

Penerapan Metode Certainty Factor dan Fuzzy Logic untuk Mendiagnosis Penyakit Parasit pada Hewan Ternak

M. Habib Mustofa¹, Patmi Kasih², Intan Nur Farida³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹habibhabibmustofamustofa@gmail.com, ²fatkasi@gmail.com, ³in.nfarida@gmail.com

Abstrak—Penyakit parasit pada hewan ternak seperti sapi, kambing, dan ayam dapat menyebabkan kerugian ekonomi signifikan bagi para peternak. Penanganan yang terlambat atau keliru seringkali terjadi akibat kurangnya pengetahuan peternak mengenai tanda-tanda penyakit parasit. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakar berbasis certainty factor dan fuzzy logic yang memudahkan peternak dalam mendiagnosis penyakit parasit secara mandiri. Sistem dibangun menggunakan framework Laravel dan database SQLite, serta diimplementasikan pada platform local hosting dengan memanfaatkan metode certainty factor untuk mengatasi ketidakpastian data, dan fuzzy logic untuk mengelola gejala yang bersifat ambigu. Pengujian alpha dan beta dilakukan untuk menilai kinerja fungsional serta tingkat kepuasan pengguna. Selain itu, dilakukan pula uji akurasi dengan 10 percobaan input gejala. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai akurasi sebesar 80%, dengan nilai kepuasan rata-rata pengguna sebesar 91%. Sistem ini memberikan rekomendasi penanganan awal bagi peternak sebelum memanggil dokter hewan, sehingga proses deteksi dini dapat dilakukan lebih cepat. Ke depannya, perbaikan dapat dilakukan dengan menambah variasi data gejala untuk meningkatkan akurasi diagnosa dan memperluas cakupan penyakit. Diharapkan sistem ini dapat menjadi solusi efektif bagi peternak yang kesulitan mengakses layanan medis hewan secara cepat, serta meningkatkan produktivitas dan kesehatan ternak di berbagai daerah.

Kata Kunci—Certainty Factor, Fuzzy Logic, Penyakit Parasit, Sistem Pakar, Ternak

1. PENDAHULUAN

Hewan ternak seperti sapi, kambing, dan ayam merupakan sumber pangan dan pendapatan tambahan yang penting bagi peternak kecil di Indonesia. Meskipun demikian, keberadaan penyakit parasit—seperti *Ascariasis* (Cacing Gelang), *Coccidiosis*, *Menopon gallinae*, *Babesiosis*, *Theileriosis*, *Helminthiasis* Saluran Cerna, *Cestoda Gastrointestinal*, *Scabies* (*Sarcoptic Mange*), *Fasciolosis*, *Cryptosporidiosis*—menjadi tantangan tersendiri karena dapat memengaruhi kesehatan hewan dan menurunkan produktivitas secara signifikan [1], [2]. Infeksi parasit sering menimbulkan gejala yang kompleks, misalnya diare, penurunan berat badan, hingga gangguan kulit, yang sulit dibedakan satu sama lain. Kondisi ini kerap menyulitkan peternak awam untuk melakukan penanganan secara cepat dan tepat [3]. Ketidaktahuan akan gejala spesifik dan keterbatasan akses pada pelayanan kesehatan hewan mengakibatkan diagnosis sering terlambat, menambah risiko kerugian ekonomi di sektor peternakan [4].

Seiring berkembangnya teknologi informasi, *expert system* atau sistem pakar dinilai mampu membantu proses diagnosis penyakit ternak. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode *certainty factor* (CF) dapat mengakomodasi ketidakpastian data dengan mengukur tingkat keyakinan terhadap suatu hipotesis [5], sementara *fuzzy logic* efektif dalam menangani gejala yang bersifat ambigu [6]. Penerapan gabungan kedua metode ini telah diaplikasikan di berbagai bidang, termasuk diagnostik medis manusia maupun hewan [7], tetapi implementasinya untuk penyakit parasit pada sapi, kambing, dan ayam masih perlu dikembangkan lebih lanjut. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pakar yang memanfaatkan *certainty factor* dan *fuzzy logic* dalam mendiagnosis penyakit parasit pada hewan ternak, dilengkapi dengan rekomendasi penanganan yang sesuai.

Dengan adanya sistem ini, peternak diharapkan dapat melakukan diagnosis awal secara mandiri, memperoleh edukasi tentang penyakit parasit, dan menekan tingkat ketergantungan terhadap dokter hewan, terutama pada wilayah yang kesulitan akses layanan medis veteriner [1], [8]. Lebih jauh, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi literatur ilmiah dan pengembangan teknologi di sektor peternakan, terutama dalam hal efisiensi, akurasi, dan kecepatan deteksi penyakit parasit.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dirancang untuk mengembangkan sistem pakar yang mendiagnosis penyakit parasit pada hewan ternak (ayam, kambing, dan sapi) dengan memanfaatkan pendekatan *certainty factor* (CF) dan *fuzzy logic*. Tahapan penelitian mencakup pengumpulan data gejala dan penyakit, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi aplikasi, serta pengujian dan evaluasi. Masing-masing tahapan akan dijelaskan secara ringkas pada sub-bab berikut ini.

2.1 Tahapan Penelitian

Secara garis besar, tahapan penelitian dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Studi Literatur & Pengumpulan Data, mengumpulkan referensi mengenai penyakit parasit pada ternak, gejala klinis, metode CF dan *fuzzy logic*.
2. Analisis & Perancangan Sistem, melakukan analisis kebutuhan fungsi dan data, serta menyusun rancangan diagram (use case, activity, sequence, class) dan desain database.
3. Implementasi, Mengembangkan sistem berbasis web menggunakan Laravel 10, SQLite 3.42, dan Laragon 6.0, dengan integrasi metode CF dan fuzzy logic.
4. Pengujian & Evaluasi, uji fungsional Alpha dan Beta untuk memastikan stabilitas dan *usability* sistem. Uji data melalui 10 percobaan input gejala untuk mengukur akurasi sistem [9]. Penyempurnaan sistem berdasarkan hasil evaluasi.
5. Dokumentasi & Pelaporan, Menyusun laporan akhir yang memuat proses pengembangan, pengujian, dan analisis hasil sistem pakar.

