



Implementasi Metode *Fuzzy Mamdani* pada Sistem Pakar Mendiagnosis Penyakit Demam Berdarah

¹Thomas Andrew Imanzaghi, ²Henni Endah Wahanani, ³Agung Mustika Rizki,

^{1,2,3}Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Alamat: Jl. Rungkut Madya, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294

Korespondensi penulis: imanzaghi21@gmail.com

Abstract. Indonesian people mostly tend to ignore health, especially dengue fever because the symptoms that arise are similar to common fever, this causes people with common fever symptoms to be reluctant to see a doctor. This study aims to help the public recognize the symptoms of dengue fever early by using the implementation of the fuzzy method in the dengue fever disease diagnosis system that uses specific datasets as a reference. Mamdani's fuzzy method, which is based on linguistic frameworks and fuzzy concepts, allows for the management of knowledge from experts for intuitive decision-making. The test results using the Confusion Matrix, the system showed an accuracy of 92.8%, an average precision of 90.6%, a recall of 95.8%, and an F1-Score of 92.6%, with an effectiveness value of 100%. This study proves that the system is able to provide information about dengue fever, diagnose based on symptoms, and offer solutions for its treatment.

Keywords: Dengue Fever, Diagnosis, Fuzzy Mamdani, Expert System

Abstrak. Masyarakat Indonesia sebagian besar cenderung abai terhadap kesehatan, terutama penyakit demam berdarah karena gejala yang timbul mirip demam biasa, hal ini menyebabkan orang dengan gejala demam biasa enggan memeriksakan diri ke dokter. Penelitian ini bertujuan untuk membantu masyarakat mengenali gejala demam berdarah sejak dini menggunakan implementasi metode fuzzy pada sistem diagnosis penyakit demam berdarah yang menggunakan dataset spesifik sebagai acuan. Metode fuzzy Mamdani, yang didasarkan pada kerangka kerja linguistik dan konsep fuzzy, memungkinkan pengelolaan pengetahuan dari para ahli untuk pengambilan keputusan yang intuitif. Hasil pengujian menggunakan confusion matrix, sistem menunjukkan akurasi sebesar 92,8%, rata-rata presisi 90,6%, recall 95,8%, dan F1-Score 92,6%, dengan nilai efektivitas mencapai 100%. Penelitian ini membuktikan bahwa sistem mampu memberikan informasi mengenai penyakit demam berdarah, mendiagnosis berdasarkan gejala, dan menawarkan solusi untuk penanganannya.

Kata kunci: Demam Berdarah, Diagnosis, Fuzzy Mamdani, Sistem Pakar,

1. LATAR BELAKANG

Penyakit demam berdarah *dengue* kerap menjadi masalah serius bagi penduduk yang tinggal di kawasan tropis dan subtropis, khususnya di kawasan Asia yang memiliki iklim yang mendukung. Berdasarkan data dari World Health Organization (WHO), kasus demam berdarah dengue (DBD) telah meningkat lebih dari delapan kali lipat dalam 20 tahun terakhir. Berdasarkan data kementerian kesehatan tahun 2023 minggu ke-26, kasus DBD mencapai 42.690 kasus dan angka kematiannya mencapai 317 kasus. Lima kabupaten atau kota dengan jumlah kasus DBD terbanyak pada tahun 2023 sampai dengan minggu ke-26 yaitu di kota Bandung terdapat 1124 kasus, kota Denpasar 1122 kasus, Badung 732 kasus, kota Bekasi 699 kasus dan Bima 597 kasus. Peningkatan kasus DBD terjadi akibat genangan air hujan di area tidak terawat, seperti bak mandi, pot bunga, atau ban bekas, sehingga menyediakan lingkungan yang ideal bagi nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* untuk bertelur dan berkembangbiak. Berdasarkan penelitian (Fitriyani, 2007) faktor yang sangat berpengaruh dalam peningkatan kasus DBD

adalah curah hujan, kelembaban, kepadatan penduduk dan sarana kesehatan yang kurang memadai. Selain faktor iklim yang dapat menentukan suatu daerah rawan penyakit DBD, kepadatan penduduk dan jumlah kasus juga dapat menjadi faktor yang mempengaruhi tingkat kerawanan Penyakit DBD pada suatu wilayah.

Kasus DBD yang semakin meningkat juga disebabkan oleh abainya masyarakat terhadap gejala DBD yang timbul seperti demam biasa. Akibatnya, mereka enggan untuk melakukan pemeriksaan medis oleh dokter. Sebagian besar masyarakat beralasan mengenai menunda pemeriksaan kesehatan saat terjadi gejala DBD yakni biaya, kurangnya efektivitas layanan, serta terbatasnya jumlah tenaga medis dan keterbatasan waktu jam kerja dokter. Selain itu, permasalahan proses antrian dan jam tunggu pada (Pusat Kesehatan atau Rumah sakit) saat melakukan pengobatan akan menyita waktu sebagian orang. Jika hasil yang diharapkan hanya sakit demam biasa, maka akan memberikan waktu yang kurang efisien bagi sebagian orang. Untuk itu, dibutuhkan teknologi kecerdasan buatan yang dapat menunjang masyarakat dalam mengenali gejalagejala penyakit demam berdarah. Dengan mengadopsi cara *Fuzzy Mamdani*, teknologi ini di harapkan menjadi solusi dari alasan sebagian besar masyarakat menunda pemeriksaan kesehatan saat mengalami gejala DBD. Dengan mengembangkan sistem pakar berupa aplikasi web yang bertujuan membantu masyarakat dalam mengidentifikasi gejala demam berdarah.

