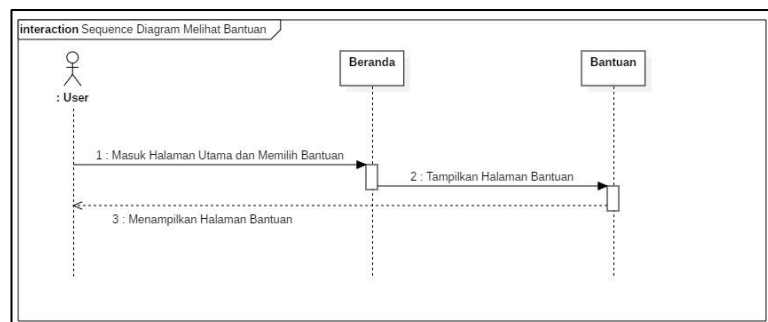
Dari gambar Activity Diagram tersebut, dapat dilihat bahwa apabila pengguna telah masuk ke dalam sistem maka

pengguna dapat melihat bantuan, melakukan konsultasi, melihat data dan melihat info. Kemudian, pengguna dapat mengetahui hasil diagnosa dengan cara memilih gejala yang dialami dan akan muncul hasil diagnosa dari sistem. Selanjutnya, untuk mengulangi konsultasi pengguna dapat langsung mengklik ulang.

3.9.1.3 Sequence Diagram

1. Sequence Diagram Bantuan

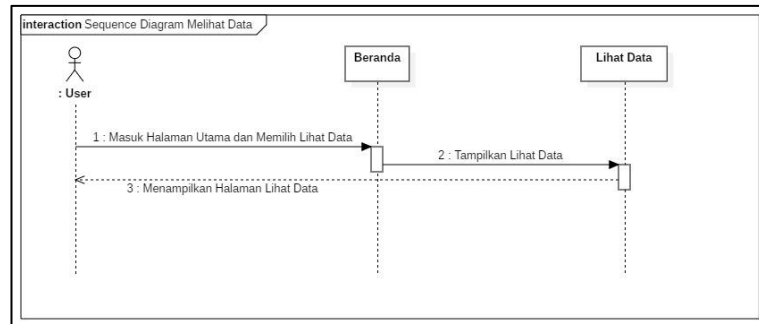
Dalam *Sequence* diagram bantuan dapat dilihat bahwa ketika pengguna masuk ke halaman utama dan memilih fitur bantuan, maka selanjutnya sistem akan menampilkan penjelasan mengenai cara melakukan konsultasi pada sistem. Gambar *sequence* diagram bantuan dapat dilihat pada Gambar 35.



Gambar 35. *Sequence* Diagram Bantuan

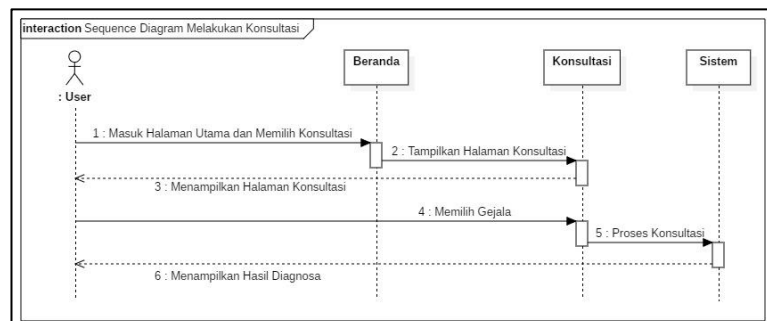
2. Sequence Diagram Melihat Data

Dalam *sequence* diagram melihat data dimulai ketika pengguna masuk ke halaman sistem, selanjutnya pengguna memilih fitur lihat data dan sistem akan menampilkan halaman yang berisi mengenai data penyakit dan data gejala yang ada pada sistem. Gambar *sequence* diagram melihat data dapat dilihat pada Gambar 36.