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai:

1. Jenis-Jenis Hewan Ternak: Ayam, kambing, dan sapi, beserta deskripsi umum terkait karakteristik dan pemanfaatannya.
2. Penyakit Parasit: Jenis-jenis penyakit parasit yang umum menyerang ayam, kambing, dan sapi, antara lain Ascariasis, Kokidiosis, Babesiosis, Theileriosis, Helminthiasis Saluran Cerna, Scabies, dan lain-lain [1], [2], [10]
3. Gejala Klinis: Data gejala (misalnya diare, gatal, penurunan berat badan, anemia) dari berbagai sumber pustaka dan wawancara pakar kesehatan hewan [3], [10]. Gejala-gejala ini dilengkapi dengan nilai *certainty factor* awal (MB/MD) dan skala fuzzy (misalnya “rendah,” “sedang,” “tinggi”) yang mewakili tingkat keparahan atau frekuensi gejala.

Tabel 1 Data Gejala dan Penyakit

Nama Penyakit	Hewan	Gejala
Ascariasis (Cacing Gelang)	Ayam	Mencret berlendir (0.6), Selaput lendir pucat (0.4), Pertumbuhan terhambat (0.6), Kekurangan (0.6), Kelemahan umum (0.4), Anemia (0.4), Diare (0.6), Penurunan produksi telur (0.8)
Coccidiosis	Ayam	Anoreksia (0.6), Depresi (0.4), Bulu berdiri sedikit (0.2), Kepucatan pada pial dan jengger (0.4), Kekurangan (0.6), Kematian (0.8), Diare berdarah (0.8)
Menopon gallinae	Ayam	Penurunan produksi telur (0.6), Anoreksia (0.4), Gatal-gatal pada kulit (Sedikit 0.2), Menurunnya produktivitas (0.6), Pertumbuhan terhambat (0.6), Bobot tidak sesuai target pemasaran (0.4), Ayam tidak nyaman (0.6)
Babesiosis	Kambing /Sapi	Demam (0.6), Anemia (0.8), Selaput lendir kuning (0.4), Hemoglobinuria (kencing berdarah) (0.8), Bulu kusam (0.4), Lesu (Netral - 0.4), Nafsu makan menurun (0.6), Ruminasinya terhenti (0.6), Pernapasan cepat dan sesak (0.6), Kulit tipis dan ikterik (0.4), Gejala saraf (berputar-putar, konvulsi) (0.8)
Theileriosis	Kambing /Sapi	Penurunan berat badan (0.6), Terhambatnya pencapaian target berat badan (0.6), Penurunan produksi dalam generasi (0.8), Penurunan kualitas daging (0.6), Pengafiran karkas atau organ (0.6), Penurunan produksi susu (0.8), Kerusakan kulit (0.4), Lesu (Netral - 0.4), Nafsu makan menurun (0.6), Pernafasan cepat dan sesak (0.6), Gejala saraf (berputar-putar, konvulsi) (0.8)
Helminthiasis Saluran Cerna Cestoda Gastrointestinal	Kambing /Sapi Kambing /Sapi	Gangguan pencernaan (0.6), Diare (0.4), Diare kronis (0.6), Malas (0.6), Nafsu makan menurun (0.6), Pertumbuhan terhambat (0.6), Nilai ekonomis turun (0.8)
Scabies (Sarcoptic Mange)	Kambing /Sapi /Ayam	Gangguan pencernaan (0.6), Diare (0.4), Diare kronis (0.6), Malas (0.6), Nafsu makan menurun (0.6), Pertumbuhan terhambat (0.6), Nilai ekonomis turun (0.8), Penurunan berat badan (0.6), Penurunan kualitas daging (0.6), Penurunan kekebalan tubuh (0.4), Penurunan berat badan lambat (0.6)
Fasciolosis	Kambing /Sapi	Gatal-gatal pada kulit (0.6), Menggaruk atau menggesek tubuh (Sering - 0.6), Luka dan perdarahan (0.4), Eritema pada kulit (0.4), Pembentukan papula dan vesikula (0.4), Keropeng atau kerak pada kulit (0.6), Penebalan kulit dan pengeriputan (0.6), Kerontokan bulu (0.4), Ayam tidak nyaman (0.6)
Cryptosporidiosis	Kambing /Sapi	Penurunan berat badan (0.6), Pertumbuhan terhambat (0.6), Anemia (0.6), Lesu (0.6), Nafsu makan menurun (0.6), Perut membesar (0.4), Perut sakit (0.6), Membrana mukosa pucat (0.4), Diare (0.4), Edema di antara sudut dagu dan bawah perut (0.6), Ikterus (0.4), Kematian (0.8)
		Perut sakit (0.6), Diare dengan bau feces menyengat (0.6), Diare bercampur darah, lendir, dan reruntuhan epitel usus (0.8), Kematian akibat diare yang tidak tertolong (0.8), Rehidrasi diperlukan (Usaha Tinggi - 0.6), Infeksi pada usus halus (0.6)

Proses pengumpulan data melibatkan studi literatur (jurnal ilmiah, buku, laporan dinas peternakan) dan konsultasi dengan dokter hewan setempat. Setelah terkumpul, data dianalisis dan disusun dalam bentuk tabel untuk memudahkan pemodelan basis pengetahuan sistem pakar.

2.3 Analisis Kebutuhan

Berdasarkan data yang telah diperoleh, dilakukan analisis kebutuhan untuk menentukan fungsi-fungsi yang akan disediakan oleh sistem. Analisis kebutuhan ini mencakup:

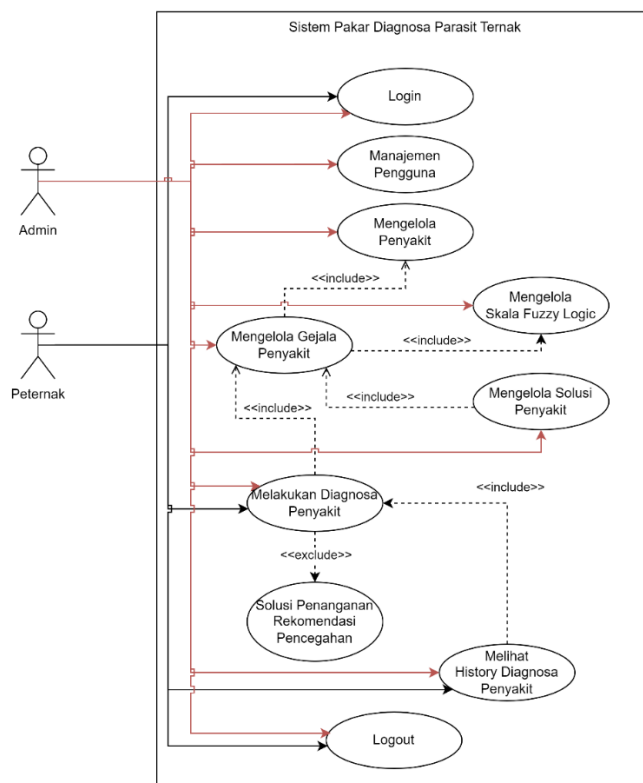
1. Fungsi Input Gejala, memungkinkan pengguna (Peternak) memasukkan gejala yang teramati pada hewan ternak melalui antarmuka web.
2. Fungsi Analisis Diagnosa, sistem memproses gejala yang diinput menggunakan metode *certainty factor* untuk menghitung tingkat keyakinan terhadap suatu penyakit [5]. Nilai CF yang dihasilkan kemudian dikombinasikan dengan *fuzzy logic* untuk menangani gejala ambigu dan tumpang tindih[6].
3. Fungsi Rekomendasi Penanganan, berdasarkan hasil analisis, sistem memberikan rekomendasi penanganan yang mencakup obat, pencegahan penyebaran parasit, dan tata laksana kandang.
4. Fungsi Riwayat Diagnosa, sistem menyimpan data setiap diagnosa, memungkinkan peternak untuk melihat riwayat gejala dan penyakit yang pernah terjadi sebelumnya.
5. Fungsi Manajemen Data (Admin), Admin dapat mengelola data penyakit, gejala, solusi, serta skala fuzzy logic agar basis pengetahuan selalu terbaru dan relevan.
6. Fungsi Edukasi dan Informasi, menyediakan informasi tambahan seperti penyebab penyakit, cara penanggulangan, dan tingkat keparahan berbagai penyakit parasit pada ternak [4], [10].

Kebutuhan perangkat keras (minimal prosesor Intel Core i5, RAM 8 GB, dan koneksi internet stabil) dan perangkat lunak (framework Laravel 10, SQLite 3.42, dan server lokal Laragon 6.0) juga dianalisis guna memastikan kinerja optimal sistem [11].

2.4 Perancangan Sistem

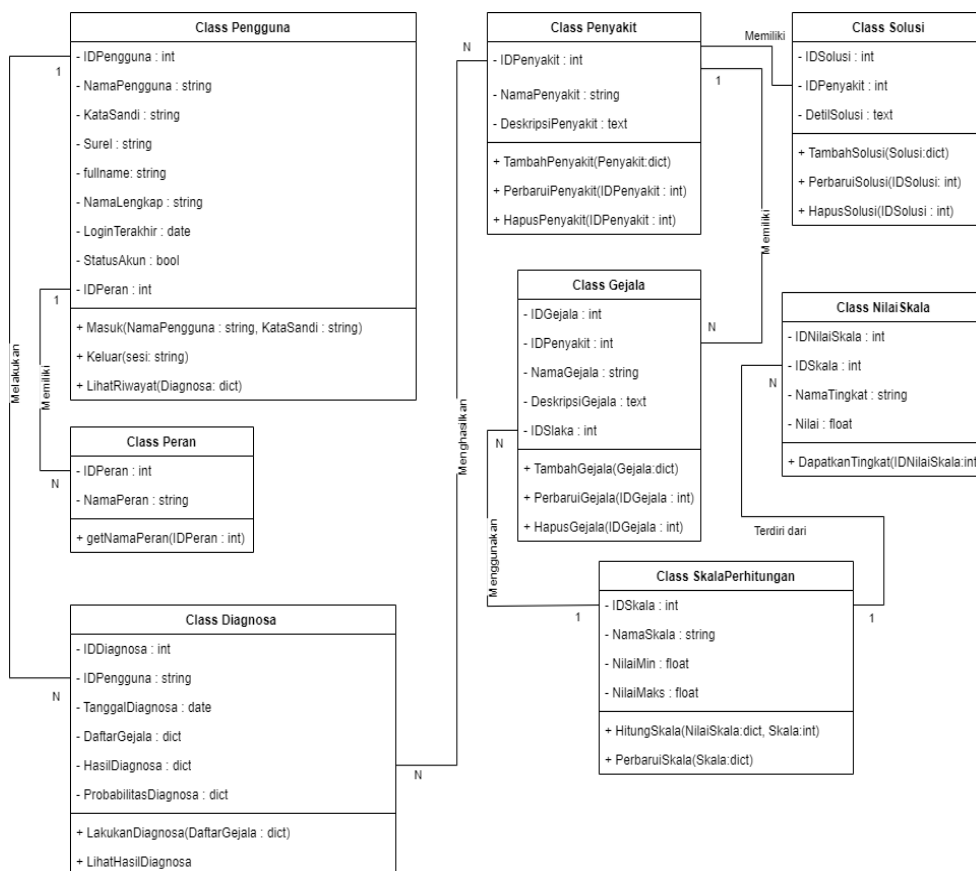
Pada tahap perancangan, dilakukan pembuatan berbagai diagram untuk menjelaskan alur proses dan struktur data, antara lain:

1. Use Case Diagram, Menggambarkan interaksi antara aktor (Admin, Peternak) dan sistem dalam melakukan login, diagnosa, pengelolaan pengguna, hingga pengelolaan data penyakit, gejala, dan solusi [12].