Untuk mendukung sistem tersebut digunakan *fuzzy mamdami* yang diimplemtasikan dalam sistem pakar. Sistem pakar (expert system) merupakan sistem komputer yang dirancang memanfaatkan pengetahuan para ahli guna mendukung pengambilan keputusan yang lebih optimal di bidang tertentu. Dengan adanya sistem pakar, pengguna dapat berinteraksi dengan komputer untuk menyelesaikan masalah tertentu. Sistem pakar ini dirancang sebagai alat untuk membantu mendiagnosa panyakit demam, termasuk demam berdarah, serta memberikan informasi tentang berbagai jenis penyakit demam berdarah beserta solusi pengobatannya kepada pasien. Sistem pakar ini juga berfungsi sebagai langkah antisipasi jika tidak ada dokter di puskesmas.

Sistem *fuzzy mamdami* penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh (Najirah *et al.*, 2020). Pada penelitian ini, sistem *fuzzy mamdami* diterapkan pada sistem pakar dalam mendiagnosis Penyakit demam berdarah, sedangkan sistem *fuzzy mamdani* digunakan pada proses berfikir penyuluh pertanian yang dapat dimodelkan. Fuzzy Mamdani saat ini banyak digunakan untuk memindahkan pengetahuan dan keahlian pakar ke dalam sistem, sehingga memungkinkan penggunaan fuzzy Mamdani untuk menggambarkan keahlian pakar

secara lebih intuitif, dan lebih menyerupai pakar dalam pengambilan keputusan keputusan (Nasyuha *et al.*, 2019).

Sistem Inferensi Fuzzy Mamdani merupakan salah satu pendekatan fuzzy yang sangat terkenal dan banyak diterapkan di berbagai bidang (Maida, 2022). Kurangnya pemahaman dan kesadaran masyarakat terhadap bahaya penyakit demam berdarah dengue (DBD), serta perlunya kehadiran tenaga medis untuk mendiagnosa DBD secara dini, menjadi masalah karena tidak semua memiliki akses mudah ke pelayanan kesehatan. Oleh karena itu, untuk memfasilitasi masyarakat dalam mengenali penyakit DBD sejak dini, sistem pakar *fuzzy mamdani* dirancang sebagai sistem diagnosa penyakit demam berdarah berbasis website dengan menggunakan PHP. Penelitian ini juga bertujuan untuk Menerapkan metode Fuzzy Mamdani untuk mengidentifikasi dengan cepat penyakit demam berdarah dengan computer assisted dan Membantu pengguna sistem diagnosa ini untuk mengetahui tingkatan demam berdarah berdasarkan gejala yang dialami serta memberikan rekomendasi penanganan yang sesuai.

2. KAJIAN TEORITIS

Penelitian-penelitian sebelumnya ini telah memberikan kontribusi penting dalam pengembangan dan pemahaman lebih lanjut tentang sistem pakar di bidang diagnosa penyakit. Berdasarkan penelitian “Mamdani Fuzzy Expert System for Online Learning ti Diagnose Infectious Diseases” dan “Implementasi Metode Fuzzy Mamdani pada Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit Tanaman Padi” oleh (Istidi, 2022) dan (Umar *et al.*, 2020) sama-sama memberikan hasil bahwa sistem pakar yang digunakan dibagun untuk dapat mengadopsi pendekatan diagnosis penyakit.

Menurut (Umar *et al.*, 2020), Sistem pakar adalah sistem informasi komputer yang memanfaatkan pengetahuan dari seorang ahli untuk mencapai tingkat kinerja pengambilan keputusan yang tinggi dalam bidang permasalahan tertentu. Dalam proses pengembangan sistem pakar, pengetahuan dapat diperoleh dari seorang ahli atau melalui sumber-sumber media seperti majalah, buku, jurnal, dan lain sebagainya. Di samping itu, pengetahuan yang dimiliki sistem pakar bersifat spesifik pada satu bidang permasalahan tertentu (Wijaya, 2021). Arsitektur sistem pakar dibentuk menjadi dua bagian utama yaitu lingkungan pengembangan sistem dan lingkungan konsultasi pemakai (Istidi, 2022). Lingkungan pengembangan sistem digunakan oleh sistem pakar untuk membangun komponen-komponen sistem dan menginput basis pengetahuan kedalam sistem. Sedangkan lingkungan konsultasi pemakai digunakan oleh pemakai (non-pakar) untuk memanfaatkan pengetahuan pakar dalam menyelesaikan

permasalahan yang dihadapi dan mendapat masukan tentang permasalahan yang dikonsultasikan ke sistem. Keberadaan seorang pakar yang sebelumnya harus berada di lingkungan konsultasi dapat digantikan dengan seseorang yang bukan pakar dengan bantuan mesin inferensi pada sistem pakar yang sudah berisi basis pengetahuan pakar, sehingga dengan keterbatasan ketersediaan pakar mereka cukup dengan menginterpretasikan pengetahuannya ke dalam basis pengetahuan untuk perbaikan pengetahuan yang akan diproses oleh mesin inferensi sistem pakar.

Metode Fuzzy Mamdani adalah metode fuzzy paling banyak penggunaannya. Penerapan metode Mamdani untuk pertama kali dilakukan dengan menggunakan teori himpunan fuzzy dalam permasalahan pada sistem kontrol. Fuzzy Logic menggunakan istilah fuzzy yang mengindikasikan ketidakpastian atau kekaburan. Oleh karena itu, Fuzzy Logic dapat disebut sebagai logika yang mempertimbangkan aspek-aspek yang tidak jelas atau kabur. Definisi lain dari Fuzzy Logic adalah suatu pendekatan untuk menghubungkan ruang input dengan ruang output (Wahyuni, 2022). Untuk mendapatkan output dari metode Mamdani diperlukan tiga tahapan sebagai berikut (Wijaya, 2021):

a. Himpunan Fuzzy

Prinsip dasar dari logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy (Athiyah, 2021). Dalam logika fuzzy, sebuah nilai dapat dianggap benar dan salah pada waktu yang sama, namun tingkat benar dan salah tersebut ditentukan oleh tingkat keanggotaan yang dimilikinya.

b. Fuzzy Inference System (FIS)

Sistem inferensi fuzzy, yang dikenal sebagai Fuzzy Inference System (FIS). Pada dasarnya, fungsinya adalah untuk menetapkan pemetaan non-linear dari vektor data input ke dalam output tunggal. Sistem ini terdiri dari tiga elemen utama, yaitu:

1. Basis aturan :mencakup pemilihan aturan-aturan fuzzy yang relevan.
2. Basis data :menentukan fungsi keanggotaan yang dijadikan sebagai dasar dalam aturan fuzzy.
3. Mekanisme penalaran :menerapkan langkah-langkah inferensi berdasarkan aturan dan fakta yang tersedia untuk menghasilkan keluaran atau kesimpulan yang masuk akal.