Gambar 36. *Sequence Diagram Melihat Data*

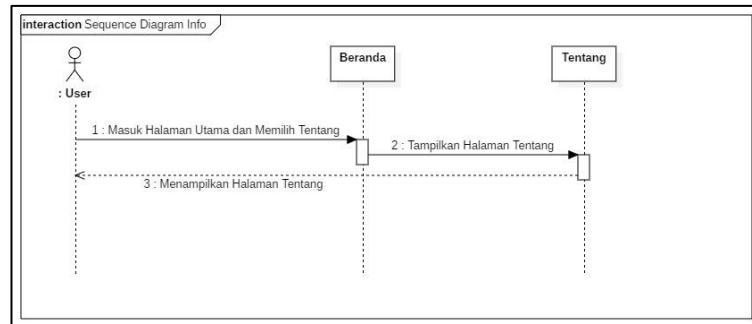
3. *Sequence Diagram Konsultasi*

Dalam *sequence diagram* konsultasi ini menjelaskan bahwa ketika pengguna masuk ke halaman sistem, lalu memilih fitur konsultasi. Sistem akan menampilkan halaman konsultasi yang dimana pengguna dapat memilih gejala dan kriteria gejala sesuai dengan yang dialami, selanjutnya sistem akan menampilkan hasil diagnosa penyakit. Gambar *sequence diagram* konsultasi dapat dilihat pada Gambar 37.

Gambar 37. *Sequence Diagram Konsultasi*

4. *Sequence Diagram Melihat Info*

Pada *sequence diagram* melihat info ini dapat dilihat apabila pengguna masuk ke halaman sistem dan memilih fitur tentang, maka sistem akan menampilkan halaman tentang yang berisi mengenai penjelasan kegunaan sistem, dapat dilihat pada Gambar 38.

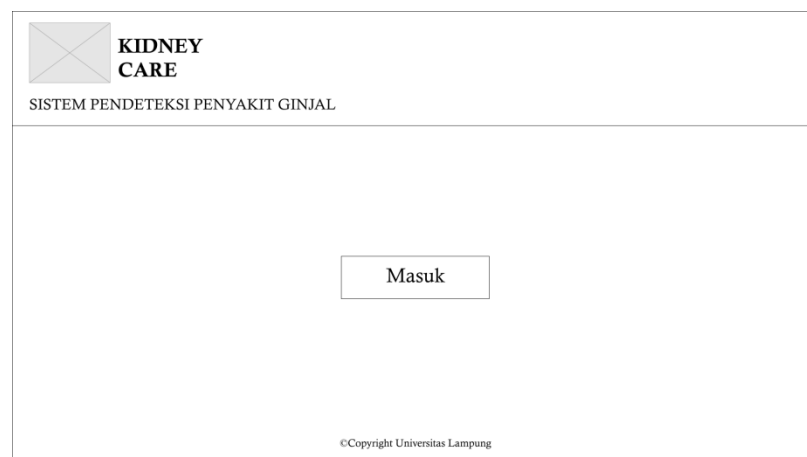


Gambar 38. *Sequence Diagram* Melihat Info

3.9.2 Desain *Interface*

Desain *interface* ini merupakan gambaran awal sistem yang akan dikembangkan nantinya. Berikut ini merupakan desain *interface* pada sistem yang akan dikembangkan, yaitu:

3.9.2.1 Rancangan Tampilan Halaman Masuk



Gambar 39. Rancangan Tampilan Halaman Masuk

Gambar 39 merupakan rancangan untuk halaman awal sistem ini, yaitu halaman masuk sistem. Dalam tampilan ini pengguna hanya mengklik tombol masuk untuk dapat mulai menggunakan sistem.

