

INTELLIGENT SYSTEM FOR MONKEYPOX DISEASE DIAGNOSIS USING HYBRID CERTAINTY FACTOR AND FUZZY LOGIC METHODS

SISTEM CERDAS DIAGNOSIS PENYAKIT MONKEYPOX MENGUNAKAN METODE HYBRID CERTAINTY FACTOR DAN FUZZY LOGIC

M. Agung Vafky Ideal¹, Tomy Nanda Putra²

^{1,2}Institut Teknologi Mitra Gama, Jl. Khayangan, Mandau, Bengkalis
Mhdagung47@gmail.com¹, tomynanda.p24@gmail.com²

Abstract – Monkeypox cases has the potential to spread rapidly, making early detection crucial to prevent wider transmission. Unfortunately, at the UPT Puskesmas where this study was conducted, there is no system available to assist medical personnel in performing fast and standardized diagnoses. To address this issue, this research developed a web-based intelligent system by combining the Certainty Factor (CF) and Fuzzy Logic methods. The system's knowledge base was constructed from symptom data collected through expert interviews and literature studies. It was then tested using data from 30 patients with similar symptoms. The processing involved calculating certainty values with CF and mapping them into fuzzy membership degrees. The test results showed an accuracy of 86%, demonstrating that the combination of CF and Fuzzy Logic improves diagnostic accuracy while providing results that are easier to interpret. Therefore, the developed system can serve as a diagnostic aid for monkeypox in primary healthcare centers, particularly in situations with limited diagnostic facilities, and can also serve as a foundation for developing intelligent detection technologies for other infectious diseases.

Keywords - Monkeypox; Certainty Factor, Fuzzy Logic, Website, Intelligent System

Abstrak – Kasus monkeypox berpotensi menyebar dengan cepat, sehingga deteksi dini sangat penting untuk mencegah penularan lebih luas. Sayangnya, di UPT Puskesmas tempat penelitian ini dilakukan, belum tersedia sistem yang dapat membantu tenaga medis melakukan diagnosis secara cepat dan terstandar. Untuk menjawab kebutuhan tersebut, penelitian yang dilakukan ini mengembangkan sebuah sistem cerdas berbasis web menggunakan metode gabungan *Certainty Factor* (CF) dan *Fuzzy Logic*. Basis pengetahuan sistem disusun dari data gejala yang diperoleh melalui wawancara dengan pakar serta kajian literatur. Sistem kemudian diuji menggunakan 30 data pasien dengan gejala serupa. Proses pengolahan dilakukan dengan menghitung nilai kepastian menggunakan CF dan memetakan hasilnya ke dalam derajat keanggotaan fuzzy. Hasil pengujian menunjukkan akurasi sebesar 86%, yang membuktikan bahwa kombinasi metode CF dan Fuzzy Logic mampu meningkatkan ketepatan diagnosis sekaligus memberikan hasil yang lebih mudah dipahami. sehingga, sistem yang dikembangkan bisa menjadi fasilitas untuk membantu diagnosis monkeypox bagi tenaga medis di puskesmas, terutama pada kondisi dengan keterbatasan fasilitas diagnostik, serta dapat dijadikan dasar untuk pengembangan teknologi deteksi penyakit menular lainnya.

Kata Kunci – Cacar Monyet, Certainty Factor; Fuzzy Logic, Website; Sistem Cerdas

I. PENDAHULUAN

Monkeypox adalah suatu penyakit *zoonosis* dimana penyakit ini dipicu oleh virus *monkeypox* (MPXV)[1]. virus *ini* berasal dari infeksi dari virus *zoonosis* genus *orthopoxdan* yang ditemukan pada daerah yang ada di negara Afrika[2]. Gejala yang dirasakan penderita seperti sakit kepala, demam, sakit punggung, nyeri otot, lemas, pembengkakan kelenjer getah bening, ruam kulit, menggigil, dan radang tenggorokan[3][4]. Selain itu, beberapa gejala lain yang sering menyertai meliputi kelelahan, sakit tenggorokan, sakit kepala, batuk, nyeri otot (myalgia), fotofobia, nyeri sendi (arthralgia), kesulitan bernapas, konjungtivitis, mual atau muntah, serta diare [5][6][7]. Di Indonesia kasus pertama telah terkonfirmasi pada tanggal 28 September 2022, di Indonesia telah tercatat 75 kasus, 1 terkonfirmasi, 1 suspek, 73 Discarded[8]. Salah satunya di Puskesmas sakit non-rawat inap yang dikelola oleh UPT Puskesmas Balai Makam yang berada di kecamatan Bathin Solapan, kabupaten Bengkalis, tidak memiliki sistem yang cepat, terstandar, dan tepat untuk mengidentifikasi *Monkeypox*. Dalam menyelesaikan permasalahan tersebut penelitian ini mengembangkan Sistem Cerdas Deteksi penyakit *Monkeypox* menggunakan metode *Hybrid Certainty Factor* (CF) dan *Fuzzy Logic*. *Expert system* adalah sistem yang dikembangkan berdasarkan pengetahuan yang menyerupai cara berpikir seseorang yang telah dikatakan pakar pada bidangnya[9]. Metode *Certainty Factor* digunakan untuk menunjukkan tingkat keyakinan bahwa suatu fakta benar adanya.[10]. sementara *Fuzzy Logic* adalah metode menilai suatu fakta dengan tingkat ketidak pastian yang lebih[11]. Dua metode ini digunakan karena metode *Certainty Factor* dapat dipakai dalam menangani derajat kepastian deteksi berdasarkan gejala yang dialami pasien, sementara *Fuzzy Logic* menangani ketidakpastian dalam data gejala, sehingga meningkatkan akurasi deteksi penyakit.