Salah satu pendekatan dalam FIS adalah metode mamdani. Metode Mamdani, yang juga dikenal sebagai metode min-max atau max-min (Sahulata *et al.*, 2020). Untuk menghasilkan keluaran, terdapat empat langkah yang perlu dilakukan sebagai berikut:

1) Pembentukan himpunan fuzzy (fuzzyfikasi)

Proses ini mencakup penentuan variabel fuzzy serta himpunan fuzzy yang relevan. Dalam metode Mamdani, baik variabel masukan maupun variabel keluaran bisa dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy (Sahulata *et al.*, 2020).

2) Implementasi Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi yang digunakan dalam konteks ini adalah min. Hasil dari implikasi fuzzy untuk setiap aturan ini kemudian digabungkan untuk menghasilkan keluaran dari proses inferensi fuzzy. Proposisi yang muncul setelah IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang muncul setelah THEN disebut konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy, yaitu AND dan OR (Sahulata *et al.*, 2020).

$$\text{Proposisi} = \text{IF } x_1 \text{ is } A_1 \text{ AND } \dots \text{ AND } x_n \text{ is } A_n \text{ THEN } y \text{ is } B$$

3) Komposisi Aturan

Pada metode max, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara memilih nilai tertinggi dari aturan, lalu menggunakannya untuk memodifikasi area fuzzy, dan menerapkannya pada output dengan menggunakan operasi OR (union) (Bacin, 2021). Berikut adalah rumusnya.

$$\mu_{\text{Agregasi}}(y) = \max \{ \mu_{B_1}(y), \mu_{B_2}(y), \dots, \mu_{B_n}(y) \}$$

4) Penegasan

Salah satu metode defuzzifikasi adalah metode centroid, yang juga dikenal sebagai center area (Nesi *et al.*, 2019). Metode centroid digunakan untuk menentukan titik pusat pada area fuzzy, dengan rumus berikut ini:

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

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam implementasi metode *Fuzzy Mamdani* pada Sistem Pakar untuk mendiagnosis Penyakit Demam Berdarah melewati serangkaian tahap yang mencakup identifikasi masalah, tinjauan literatur, pengumpulan data, analisa kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan penarikan kesimpulan.

Pengumpulan data pada penelitian ini bersumber dari *WHO*, Kemenkes RI yang terdiri dari data penyakit, data gejala DBD dan data Relasi. Selain itu, pengumpulan data dilakukan pada data himpunan Fuzzy yang terdiri dari nilai interval linguistik:

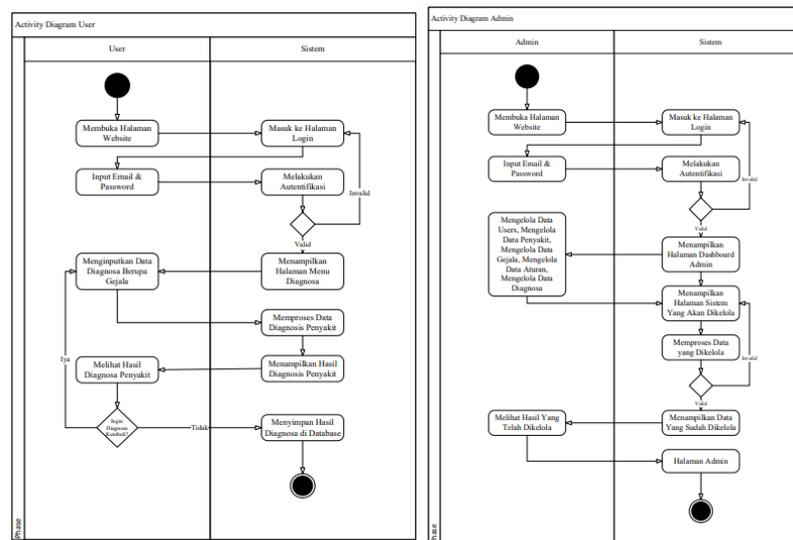
Rendah : $0 \leq 3$

- User dapat melihat hasilnya langsung di tabel diagnosa di halaman tersebut
- User juga dapat menghapus data hasil diagnosanya.

2) Admin

- Admin harus terlebih dahulu melakukan login untuk dapat mengakses halaman pengelolaan data (manajemen penyakit, manajemen gejala, manajemen aturan dan manajemen diagnosa)
- Admin dapat mengatur data dengan cara tambah, ubah dan hapus data di tiap submenu manajemen data.

