PROPOSAL PROYEK TUGAS KULIAH

AGENT PENDUKUNG DIAGNOSIS AWAL DBD MENGGUNAKAN METODE FUZZY MAMDANI BERBASIS WEB

KELOMPOK V

1. faiz cahya abdilah (2024107150980)
2. Ade Syahputra (202410715084)
3. Ryan Ali Sunaedi (202410715266)

Dosen Pengampu : Arif Rifai Dwiyanto

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA

BEKASI

2026

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN 4
1. Latar Belakang dan Konteks (5W+1H) 4
2. Permasalahan 5
2.1. Identifikasi Masalah 5
2.2. Rumusan Masalah 5
3. Tujuan Proyek 5
4. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah 6
5. Manfaat Proyek 6
6. Hipotesis dan Rancangan Solusi 6
6.1. Rancangan Solusi Arsitektural dan Konseptual 6
6.2. Hipotesis Penelitian 7
BAB II PERSYARATAN FUNGSIONAL 8
1. Kebutuhan Fungsional 8
2. Perancangan Use Case 10
3. Aturan Bisnis Agen (*Agent Business Rules*) 11
3.1. Aturan Kuantifikasi dan Fuzzifikasi Gejala 11
3.2 Aturan Evaluasi Implikasi dan Mesin Inferensi 11
3.4 Aturan Defuzzifikasi dan Penentuan Keputusan Diagnosis 12
3.5. Aturan Klasifikasi Spektrum Penyakit dan Tindak Lanjut Medis 12
3.6 Aturan Otorisasi Data dan Validasi Pakar 12
BAB III PERSYARATAN NON-FUNGSIONAL DAN TATA KELOLA SISTEM 13
1. Atribut Kualitas Perangkat Lunak 13
2. Keamanan Sistem (*System Security*) 14
3. Tata Kelola dan Etika Klinis Sistem (*Governance & Clinical Ethics*) 14
BAB IV DESAIN ARSITEKTUR 15
1. Arsitektur Sistem dan Pemodelan Modul 15
2. Alur Data dan Relasi Entitas (*Data Flow & Entity Relationship*) 16
3. Infrastruktur dan Lingkungan Pengembangan 17
BAB V DESAIN TERPERINCI 18
1. Desain Data dan Basis Pengetahuan 18
1.1 Klasifikasi Data Penyakit (tb_penyakit) 18
2. Metode dan Algoritma AI (Fuzzy Inference System Mamdani) 20
3. Use Case 22
BAB VI KOMPONEN, PROSES, DAN PENANGANAN SITUASI AGEN 23

1. Komponen dan Alur Kerja Agen 23
2. Penanganan Situasi (*Situation Handling*) 23
3. Rencana Pengujian Sistem 24
4. Tahapan Implementasi 24
5. Risiko dan Mitigasi 24
6. Indikator Keberhasilan 25
DAFTAR PUSTAKA 26

BAB I
PENDAHULUAN

1. Latar Belakang dan Konteks (5W+1H)

Demam Berdarah Dengue (DBD) menjadi masalah kesehatan serius di kawasan tropis dan subtropis. Iklim Asia mendukung perkembangbiakan nyamuk vektornya, dan World Health Organization mencatat insiden DBD naik lebih dari delapan kali lipat dalam dua dekade terakhir. Di Indonesia, Kementerian Kesehatan melaporkan 42.690 kasus dan 317 kematian sampai minggu ke-26 tahun 2023. Gejala awal DBD mirip demam biasa, sehingga banyak penderita tidak curiga dan menunda periksa ke dokter. Biaya konsultasi, jumlah tenaga medis yang terbatas, jam praktik dokter yang pendek, dan antrean panjang di fasilitas kesehatan memperparah penundaan itu. Masyarakat membutuhkan solusi kecerdasan buatan yang bisa mereka pakai sendiri.

Proyek ini mengembangkan Agent Pendukung Diagnosis Awal DBD Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Web. Agen ini memasukkan pengetahuan pakar medis ke dalam mesin inferensi komputer. Pengembang memilih Fuzzy Mamdani karena metode ini menangani nilai gejala yang tidak pasti dan ambigu lewat aturan linguistik yang mudah dipahami dan mirip cara berpikir pakar. Kerangka 5W+1H berikut memetakan masalah dan konteks pengembangan sistem.

- **What:** Banyak kasus DBD terdeteksi terlambat karena gejala awalnya mirip demam biasa dan karena pasien sulit mengakses layanan medis atau harus mengantre lama. Proyek ini menawarkan agen cerdas berbasis sistem pakar web. Agen tersebut memakai Fuzzy Inference System metode Mamdani untuk menentukan tingkat risiko dan klasifikasi infeksi dengue dengan cepat.
- **Who:** Pengguna utama adalah masyarakat umum non-pakar yang membutuhkan skrining mandiri saat demam. Tenaga medis di fasilitas kesehatan tingkat pertama memakai sistem ini sebagai rujukan awal. Administrator mengelola basis pengetahuan dan aturan diagnosis.
- **Where:** Konteks epidemiologis berpusat di wilayah tropis Indonesia dengan kerawanan tinggi: Kota Bandung, Kota Denpasar, Badung, Kota Bekasi, dan Bima. Nyamuk Aedes aegypti dan Aedes albopictus berkembang biak di genangan air permukiman. Sistem berjalan di platform web, jadi pengguna bisa mengaksesnya dari mana saja tanpa memasang perangkat lunak tambahan.
- **When:** Pengguna membuka sistem begitu gejala fase awal muncul: demam tinggi mendadak, nyeri kepala, atau nyeri sendi. Sistem juga menjadi langkah darurat saat dokter puskesmas tidak bertugas atau layanan kesehatan sudah tutup.
- **Why:** DBD yang terlambat ditangani bisa menjadi kritis dan berujung kematian. Gejala medis bersifat subjektif dan tingkat keparahannya kabur, dan Fuzzy Mamdani cocok untuk kondisi itu karena aturan linguistiknya menghasilkan diagnosis awal. Studi acuan melaporkan akurasi 92,8% (lihat bagian 1.6).

- **How:** Pengguna mengisi tingkat keparahan gejala lewat antarmuka web. Agen memprosesnya dalam empat tahap Fuzzy Mamdani: fuzzifikasi ke himpunan linguistik, implikasi aturan dengan min, agregasi aturan dengan max, dan defuzzifikasi centroid. Hasilnya berupa persentase kemungkinan penyakit dan rekomendasi penanganan medis.

2. Permasalahan

2.1. Identifikasi Masalah

1. Masyarakat mengabaikan gejala awal DBD karena mirip demam biasa.
2. Biaya pemeriksaan, jumlah tenaga medis yang terbatas, jam operasional dokter, dan antrean panjang di rumah sakit atau puskesmas membuat orang enggan periksa dini.
3. Pasien menilai gejalanya secara subjektif dan penuh ketidakpastian. Penilaian seperti ini membutuhkan metode komputasi yang mampu mengolah variabel linguistik dengan akurat.

2.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membangun arsitektur Agent Pendukung Diagnosis Awal DBD berbasis web yang interaktif dan mudah diakses masyarakat umum.
2. Bagaimana mengimplementasikan Logika Fuzzy Mamdani ke dalam mesin inferensi agen agar input gejala subjektif menjadi klasifikasi diagnosis demam berdarah yang akurat.
3. Bagaimana menyajikan persentase diagnosis awal, tingkat klasifikasi dengue, dan rekomendasi penanganan pertama agar pengguna non-pakar bisa memahaminya.

3. Tujuan Proyek

1. Merancang dan mengembangkan aplikasi agen sistem pakar berbasis web yang membantu masyarakat mendeteksi DBD sejak dini tanpa harus ke dokter lebih dulu.
2. Menerapkan tahap inferensi Fuzzy Mamdani: pembentukan himpunan fuzzy, implikasi min, komposisi max, dan defuzzifikasi centroid. Dengan tahap-tahap ini sistem menentukan tingkat risiko penyakit dari bobot gejala yang pengguna alami.
3. Menampilkan hasil diagnosis lengkap dengan definisi penyakit, tingkat infeksi dengue, dan solusi penanganan awal sebelum pasien dirujuk ke fasilitas kesehatan.

4. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Lima batasan berikut menjaga proyek tetap fokus pada sasaran akademik.

- **Klasifikasi Penyakit:** Sistem mengidentifikasi spektrum infeksi virus dengue: Dengue Fever (DF), Dengue Hemorrhagic Fever (DHF), dan Dengue Shock Syndrome (DSS).
- **Parameter Input Gejala:** Diagnosis awal memakai gejala klinis dan parameter dari pedoman WHO dan Kementerian Kesehatan RI: demam, sakit kepala, nyeri punggung, nyeri di belakang bola mata, mual dan muntah, nyeri otot atau sendi, ruam kulit, dan indikasi perdarahan.
- **Rentang Himpunan Linguistik:** Setiap variabel input gejala masuk ke salah satu dari tiga himpunan fuzzy: Rendah (0 sampai kurang dari 3), Sedang (3,1 sampai 6), dan Tinggi (6,1 sampai 10).
- **Fungsi Peran Sistem:** Agen ini mendukung keputusan awal (pre-diagnosis) dan edukasi kesehatan. Diagnosis definitif tetap menjadi wewenang dokter dan pemeriksaan laboratorium klinis.
- **Platform dan Hak Akses:** Aplikasi web ini dibangun dengan PHP dan basis data relasional. Sistem punya dua peran: User (masyarakat atau pasien) dan Admin, yang mengelola data pengguna, penyakit, gejala, aturan fuzzy, dan rekapitulasi diagnosis.

5. Manfaat Proyek

- **Mahasiswa/Pengembang:** Memperdalam analisis rekayasa perangkat lunak dan implementasi kecerdasan buatan, khususnya algoritma Logika Fuzzy Mamdani untuk memodelkan basis pengetahuan medis berbasis web.
- **Tenaga Medis dan Fasilitas Kesehatan:** Alat bantu skrining awal (triage support) yang mempercepat keputusan klinis dan menyediakan informasi awal saat dokter tidak ada di puskesmas.
- **Masyarakat Umum:** Deteksi dini gejala DBD kapan saja tanpa biaya dan antrean. Sistem ini juga meningkatkan kewaspadaan terhadap komplikasi dengue dan memberi panduan penanganan pertama yang tepat.

6. Hipotesis dan Rancangan Solusi

6.1. Rancangan Solusi Arsitektural dan Konseptual

Solusi yang dirancang adalah sistem agen berbasis web yang mengintegrasikan lingkungan pengembangan pakar (*knowledge management*) dan lingkungan konsultasi pengguna (*consultation environment*). Alur pemrosesan agen dirancang dalam komponen terstruktur berikut:

Komponen	Mekanisme Teknis dan Operasional
Basis Pengetahuan & Basis Data	Menyimpan relasi pada lima entitas: pengguna (tb_users), penyakit (tb_penyakit), gejala (tb_gejala), aturan (tb_aturan), dan hasil diagnosis (tb_diagnosa).
Tahap 1: Fuzzifikasi Input	Mengubah nilai keparahan gejala dari pengguna (skala 0 sampai 10) menjadi derajat keanggotaan himpunan Rendah, Sedang, dan Tinggi.
Tahap 2: Inferensi & Implikasi	Mengevaluasi aturan IF-THEN dengan operator AND dan implikasi min. Aturan memetakan kombinasi gejala ke DF, DHF, atau DSS.
Tahap 3: Komposisi & Defuzzifikasi	Menggabungkan keluaran aturan dengan agregasi max, lalu menghitung nilai tegas dengan centroid. Hasilnya persentase kemungkinan penyakit tertinggi beserta solusinya.
Evaluasi & Verifikasi Sistem	Black Box Testing menguji fungsi antarmuka, dan Confusion Matrix mengukur ketepatan klasifikasi diagnosis.

6.2. Hipotesis Penelitian

Hipotesis proyek ini bertumpu pada studi literatur dan kinerja metode pada penelitian acuan.

1. Metode Logika Fuzzy Mamdani pada agen sistem pakar berbasis web mampu mendiagnosis gejala awal DBD dengan akurasi klasifikasi di atas 90%. Studi acuan mencapai akurasi 92,8%, presisi 90,6%, recall 95,8%, dan F1-Score 92,6% pada pengujian Confusion Matrix.
2. Antarmuka agen berfungsi valid dan memenuhi kebutuhan pengguna, dengan target efektivitas fungsional 100% pada Black Box Testing sesuai standar evaluasi sistem informasi.

BAB II
PERSYARATAN FUNGSIONAL

1. Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan sistem berfokus pada pemahaman tujuan serta persyaratan perangkat lunak agar dapat berinteraksi sesuai kebutuhan pengguna. Arsitektur agen sistem pakar ini dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu lingkungan pengembangan sistem yang dikelola oleh Administrator untuk membangun basis pengetahuan, serta lingkungan konsultasi yang digunakan oleh Pengguna non-pakar untuk menyelesaikan permasalahan diagnosis secara mandiri. Rincian kebutuhan fungsional pada **Agent Pendukung Diagnosis Awal DBD Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Web** dipetakan dalam tabel berikut:

Kode	Nama Fungsi	Aktor	Deskripsi Kebutuhan Fungsional
KF-01	Registrasi Akun	User	Sistem menyediakan formulir pendaftaran akun bagi pengguna baru yang belum terdaftar di basis data dengan menginputkan nama, nomor telepon, umur, jenis kelamin, alamat, email, dan kata sandi.
KF-02	Autentikasi (Login & Logout)	User, Admin	Sistem memvalidasi akses masuk menggunakan email dan kata sandi yang terdaftar, menampilkan peringatan jika kredensial tidak valid, serta menyediakan fitur keluar sesi (*logout*).
KF-03	Direktori Informasi Penyakit	User	Sistem menampilkan daftar jenis penyakit infeksi dengue (*Dengue Fever*, *Dengue Hemorrhagic Fever*, dan *Dengue Shock Syndrome*) beserta deskripsi definisi dan solusi penanganannya.
KF-04	Dashboard Statistik Diagnosis	User, Admin	Sistem menyajikan antarmuka *dashboard* yang memuat persentase distribusi hasil diagnosis penyakit dari kategori DF, DHF, dan DSS.

KF-05	Input Konsultasi & Diagnosis Gejala	User	Sistem menyediakan formulir interaktif bagi pengguna untuk memilih pengguna dan menginputkan nilai rentang keparahan pada setiap gejala DBD yang dialami.
KF-06	Pemrosesan Inferensi Agen Fuzzy	Sistem (Agen)	Sistem mengeksekusi perhitungan metode Fuzzy Mamdani secara otomatis yang meliputi proses fuzzifikasi nilai gejala, pencocokan basis aturan (*rule base*), serta penegasan (*defuzzifikasi*) untuk menentukan skor penyakit tertinggi.
KF-07	Penyajian, Cetak PDF, & Hapus Riwayat Diagnosis	User	Sistem menampilkan tabel rekapitulasi hasil diagnosis berupa nama penyakit, nilai *confidence*/skor, rincian aturan yang terpenuhi, solusi penanganan, fitur unduh laporan berformat PDF, serta fitur hapus riwayat diagnosis.
KF-08	Manajemen Data Pengguna	Admin	Sistem memfasilitasi Admin untuk melihat daftar pengguna, menambah akun baru, mengubah profil pengguna, serta menghapus data pengguna secara permanen dari basis data.
KF-09	Manajemen Data Penyakit	Admin	Sistem memungkinkan Admin mengelola data master penyakit (tambah, ubah, hapus) yang meliputi ID penyakit, nama penyakit, deskripsi klinis, dan solusi pengobatan.
KF-10	Manajemen Data Gejala & Himpunan Fuzzy	Admin	Sistem memungkinkan Admin mengelola data gejala (tambah, ubah, hapus) yang mencakup ID gejala, nama gejala, serta batas rentang awal dan akhir untuk Himpunan Fuzzy 1 (Rendah), Himpunan Fuzzy 2 (Sedang), dan Himpunan Fuzzy 3 (Tinggi).