Pada penelitian sebelumnya penelitian yang berkaitan dilakukan suyanti dkk [12] menghasilkan akurasi $k=9$ dengan tingkat kesesuaian 59,50%, angka presesinya 65,93 %, *recall* mendapatkan hasil 76,92%. Pada penelitian oleh M. Rachman dkk [13] menghasilkan nilai *confusion matrix* akurasi yang awalnya 74.07% meningkat menjadi 82.22%. dan ditambahkan blok SE- akurasi menjadi 91.11% lebih baik dari akurasi ResNet50. dilakukan oleh Rizqi Oktafiani dkk[14]menghasilkan tingkat derajat keyakinan memiliki nilai 96,63%, yang mempunyai arti kemungkinan *stunting* yang hampir mendekati derajat pasti. Penelitian yang lain oleh Sufiatul Maryana dkk [15] berdasarkan variable sapi sulit dalam bernafas dan gemetar menyimpulkan penyakit sapi surra dengan memiliki tingkat derajat keyakinan 80%. Penelitian oleh Charolina dkk [16] berjudul *Expert System* memakai *Fuzzy Logic* Tahani dalam menentukan Golongan Obat.

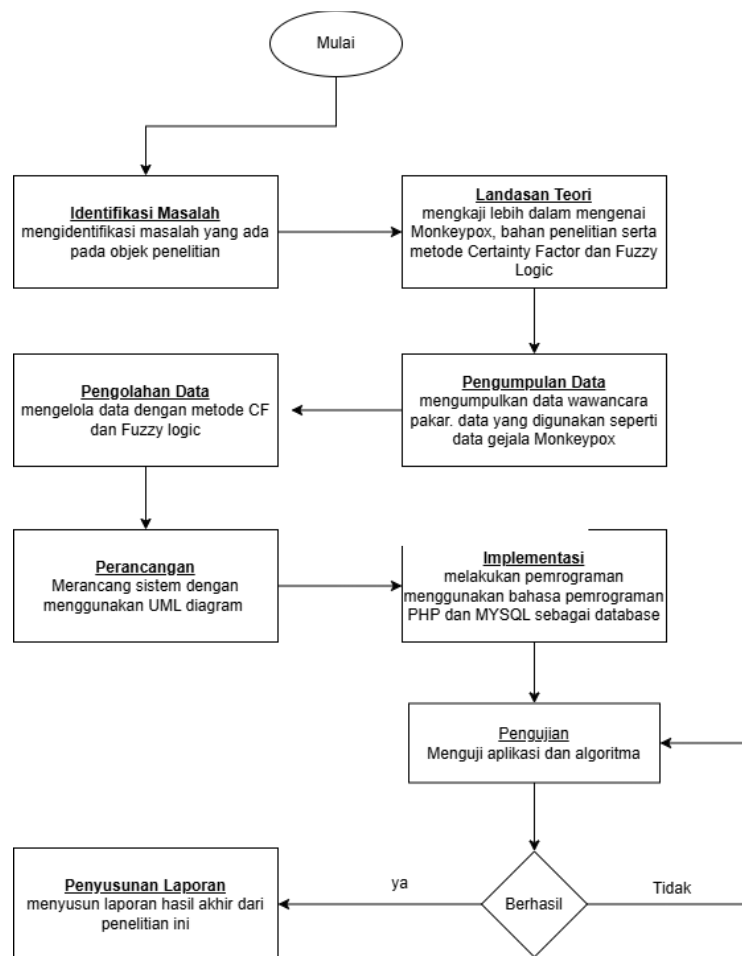
Berdasarkan penelitian sebelumnya dapat dilihat, Sejumlah penelitian sebelumnya telah berfokus pada metode berbasis klasifikasi citra dengan algoritma *machine learning* seperti K-Nearest Neighbor (KNN), ResNet, atau InceptionV3. Hasilnya menunjukkan tingkat akurasi yang cukup tinggi, namun pendekatan tersebut membutuhkan dataset gambar besar serta infrastruktur komputasi yang mahal. Selain itu, metode berbasis citra cenderung kurang efektif untuk menangani gejala non-visual (misalnya demam, nyeri otot, kelelahan), padahal gejala ini sangat relevan dalam praktik klinis di puskesmas. Beberapa penelitian lain menggunakan CF maupun *Fuzzy Logic* pada domain penyakit berbeda, misalnya *stunting* pada balita, diagnosa penyakit hewan, maupun penentuan golongan obat. Akan tetapi, penelitian yang secara khusus menggabungkan CF dan *Fuzzy Logic* (hybrid) untuk deteksi *Monkeypox* masih belum ada. Hal ini menjadi pendekatan baru dalam mendeteksi penyakit monkeypoc Berdasarkan research hal tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem cerdas deteksi dini *Monkeypox* berbasis web dengan metode *hybrid Certainty Factor* dan *Fuzzy Logic*. CF digunakan untuk merepresentasikan tingkat keyakinan pakar dalam mendiagnosis gejala, sedangkan *Fuzzy Logic* menangani ketidakpastian intensitas gejala pasien. Integrasi kedua metode ini diharapkan menghasilkan deteksi yang lebih akurat, objektif, dan mudah diimplementasikan di fasilitas kesehatan dasar.