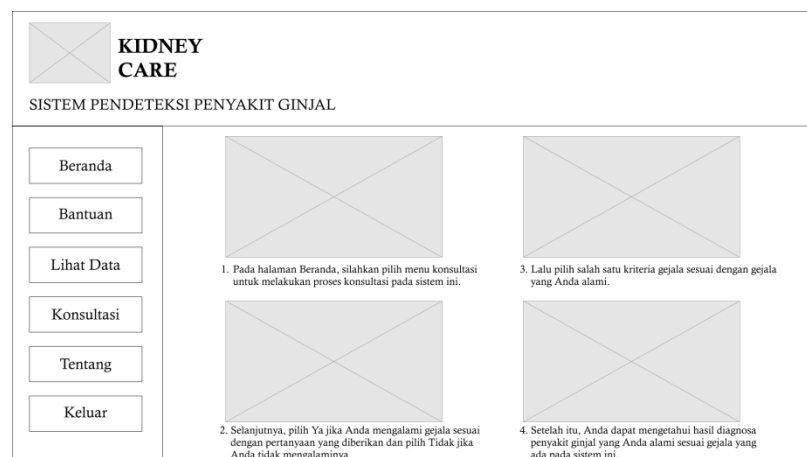
3.9.2.2 Rancangan Tampilan Halaman Utama



Gambar 40. Rancangan Tampilan Halaman Utama

Gambar 40 merupakan aktivitas ketika pengguna sudah masuk ke dalam sistem. Kemudian, sistem akan menampilkan tampilan halaman utama, pada halaman ini terdapat beberapa fitur seperti, fitur bantuan, fitur lihat data, fitur konsultasi, dan fitur tentang.

3.9.2.3 Rancangan Tampilan Halaman Bantuan



Gambar 41. Rancangan Tampilan Halaman Bantuan

Gambar 41 merupakan halaman bantuan yang berupa info langkah-langkah untuk pengguna dapat melakukan konsultasi dalam menggunakan sistem ini.

3.9.2.4 Rancangan Tampilan Halaman Lihat Data

KIDNEY CARE
SISTEM PENDETEKSI PENYAKIT GINJAL

Daftar Penyakit

- P01 - Gagal Ginjal Akut
- P02 - Gagal Ginjal Kronis
- P03 - Batu Ginjal
- P04 - Infeksi Ginjal (Pielonefritis)
- P05 - Sindrom Nefrotik

Daftar Gejala

- G01 - Mual
- G02 - Muntah
- G03 - Darah dalam urine
- G04 - Demam atau menggigil
- G05 - Sering buang air kecil di malam hari
- G06 - Tremor tangan
- G07 - Mudah lelah
- G08 - Kulit kemerahan
- G09 - Volume urine berkurang
- G10 - Hilang nafsu makan
- G11 - Kulit gatal
- G12 - Perubahan badan secara signifikan
- G13 - Nyeri dada
- G14 - Tekanan darah tinggi
- G15 - Insomnia
- G16 - Kram otot
- G17 - Nyeri pada punggung bagian bawah
- G18 - Frekuensi buang air kecil meningkat
- G19 - Nyeri saat buang air kecil
- G20 - Urine berwarna merah muda, merah atau coklat
- G21 - Ada nanah di urine
- G22 - Rasa sakit di perut samping atau punggung bagian bawah
- G23 - Diare
- G24 - Rambut dan kuku rapuh

Gambar 42. Rancangan Tampilan Halaman Lihat Data

Gambar 42 merupakan halaman lihat data yang akan menampilkan daftar penyakit dan daftar gejala yang ada pada sistem ini.

3.9.2.5 Rancangan Tampilan Halaman Konsultasi

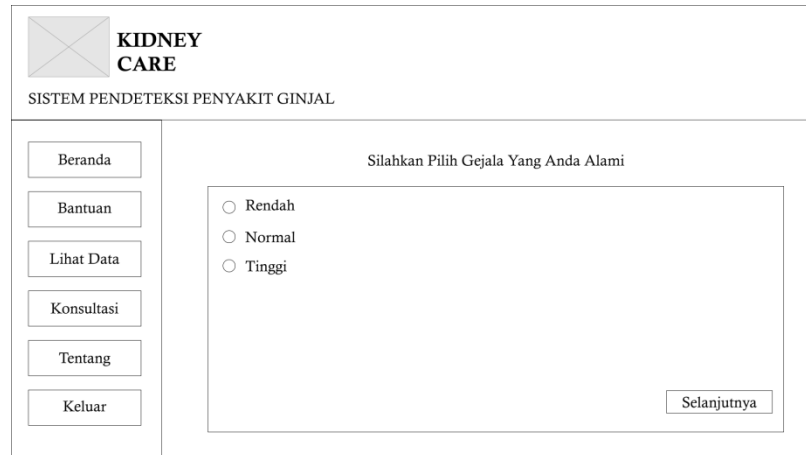
KIDNEY CARE
SISTEM PENDETEKSI PENYAKIT GINJAL