KF-11	Manajemen Basis Aturan (*Rule Base*)	Admin	Sistem menyediakan fitur bagi Admin untuk merangkai, mengubah, dan menghapus aturan relasi logika (*IF-THEN*) yang menghubungkan nama penyakit dengan tingkatan himpunan fuzzy pada setiap gejala.
KF-12	Manajemen Rekapitulasi Diagnosis	Admin	Sistem mengizinkan Admin memantau seluruh riwayat hasil diagnosis pengguna, melakukan pencarian data, mengunduh detail laporan diagnosis, serta menghapus rekaman diagnosis.

2. Perancangan Use Case

Perancangan *Use Case* mendefinisikan interaksi fungsional antara aktor eksternal dengan sistem agen diagnosis penyakit Demam Berdarah Dengue. Sistem melibatkan dua aktor utama dengan pembagian hak akses sebagai berikut:

Aktor User (Masyarakat / Pasien):

- Melakukan registrasi akun dan melakukan *login* menggunakan email serta kata sandi yang telah didaftarkan.
- Mengakses halaman *dashboard* dan melihat daftar informasi penyakit beserta solusinya.
- Mengakses menu diagnosis dan menginputkan data nilai keparahan gejala pada formulir pembuatan diagnosis baru.
- Melihat hasil perhitungan diagnosis langsung pada tabel rekapitulasi, mencetak/mengunduh hasil diagnosis dalam format PDF, serta menghapus data hasil diagnosis miliknya.
- Melakukan *logout* untuk mengakhiri sesi akses pada sistem.

Aktor Admin (Pengelola Sistem & Basis Pengetahuan):

- Melakukan *login* untuk mengakses halaman pengelolaan basis data dan menu manajemen pada *sidebar* sistem.
- **Mengelola Data User:** Menjalankan operasi tambah data pengguna, ubah data pengguna, dan hapus data pengguna pada tabel tb_users.
- **Mengelola Data Penyakit:** Menjalankan operasi input data penyakit, ubah data penyakit, dan hapus data penyakit pada tabel tb_penyakit.

- **Mengelola Data Gejala:** Menjalankan operasi input data gejala beserta parameter himpunan fuzzy, ubah data gejala, dan hapus data gejala pada tabel tb_gejala.
- **Mengelola Data Aturan:** Menjalankan operasi input data aturan inferensi, ubah data aturan, dan hapus data aturan pada tabel tb_aturan.
- **Mengelola Data Hasil Diagnosa:** Menjalankan operasi input diagnosis baru, melihat detail serta mencetak hasil diagnosa, dan menghapus data diagnosa pada tabel tb_diagnosa.

3. Aturan Bisnis Agen (*Agent Business Rules*)

Aturan bisnis agen mendefinisikan logika operasional, batasan pemrosesan pengetahuan, serta mekanisme pengambilan keputusan yang ditanamkan ke dalam mesin inferensi **Agent Pendukung Diagnosis Awal DBD**:

3.1. Aturan Kuantifikasi dan Fuzzifikasi Gejala

Agen mengubah nilai input tegas (*crisp input*) dari setiap gejala yang dimasukkan pengguna pada skala 0 hingga 10 menjadi variabel linguistik himpunan fuzzy. Dalam perancangan himpunan dan implementasi fungsi pemrograman (fuzzify), agen menerapkan klasifikasi derajat keparahan gejala sebagai berikut:

- **Himpunan Linguistik Rendah:** Ditetapkan apabila nilai input gejala berada pada rentang 0 sampai dengan 3 ($0 \leq$ nilai ≤ 3 atau interval $0 < 3$).
- **Himpunan Linguistik Sedang:** Ditetapkan apabila nilai input gejala berada pada rentang di atas 3 hingga 6 atau 7 (interval desain $3{,}1 \leq 6$ dan implementasi fungsi kode $3 <$ nilai ≤ 7).
- **Himpunan Linguistik Tinggi:** Ditetapkan apabila nilai input gejala melampaui batas kategori sedang hingga 10 (interval desain $6{,}1 \leq 10$ dan implementasi fungsi kode nilai > 7).

3.2 Aturan Evaluasi Implikasi dan Mesin Inferensi

Agen mengevaluasi kumpulan aturan pengetahuan pakar berbentuk proposisi implikasi *IF-THEN* dengan menghubungkan seluruh gejala anteseden menggunakan operator logika **AND**:

$$\text{IF } x_1 \text{ is } A_1 \text{ AND } \ldots \text{ AND } x_n \text{ is } A_n \text{ THEN } y \text{ is } B$$

- Pada tataran matematis metode Mamdani (*min-max*), fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi **Min** untuk mengambil nilai minimum derajat keanggotaan antar gejala pada satu aturan, diikuti komposisi aturan menggunakan metode **Max** (operasi *union*/OR) dengan rumus:

$$\mu_{\text{Agregasi}}(y) = \max\{\mu_{B1}(y), \mu_{B2}(y), \ldots, \mu_{Bn}(y)\}$$

- Pada tataran algoritma komparasi objek dalam kode aplikasi (applyFuzzyRules), agen mencocokkan nilai himpunan hasil fuzzifikasi input pengguna ($fuzzifiedInput) terhadap himpunan aturan pakar ($expectedFuzzySet) untuk setiap gejala, lalu mengakumulasikan skor kecocokan aturan ($score++) pada masing-masing ID aturan penyakit.

3.4 Aturan Defuzzifikasi dan Penentuan Keputusan Diagnosis

Tahap penegasan (*defuzzifikasi*) mengonversi himpunan fuzzy hasil inferensi menjadi nilai tegas (*crisp output*) untuk menetapkan kesimpulan akhir diagnosis:

- Perhitungan titik pusat area fuzzy dilakukan menggunakan metode **Centroid** (*Center of Area*) melalui persamaan:

$$\text{Output Crisp} = \frac{\sum(\mu_i \times x_i)}{\sum \mu_i}$$

- Pada modul penentu keputusan sistem, agen mengurutkan akumulasi skor kecocokan penyakit dari nilai tertinggi ke terendah (arsort($diseaseScores)) dan menetapkan penyakit dengan skor tertinggi (array_key_first) sebagai hasil diagnosis akhir yang ditampilkan kepada pengguna.

3.5. Aturan Klasifikasi Spektrum Penyakit dan Tindak Lanjut Medis

Agen memetakan hasil akhir inferensi ke dalam salah satu dari tiga tingkatan klinis infeksi dengue beserta protokol rekomendasinya:

- **Dengue Fever (DF):** Kategori infeksi dengue tingkat awal yang disertai rekomendasi penanganan mandiri terukur berupa istirahat cukup, konsumsi banyak cairan untuk mencegah dehidrasi, pemberian parasetamol untuk meredakan demam dan nyeri, larangan penggunaan obat anti-inflamasi non-steroid (seperti aspirin atau ibuprofen) guna menghindari risiko perdarahan, serta pemantauan gejala secara berkala.
- **Dengue Hemorrhagic Fever (DHF):** Kategori demam berdarah dengan risiko perdarahan yang memerlukan rekomendasi perawatan medis di rumah sakit untuk pemantauan ketat terhadap tanda-tanda vital, kadar trombosit, dan hematokrit, pemberian terapi cairan intravena, serta kesiapsiagaan transfusi darah jika terjadi perdarahan serius.
- **Dengue Shock Syndrome (DSS):** Kategori tahap infeksi dengue paling parah akibat kebocoran plasma yang mewajibkan rekomendasi rujukan perawatan intensif segera di unit perawatan intensif (*ICU*) dengan manajemen cairan yang agresif.