2. Activity Diagram



Gambar 2. Activity Diagram User dan Admin

1) User

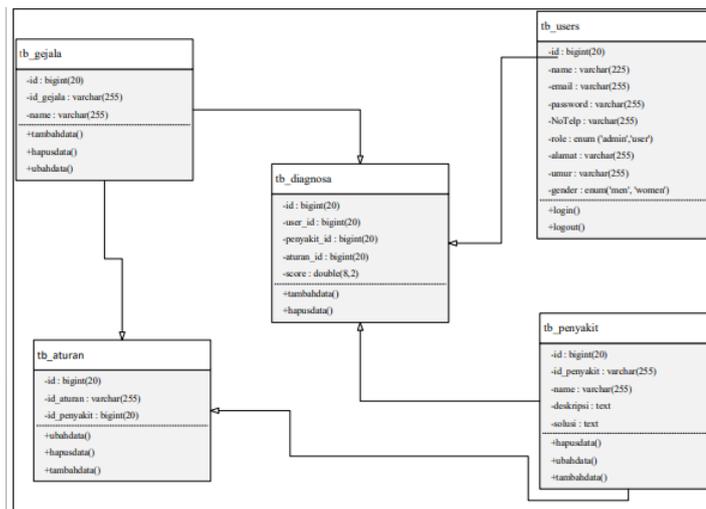
Activity user dimulai dengan membuka halaman website yang nantinya sistem akan menampilkan sebuah card form login dengan isian textbox sebagai tempat untuk menginputkan data user berupa email dan kata sandi yang sudah didaftarkan sebelumnya. Jika data user yang dimasukkan valid, sistem akan memperlihatkan halaman menu untuk diagnosa. Namun, jika data tidak valid, user akan tetap berada di halaman login dan sebuah pesan warning akan muncul pada textbox. Setelah itu untuk melakukan diagnosa klik tombol “buat diagnosa” lalu inputkan data diagnosa berupa gejala pada form yang muncul. Setelah data terinputkan, maka data diagnosa akan diproses menggunakan fuzzy logic dengan mesin inferensi sesuai dengan rules yang sudah ditentukan. Setelah proses perhitungan selesai, hasil akan ditampilkan sistem di tabel diagnosa dan user dapat melihat hasil diagnosa penyakit apa yang kemungkinan terbesar

dialaminya. Jika user ingin melakukan diagnosa kembali, klik tombol “buat diagnosa” lagi

2) Admin

Admin memiliki kemampuan untuk mengelola seluruh data sistem yang telah dimasukkan dan tersimpan di dalam database. Data tersebut diantaranya data users, data penyakit, data gejala, data aturan dan data diagnosa. Jika ingin mengelola diantaranya data tersebut cukup klik data yang mau dikelola di menu sidebar.

3. Class Diagram



Gambar 3. Class Diagram

Class diagram yang terdiri dari 5 kelas utama yang berisikan tentang kebutuhan proses data dari sistem diagnosa. Lima kelas itu yaitu tb_users, tb_penyakit, tb_diagnosa, tb_aturan dan tb_gejala. Dalam kelas users digunakan untuk tempat penyimpanan data user dan admin seperti id, name, email, numberphone, role, address, age, dan gender. Kelas aturan berisikan rules logic yang digunakan untuk mengidentifikasi suatu penyakit. Kelas diagnosa berfungsi untuk menampilkan data yang telah dikelola menggunakan fuzzy logic, hasil yang dikeluarkan berupa data user terkena penyakit demam berdarah dengan tingkatan persentase berapa. Kelas penyakit berfungsi untuk menyimpan informasi terkait penyakit yang dipakai. Kelas gejala berfungsi untuk mencatat gejala-gejala yang muncul pada suatu penyakit.

Langkah terakhir yaitu melakukan pengujian sistem yang bertujuan untuk meminimalkan kemungkinan kesalahan pada data serta memastikan bahwa output yang dihasilkan sesuai dengan ekspektasi. Sistem ini nantinya diuji menggunakan metode blackbox dan confusion matrix. Dalam pengujian blackbox, nilai efektivitas seringkali diukur berdasarkan hasil kasus

uji yang telah dilakukan terhadap sistem. Ukuran keefektifan mencerminkan keselarasan antara output dan tujuan yang diinginkan, serta inkonsistensi yang mungkin ada. Angka ini diperoleh berdasarkan norma yang dipublikasikan oleh Litbang Depdagri (1991) untuk menilai apakah aplikasi tersebut sesuai dengan parameter yang ditentukan. Dari confusion matrix tersebut dapat digunakan untuk mengevaluasi seberapa efektif model melakukan klasifikasi dengan menghitung metrik akurasi, presisi, recall dan F1-score. Untuk mengetahui tingkat kesalahan dalam software, maka langkah selanjutnya adalah melakukan testing/verifikasi Semua fungsi fungsi yang ada dalam software harus diuji, agar software tidak memiliki error, dan hasilnya yang diperoleh benar sesuai dengan kebutuhan pengguna.

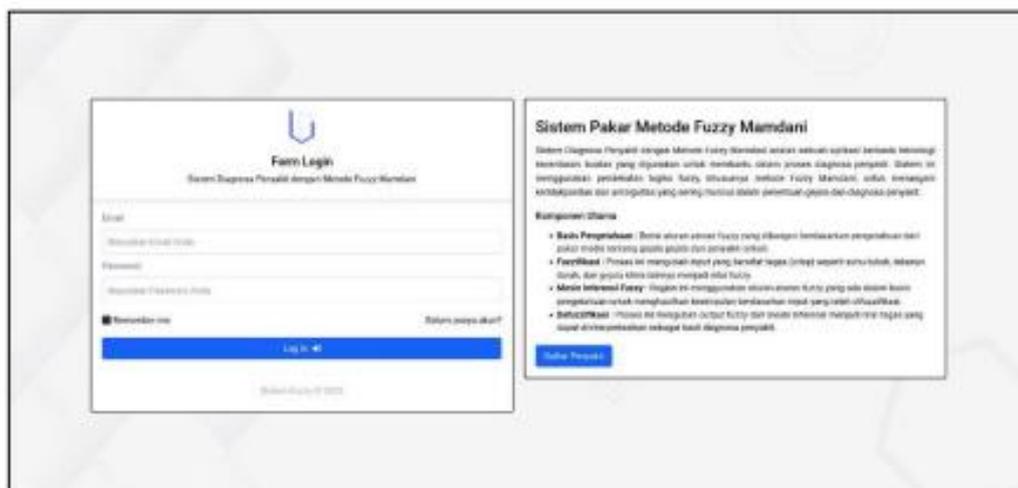
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dan pembahasan ini, penulis akan mengulas hasil dari pengembangan sistem diagnosa penyakit demam berdarah dengan menggunakan metode fuzzy logic Mamdani, sesuai dengan rancangan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya. Di tahap implementasi ini, terdiri dari beberapa hasil keluaran, yaitu penerapan basis data dan penerapan sistem diagnosa penyakit.