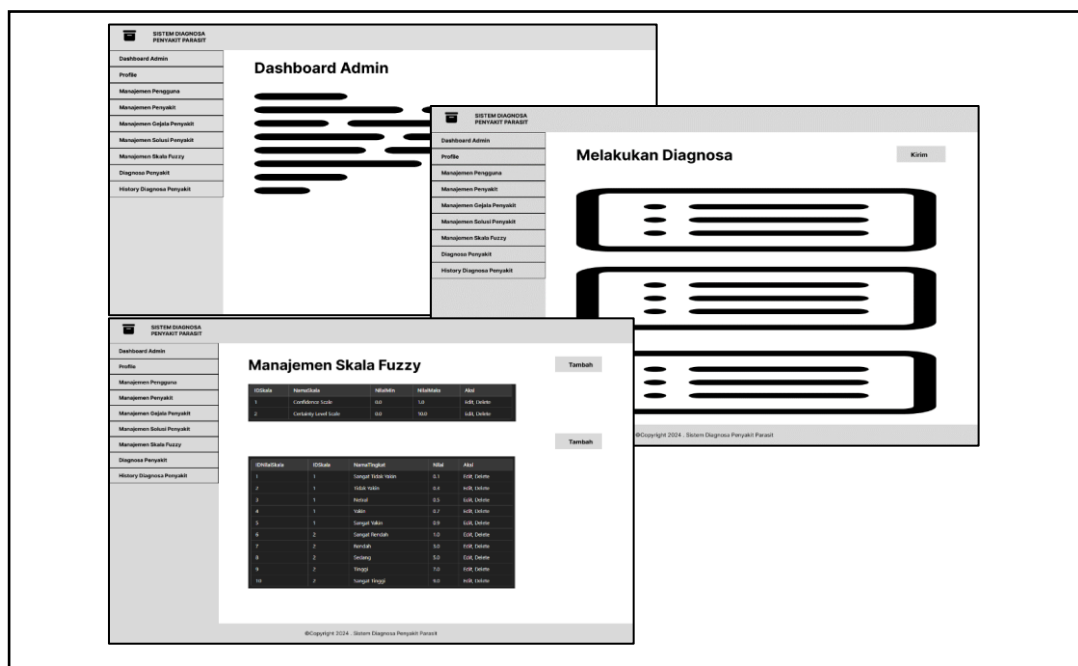
Gambar 1 Use Case Diagram

2. Class Diagram dan Desain Database, Mewakili struktur objek dalam sistem (kelas Pengguna, Gejala, Penyakit, Diagnosa, Solusi, dan SkalaFuzzy) serta relasi antar tabel di database SQLite 3.42, seperti relasi One-to-Many antara Pengguna dan Diagnosa, serta antara Penyakit dan Gejala [7].



Gambar 2 Class Diagram

3. Antarmuka Pengguna, dirancang agar memudahkan Peternak dalam memasukkan gejala dan memahami hasil diagnosa. Admin juga mendapatkan tampilan khusus untuk mengelola data dan melihat riwayat diagnosa.



Gambar 3 Antarmuka Pengguna

2.5 Implementasi Aplikasi

Implementasi aplikasi menggunakan framework Laravel 10 sebagai *backend*, SQLite 3.42 sebagai basis data, dan server Laragon 6.0 untuk lingkungan pengujian lokal. Tahapan utama implementasi meliputi:

1. Pengembangan *Backend*, Pembuatan model dan *controller* untuk mengelola tabel pengguna, penyakit, gejala, solusi, dan diagnosa. Integrasi logika CF dan fuzzy logic dalam *controller* diagnosa untuk memproses data gejala dan menghasilkan hasil perhitungan keyakinan.
2. Pembuatan *Frontend* (Antarmuka Web), Perancangan halaman *login*, *dashboard* Admin, *dashboard* Peternak, halaman diagnosa, riwayat diagnosa, dan halaman pengelolaan data (penyakit, gejala, solusi, skala fuzzy). Penggunaan HTML, CSS, dan JavaScript untuk memastikan tampilan ramah pengguna (*user-friendly*) [9].
3. Pengujian Internal (Alpha Test):
Memvalidasi setiap fitur berdasarkan rancangan *use case*. Melakukan perbaikan jika terdapat bug maupun ketidaksesuaian dengan kebutuhan.

2.6 Pengujian dan Evaluasi

Setelah implementasi selesai, dilakukan dua jenis pengujian, yaitu:

1. Pengujian Fungsional Beta, dilakukan dengan melibatkan pengguna akhir (Peternak, Admin) untuk menilai kemudahan penggunaan, tampilan antarmuka, serta keakuratan sistem [13]. Hasilnya dinilai melalui kuesioner kepuasan pengguna.
2. Pengujian Data (10 Percobaan Gejala), sejumlah 10 skenario input gejala dilakukan untuk menilai akurasi sistem dalam mendiagnosis penyakit. Hasil diagnosa dibandingkan dengan referensi pakar untuk menentukan apakah “Sesuai” atau “Tidak Sesuai” [14]. Selanjutnya, dihitung persentase akurasi dengan membandingkan jumlah percobaan yang sesuai dengan total percobaan.

Rumus Akurasi:

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Percobaan Sesuai}}{\text{Total Percobaan}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

3. Evaluasi Hasil, Meninjau kembali metode CF dan *fuzzy logic* pada kasus yang masih tidak sesuai. Melakukan penyesuaian bobot gejala dan *membership function* fuzzy, serta memperluas cakupan data gejala dan penyakit [15].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian sistem pakar diagnosis penyakit parasit pada hewan ternak (ayam, kambing, dan sapi) disajikan dalam bentuk uraian kualitatif dan kuantitatif. Hasil yang diperoleh meliputi implementasi lembar kerja, evaluasi fungsional (Alpha dan Beta), serta pengujian data melalui 10 percobaan input gejala. Setiap bagian akan diuraikan berikut ini.

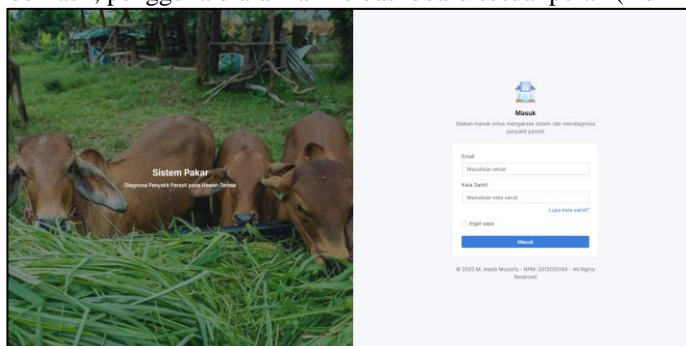
3.1 Hasil Implementasi Sistem

Hasil implementasi sistem pakar diagnosis penyakit parasit pada hewan ternak meliputi:

1. Antarmuka Pengguna (User Interface):

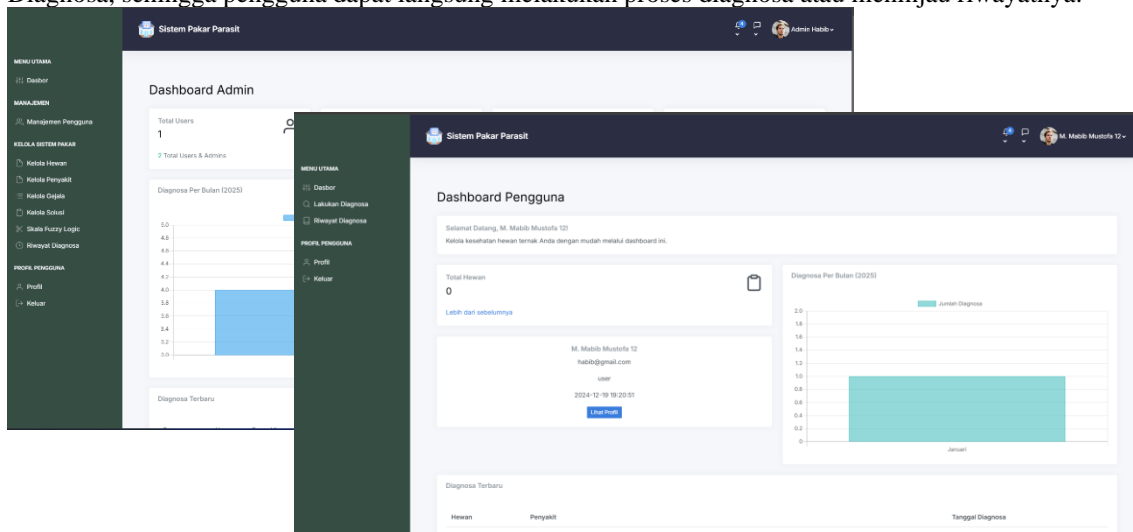
Telah dikembangkan beberapa halaman utama, yaitu Halaman Sign In, Dashboard Admin, Dashboard Pengguna, Manajemen Pengguna, Melakukan Diagnosa, Melihat History Diagnosa, Mengelola Penyakit, Mengelola Solusi Penyakit, Mengelola Gejala Penyakit, Mengelola Skala Fuzzy Logic, dan Logout. Masing-masing halaman didesain untuk memudahkan pengguna (Admin maupun Peternak) dalam melakukan proses login, manajemen data, diagnosa penyakit, dan melihat riwayat diagnosa.

Halaman Sign In, Menampilkan formulir bagi pengguna untuk memasukkan nama pengguna dan kata sandi. Setelah verifikasi berhasil, pengguna diarahkan ke dashboard sesuai peran (Admin atau Peternak).



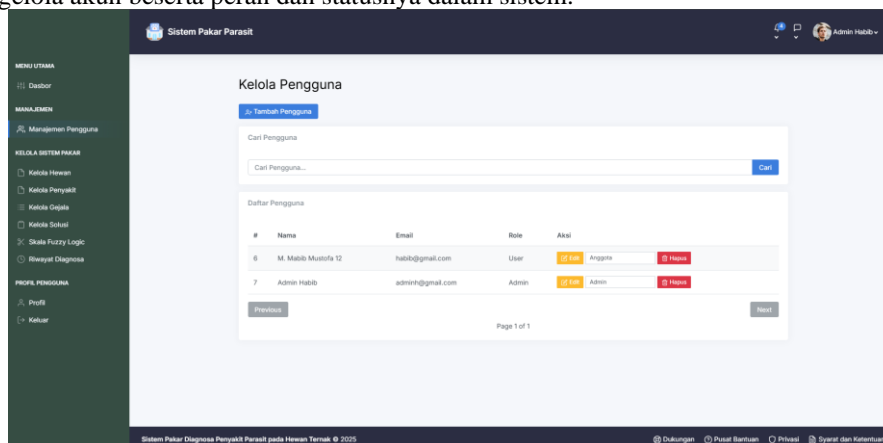
Gambar 4 Antarmuka Sign In

Dashboard Admin, Menjadi pusat kontrol bagi Admin, memuat menu seperti Manajemen Pengguna, Penyakit, Gejala, Solusi, Skala Fuzzy, dan History untuk memantau seluruh aktivitas sistem. Dashboard Pengguna, Berfungsi sebagai laman utama bagi Peternak dengan akses ke menu Diagnosa dan History Diagnosa, sehingga pengguna dapat langsung melakukan proses diagnosa atau meninjau riwayatnya.



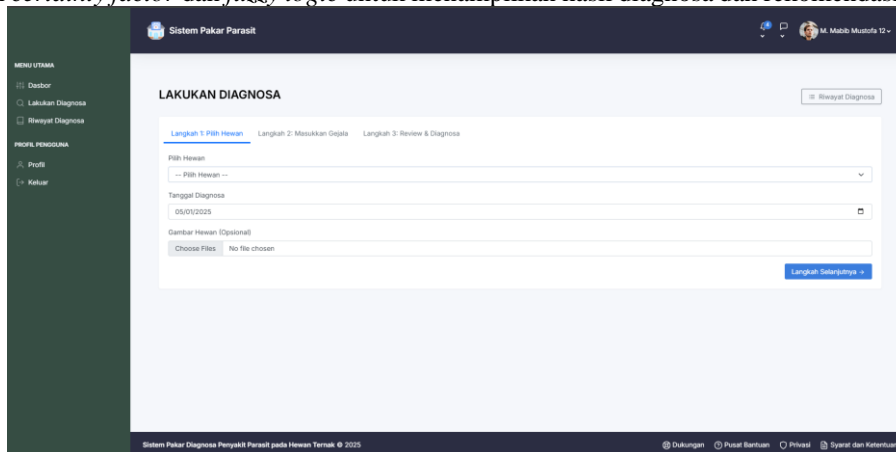
Gambar 5 Antarmuka Dashboard Admin dan Pengguna

Manajemen Pengguna, Menyediakan tabel data pengguna serta fitur tambah, edit, dan hapus, membantu Admin mengelola akun beserta peran dan statusnya dalam sistem.



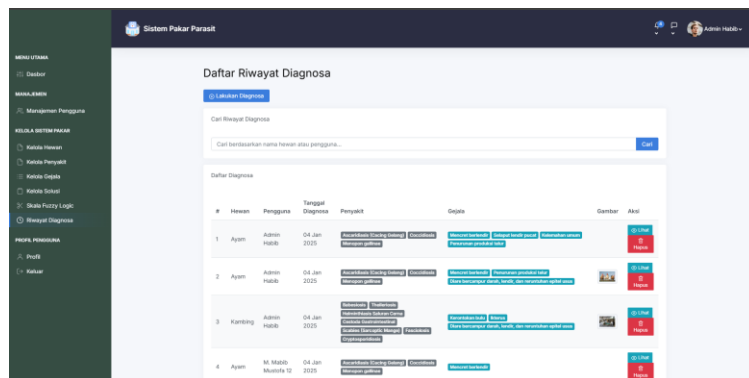
Gambar 6 Antarmuka Manajemen Pengguna

Melakukan Diagnosa, Menampilkan form input gejala bagi Peternak, selanjutnya memproses perhitungan *certainty factor* dan *fuzzy logic* untuk menampilkan hasil diagnosa dan rekomendasi penanganan.