3.6 Aturan Otorisasi Data dan Validasi Pakar

- **Otoritas Basis Pengetahuan:** Pengguna biasa (*User*) hanya memiliki hak akses baca terhadap daftar penyakit dan hanya dapat mengelola riwayat diagnosis

miliknya sendiri, sedangkan modifikasi terhadap parameter gejala, rentang himpunan fuzzy, dan basis aturan *IF-THEN* dikunci khusus untuk peran *Admin*.

- **Konfirmasi Penghapusan Data:** Setiap aksi penghapusan data permanen (baik data pengguna, penyakit, gejala, aturan, maupun riwayat diagnosis) wajib melewati dialog verifikasi konfirmasi ("*Apakah anda yakin? Menghapus data secara permanen!*") untuk mencegah kehilangan data secara tidak sengaja.
- **Batasan Etis Klinis:** Agen berfungsi sebagai sistem pendukung keputusan awal (*pre-diagnosis*) berbasis gejala klinis tanpa pemeriksaan laboratorium, sehingga seluruh keluaran sistem berstatus sebagai rekomendasi skrining dini dan langkah antisipasi awal sebelum penanganan dokter.

BAB III
PERSYARATAN NON-FUNGSIONAL DAN TATA KELOLA SISTEM

1. Atribut Kualitas Perangkat Lunak

Agar **Agent Pendukung Diagnosis Awal DBD Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Web** dapat diandalkan oleh masyarakat umum dan pengelola sistem secara optimal, perancangan perangkat lunak ini memperhatikan beberapa atribut kualitas utama yang diadopsi dari standar rekayasa perangkat lunak:

- **1. Reliabilitas (*Reliability*):** Sistem dirancang agar mampu memproses perhitungan logika fuzzy Mamdani secara konsisten tanpa mengalami *crash* atau inkonsistensi data. Mekanisme validasi input pada formulir konsultasi gejala memastikan bahwa setiap nilai rentang keparahan yang dimasukkan oleh pengguna selalu berada dalam batas parameter yang valid (0 sampai 10) sebelum dieksekusi oleh mesin inferensi.
- **2. Kinerja dan Responsivitas (*Performance & Response Time*):** Sebagai aplikasi berbasis web yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP dan struktur basis data relasional yang tersetruktur, sistem menargetkan waktu muat halaman (*page load time*) yang cepat. Eksekusi query basis data untuk pencocokan basis aturan (*rule base*) dan defuzzifikasi centroid dirancang efisien agar hasil diagnosis dapat disajikan kepada pengguna secara real-time tanpa jeda waktu tunggu yang lama.
- **3. Kegunaan dan Kemudahan Akses (*Usability*):** Antarmuka web dirancang secara intuitif, interaktif, dan ramah pengguna (*user-friendly*), sehingga masyarakat awam yang bertindak sebagai pasien dapat dengan mudah memahami alur pengisian gejala, membaca hasil persentase diagnosis, serta mengunduh laporan rekapitulasi berformat PDF tanpa memerlukan panduan teknis yang rumit.
- **4. Portabilitas dan Kompatibilitas (*Portability*):** Karena berbasis web, sistem ini dapat diakses secara fleksibel melalui berbagai peramban web standar (*web browser* seperti Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge, atau Safari) di perangkat komputer, laptop, maupun telepon pintar tanpa memerlukan instalasi aplikasi tambahan yang memberatkan perangkat pengguna.

2. Keamanan Sistem (*System Security*)

Aspek keamanan menjadi prioritas penting mengingat sistem ini mengelola data pribadi pengguna serta informasi rekam jejak kesehatan. Pengamanan sistem diterapkan melalui beberapa lapis perlindungan:

- **1. Autentikasi dan Manajemen Sesi Pengguna:** Setiap pengguna (*User*) dan pengelola (*Admin*) diwajibkan melewati proses verifikasi kredensial berupa kombinasi email yang unik dan kata sandi terenkripsi pada halaman *login* sebelum dapat mengakses menu diagnosis atau panel pengelolaan data. Sistem secara otomatis mengelola sesi aktif untuk mencegah akses ilegal oleh pihak yang tidak berwenang.
- **2. Pembatasan Hak Akses Berbasis Peran (*Role-Based Access Control*):** Sistem memisahkan batasan fungsional secara ketat antara peran *User* dan *Admin*. Pengguna biasa hanya memiliki hak akses untuk melakukan konsultasi mandiri dan mengelola data riwayat diagnosis miliknya sendiri, sementara hak untuk menambah, mengubah, atau menghapus master data penyakit, daftar gejala, dan basis aturan fuzzy (*rule base*) dikhususkan eksklusif untuk akun berhak akses *Admin*.
- **3. Validasi dan Integritas Basis Data:** Untuk menjaga integritas data dari risiko manipulasi atau penghapusan yang tidak disengaja, setiap aksi pengelolaan data penting—khususnya operasi penghapusan akun, penyakit, gejala, aturan, maupun riwayat diagnosis—selalu dilengkapi dengan dialog konfirmasi persetujuan (*confirmation prompt*).

3. Tata Kelola dan Etika Klinis Sistem (*Governance & Clinical Ethics*)

Penerapan kecerdasan buatan dalam ranah kesehatan memerlukan tata kelola moral dan operasional yang jelas agar selaras dengan standar medis yang berlaku:

- **1. Batasan Tanggung Jawab Medis (*Pre-Diagnosis Disclaimer*):** Sistem ini secara tegas diposisikan sebagai alat bantu skrining awal (*pre-diagnosis*) dan sarana edukasi kesehatan mandiri berbasis web. Hasil keluaran sistem tidak menggantikan diagnosis definitif, resep medis, atau pemeriksaan laboratorium resmi dari dokter spesialis.
- **2. Transparansi Pengetahuan Pakar:** Seluruh parameter gejala, bobot himpunan fuzzy, dan susunan basis aturan *IF-THEN* yang tertanam di dalam mesin inferensi agen disusun berdasarkan studi literatur pedoman resmi WHO serta Kementerian Kesehatan RI, dan dirancang agar dapat ditinjau serta diperbarui secara berkala oleh *Admin* untuk menjaga validitas ilmiah sistem.

BAB IV
DESAIN ARSITEKTUR

1. Arsitektur Sistem dan Pemodelan Modul

Desain arsitektur untuk **Agent Pendukung Diagnosis Awal DBD Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Web** disusun dengan pendekatan modular agar mudah dipelihara dan dikembangkan. Secara mendasar, cetak biru perangkat lunak ini memadukan dua ruang kerja utama, yakni ruang pengembangan sistem (*development environment*) yang dipakai pengelola untuk merawat basis pengetahuan pakar, serta ruang konsultasi (*consultation environment*) yang memfasilitasi masyarakat awam saat melakukan skrining gejala secara mandiri. Pemisahan ini memastikan masyarakat dapat berkonsultasi dengan nyaman tanpa terbebani kerumitan rumus di balik layar, sementara pengelola sistem tetap leluasa memperbarui aturan medis sesuai perkembangan klinis.