Implementasi Sistem Diagnosis Penyakit

Di sub-bab berikut ini, akan dipaparkan hasil dari perancangan yang telah diuraikan di bab sebelumnya. Hasil output dari implementasi tersebut adalah sebuah website sistem diagnosa penyakit. Berikut ini adalah hasil implementasi desain interface beserta cara kerjanya.

1. Halaman Login



Gambar 4. Tampilan Halaman Login

formulir login ini muncul di halaman homepage ketika pengguna ingin mengakses sistem dan melakukan login.

2. Halaman Daftar Penyakit



Gambar 5. Tampilan Halaman Daftar Penyakit

Halaman daftar penyakit yang berisikan jenis penyakit beserta definisi dan solusi dalam mengatasi penyakit tersebut.

3. Halaman Register account



Gambar 6. Tampilan halaman Register Account

Tampilan form register account, form ini disediakan bagi user yang belum mempunyai akun terdaftar di database.

4. Halaman Dashbord

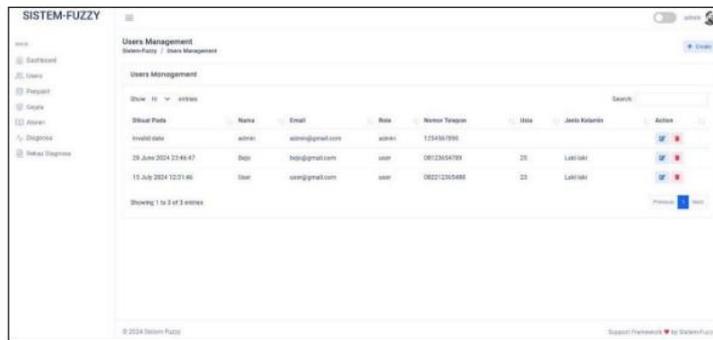


Gambar 7: User Dashboard

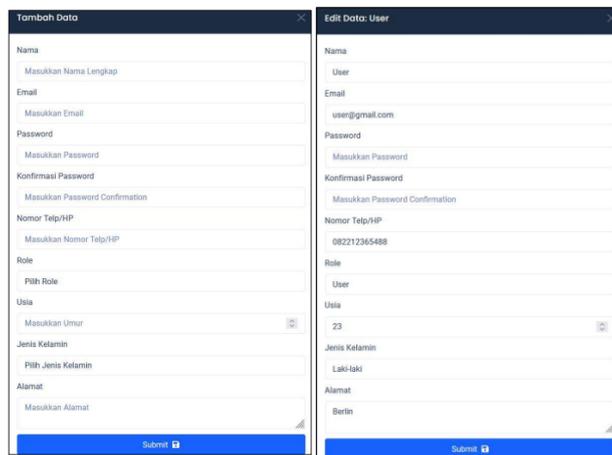


Gambar:8 Admin Dashboard

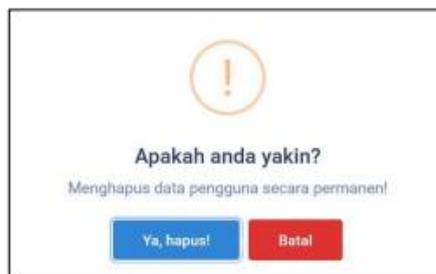
5. Manajemen User



Gambar 9: Tampilan Halaman Menu Manajemen



Gambar 10: Tampilan Form + User Gambar: Tampilan form edit user

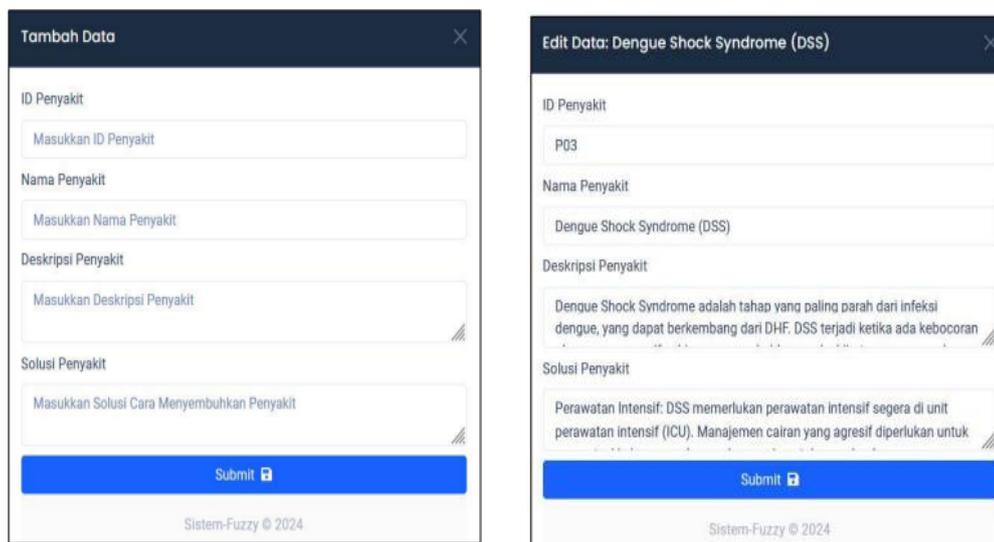


Gambar 11: Tampilan Notif hapus data user

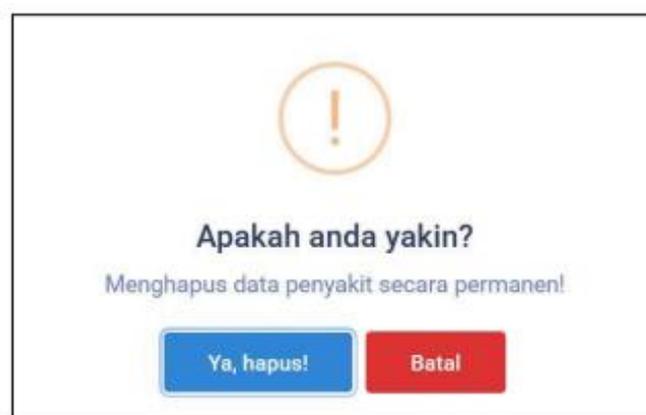
6. Manajemen Penyakit



Gambar 12. Tampilan Dashboard Manajemen Penyakit



Gambar 13. Tampilan Form tambah dan edit data penyakit

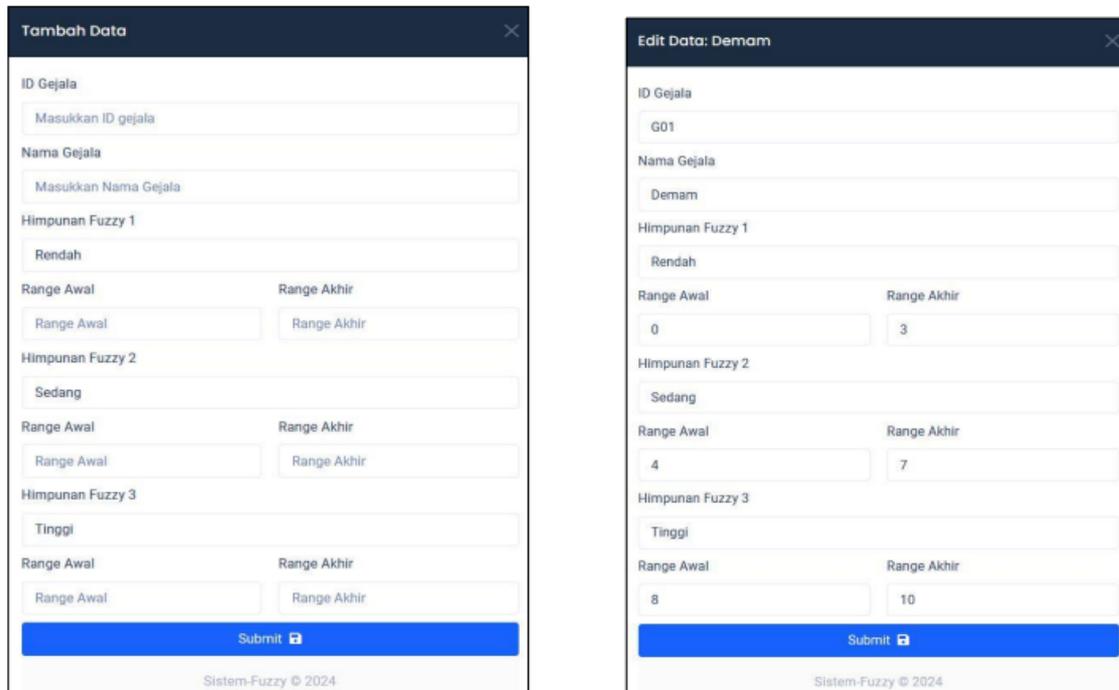


Gambar 14. Tampilan Notif Hapus data penyakit

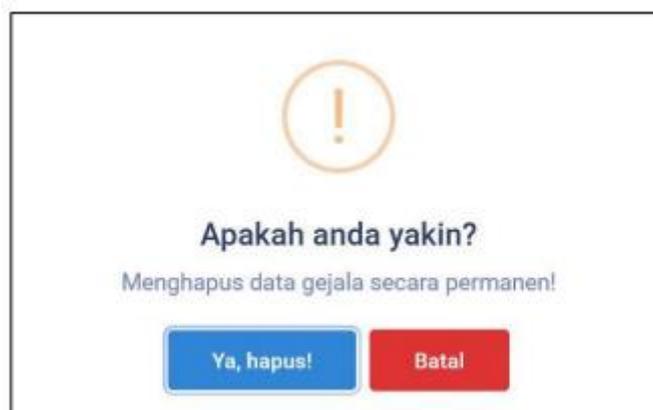
7. Manajemen Gejala



Gambar 15. Tampilan Halaman Menejemen Gejala



Gambar 16. Tampilan Form tambah dan edit data gejala

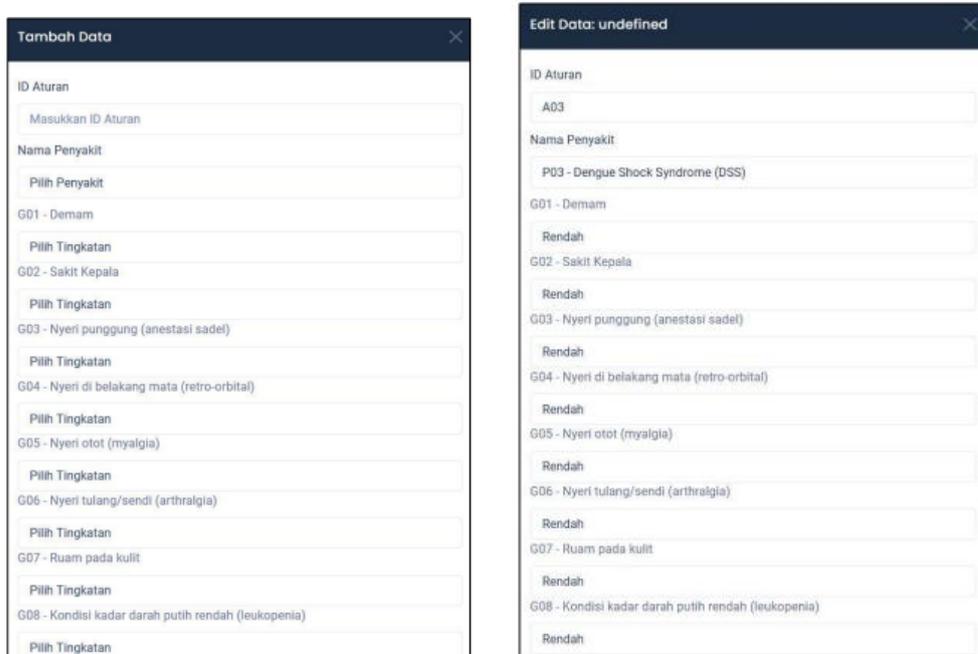


Gambar 17. Tampilan Notif Hapus data gejala

8. Manajemen Aturan