Penelitian ini diharapkan tidak hanya memberi kontribusi praktis dalam membantu tenaga medis melakukan diagnosis awal *Monkeypox* secara cepat khususnya pada UPT Puskesmas Balai Makam, tetapi juga menawarkan kontribusi akademis berupa pendekatan hybrid yang memperluas literatur sistem pakar medis, khususnya pada penyakit zoonosis yang belum banyak diteliti.

II. SIGNIFIKASI STUDI

A. Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara logis dan sistematis untuk memastikan keakuratan dalam deteksi gejala *Monkeypox*. Berikut adalah diagram alir *research* yang menggambarkan tahapan yang dilaksanakan.



Gambar 1. Flow Diagram Penelitian

Berikut adalah penjelasan *flow diagram* diatas :

1. Identifikasi masalah. Dalam penelitian ini, masalah utama yang dihadapi adalah keterbatasan alat diagnostik di puskesmas. Selain itu, gejala *monkeypox* sering kali mirip dengan penyakit lain seperti cacar air, sehingga rawan menimbulkan kesalahan deteksi. Ditambah lagi, penyakit ini berpotensi menyebar dengan cepat, sementara tingkat kesadaran masyarakat terhadap gejala *monkeypox* masih rendah.
2. Landasan Teori. Penelitian ini memerlukan berbagai referensi dari artikel ilmiah, studi pustaka, dan buku yang relevan sebagai dasar pengembangan penelitian.
3. Pengumpulan Data. Tahap ini memerlukan informasi dari pakar medis, khususnya dokter. Wawancara dengan pakar menjadi langkah krusial untuk menentukan nilai kepastian atau bobot probabilitas gejala terhadap penyakit.

4. Pengolahan Data. Pada tahapan ini akan dilakukan pengolahan bobot dengan memakai metode *Hybrid Certainty Factor* dan *Fuzzy Logic*.
5. Perancangan Antarmuka Pengguna. Pada tahap ini, akan dikembangkan antarmuka yang diperlukan
6. Implementasi. Tahap ini mencakup pengembangan sistem cerdas berupa sistem pakar untuk mendeteksi gejala *Monkeypox*.
7. Pengujian Sistem. Pengujian dilakukan untuk mengecek apakah sistem cerdas yang dikembangkan sudah akurat dan bisa menjawab permasalahan penelitian.

B. Metode Certainty Factor

Faktor kepastian menunjukkan kepastian fakta melalui metrik sistem pakar[17]. Dalam pengembangan *expert system* MYCIN, Shortliffe Buchanan yang pertama memakai Algoritma Keyakinan *Factor* (CF). *Certainty Factor* dipakai dalam mengukur derajat keyakinan terhadap hipotesis berdasarkan fakta[18]. Berikut rumus *certainty factor*:

$$CF[H,E] = MB[H,E]-MD[H,E] \quad (1)$$

Keterangan :

MB [H, E] menunjukkan seberapa besar tingkat kepercayaan pada hipotesis berdasarkan gejala E.

MD [H, E] menunjukkan seberapa besar tingkat ketidakpercayaan pada hipotesis berdasarkan gejala E.

CF [H, E] adalah faktor keyakinan terhadap suatu hipotesis yang dipengaruhi oleh gejala..