Supaya alur kerja di dalam aplikasi berjalan selaras dan tidak saling tumpang tindih, struktur modulnya dibagi ke dalam empat lapisan fungsional:

- **Lapisan Antarmuka Pengguna (*Presentation Layer*):** Bagian terdepan aplikasi yang berinteraksi langsung dengan pengguna melalui tampilan situs web yang ramah dan responsif. Di lapisan ini, pengguna mengakses halaman pendaftaran akun, masuk ke sistem (*login*), melihat dasbor persentase penyakit, membaca direktori informasi infeksi dengue, mengisi formulir keluhan gejala, hingga mengunduh laporan hasil skrining dalam bentuk dokumen PDF.
- **Lapisan Logika Aplikasi dan Pengendali (*Application & Control Layer*):** Berfungsi sebagai pengatur lalu lintas data yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman **Python** melalui kerangka kerja web modern. Modul ini bertugas memvalidasi hak akses akun pengguna maupun administrator, menjaga keamanan sesi masuk, serta memfasilitasi fitur pengelolaan data seperti menambah, mengubah, dan menghapus informasi pada halaman manajemen sistem.
- **Lapisan Mesin Inferensi Cerdas (*Inference Engine Layer*):** Merupakan komponen inti tempat agen cerdas bekerja memproses logika **Fuzzy Mamdani** dengan dukungan pustaka komputasi Python. Ketika nilai gejala masuk, modul ini langsung bekerja secara berurutan mulai dari mengubah angka tegas menjadi nilai linguistik (*fuzzifikasi*), mengevaluasi aturan *IF-THEN* melalui fungsi implikasi *min*, menggabungkan aturan dengan komposisi *max*, hingga menghitung titik pusat (*defuzzifikasi centroid*) untuk menghasilkan skor akhir diagnosis.
- **Lapisan Pangkalan Data (*Database Layer*):** Bertindak sebagai pusat penyimpanan seluruh memori sistem secara terstruktur. Lapisan ini menyimpan rekam jejak pengguna, daftar gejala klinis, jenis penyakit, hingga kumpulan aturan logika pakar di dalam basis data relasional agar siap dipanggil kapan saja saat proses diagnosis berlangsung.

2. Alur Data dan Relasi Entitas (*Data Flow & Entity Relationship*)

Agar setiap proses pencatatan gejala dan penarikan kesimpulan medis berjalan akurat, perancangan basis data dibangun dengan menghubungkan lima tabel utama yang saling berelasi:

Nama Entitas / Tabel	Peran dalam Sistem	Atribut Data yang Disimpan
tb_users	Menyimpan profil seluruh pengguna aplikasi, baik masyarakat umum maupun pengelola sistem.	ID pengguna, nama lengkap, alamat email, kata sandi, nomor telepon, peran akses (*admin* atau *user*), alamat domisili, usia, dan jenis kelamin.
tb_penyakit	Menyimpan informasi induk mengenai spektrum penyakit infeksi virus dengue.	ID penyakit, kode dan nama penyakit (*Dengue Fever*, *Dengue Hemorrhagic Fever*, dan *Dengue Shock Syndrome*), deskripsi medis, serta saran penanganan awal.
tb_gejala	Mencatat daftar keluhan klinis DBD beserta batas rentang himpunan fuzzy-nya.	ID gejala, kode dan nama gejala (seperti demam, sakit kepala, nyeri sendi, ruam kulit, hingga leukopenia), serta batas rentang nilai untuk kategori Rendah, Sedang, dan Tinggi.
tb_aturan	Menyimpan basis pengetahuan pakar yang menghubungkan kombinasi gejala dengan penyakit tertentu.	ID aturan, kode aturan, relasi ID penyakit, serta deretan logika kecocokan tingkat keparahan gejala (*rule base*).
tb_diagnosa	Merekam riwayat setiap sesi konsultasi yang dilakukan oleh pengguna di dalam sistem.	ID diagnosis, relasi ID pengguna, ID penyakit yang terdeteksi, ID aturan yang cocok, skor atau nilai

		confidence hasil perhitungan fuzzy, dan waktu pemeriksaan.

3. Infrastruktur dan Lingkungan Pengembangan

Pengembangan serta pengoperasian agen berbasis web dengan dukungan komputasi Python ini memerlukan kesiapan infrastruktur perangkat lunak dan perangkat keras yang memadai agar performa inferensinya tetap stabil:

- **Lingkungan Perangkat Lunak (*Software Environment*):**
    1. **Sistem Operasi:** Windows, Linux, maupun macOS.
    2. **Bahasa Pemrograman & Kerangka Kerja:** Menggunakan **Python** sebagai bahasa utama pengendali aplikasi web (*web framework* seperti Flask atau Django) sekaligus pengolah logika kecerdasan buatan untuk mengeksekusi perhitungan himpunan Fuzzy Mamdani secara presisi.
    3. **Manajemen Basis Data:** Menggunakan sistem manajemen basis data relasional (seperti MySQL, MariaDB, atau PostgreSQL) untuk menampung struktur relasi antara tabel pengguna, gejala, penyakit, aturan, dan riwayat diagnosis.
    4. **Antarmuka dan Peramban Web (*Web Browser*):** Mengandalkan teknologi antarmuka web standar yang responsif sehingga dapat dibuka dengan lancar melalui berbagai peramban populer seperti Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge, maupun Safari tanpa perlu memasang aplikasi khusus di perangkat pengguna.

BAB V
DESAIN TERPERINCI

1. Desain Data dan Basis Pengetahuan

Kemampuan sebuah agen sistem pakar dalam memberikan hasil skrining yang akurat sangat bergantung pada kualitas basis pengetahuan yang ditanamkan di dalamnya. Pada proyek **Agent Pendukung Diagnosis Awal DBD Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Web**, seluruh pengetahuan medis dihimpun dari pedoman resmi *World Health Organization* (WHO) dan Kementerian Kesehatan RI, lalu dipetakan menjadi himpunan data penyakit, gejala klinis, serta relasi aturan keputusan.

1.1 Klasifikasi Data Penyakit (tb_penyakit)

Sistem mengelompokkan spektrum infeksi virus dengue ke dalam tiga tingkatan klinis utama agar pengguna mendapatkan gambaran keparahan kondisi secara spesifik:

No	Nama Penyakit	Deskripsi Klinis	Rekomendasi Penanganan Awal (Solusi)
1	*Dengue Fever* (DF)	Infeksi virus dengue tingkat awal yang ditandai dengan demam tinggi mendadak, sakit kepala berat, nyeri di belakang bola mata, nyeri otot dan sendi, serta ruam kulit.	Istirahat cukup, minum banyak cairan untuk mencegah dehidrasi, konsumsi parasetamol guna meredakan demam dan nyeri, hindari obat anti-inflamasi non-steroid (seperti aspirin atau ibuprofen) karena memicu risiko perdarahan, serta pantau gejala secara berkala.
2	*Dengue Hemorrhagic Fever* (DHF)	Bentuk infeksi dengue yang lebih serius dengan manifestasi kecenderungan perdarahan (seperti mimisan atau gusi berdarah) dan penurunan kadar trombosit.	Memerlukan perawatan medis di rumah sakit untuk pemantauan ketat tanda-tanda vital, kadar trombosit, dan hematokrit, pemberian terapi cairan intravena, serta kesiapsiagaan transfusi darah apabila terjadi perdarahan hebat.
3	*Dengue Shock Syndrome* (DSS)	Tahap infeksi dengue paling kritis yang berkembang dari DHF akibat kebocoran plasma parah hingga memicu kegagalan sirkulasi atau syok.	Memerlukan rujukan dan perawatan intensif segera di unit perawatan intensif (*ICU*) rumah sakit dengan manajemen cairan intravena yang agresif untuk menstabilkan tekanan darah.