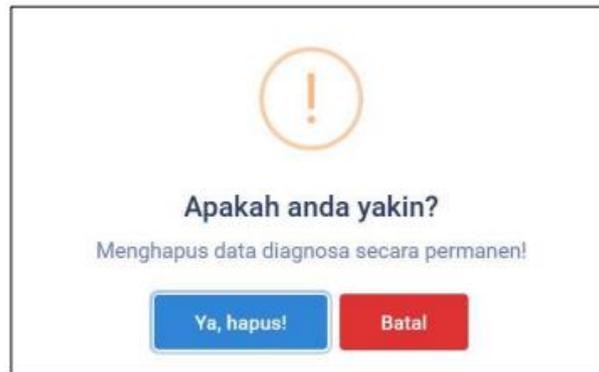
Gambar 18. Tampilan Halaman Menejemen aturan



Gambar 19. Tampilan Form tambah dan edit data aturan



Gambar 20. Tampilan Notif Hapus data aturan



Gambar 24. Tampilan Notif Hapus data diagnosa

a) Pembentukan Himpunan Fuzzy

Proses fuzzifikasi melibatkan penentuan himpunan fuzzy. Pada sistem ini, himpunan yang diinputkan mencakup berbagai faktor yang mempengaruhi proses diagnosa penyakit demam berdarah. Sistem ini menggunakan himpunan linguistik gejala sebagai input. Himpunan linguistik tersebut terdiri dari tiga nilai, yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

```
// Fuzzify inputs
$fuzzifiedInput = $this->fuzzifyInput($gejalaValues);

//FuzzifyInput Method Definition
private function fuzzifyInput($gejalaValues)
{
    $fuzzifiedInput = [];
    foreach ($gejalaValues as $id_gejala => $nilai_cf) {
        $fuzzifiedInput[$id_gejala] = $this-
        >fuzzify($nilai_cf);
    }
    return $fuzzifiedInput;
}

// Fuzzify Method Definition
private function fuzzify($value)
{
    if ($value >= 0 && $value <= 3) {
        return 'Rendah';
    } elseif ($value > 3 && $value <= 7) {
        return 'Sedang';
    } else {
        return 'Tinggi';
    }
}
}
```

Gambar 24. Tampilan kode program Pembentukan Himpunan Fuzzy

b) Pembentuk Aturan

Setelah tahap pembentukan himpunan fuzzy, langkah berikutnya adalah membentuk dan merelasikan aturan. Proses ini melibatkan pembuatan aturan dengan data gejala dan penyakit, dimana setiap gejala diberikan linguistik yang bernama bobot.

```

// Apply fuzzy rules and calculate disease scores
$diseaseScores = $this->applyFuzzyRules($fuzzifiedInput);

// Method Definition applyFuzzyRules
private function applyFuzzyRules($fuzzifiedInput)
{
    $rules = Aturan::with(['penyakit', 'gejalas',
'himpunans'])->get();