Silahkan Pilih Gejala Yang Anda Alami

Apakah Anda mengalami perubahan tekanan darah?

Ya Tidak

Gambar 43. Rancangan Tampilan Halaman Konsultasi



KIDNEY CARE
SISTEM PENDETEKSI PENYAKIT GINJAL

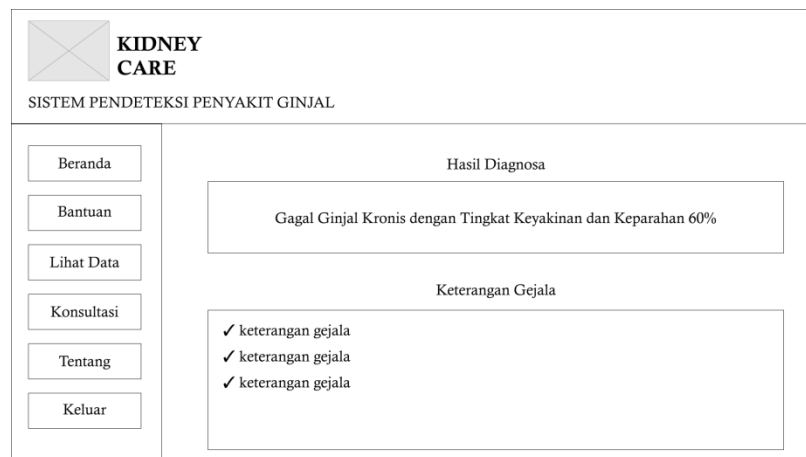
Beranda
Bantuan
Lihat Data
Konsultasi
Tentang
Keluar

Silahkan Pilih Gejala Yang Anda Alami

☐ Rendah
☐ Normal
☐ Tinggi

Selanjutnya

Gambar 44. Rancangan Tampilan Halaman Konsultasi



KIDNEY CARE
SISTEM PENDETEKSI PENYAKIT GINJAL

Beranda
Bantuan
Lihat Data
Konsultasi
Tentang
Keluar

Hasil Diagnosa

Gagal Ginjal Kronis dengan Tingkat Keyakinan dan Keparahan 60%

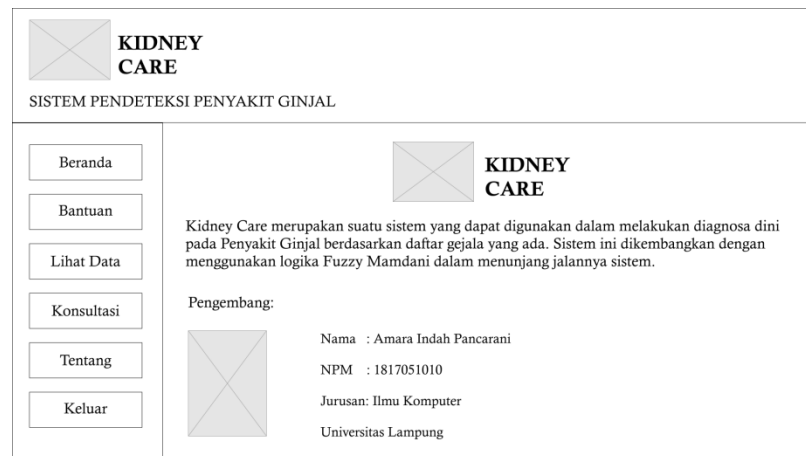
Keterangan Gejala

✓ keterangan gejala
✓ keterangan gejala
✓ keterangan gejala

Gambar 45. Rancangan Tampilan Halaman Konsultasi

Gambar 43, Gambar 44, dan Gambar 45 merupakan halaman konsultasi dimana langkah pertama, pengguna dapat memilih gejala yang dialami. Selanjutnya, pengguna dapat memilih kriteria gejala dan pada tahap selanjutnya sistem akan mendiagnosa penyakit sesuai gejala.