Nilai Akhir CF [H,E]:

1 = Keyakinan penuh bahwa gejala tersebut mendukung hipotesis

0 = Netral/tidak memberikan kontribusi

-1 = Keyakinan penuh bahwa gejala menolak hipotesis

Menentukan nilai *Certainty Factor* (CF) dari sebuah gejala, digunakan persamaan:

$$CF_{gejala} = CF_{user} * CF_{pakar} \quad (2)$$

$$CF_{combine} = CF_{old} + CF_{gejala} \times (1 - CF_{old}) \quad (3)$$

Di mana:

CF (user) = Nilai keyakinan dari pengguna berdasarkan gejala yang dialaminya.

CF (pakar) = Nilai keyakinan yang diberikan oleh pakar.

C. Metode Fuzzy Logic

Metode ini dipakai pada penelitian untuk menangani ketidakpastian dalam diagnosa penyakit *Monkeypox*. *Fuzzy Logic* memungkinkan sistem untuk memberikan keputusan berdasarkan derajat keanggotaan, bukan hanya nilai biner[19].

Langkah-langkah dalam *Fuzzy Logic* meliputi:

1. Fuzzifikasi
Mengubah nilai gejala menjadi nilai keanggotaan *fuzzy*.
2. Inferensi *Fuzzy*
Menentukan aturan berbasis *fuzzy* untuk menghubungkan gejala dengan tingkat keparahan penyakit.
3. Defuzzifikasi
Mengubah hasil *fuzzy* menjadi nilai numerik untuk menentukan tingkat keparahan *Monkeypox*.

D. Pengujian Akurasi

Proses pengujian ini bertujuan memastikan bahwa model memiliki tingkat ketepatan yang dapat diandalkan dalam mengklasifikasikan data uji. Mengacu pada rumus Chen dkk, Akurasi dihitung dengan membandingkan jumlah kasus yang terdeteksi sesuai dengan label sebenarnya (true positive dan true negative) terhadap jumlah total kasus, dengan rumus berikut

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah prediksi benar}}{\text{jumlah prediksi salah}} \times 100\% \quad (4)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pembahasan ini dilakukan beberapa tahapan dalam pembuatan sistem cerdas diagnosis penyakit *monkeypox*, dimulai dari pembentukan *knowledge base* seperti pengumpulan data gejala serta pemberian bobot MB dan MD pada masing-masing gejala, penentuan skala keyakinan pasien, penentuan derajat *fuzzy logic* berdasarkan rentang CF yang didapatkan, pengolahan data berdasarkan metode *certainty factor* dan *fuzzy logic*, langkah selanjutnya adalah implementasi terhadap program, dan pengujian.

A. Pembentukan *Knowledge base*

Data-data yang akan menjadi pengetahuan pada program didapatkan berdasarkan studi literatur, wawancara dan observasi dengan pakar. Begitupun dengan penetapan data keyakinan pasien terhadap gejala penulis dapatkan berdasarkan hasil observasi dan wawancara kepada pasien. Derajat *fuzzy logic* ditentukan berdasarkan nilai CF yang didapatkan.

1. Data Gejala

Data gejala yang penulis kumpulkan berdasarkan studi literatur dan pakar maka didapatkan 18 gejala, setelah data gejala didapatkan langkah selanjutnya pemberian bobot MB dan MD pada setiap gejala, pemberian bobot juga berdasarkan hasil kalkulasi studi literatur dan pakar. Dimana pada data gejala ini penulis menemukan dua kelompok data yaitu data gejala utama yang terdiri dari nilai MB > 0,6 dan gejala tambahan dengan nilai MB < 0,6 dimana gejala utama berpengaruh besar terhadap hasil diagnosa. Berikut tabel 1 gejala *monkeypox* :

TABEL I
DATA GEJALA MONKEYPOX

No	Kode	Gejala Klinis	MB	MD
1	GK01	Lesi kulit / ruam	0,96	0,0
2	GK02	Gejala saluran napas(pilek, bersin, batuk, sakit tenggorokan)	0,97	0,0
3	GK03	Sariawan	0,96	0,0
4	GK04	Lesi mukosa (ruam yang muncul pada jaringan basah yang melapisi bagian dalam tubuh seperti pada mulut, genital, anus dll)	0,81	0,0
5	GK05	Demam	0,75	0,0
6	GK06	Sakit kepala	0,73	0,0
7	GK07	Pembengkakan kelenjar getah bening	0,67	0,0
8	GK08	Gatal / pruritus	0,65	0,0
9	GK09	Kelelahan	0,60	0,0
10	GK10	Konjungtivitis (gangguan pada mata seperti mata merah, perih, gatal, berair terus menerus)	0,40	0,0
11	GK11	Anoreksia (merasa takut berat badan naik)	0,25	0,0
12	GK12	Nyeri otot (myalgia)	0,23	0,0
13	GK13	Mual / muntah	0,23	0,0

14	GK14	Nyeri sendi	0,20	0,0
15	GK15	Kesulitan bernapas	0,20	0,0
16	GK16	Nyeri/perdarahan rektal(keluar darah pada rektum)	0,15	0,0
17	GK17	Nyeri perut	0,09	0,0
18	GK18	Diare	0,05	0,0