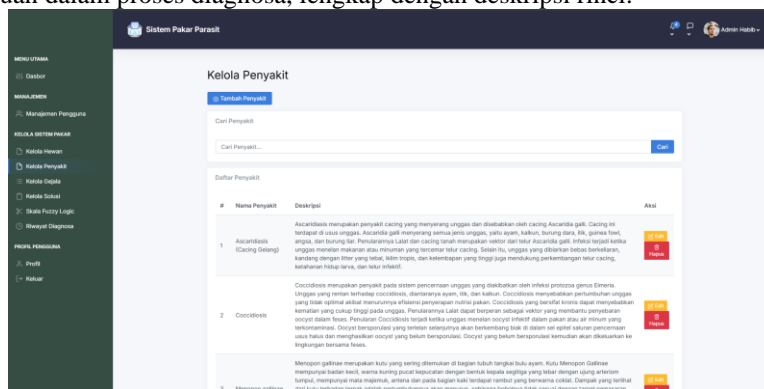
Gambar 7 Antarmuka Melakukan Diagnosa

Melihat History Diagnosa, Menyajikan daftar riwayat diagnosa yang pernah dilakukan, termasuk tanggal, gejala, penyakit terdeteksi, dan tindakan yang dianjurkan untuk memudahkan peninjauan kembali.



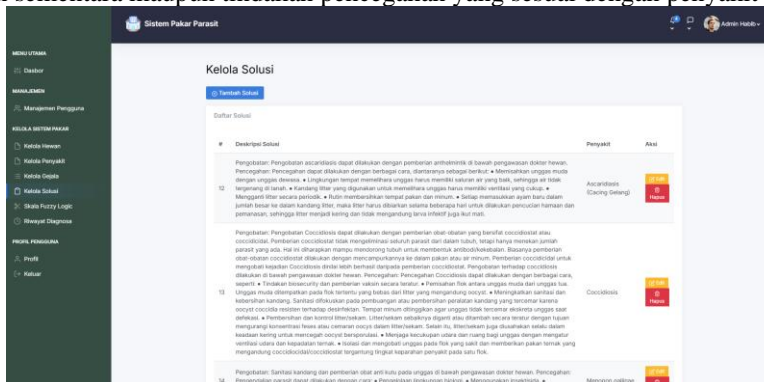
Gambar 8 Antarmuka Melakukan Diagnosa

Mengelola Penyakit, Memungkinkan Admin menambahkan, mengubah, serta menghapus data penyakit yang dijadikan acuan dalam proses diagnosa, lengkap dengan deskripsi rinci.



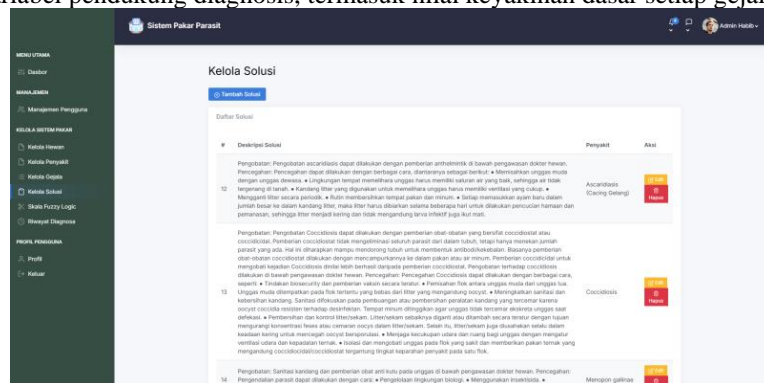
Gambar 9 Antarmuka Mengelola Penyakit

Mengelola Solusi Penyakit, Memfasilitasi Admin dalam memperbarui informasi solusi, baik yang bersifat perawatan sementara maupun tindakan pencegahan yang sesuai dengan penyakit yang terdaftar.



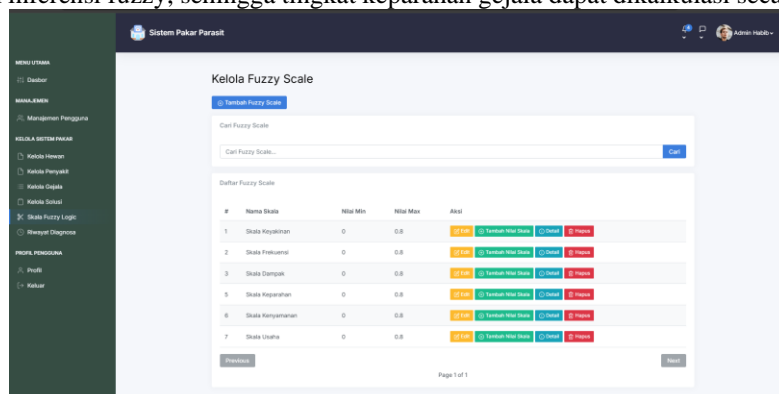
Gambar 10 Antarmuka Mengelola Solusi Penyakit

Mengelola Gejala Penyakit, Memungkinkan Admin untuk menambah, mengedit, dan menghapus gejala yang dijadikan variabel pendukung diagnosis, termasuk nilai keyakinan dasar setiap gejala.



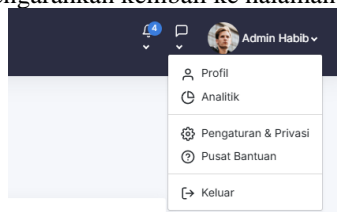
Gambar 11 Antarmuka Mengelola Gejala Penyakit

Mengelola Skala Fuzzy Logic, Mengatur parameter (nilai minimum, maksimum, dan tingkatan) yang digunakan dalam inferensi fuzzy, sehingga tingkat keparahan gejala dapat dikalkulasi secara dinamis.



Gambar 12 Antarmuka Mengelola Gejala Penyakit

Logout, Menampilkan konfirmasi bagi pengguna untuk keluar dari sesi. Ketika dikonfirmasi, sistem menghapus session pengguna, lalu mengarahkan kembali ke halaman login.



Gambar 13 Antarmuka Mengelola Gejala Penyakit

2. Struktur & Keterkaitan Lembar Kerja:
Pengelolaan Data Penyakit, Gejala, dan Solusi berpengaruh langsung pada Halaman Melakukan Diagnosa, karena hasil diagnosa sangat bergantung pada basis pengetahuan yang tersimpan di database. Skala Fuzzy Logic juga diatur dalam halaman khusus, sehingga proses inferensi fuzzy dapat dijalankan sesuai ketentuan. Riwayat Diagnosa memungkinkan pengguna untuk meninjau hasil diagnosa sebelumnya, beserta gejala yang diinput dan rekomendasi yang dihasilkan.
3. Implementasi Kode Program. Sistem dikembangkan menggunakan *framework* Laravel versi 10, database SQLite 3.42, dan di-*hosting* secara lokal di server Laragon 6.0. Logika *certainty factor* dan *fuzzy logic* diintegrasikan pada *controller* Diagnosa, yang memproses data gejala menjadi hasil diagnosa serta rekomendasi penanganan.