3.9.2.6 Rancangan Tampilan Halaman Tentang



Gambar 46. Rancangan Tampilan Halaman Tentang

Gambar 46 merupakan tampilan halaman tentang yaitu berisi informasi mengenai penjelasan mengenai sistem dan data pengembang sistem.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan analisa dan perancangan sistem yang telah dibuat, hasil implementasi, serta pengujian sistem yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

- 5.1.1 Penggunaan metode *fuzzy mamdani* pada diagnosa penyakit ginjal mendapatkan hasil akurasi perhitungan tiga atribut linguistik yaitu sangat ringan, ringan, dan berat. Hasil akurasi perhitungan sesuai dan benar pada status penyakit yang sudah diberikan oleh pakar. Hal ini ditunjukkan dengan kesamaan hasil secara perhitungan manual dan hasil perhitungan yang dihasilkan oleh sistem. Berdasarkan 50 data kasus yang terdiri dari hasil uji diagnosa dokter dan sistem menunjukkan bahwa hasil akurasi yang didapatkan sebesar 96%, sehingga sistem pakar penyakit ginjal ini layak untuk digunakan oleh pengguna dalam mendiagnosa penyakit ginjal.
- 5.1.2 Pengembangan sistem *fuzzy logic* menggunakan Matlab dapat memudahkan dalam perhitungan matematika, pengembangan dan algoritma, pemrograman pemodelan, simulasi dan prototipe, analisis data, eksplorasi dan visualisasi, analisis numerik dan statistik, serta pengembangan aplikasi teknologi untuk mendiagnosa penyakit ginjal dan sistem ini dapat diakses melalui website sehingga dapat digunakan dengan mudah.

5.2 Saran

Dari kesimpulan diatas, menunjukkan bahwa dapat dibuat saran-saran yang akan membantu untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem pakar penyakit kulit ini, yaitu:

- 5.2.1 Sistem yang dikembangkan belum memiliki informasi terkait penanganan dari setiap penyakit berdasarkan gejala-gejala yang ada. Sehingga, sistem masih diperlukan perbaikan-perbaikan untuk menunjang kemajuan sistem yang lebih baik dan lebih akurat.
- 5.2.2 Sistem yang telah ada hanya memiliki data 5 penyakit dan 24 gejala untuk mendiagnosa penyakit ginjal. Sehingga, perlu adanya penambahan data penyakit dan gejala untuk menambah informasi yang ada dalam sistem.
- 5.2.3 Sistem tidak memiliki fitur ubah data, sehingga sistem diperlukan pengembangan yang lebih baik kedepannya dengan tujuan meningkatkan kinerja sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, A., & Samsuryadi. 2019. Klasifikasi Penyakit Ginjal Kronis menggunakan K-Nearest Neighbor. *Prosiding Annual Research Seminar 2019*, 5 (1), 148–151.
- Ayuningtias, L. P. 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)*. 10 (1). <https://doi.org/10.15408/jti.v10i1.6810>
- Dorteus, L. R. 2015. Penerapan Logika Fuzzy Metode Sugeno Berdasarkan Data Persediaan Dan Jumlah Permintaan (Studi Kasus : Pabrik Roti Sarinda Ambon). *Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 9 (2), 121–134. <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/barekeng/article/view/289/249>
- 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.
- Geografi, L., Wahyono, D., & Yasin, N. M. 2008. Evaluasi Penggunaan Antibiotik Untuk Terapi Infeksi Saluran Kemih Pada Pasien Sindrom Nefrotik Pediatri. *Current Infectious Disease Reports*, 10 (6), 483–484. <https://doi.org/10.1007/s11908-008-0078-8>
- Ginting, W. 2018. Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Ginjal Menggunakan Metode Forward Chaining. *Universitas Katolik Santo*, 3 (2).
- Gultom, J., & Sagala, J. R. 2019. Sistem Pakar untuk Identifikasi Penyakit Ginjal. *Jurnal Teknik Dan Informatika*, 6 (2), 54–61.