2. Data Derajat Fuzzy Logic

Pada sistem cerdas *monkeypox* nilai cf akan di konversikan menjadi derajat fuzzy. Hal ini dilakukan agar pasien dapat lebih memahami hasil diagnosa yang didapatkan dari metode *certainty factor*. Derajat fuzzy logic ditentukan berdasarkan observasi dan wawancara dengan pakar dan hasil *certainty factor*. Berikut Tabel 2 Derajat Fuzzy Tingkat Kemungkinan *Monkeypox*

TABEL 2
DERAJAT FUZZY TINGKAT KEMUNGKINAN *MONKEYPOX*

No	Rentang Nilai (0–1)	Derajat Fuzzy	Keterangan	Tindakan
1	0.00 – 0.20	Sangat Rendah	Kemungkinan <i>Monkeypox</i> hampir tidak ada	Edukasi kesehatan umum, pantau kondisi, tidak perlu pemeriksaan lanjut
2	0.21 – 0.40	Rendah	Ada sedikit indikasi, tapi sangat lemah	Pemantauan mandiri di rumah, hindari kontak erat, ulang pemeriksaan jika muncul gejala baru
3	0.41 – 0.60	Sedang	Ada beberapa gejala yang sesuai, tapi belum cukup kuat	Lakukan pemeriksaan penunjang dasar, isolasi sementara, pantau perkembangan gejala
4	0.61 – 0.80	Tinggi	Sebagian besar gejala cocok, besar kemungkinan positif	Rujuk untuk pemeriksaan laboratorium konfirmasi, lakukan isolasi ketat sementara
5	0.81 – 1.00	Sangat Tinggi	Hampir seluruh gejala sesuai, sangat besar kemungkinan positif	Isolasi diri, rujukan infeksi menular untuk pemeriksaan dan perawatan

3. Skala Keyakinan Pasien

Dalam sistem ini pasien akan memilih derajat keyakinan pasien terhadap gejala *monkeypox* yang dirasakan. Derajat ini masing-masing memiliki bobot yang berbeda, bobot ini menjadi nilai CFuser dimana CFuser adalah nilai CF yang dipilih oleh pasien. CFuser digunakan dalam pengolahan data *certainty factor*. Berikut tabel 3 Skala Keyakinan pasien terhadap Gejala *Monkeypox* :

TABEL 3
SKALA KEYAKINAN PASIEN TERHADAP GEJALA *MONKEYPOX*

No	Kategori Jawaban	Nilai CF
1	Tidak Merasakan	0,0
2	Sedikit Merasakan	0,1
3	Cukup Merasakan	0,25
4	Jelas Merasakan	0,75
5	Sangat Merasakan	1

B. Pengolahan Data

Langkah pertama dalam pengolahan data adalah perhitungan dengan menggunakan metode *certainty factor*. Dalam perhitungan dibutuhkan derajat keyakinan pasien berikut :

TABEL 4
SKALA GEJALA CFUSER

No	Kode	CFuser
1	GK01	0.1
2	GK02	0.1
3	GK03	0
4	GK04	0.1
5	GK05	0
6	GK06	0.1
7	GK07	0
8	GK08	0.1
9	GK09	0.1
10	GK10	0.25
11	GK11	0.1
12	GK12	0.1
13	GK13	0
14	GK14	0
15	GK15	0.25
16	GK16	0
17	GK17	0
18	GK18	0.1

CFuser 0 dapat diabaikan karena tidak berpengaruh terhadap hasil akhir *certainty factor* Berikut proses pencarian CF gejala :

$$\begin{aligned}
 CF_{GK01}[H,E] &= 0.96 * 0.1 = 0.0960 \\
 CF_{GK02}[H,E] &= 0.97 * 0.1 = 0.0970 \\
 CF_{GK04}[H,E] &= 0.81 \times 0.1 = 0.0810 \\
 CF_{GK06}[H,E] &= 0.73 \times 0.1 = 0.0730 \\
 CF_{GK08}[H,E] &= 0.65 \times 0.1 = 0.0650 \\
 CF_{GK09}[H,E] &= 0.60 \times 0.1 = 0.0600 \\
 CF_{GK10}[H,E] &= 0.40 \times 0.25 = 0.1000 \\
 CF_{GK11}[H,E] &= 0.25 \times 0.1 = 0.0250 \\
 CF_{GK12}[H,E] &= 0.23 \times 0.1 = 0.0230 \\
 CF_{GK15}[H,E] &= 0.20 \times 0.25 = 0.0500 \\
 CF_{GK18}[H,E] &= 0.05 \times 0.1 = 0.0050
 \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya mencari $CF_{combine}$ seperti berikut :