B. Desain Data Gejala dan Himpunan Linguistik (tb_gejala)

Setiap gejala yang dirasakan pengguna dinilai menggunakan skala angka 0 hingga 10, kemudian dikelompokkan ke dalam tiga himpunan linguistik fuzzy, yaitu **Rendah** (0nilai3), **Sedang** (3,1nilai6 atau hingga 7 pada implementasi fungsi), dan **Tinggi** (6,1nilai10 atau di atas 7 pada fungsi kode). Daftar gejala klinis yang dianalisis oleh agen meliputi:

Nama Gejala Klinis	Himpunan Rendah	Himpunan Sedang	Himpunan Tinggi
Demam	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)
Sakit kepala	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)
Nyeri punggung (*mialgia*)	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)
Nyeri di belakang mata (*retro-orbital*)	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)
Mual dan muntah	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)
Nyeri tulang dan sendi (*artralgia*)	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)
Ruam pada kulit	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)
Kondisi kadar darah putih rendah (*leukopenia*)	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)
Pertumbuhan sel tinggi / kelenjar getah bening (*limfadenopati*)	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)

Perdarahan mukosa / bintik merah (*petekie*)	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)
Bintik merah kecil / memar (*purpura / ekimosis*)	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)
Perdarahan hidung / mimisan (*epistaksis*)	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)
Perdarahan gusi	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)
Muntah darah (*hematemesis*) / feses hitam (*melena*)	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)
Pembesaran hati (*hepatomegali*)	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)
Penurunan jumlah trombosit (*trombositopenia*)	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)
Kebocoran plasma / peningkatan hematokrit (*hemokonsentrasi*)	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)
Nadi lemah, cepat, dan gelisah / kulit dingin (*tanda syok*)	0-3	3,1-6 (4-7)	6,1-10 (8-10)

2. Metode dan Algoritma AI (Fuzzy Inference System Mamdani)

Metode **Fuzzy Mamdani** (sering disebut metode *Min-Max*) bekerja layaknya intuisi seorang dokter ketika menimbang berat-ringannya keluhan pasien sebelum menarik kesimpulan klinis. Algoritma ini memetakan ruang input gejala ke ruang output diagnosis melalui empat tahapan sistematis:

1. **Tahap Fuzzifikasi (*Pembentukan Himpunan Fuzzy*):** Mengambil angka keparahan gejala dari pengguna ($x_i \in [0,10]$) dan memetakannya ke dalam derajat keanggotaan himpunan linguistik ($\mu_{\text{Rendah}}, \mu_{\text{Sedang}}, \mu_{\text{Tinggi}}$).
2. **Tahap Implementasi Fungsi Implikasi (*Evaluasi Aturan Min*):** Setiap aturan pada basis pengetahuan dievaluasi menggunakan operator logika **AND**. Dalam metode Mamdani, fungsi implikasi yang dipakai adalah fungsi **Min**, yakni mengambil nilai derajat keanggotaan paling kecil di antara gejala-gejala penyusun aturan ke-k:

$$\alpha\text{-predikat}_k = \min\left(\mu_{A1}(x_1), \mu_{A2}(x_2), \dots, \mu_{An}(x_n)\right)$$

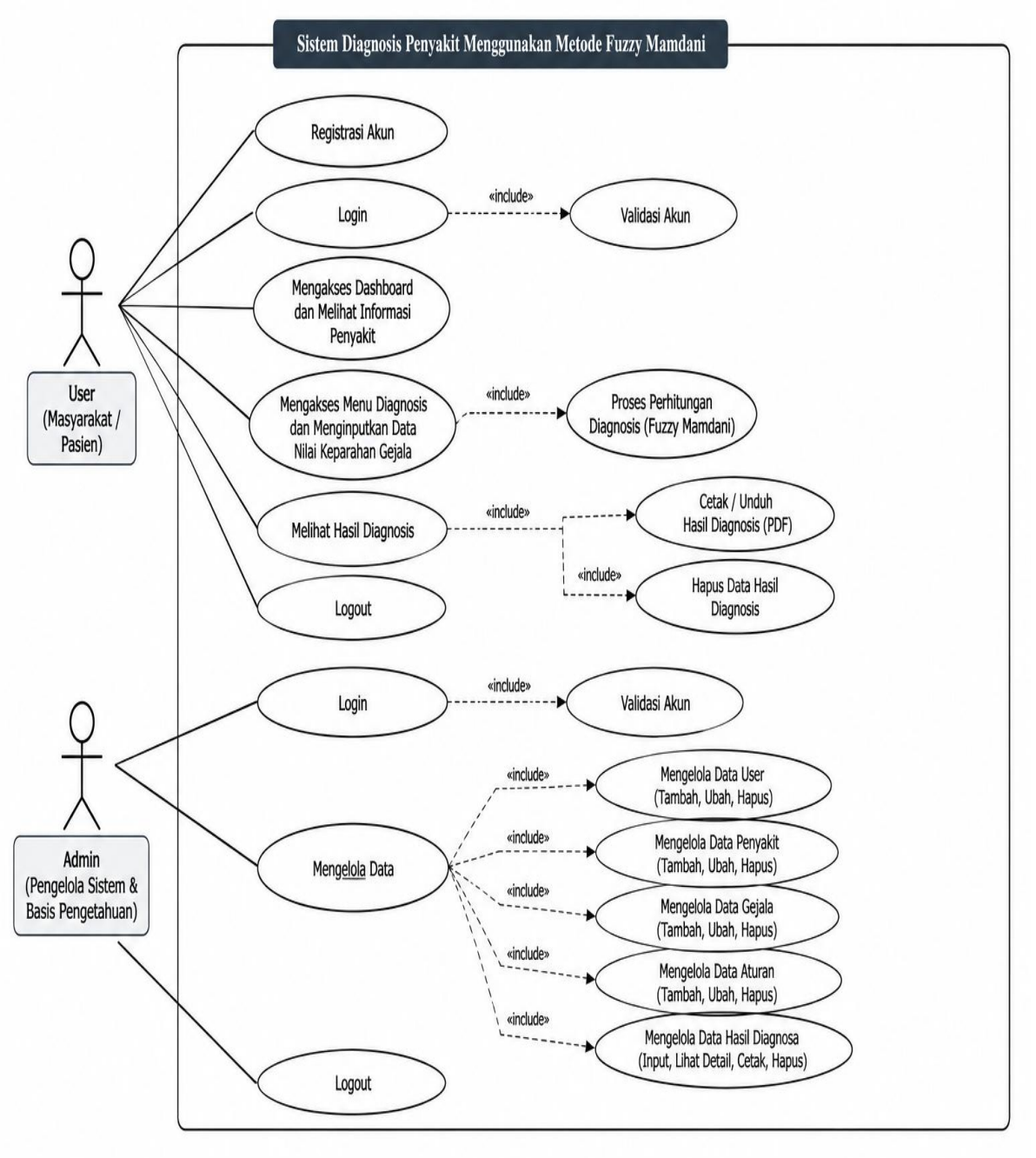
5.3 Pseudocode dan Implementasi Algoritma (Berbasis Python)

Selaras dengan arsitektur *backend* sistem yang menggunakan bahasa pemrograman **Python**, berikut adalah rancangan *pseudocode* terstruktur beserta implementasi logika fungsi untuk menjalankan proses fuzzifikasi, evaluasi aturan, hingga penegasan hasil diagnosis:

```
classDengueFuzzyAgent:
    def __init__(self, db_session):
        self.db = db_session

    # 1. Tahap Fuzzifikasi: Mengubah nilai input (0-10) ke himpunan linguistik
    def fuzzify(self, value: float) -> str:
        if 0 <= value <= 3:
            return "Rendah"
        elif 3 < value <= 7:
            return "Sedang"
        else:
            return "Tinggi"
```

3. Use Case


Sistem Diagnosis Penyakit Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani
User
(Masyarakat / Pasien)
Registrasi Akun
Login
«include»
Validasi Akun
Mengakses Dashboard dan Melihat Informasi Penyakit
Mengakses Menu Diagnosis dan Menginputkan Data Nilai Keparahan Gejala
«include»
Proses Perhitungan Diagnosis (Fuzzy Mamdani)
Melihat Hasil Diagnosis
«include»
Cetak / Unduh Hasil Diagnosis (PDF)
«include»
Hapus Data Hasil Diagnosis
Logout
Admin
(Pengelola Sistem & Basis Pengetahuan)
Login
«include»
Validasi Akun
Mengelola Data
«include»
Mengelola Data User (Tambah, Ubah, Hapus)
«include»
Mengelola Data Penyakit (Tambah, Ubah, Hapus)
«include»
Mengelola Data Gejala (Tambah, Ubah, Hapus)
«include»
Mengelola Data Aturan (Tambah, Ubah, Hapus)
«include»
Mengelola Data Hasil Diagnosa (Input, Lihat Detail, Cetak, Hapus)
Logout