- Hamedan, F., Orooji, A., Sanadgol, H., & Sheikhtaheri, A. 2020. Clinical decision support system to predict chronic kidney disease: A fuzzy expert system approach. *International Journal of Medical Informatics*, 138 (December 2019), 104134. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104134>
- Hammad. 2019. Kecerdasan Buatan dalam Resusitasi Jantung Paru. *Acedemia*.
- Jepri, J. 2019. Pengembangan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ginjal Kronik Menggunakan Metode FIS - Sugeno. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 3 (3), 258. <https://doi.org/10.30998/string.v3i3.3583>
- Luyckx, V. A., Tonelli, M., & Stanifer, J. W. 2018. The global burden of kidney disease and the sustainable development goals. *Bulletin of the World Health Organization*, 96 (6), 414-422C. <https://doi.org/10.2471/BLT.17.206441>
- Mardiah, M., & Malik, R. F. 2018. *Sistem Estiasmi Posisi Berbasis WLAN Menggunakan Klasifikasi Fuzzy Knearest Neighbor (FK-NN)* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Nasution, H. 2012. Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan. *ELKHA: Jurnal Teknik Elektro*, 4 (2), 4–8. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/Elkha/article/view/512>
- Nazirah, A., Mohd, B., & Binti, N. I. 2019. *Fuzzy Logic : An Application To Detect Chronic Kidney Disease And Failure*. 7 (2), 118–126.
- Pulungan, W. A. 2020. Sistem Pakar Menentukan Penyakit Ginjal Dengan Metode Forward Chaining. *Ultima InfoSys : Jurnal Ilmu Sistem Informasi*, 11 (1), 27–32. <https://doi.org/10.31937/si.v9i1.1369>
- Putra, H. W. 2019. Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ginjal Dengan Metoda Forward Chaining. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 5 (1), 7. <https://doi.org/10.22216/jsi.v5i1.4081>
- Ritonga, M. R., Solikhun, S., Lubis, M. R., & Windarto, A. P. 2018. Sistem Pakar Diagnosa Gejala Awal Penyakit Akibat Virus Pada Anak Berbasis Mobile

Dengan Forward Chaining. *InfoTekJar (Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan)*, 2 (2), 140–145.
<https://doi.org/10.30743/infotekjar.v2i2.298>

Russari, I. 2016. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Batu Ginjal Menggunakan Teorema Bayes. *Jurnal Riset Komputer (JURIKOM)*, 3, 18–22.

Sianturi, H. 2020. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pyelonephritis Pada Manusia Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 1 (1), 9–15.
<https://journal.fkpt.org/index.php/BIT/article/view/2>

Sibue, D. W. H. 2005. *Ilmu Penyakit Dalam*. Rineka Cipta.

Trihono, P. P., Alatas, H., Tambunan, T., & Pardede, S. O. 2012. *Konsensus Tata Laksana Sindrom Nefrotik Idiopatik pada Anak (Edisi Kedua)*.
<http://152.118.76.18:8080/jspui/handle/123456789/3789>

Tullah, R., Ramdhan, S., & Padang, N. M. 2017. Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Menular Pada Klinik Umum Kebon Jahe Berbasis Web Dengan Menggunakan Metode Forward Chaining. *JURNAL SISFOTEK GLOBAL*, 7 (1). <https://doi.org/10.38101/SISFOTEK.V7I1.130>

Yulia. 2018. Fuzzy Logic Untuk Menentukan Kepuasan Siswa Terhadap Sarana dan Prasarana Sekolah Dengan Menggunakan Metode Sugeno. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 6 (01), 32. <https://doi.org/10.33884/jif.v6i01.430>