Gabung GK01 dan GK02

$$CF_{combine} = 0.0960 + 0.0970 * (1 - 0.0960) = 0.1837$$

Gabung GK04

$$CF_{combine} = 0.1837 + 0.0810 * (1 - 0.1837) = 0.2499$$

Gabung GK06

$$CF_{combine} = 0.2498 + 0.0730 * (1 - 0.2498) = 0.3047$$

Gabung GK08

$$CF_{combine} = 0.3047 + 0.0650 * (1 - 0.3047) = 0.3499$$

Gabung GK09

$$CF_{combine} = 0.3499 + 0.0600 * (1 - 0.3499) = 0.3889$$

Gabung GK10

$$CF_{combine} = 0.3889 + 0.1000 * (1 - 0.3889) = 0.4500$$

Gabung GK11

$$CF_{combine} = 0.4500 + 0.0250 * (1 - 0.4500) = 0.4638$$

Gabung GK12

$$CF_{combine} = 0.4638 + 0.0230 * (1 - 0.4638) = 0.4761$$

Gabung GK15

$$CF_{\text{combine}} = 0.4761 + 0.0500 * (1 - 0.4761) = 0.5023$$

Gabung GK18

$$CF_{\text{combine}} = 0.5023 + 0.0050 * (1 - 0.5023) = 0.5048$$

Pemberian skala *fuzzy logic* :

Sesuai dengan derajat *fuzzy* yang telah ditentukan sebelumnya CF_{combine} 0.5048 dan dikonversi kepersentase menjadi 50% berada pada rentang sedang yang artinya ada beberapa gejala yang sesuai, tapi belum cukup kuat, dan tindakan yang disarankan lakukan pemeriksaan penunjang dasar, isolasi sementara, pantau perkembangan gejala

C. Implementasi

Pada tahapan ini logika pencarian diterapkan pada program aplikasi berbasis website menggunakan bahasa pemrograman PHP. pada *System* terdapat beberapa halaman yaitu home, konsultasi, hasil konsultasi dan bantuan. Dimanata pada setiap halaman memiliki isi dan fungsi yang berbeda.

1. Halaman Home



Gambar 2. Halaman Home

Dapat dilihat halaman home pada sistem ini merupakan tampilan pertama ketika sistem diakses. Di halaman ini pasien atau user bisa melihat informasi tentang *monkeypox*. Informasi yang terdapat dalam halaman ini seperti pengertian, penyebab, gejala, dan pencegahan dari penyakit *monkeypox*.

2. Halaman Konsultasi

Gambar 3. Halaman Konsultasi

Halaman konsultasi merupakan halaman utama sistem ini. Pada halaman ini pasien atau user dapat mendapatkan diagnosa penyakit *monkeypox* berdasarkan pilihan derajat gejala yang dipilih user. Seperti yang telah dibahas sebelumnya gejala yang dimasukkan pada sistem ini berjumlah 18 gejala

yang terdiri dari ruam atau lesi kulit, demam, gatal, dan pembengkakan kelenjar getah bening. Selain itu, beberapa gejala lain yang sering menyertai meliputi kelelahan, sakit tenggorokan, sakit kepala, batuk, nyeri otot (*myalgia*), *fotofobia*, nyeri sendi (*arthralgia*), kesulitan bernapas, konjungtivitis, mual atau muntah, serta diare. Pada setiap gejala user dapat memilih 5 skala keyakinan yaitu tidak merasakan, sedikit merasakan, cukup merasakan, jelas merasakan, dan sangat merasakan. Setelah semua skala keyakinan dipilih user dapat menekan tombol hitung untuk mendapatkan hasil kesimpulan diagnosa penyakit *monkeypox*.

3. Tampilan hasil

The screenshot displays a web-based form for diagnosing Monkeypox. It features four dropdown menus for selecting symptom severity: 'Kesulitan bernapas' (Breathing difficulty), 'Nyeri/Pendarahan rektal keluar darah pada rektum' (Rectal pain/bleeding), 'Nyeri Perut' (Stomach pain), and 'Diare' (Diarrhea). Each dropdown has a placeholder text '--Pilih disini--'. A blue 'Hitung' (Calculate) button is positioned below the first two dropdowns. Below the button, the 'Hasil' (Result) section is highlighted in orange, displaying the following text: 'Kemungkinan Terjangkit Monkeypox : Sedang', 'persentase = 50%', 'Ada beberapa gejala yang sesuai, tapi belum cukup kuat', and 'Lakukan pemeriksaan penunjang dasar, isolasi sementara, pantau perkembangan gejala'.

Gambar 3. Tampilan Hasil

Tampilan hasil merupakan tampilan hasil kesimpulan diagnosa penyakit *monkeypox*. Hasil berdasarkan skala keyakinan yang dirasakan user pada masing-masing gejala *monkeypox*. Terdapat 4 komponen yang ditampilkan seperti kemungkinan terjangkit *monkeypox*, persentase, keterangan, dan saran tindakan.

D. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa algoritma dan proses pada sistem cerdas diagnosis *Monkeypox* yang dibuat telah berjalan sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Dalam penelitian yang dilakukan penulis pengujian dilaksanakan pada sistem sesuai dengan skala keyakinan yang dipilih pasien yang dapat dilihat pada tabel 4. Proses perhitungan dilakukan pada sistem dan sistem menghasilkan persentase 50% dengan Nilai ini kemudian dipetakan ke dalam derajat keanggotaan *fuzzy* pada kategori sedang, dengan keterangan Ada beberapa gejala yang sesuai, tapi belum cukup kuat, dan saran tindakan lakukan pemeriksaan penunjang dasar, isolasi sementara, pantau perkembangan gejala.

Selanjutnya dilakukan pengujian akurasi dengan membandingkan hasil pakar dan sistem terhadap 30 pasien dengan hasil pada tabel 5 berikut :

TABEL 4
REKAPITULASI HASIL UJI AKURASI

No	Keterangan	Kode	CFuser
1	Benar	26	86,6%
2	Salah	4	13,4%
Total		30	100%

Dari tabel di atas terlihat bahwa sistem cerdas deteksi Monkeypox yang menggunakan gabungan metode *Certainty Factor* dan *Fuzzy Logic* mampu mencapai akurasi hingga **86%**. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan gambaran kemungkinan secara terukur, sehingga bisa menjadi dasar bagi tenaga medis di puskesmas dalam mengambil keputusan awal. Dengan begitu,

pasien bisa segera disarankan untuk menjalani pemeriksaan lanjutan atau dirujuk sesuai protokol kesehatan.

IV. KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan ini berhasil mengembangkan sistem cerdas berbasis web yang dapat digunakan untuk mendeteksi *Monkeypox* dengan menggunakan kombinasi metode *Certainty Factor* (CF) dan *Fuzzy Logic*. Hal baru dari penelitian ini adalah penerapan kedua metode tersebut secara bersamaan khusus untuk kasus *Monkeypox*, yang sebelumnya lebih banyak menggunakan pendekatan tunggal atau klasifikasi citra. Uji coba pada 30 data pasien menunjukkan akurasi sistem mencapai 86%, sehingga dapat membantu tenaga medis mendiagnosis secara lebih objektif, cepat, dan terstandar. Meski begitu, penelitian ini masih terbatas pada jumlah data uji yang sedikit dan hanya dilakukan di satu puskesmas. Karena itu, penelitian selanjutnya perlu menggunakan lebih banyak data pasien dan cakupan yang lebih luas. Secara keseluruhan, sistem ini berpotensi menjadi solusi awal untuk mendukung deteksi dini *Monkeypox* di layanan kesehatan primer, sekaligus membuka peluang pengembangan lebih lanjut bagi penerapan sistem cerdas di bidang medis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jendral Riset dan Pengembangan, dan Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi yang telah memberikan dukungan pendanaan melalui skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun 2025. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Institut Teknologi Mitra Gama atas semua dukungan dan telah memberikan fasilitas sehingga penelitian yang dilakukan penulis dapat berjalan dan selesai dengan lancar, dan seterusnya kepada semua *stakeholder* yang telah ikut berkontribusi untuk kelancaran pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] D. G. Ludji and F. C. H. Buan, "Penerapan Metode Runge-Kutta Orde 4 pada Pemodelan Penularan Penyakit Cacar Monyet," *J. Math. Comput. Stat.*, vol. 6, no. 1, pp. 24–26, 2023, doi: 10.35580/jmathcos.v6i1.37110.
- [2] S. A. Ananda, N. Huda, and S. A. Putri, "Hubungan Pengetahuan terkait Penyakit Monkeypox terhadap Kesiapan Perawat Melakukan Vaksinasi Monkeypox," *J. Ilm. Permas J. Ilm. STIKES Kendal*, vol. 13, no. 4, pp. 1351–1358, 2023, doi: <https://doi.org/10.32583/pskm.v13i4.1356>.
- [3] P. A. Shuvo, A. Roy, M. Dhawan, H. Chopra, and T. Bin Emran, "Recent outbreak of monkeypox: Overview of signs, symptoms, preventive measures, and guideline for supportive management," *Int. J. Surg.*, vol. 105, no. September, pp. 1–2, 2022, doi: 10.1016/j.ijssu.2022.106877.
- [4] A. Dealova *et al.*, "Analisis Bibliometrika pada Artikel Penyakit Cacar Monyet (Monkeypox Virus) di Asia Tahun 2022-2023 pada Database Online Scencedirect," *J. Rev. Pendidik. dan Pengajaran*, vol. 7, pp. 6043–6049, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.31004/jrpp.v7i2.28484>
- [5] V. Jaiswal *et al.*, "Symptomatology, prognosis, and clinical findings of Monkeypox infected patients during COVID-19 era: A systematic-review," *Immunity, Inflamm. Dis.*, vol. 10, no. 11, pp. 1–11, 2022, doi: 10.1002/iid3.722.
- [6] H. Adler *et al.*, "Clinical features and management of human monkeypox: a retrospective observational study in the UK," *Lancet Infect. Dis.*, vol. 22, no. 8, pp. 1153–1162, 2022, doi: 10.1016/S1473-3099(22)00228-6.
- [7] Q. Liu *et al.*, "Clinical Characteristics of Human Mpox (Monkeypox) in 2022: A Systematic Review and Meta-Analysis," *Pathogens*, vol. 12, no. 1, pp. 1–14, 2023, doi: 10.3390/pathogens12010146.