BAB VI
KOMPONEN, PROSES, DAN PENANGANAN SITUASI AGEN

1. Komponen dan Alur Kerja Agen

Agent Pendukung Diagnosis Awal DBD bekerja menggunakan empat komponen inti yang saling terhubung untuk meniru penalaran pakar medis:

- **Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*):** Pusat penyimpanan data penyakit, gejala DBD, rentang nilai himpunan fuzzy, serta aturan logika medis (*rule base*) yang mengacu pada pedoman WHO dan Kementerian Kesehatan RI.
- **Modul Fuzzifikasi:** Komponen pengolah input yang menerjemahkan nilai keparahan gejala dari pengguna pada skala 0 hingga 10 ke dalam kategori linguistik Rendah, Sedang, dan Tinggi.
- **Mesin Inferensi Fuzzy:** Pusat penalaran agen yang mencocokkan kategori gejala pengguna terhadap basis aturan *IF-THEN* menggunakan fungsi implikasi *Min* dan komposisi *Max*.
- **Modul Defuzzifikasi (*Penegasan*):** Komponen penentu keputusan yang mengubah himpunan fuzzy menjadi skor tegas melalui metode *Centroid* untuk menetapkan persentase kemungkinan penyakit tertinggi.

Alur Kerja: Saat pengguna memasukkan nilai keluhan gejala di halaman web, agen langsung memetakan angka tersebut ke kategori himpunan fuzzy dan mencocokkannya dengan daftar aturan di basis data. Sistem kemudian mengurutkan skor kecocokan tertinggi untuk menentukan apakah pengguna terindikasi *Dengue Fever* (DF), *Dengue Hemorrhagic Fever* (DHF), atau *Dengue Shock Syndrome* (DSS), lalu menampilkan hasilnya beserta saran penanganan awal yang dapat diunduh dalam format PDF.

2. Penanganan Situasi (*Situation Handling*)

Agar aplikasi tetap aman dan responsif saat digunakan, agen dilengkapi mekanisme penanganan situasi berikut:

- **Kegagalan Login:** Jika email atau kata sandi tidak cocok, sistem menahan pengguna di halaman masuk dan memunculkan pesan peringatan pada kolom isian.
- **Kemiripan Gejala dengan Demam Biasa:** Saat keluhan awal tampak samar, logika Fuzzy Mamdani tetap menghitung proporsi kedekatan gejala dan menyajikan persentase penyakit yang paling mendekati aturan pakar.
- **Indikasi Kondisi Kritis (DHF / DSS):** Jika hasil mengarah pada kondisi gawat darurat seperti *Dengue Shock Syndrome*, sistem langsung memberikan peringatan rujukan segera ke rumah sakit atau ruang *ICU* untuk penanganan cairan intensif.
- **Pencegahan Hapus Data Tidak Sengaja:** Setiap tindakan hapus data pada akun, penyakit, gejala, aturan, maupun riwayat diagnosis wajib melewati jendela konfirmasi persetujuan sebelum dihapus permanen.
- **Antisipasi Ketiadaan Dokter:** Ketika dokter tidak sedang bertugas di puskesmas, sistem berfungsi sebagai pemandu skrining awal dan memberikan

saran pertolongan pertama yang aman, seperti menjaga asupan cairan, memberikan parasetamol, serta melarang konsumsi aspirin atau ibuprofen.

3. Rencana Pengujian Sistem

Kualitas dan ketepatan sistem diuji melalui dua pendekatan evaluasi utama:

1. **Black Box Testing:** Menguji seluruh fungsi antarmuka dan fitur manajemen data pada sisi *User* maupun *Admin* untuk memastikan aplikasi berjalan sesuai rancangan tanpa kendala teknis. Efektivitas fungsional diukur menggunakan standar Litbang Depdagri (1991) melalui rasio keberhasilan sampel kasus uji:

$$\text{Nilai Efektivitas Total} = \frac{\sum \text{Nilai Efektivitas Tiap Tabel}}{\text{Jumlah Tabel yang Diuji}}$$

2. **Confusion Matrix & Evaluasi Error:** Mengukur ketepatan klasifikasi diagnosis agen melalui parameter **Akurasi**, **Presisi**, **Recall**, dan **F1-Score**. Selain itu, konsistensi perhitungan defuzzifikasi sistem terhadap hitungan manual dapat divalidasi menggunakan nilai kesalahan rata-rata *MAE* (*Mean Absolute Error*) dan *RMSE* (*Root Mean Squared Error*).

4. Tahapan Implementasi

Pengembangan proyek dilaksanakan secara bertahap melalui alur berikut:

1. **Identifikasi Masalah & Studi Literatur:** Merumuskan masalah keterlambatan deteksi dini DBD serta mengkaji referensi sistem pakar Fuzzy Mamdani.
2. **Pengumpulan Data:** Menghimpun data penyakit, gejala DBD, rentang himpunan fuzzy, dan relasi aturan dari pedoman WHO serta Kemenkes RI.
3. **Analisis & Perancangan Sistem:** Menyusun spesifikasi kebutuhan sistem serta membuat diagram UML (*Use Case*, *Activity*, *Class Diagram*) dan skema basis data.
4. **Implementasi Kode Program:** Membangun pangkalan data relasional, antarmuka web, dan mesin inferensi Fuzzy Mamdani berbasis Python.
5. **Pengujian & Evaluasi:** Menjalankan uji fungsional *Black Box* dan uji akurasi *Confusion Matrix* sebelum penarikan kesimpulan akhir.

5. Risiko dan Mitigasi

Risiko	Langkah Mitigasi
Salah Tafsir Hasil sebagai Vonis Medis Mutlak	Menyertakan keterangan bahwa aplikasi adalah alat bantu deteksi awal (*pre-diagnosis*) yang tidak menggantikan pemeriksaan dokter atau laboratorium.

Risiko	Langkah Mitigasi
Ketidaktepatan Rentang Aturan Fuzzy	Merujuk pada pedoman WHO dan Kemenkes RI, melakukan validasi pakar, serta menyediakan menu manajemen aturan bagi *Admin* untuk pembaruan data.
Subjektivitas Penilaian Gejala oleh Pasien	Membagi skala keparahan gejala (0-10) ke dalam tiga rentang linguistik yang mudah dipahami (Rendah, Sedang, Tinggi) pada antarmuka yang ramah pengguna.
Keamanan Data & Risiko Terhapus	Menerapkan autentikasi *login*, pemisahan hak akses *User* dan *Admin*, serta notifikasi konfirmasi sebelum penghapusan data permanen.

6. Indikator Keberhasilan

Proyek ini dinilai berhasil apabila memenuhi target capaian kinerja berikut:

- **Efektivitas Fungsional:** Seluruh skenario uji *Black Box* berjalan sukses dengan tingkat efektivitas mencapai **100%** (kategori *Sangat Efektif*).
- **Performa Akurasi Diagnosis:** Mencapai tolak ukur pengujian *Confusion Matrix* dengan **Akurasi** $\geq 92{,}8\%$, **Presisi** $\geq 90{,}6\%$, **Recall** $\geq 95{,}8\%$, dan **F1-Score** $\geq 92{,}6\%$.
- **Konsistensi Perhitungan:** Memiliki tingkat penyimpangan yang sangat kecil terhadap perhitungan manual (target $MAE \leq 2{,}8\%$ dan $RMSE \leq 2{,}83\%$).
- **Kemudahan Akses & Luaran:** Pengguna dapat melakukan skrining mandiri melalui peramban web dan mengunduh hasil diagnosis beserta solusi penanganannya dalam format PDF.