3.2 Pengujian Fungsional Beta

Pengujian Fungsional Beta dilakukan dengan melibatkan pengguna akhir (peternak, tenaga kesehatan hewan, dan admin peternakan). Tujuan utamanya adalah menilai tingkat kepuasan terhadap tampilan antarmuka, kemudahan penggunaan, serta keandalan sistem dalam situasi nyata. Berdasarkan Tabel 2, diperoleh nilai kepuasan rata-rata sebesar 91%. Responden menilai fitur Diagnosa dan Rekomendasi Penanganan sebagai aspek yang paling membantu, terutama ketika dokter hewan belum dapat dihadirkan di lokasi. Adapun beberapa saran perbaikan mencakup tata letak menu dan penjelasan singkat mengenai hasil diagnosa agar pengguna lebih mudah memahami proses penentuan penyakit parasit pada ternak.

Tabel 2 Pengujian Beta

No	Pertanyaan	SS 4	S 3	CS 2	TS 1	Persentase
1	Apakah halaman Diagnosa mudah digunakan untuk memasukkan gejala dan nilai keyakinan?	3	2	0	0	90%
2	Apakah rekomendasi penanganan yang ditampilkan sistem sudah membantu Anda?	4	1	0	0	95%
3	Apakah halaman History Diagnosa memudahkan Anda meninjau riwayat kondisi ternak?	3	2	0	0	90%
4	Apakah informasi penyakit yang disajikan (deskripsi, gejala) cukup jelas untuk dipahami?	2	3	0	0	85%
5	Apakah Anda merasa sistem ini memudahkan dalam mendiagnosis penyakit parasit ternak?	4	1	0	0	95%
Rata -rata						91%

Keterangan : SS: Sangat Setuju, S: Setuju, C: Cukup, TS: Tidak Setuju

3.3 Pengujian Fungsional Alpha

Pengujian Fungsional Alpha dilakukan secara internal oleh tim pengembang/peneliti untuk memverifikasi setiap fitur utama terhadap *use case* yang dirancang. Hasilnya ditampilkan pada Tabel 3, yang mencakup pengujian proses Login, Dashboard Admin, Dashboard Pengguna, Manajemen Pengguna, Diagnosa Penyakit, History Diagnosa, Manajemen Penyakit, Solusi, Gejala, dan Skala Fuzzy.

Tabel 3 Pengujian Alpha

No.	Data Uji / Fitur	Langkah Uji	Hasil yang Diharapkan	Keterangan
1	Login (Halaman Sign In)	1. Buka halaman Login 2. Masukkan username dan password yang valid 3. Klik tombol Masuk	- Sistem memverifikasi kredensial - Jika valid, sistem menampilkan Dashboard (Admin/Pengguna) - Jika tidak valid, menampilkan pesan error	Berhasil menampilkan Dashboard jika valid
2	Dashboard Admin	1. Login sebagai Admin 2. Sistem menampilkan Dashboard Admin	- Dashboard Admin tampil dengan menu: Manajemen Pengguna, Penyakit, Gejala, Solusi, Skala Fuzzy, History	Berhasil menampilkan seluruh menu Admin
3	Dashboard Pengguna	1. Login sebagai Peternak 2. Sistem menampilkan Dashboard Pengguna	- Dashboard Pengguna tampil dengan menu: Diagnosa, History Diagnosa	Berhasil menampilkan menu diagnosa & riwayat
4	Manajemen Pengguna	1. Login sebagai Admin 2. Buka menu Manajemen Pengguna 3. Tambah/Edit/Hapus Data Pengguna	- Sistem berhasil menambah, mengubah, atau menghapus data pengguna - Menampilkan daftar pengguna terkini	Fungsi CRUD pada pengguna berjalan lancar
5	Melakukan Diagnosa	1. Login sebagai Peternak 2. Masuk ke menu Diagnosa 3. Pilih gejala & isi nilai keyakinan 4. Klik Proses Diagnosa	- Sistem melakukan perhitungan Certainty Factor & Fuzzy Logic - Menampilkan hasil diagnosa & rekomendasi	Berhasil menampilkan penyakit & rekomendasi
6	Melihat History Diagnosa	1. Login (Admin/Peternak) 2. Buka menu History Diagnosa 3. Tinjau daftar riwayat	- Sistem menampilkan riwayat diagnosa (tanggal, gejala, hasil)	Berhasil menampilkan detail riwayat
7	Mengelola Penyakit	1. Login sebagai Admin 2. Buka menu Mengelola Penyakit 3. Tambah/Edit/Hapus data penyakit	- Sistem menampilkan daftar penyakit - Sistem berhasil memperbarui data penyakit	Fungsi CRUD pada penyakit berjalan lancar
8	Mengelola Solusi Penyakit	1. Login sebagai Admin 2. Buka menu Mengelola Solusi Penyakit 3. Tambah/Edit/Hapus data solusi	- Sistem menampilkan daftar solusi - Sistem berhasil memperbarui solusi sesuai penyakit	Fungsi CRUD pada solusi berjalan lancar
9	Mengelola Gejala Penyakit	1. Login sebagai Admin 2. Buka menu Mengelola Gejala 3. Tambah/Edit/Hapus data gejala	- Sistem menampilkan daftar gejala - Sistem berhasil memperbarui data gejala	Fungsi CRUD pada gejala berjalan lancar
10	Mengelola Skala Fuzzy Logic	1. Login sebagai Admin 2. Buka menu Mengelola Skala Fuzzy 3. Tambah/Edit/Hapus skala fuzz	- Sistem menampilkan daftar skala fuzzy - Sistem berhasil memperbarui skala fuzzy	Fungsi CRUD pada skala fuzzy berjalan lancar

Dari hasil pengujian Alpha, semua fungsi yang diuji telah berjalan sesuai kebutuhan. Tidak ditemukan kesalahan atau *bug* yang bersifat kritis, meskipun masih terdapat beberapa saran penyempurnaan tampilan agar lebih ramah pengguna (*user-friendly*). Temuan ini menunjukkan bahwa sistem memenuhi kriteria dasar fungsionalitas sebelum diujikan kepada pengguna akhir.