- [8] Marisah, I. L. Hilmi, and Salman, "Studi Dan Tatalaksana Terkait Penyakit Cacar Monyet (Monkeypox) Yang Menginfeksi Manusia," *J. Farmasetis*, vol. 11, no. 3, pp. 201–208, 2022.
- [9] S. S. A. Naser and A. Z. A.Ola, "An Expert System for Diagnosing Sugarcane Diseases," *Int. J. Acad. Eng. Res.*, vol. 3, no. 3, pp. 19–27, 2019.
- [10] S. Kusumadewi, L. Rosita, and E. G. Wahyuni, "Development of a Modified Certainty Factor Model for Prediction of Metabolic Syndrome," *Int. J. Innov. Comput. Inf. Control*, vol. 18, no. 5, pp. 1463–1475, 2022, doi: 10.24507/ijicic.18.05.1463.
- [11] H. Thakkar, V. Shah, H. Yagnik, and M. Shah, "Comparative anatomization of data mining and fuzzy logic techniques used in diabetes prognosis," *Clin. eHealth*, vol. 4, no. 2021, pp. 12–23, 2021, doi: 10.1016/j.ceh.2020.11.001.
- [12] Y. Arvita, Suyanti, and A. Siswanto, "Klasifikasi Penyakit Monkeypox dengan Menggunakan Algoritma K- Nearest Neighbor," *J. Ilm. Sist. Informasi, Teknol. Inf. dan Sist. Komput.*, vol. 19, no. 2, pp. 137–142, 2024, doi: <https://doi.org/10.33998/processor.2024.19.2.1616>.
- [13] M. B. A. Rachman, A. Kurniasih, A. Sundawijaya, and A. Nuraminah, "Penerapan Blok SE-NET Pada Deep Learning Inceptionv3 untuk Meningkatkan Deteksi Penyakit Mpox pada Manusia," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 10, no. 7, pp. 1447–1452, 2023, doi: 10.25126/jtiik.1077978.
- [14] R. Oktafiani and A. Witanti, "Sistem Pakar Deteksi Awal Stunting Pada Balita Menggunakan Metode Certainty Factor," *Technol. J. Ilm.*, vol. 15, no. 1, p. 130, 2024, doi: 10.31602/tji.v15i1.13675.
- [15] S. Maryana and D. Suhartini, "Implementasi Certainty Factor Untuk Diagnosa Penyakit Sapi," *Chain J. Comput. Technol. Comput. Eng. Informatics*, vol. 1, no. 1, pp. 14–20, 2022, doi: 10.58602/chain.v1i1.5.
- [16] C. Debora Mait, J. Armando Watuseke, P. David Gibrael Saerang, S. Reynaldo Joshua, and U. Sam Ratulangi, "Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Fuzzy Logic Tahani Untuk Penentuan Golongan Obat Sesuai Dengan Penyakit Diabetes," *J. Media Infotama*, vol. 18, no. 2, pp. 344–353, 2022, doi: <https://doi.org/10.37676/jmi.v18i2.2936>.
- [17] Budi Permana Putra and Dori Gusti Alex Candra, "Diagnosis Penyakit Gizi Buruk Pada Anak Menggunakan Metode Certainty Factor," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 13, no. 6, pp. 10321–10332, 2024, doi: 10.33022/ijcs.v13i6.4469.
- [18] H. Hayadi, "Certainty Factor Method Analysis for Identification of Covid-19 Virus Accuracy," *IJIIS Int. J. Informatics Inf. Syst.*, vol. 6, no. 1, pp. 38–46, 2023, doi: 10.47738/ijiis.v6i1.156.
- [19] A. D. Putri and A. Maulana, "Penerapan Metode Mamdani Fuzzy Logic untuk Menentukan Pembelian Alat Berat dalam Proyek Migas di PT SMOE Indonesia," *J. Desain Dan Anal. Teknol.*, vol. 2, no. 2, pp. 138–149, 2023, doi: 10.58520/jddat.v2i2.32.