    $ruleScores = [];

    foreach ($rules as $rule) {
        $ruleId = $rule->id;
        $score = 0;

        foreach ($rule->gejalas as $gejala) {
            $gejalaId = $gejala->id;
            $himpunan = $rule->himpunans->where('id_gejala',
$gejalaId)->first();

            if ($himpunan) {
                $expectedFuzzySet = $himpunan->name;
                if ($fuzzifiedInput[$gejalaId] ===
$expectedFuzzySet) {
                    $score++;
                }
            }
            $ruleScores[$ruleId] = $score;
        }
    }
    return $ruleScores;
}

```

Gambar 25. Kode program Pembentukan Aturan

c) Penegasan

Proses penegasan merupakan langkah untuk mengonversi himpunan fuzzy menjadi himpunan yang tegas. Himpunan fuzzy tersebut terdiri dari data yang mencakup gejala, penyakit, dan bobot. Data yang bersifat fuzzy tersebut dikumpulkan terlebih dahulu , lalu melalui proses penegasan untuk diubah menjadi hasil yang bersifat tegas atau tidak fuzzy.

```

// Determine the most likely disease
arsort($diseaseScores);
$mostLikelyDiseaseId = array_key_first($diseaseScores);
$penyakit = Aturan::find($mostLikelyDiseaseId)->penyakit;

```

Gambar 26. Tampilan kode program penegasan

Pengujian

Untuk menghitung nilai efektivitas dari sistem diagnosa yang telah diuji, perlu diketahui hasil data dari pengujian tersebut seperti jumlah sampel data yang di uji, jumlah sampel data yang sesuai atau berhasil dan jumlah sampel data yang tidak sesuai.

Tabel.1 Kesimpulan Hasil

Hasil Pengujian Blackbox	
Keterangan	Hasil
Pengujian sesuai/berhasil	40 data sesuai/berhasil

Pengujian gagal	0 data gagal
Total sampel data	40 data sampel

Jadi, perhitungan nilai efektivitas dari sistem diagnosa penyakit demam berdarah menggunakan fuzzy logic mamdani dengan menggunakan rumus (3.2) sebagai berikut:

$$\text{Nilai Ef. Total} = \frac{\text{Nilai ef. tabel A} + \text{Nilai ef. tabel B} + \text{Nilai ef. tabel n}}{\sum \text{Tabel yang diuji}}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Ef. Total} &= \frac{(100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100)}{10} \\ &= \frac{1000}{10} = 100\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil dari pengujian tiap tabel, diperoleh total nilai keefektifan dari fungsional sistem diagnosa di seluruh tabel. Jadi, hasil perhitungan nilai keefektifan dari sistem diagnosa dihitung dengan menjumlah semua nilai efektivitas tiap tabel dan membaginyadengan jumlah keseluruhan tabel data yang di uji, sehingga diperoleh nilai efektivitas total sebesar 100%. Nilai efektivitas menggambarkan kesesuaian antara hasil luaran dan tujuan yang diharapkan, serta ketidaksesuaian yang mungkin ada. Nilai ini dihitung berdasarkan standar yang diterbitkan oleh Litbang Depdagri (1991) untuk mengevaluasi apakah aplikasi tersebut memenuhi kriteria yang ditetapkan. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwasanya hasil nilai efektivitas sistem diagnosa yang telah di uji dengan nilai akhir 100% termasuk dalam tingkat capaian sangat efektif. Untuk meningkatkan penggunaan sistem secara optimal, pengembangan lebih lanjut diperlukan agar sistem terus berkembang dan lebih efektif lagi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem diagnosis penyakit demam berdarah yang memanfaatkan metode fuzzy mamdani dibangun sesuai dengan desain yang telah ditentukan. Sistem ini dapat berkontribusi dalam identifikasi penyakit demam berdarah. Dalam proses pengembangan sistem diagnosa penyakit demam berdarah yang menerapkan metode fuzzy mamdani ini, dilakukan pengujian yaitu blackbox dan confusion matrix. Dari hasil pengujian confusion matrix, didapatkan akurasi sebesar 92,8%. Rata-rata nilai presisi adalah 90,6%, recall mencapai 95,8% dan F1-Score sebesar 92,6%. Untuk nilai efektivitas dari sistem diagnosa penyakit demam berdarah menggunakan fuzzy logic mamdani diperoleh nilai 100%. Hal ini menandakan bahwa sistem diagnosis ini dibangun dengan optimal dan berfungsi dengan cukup akurat. Oleh karena itu, Sistem ini sangat membantu untuk mengetahui diagnosis, informasi tentang penyakit demam

berdarah, tipe demam berdarah yang diderita, serta memberikan rekomendasi tentang cara penanganan yang tepat untuk tipe demam berdarah tersebut.

DAFTAR REFERENSI

- Athiyah, A. Handayani, M. Aldean, N. Putra, and R. Ramadhani. (2021). "Sistem Inferensi Fuzzy : Pengertian, Penerapan, dan Manfaatnya," *Journal of DINDA (Data Science, Information Technology, and Data Analytics)*, vol. 1, pp. 12–21. doi: 10.31940/matrix.v10i2.1841
- Bacin, S. (2021). "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Diabetes Menggunakan Metode Inferensi Fuzzy Mamdani," *Media Online*, vol. 1, no. 3, pp. 188–194. [Online]. Available: <https://djournals.com/resolusi>
- Fitriyani. (2007). *Penentuan Wilayah Rawan Demam Berdarah Dengue Di Indonesia Dan Analisis Pengaruh Curah Pola Hujan Terhadap Tingkat Serangan (Studi Kasus : Kabupaten Indramayu)*. Departemen Geofisika Dan Metereologi. FMIPA. IPB. Skripsi
- Istiadi, Emm, B., Rudy, J., Anik, V., and Affi, N. (2022). "Mamdani Fuzzy Expert System for Online Learning to Diagnose Infectious Diseases," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 6, no. 6, pp. 1047–1056. doi: 10.29207/resti.v6i6.4656
- Kemenkes RI, *Membuka Lembaran Baru; Laporan Tahunan 2022: Demam Berdarah Dengue*, Jakarta, 2023.
- Kemenkes RI, *PENCEGAHAN DAN PEMBERANTASAN DEMAM BERDARAH DENGUE DI INDONESIA*, JAKARTA: BAKTI HUSADA.
- Maida O.P. (2022). "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Porfiria Menerapkan Metode Fuzzy Mamdani," *Journal Global Tecnology Computer*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7.
- Maradona, H., Yasdomi, K., & Desiyanti, V. (2022). *SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT DEMAM BERDARAH DENGAN METODE NAIVE BAYES CLASSIFIER*. *RJOCS (Riau Journal of Computer Science)*, 8(2), 109-115.
- Nesi, Y. R. Kaesmetan, and M. O. Meo., (2019). *Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ikan Gurame Dengan Menggunakan Fis Mamdani*," *Hoaq: Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 11, pp. 73–80.
- Pneumonia*," *Jurnal CoreIT: Jurnal Hasil Penelitian Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, vol. 7, no. 2, p. 94. doi: 10.24014/coreit.v7i2.15085
- SAHULATA, H. J. Wattimanela, and M. S. Noya Van Delsen. (2020). "Penerapan Fuzzy Inference System Tipe Mamdani Untuk Menentukan Jumlah Produksi Roti Berdasarkan Data Jumlah Permintaan Dan Persediaan (Studi Kasus Pabrik Cinderella Bread House Di Kota Ambon)," *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, vol. 14, no. 1, pp. 079–090. doi: 10.30598/barekengvol14iss1pp079-090.
- Sinaga, M. N., Hasibuan, N. A., & Sihite, A. H. (2020). *Sistem Pakar Diagnosa Kifosis Menerapkan Metode Fuzzy Mamdani*. *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer)*, 4(1).

- Triana, N. (2021) “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Seledri Menggunakan Metode ANFIS,” *Terapan Informatika Nusantara*, vol. 1, no. 8, pp. 418–423. [Online]. Available: <https://ejurnal.seminarid.com/index.php/tin>
- Umar, S. Asria, P. and S. Handayani. (2020). “IMPLEMENTASI METODE FUZZY MAMDANI PADA SISTEM PAKAR UNTUK DIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN PADI,” vol. 6, no. 2, pp. 1–5. doi: 10.5281/zenodo.4395858.
- Wahyuni, G. (2022). “Membandingkan Tingkat Efisiensi Metode Tsukamoto dan Sugeno untuk kasus8, pp. 418–423, 2021, [Online]. Available: <https://ejurnal.seminarid.com/index.php/tin>
- Wijaya, R. (2021) “Penggunaan Sistem Pakar dalam Pengembangan portal Informasi untuk Spesifikasi Jenis Penyakit Infeksi.”