DAFTAR PUSTAKA

Athiyah, A., Handayani, M., Aldean, N., Putra, & Ramadhani, R. (2021). Sistem Inferensi Fuzzy: Pengertian, Penerapan, dan Manfaatnya. *Journal of DINDA (Data Science, Information Technology, and Data Analytics)*, 1, 12–21. https://doi.org/10.31940/matrix.v10i2.1841

Bacin, S. (2021). Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Diabetes Menggunakan Metode Inferensi Fuzzy Mamdani. *Media Online*, 1(3), 188–194.

Firdaus, M. H. (2025). *Sistem Pakar Berbasis Web untuk Deteksi Dini Gangguan Neurologis Menggunakan Logika Fuzzy Mamdani* [Skripsi sarjana, Universitas Nusa Putra].

Fitriyani. (2007). *Penentuan Wilayah Rawan Demam Berdarah Dengue Di Indonesia Dan Analisis Pengaruh Curah Pola Hujan Terhadap Tingkat Serangan (Studi Kasus: Kabupaten Indramayu)* [Skripsi, Departemen Geofisika Dan Meteorologi, FMIPA, IPB].

Imanzaghi, T. A., Wahanani, H. E., & Rizki, A. M. (2025). Implementasi Metode Fuzzy Mamdani pada Sistem Pakar Mendiagnosis Penyakit Demam Berdarah. *Bridge: Jurnal Publikasi Sistem Informasi dan Telekomunikasi*, 3(1), 1–20. https://doi.org/10.62951/bridge.v3i1.378

Istiadi, Emm, B., Rudy, J., Anik, V., & Affi, N. (2022). Mamdani Fuzzy Expert System for Online Learning to Diagnose Infectious Diseases. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 6(6), 1047–1056. https://doi.org/10.29207/resti.v6i6.4656

Mayang, S. S., & Eviyanti, A. (2021). Expert System for Diagnosing Early Symptoms of Stroke Using the Fuzzy Mamdani Method. *Procedia Engineering and Life Science*, 1(2). https://doi.org/10.21070/pels.vli2.969

Sahulata, H., Wattimanela, J., & Noya Van Delsen, M. S. (2020). Penerapan Fuzzy Inference System Tipe Mamdani Untuk Menentukan Jumlah Produksi Roti Berdasarkan Data Jumlah Permintaan Dan Persediaan (Studi Kasus Pabrik Cinderela Bread House Di Kota Ambon). *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 14(1), 079–090. https://doi.org/10.30598/barekengvol14iss1pp079-090

Umar, S., Asria, P., & Handayani, S. (2020). Implementasi Metode Fuzzy Mamdani Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosis Penyakit Tanaman Padi. *Zenodo*. https://doi.org/10.5281/zenodo.4395858

LAMPIRAN

Lampiran A: *Notebook Proof of Concept* (Bukti Konsep Sistem)

Bagian ini memuat prototipe kode awal atau lembar kerja (*notebook*) pengujian logika komputasi agen sebelum diintegrasikan ke dalam platform berbasis web. Implementasi logika **Fuzzy Mamdani** dirancang untuk memproses input gejala klinis Demam Berdarah Dengue (DBD) menggunakan bahasa pemrograman Python.

```
# ==========================================================================
# PROTOTYPE PROOF OF CONCEPT: INFERENSI FUZZY MAMDANI UNTUK DIAGNOSIS DBD
# ==========================================================================

class DBDDiagnosisPOC:
    def __init__(self):
        print("[INFO] Menginisialisasi Agent Proof of Concept Fuzzy Mamdani DBD...")

    def fuzzify_gejala(self, nilai_input: float) -> str:
        """Mengonversi nilai tegas (0 - 10) ke himpunan linguistik fuzzy."""
        if 0 <= nilai_input <= 3:
            return "Rendah"
        elif 3 < nilai_input <= 7:
            return "Sedang"
        else:
            return "Tinggi"

    def evaluasi_rules(self, fuzzified_data: dict) -> str:
        """Simulasi evaluasi rule base sederhana untuk menentukan tingkat infeksi."""
        demam = fuzzified_data.get("G01", "Rendah")
        perdarahan = fuzzified_data.get("G10", "Rendah")
        tanda_syok = fuzzified_data.get("G18", "Rendah")

        if tanda_syok == "Tinggi" or perdarahan == "Tinggi":
            return "Dengue Shock Syndrome (DSS)"
        elif demam == "Tinggi" and perdarahan == "Sedang":
            return "Dengue Hemorrhagic Fever (DHF)"
        else:
            return "Dengue Fever (DF)"

# Simulasi pengujian data sampel pasien
poc = DBDDiagnosisPOC()
sampel_gejala_pasien = {"G01": 8.5, "G10": 2.0, "G18": 0.5} # Demam Tinggi, Perdarahan Rendah, Syok Rendah

# Proses Fuzzifikasi
fuzz_hasil = {k: poc.fuzzify_gejala(v) for k, v in sampel_gejala_pasien.items()}
print(f"Hasil Fuzzifikasi Input Pasien: {fuzz_hasil}")

# Proses Penentuan Diagnosis
diagnosis_akhir = poc.evaluasi_rules(fuzz_hasil)
print(f"Hasil Inferensi Diagnosis Awal: {diagnosis_akhir}")
```

Lampiran E. Format Pernyataan Kontribusi dan Pembagian Peran (wajib dimuat pada Lampiran proposal)

Judul Proyek : Agen Pendukung Diagnosis awal DBD dengan metode Fuzzy Mamdani Berbasis Website

Kelas/Kelompok : F5B2/Kelompok 5

No	Nama	NIM	Peran dan Tanggung Jawab	Bab/Soal yang Dikerjakan	Kontribusi (%)	Tanda Tangan
1	**Faiz Cahya Abdilah**	2024107150988	**Ketua Kelompok, AI Engineer, & System Architect:**	• Bab 1 • Bab 4 • Bab 5 • Lampiran *Notebook Proof of Concept* (PoC)	34%	
2	**Ade Syahputra**	202410715084	**System Analyst & UI/UX Designer:**	• Bab 2 • Bab 3: • Bab 5:	33%	
3	**Ryan Ali Sunaedi**	202410715266	**Quality Assurance (QA) & Technical Writer:**	• Bab 6 • Bab 7 • Lampiran E & Lampiran F	33%	

Total					**100%**	

Kami menyatakan bahwa pembagian peran dan persentase kontribusi di atas benar dan disepakati oleh seluruh anggota kelompok. Setiap anggota bersedia menjelaskan bagian yang diklaimnya dalam verifikasi lisan oleh dosen.

LAMPIRAN F. Format Pernyataan Penggunaan AI (wajib dimuat pada Lampiran proposal)

Beri tanda centang (✓) pada salah satu pilihan berikut:

☐ Kami TIDAK menggunakan alat bantu AI generatif dalam penyusunan proposal maupun dalam penulisan kode program.

☐ Kami menggunakan alat bantu AI generatif dengan rincian sebagai berikut:

No	Aspek Penggunaan AI	Perangkat / Model AI	Bentuk Pemanfaatan dalam Proposal	Bagian / Bab Terkait

1.	**Pemodelan *Pseudocode* & Prototipe Kode Python**	Gemini AI	Membantu menerjemahkan logika matematis *Fuzzy Inference System* (FIS) Mamdani ke dalam struktur *pseudocode* dan draf kode pemrograman Python	Bab 5 (Sub-bab 5.3) dan Lampiran

**Tujuan yang diizinkan hanya penyuntingan bahasa atau debugging kode (Petunjuk No. 6). Tambahkan baris bila diperlukan.*

Kami menyatakan bahwa seluruh substansi proposal (gagasan, analisis, rancangan, dan kode program) merupakan hasil pemikiran kelompok, dan penggunaan AI generatif terbatas pada tujuan yang diizinkan. Kami bersedia menerima konsekuensi sesuai Petunjuk Pengerjaan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar.

....., ... 2026

Anggota 1	**Anggota 2**	**Anggota 3**
(.....)	(.....)	(.....)
NIM:	NIM:	NIM: .....