3.4 Pengujian Data (10 Percobaan)

Untuk mengukur akurasi sistem, dilakukan 10 percobaan masukan gejala beserta nilai keyakinan. Hasilnya dibandingkan dengan diagnosis pakar atau referensi ilmiah. Ringkasan pengujian data ditampilkan pada Tabel 4 dan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Delapan Kasus Sesuai, sistem sukses mendiagnosis penyakit dengan benar pada 8 percobaan (80%). Gejala umum seperti diare, demam, penurunan berat badan, dan gatal-gatal berhasil diklasifikasikan ke Ascariasis, Kokidiosis, Babesiosis, Scabies, atau Theileriosis.
2. Dua Kasus Tidak Sesuai

Percobaan ke-5 (Diare & Anemia) tidak terdeteksi sebagai Fasciolosis sesuai perkiraan pakar, menunjukkan perlunya gejala khusus mengenai gangguan hati (misalnya perut membesar) agar sistem lebih tepat. Percobaan ke-8 (Diare kronis & gangguan pencernaan) dinyatakan “Kurang Sesuai” karena sistem menampilkan “Cestoda Gastrointestinal / Helminthiasis Saluran Cerna” sementara pakar memfokuskan pada “Cestoda Gastrointestinal” saja.

Tabel 4 Pengujian Alpha

No	Gejala yang Diinput	Hasil Diagnosa Sistem	CF Final	Penyakit Sebenarnya (Referensi Pakar)	Sesuai / Tidak	Keterangan
1	- Mencret berlendir (0.6) - Penurunan produksi telur (0.8)	Ascaridiasis	0.76	Ascaridiasis	Sesuai	Sistem mendiagnosis sama dengan hasil pakar
2	- Mencret berlendir (0.6) - Gatal pada kulit (0.8)	Ascaridiasis	0.36	Ascaridiasis	Sesuai	Diagnosa sesuai, kutu sering menyebabkan gatal & mencret ringan
3	- Diare berdarah (0.8) - Nafsu makan menurun (0.6)	Coccidiosis	0.64	Coccidiosis	Sesuai	Gejala perdarahan usus, cocok dengan kokidiosis
4	- Demam (0.8) - Gejala syaraf (berputar-putar, konvulsi) (0.8)	Babesiosis	0.81	Babesiosis	Sesuai	Babesia menyebabkan anemia, hemoglobinuria, dan demam
5	- Diare (0.4) - Anemia (0.6)	-	0.0	Fasciolosis (menurut pakar)	Tidak Sesuai	Sistem kurang tepat mendeteksi Fasciolosis (perlu penambahan gejala hati & bengkak perut)
6	- Gatal-gatal pada kulit (0.6) - Keropeng/kerak (0.8)	Scabies (Sarcoptic Mange)	0.48	Scabies	Sesuai	Gejala kulit sangat khas scabies
7	- Perut membesar (0.6) - Anemia (0.6)	Fasciolosis	0.24	Fasciolosis	Sesuai	Pembesaran perut & anemia cocok untuk cacing hati
8	- Diare kronis (0.8) - Gangguan pencernaan (0.6)	Cestoda Gastrointestinal / Helminthiasis Saluran Cerna	0.66	Cestoda Gastrointestinal	Kurang Sesuai	Tanda spesifik infeksi cacing pita
9	- Diare bercampur darah (0.8) - Perut sakit (0.8) - Rehidrasi diperlukan (0.6) - Penurunan berat badan (0.6)	Cryptosporidiosis	0.66	Cryptosporidiosis	Sesuai	Diare berat bercampur darah & keperluan rehidrasi jadi indikasi kuat cryptosporidiosis
10	- Lesu (0.4) - Gejala saraf (konvulsi) (0.8)	Theileriosis	0.76	Theileriosis	Sesuai	Gejala saraf & penurunan berat badan sering ditemui pada Theileriosis

Dengan memasukkan “Kurang Sesuai” ke kategori “Tidak Sesuai,” total percobaan yang berhasil sesuai adalah 8 dari 10, sehingga akurasi sistem sebesar 80%. Angka ini menunjukkan performa sistem yang cukup baik untuk ukuran awal, namun masih memerlukan penyempurnaan, terutama pada bobot gejala Fasciolosis dan cakupan data penyakit cacing pita.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi sistem pakar diagnosis penyakit parasit pada hewan ternak (ayam, kambing, dan sapi), dapat disimpulkan bahwa sistem ini berhasil dikembangkan dengan menggunakan metode *Certainty Factor* dan *Fuzzy Logic*. Pengujian fungsional Alpha menunjukkan bahwa seluruh fitur utama sistem, mulai dari proses autentikasi, manajemen data pengguna, penyakit, gejala, solusi, hingga fungsi diagnosa dan riwayat diagnosa, berjalan sesuai spesifikasi tanpa ditemukan kesalahan kritis. Pengujian fungsional Beta yang melibatkan lima responden dari kalangan peternak, tenaga kesehatan hewan, dan admin farm menghasilkan tingkat kepuasan pengguna sebesar 91%, menandakan bahwa sistem ini dianggap efektif dan bermanfaat dalam membantu diagnosa penyakit parasit secara mandiri. Selain itu, pengujian data dengan 10 percobaan input gejala menunjukkan bahwa sistem mencapai akurasi sebesar 80%, dengan delapan percobaan sesuai dengan referensi pakar dan dua percobaan belum sesuai. Meskipun akurasi ini tergolong baik, hasil tersebut mengindikasikan adanya kebutuhan untuk peningkatan lebih lanjut, khususnya dalam hal penyesuaian bobot gejala dan perluasan cakupan data penyakit guna meningkatkan ketepatan diagnosa.

5. SARAN

Untuk meningkatkan kualitas dan efektivitas sistem pakar diagnosis penyakit parasit pada hewan ternak yang telah dikembangkan, beberapa saran berikut dapat dipertimbangkan. Pertama, penambahan dan validasi data gejala perlu dilakukan dengan memperluas variasi serta jumlah data gejala, terutama untuk penyakit yang masih jarang terwakili dalam basis pengetahuan. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi perhitungan *Certainty Factor* dan aturan *Fuzzy Logic*, sehingga hasil diagnosa menjadi lebih presisi. Kedua, optimalisasi logika *Fuzzy* dan *Certainty Factor* perlu dilakukan dengan penyesuaian atau penambahan aturan fuzzy yang lebih spesifik serta revisi bobot kepercayaan (MB) dan ketidakpercayaan (MD) untuk gejala-gejala yang sering menyebabkan ketidaksesuaian diagnosa. Ketiga, perluasan jenis penyakit yang dicakup oleh sistem, baik parasit maupun non-parasit, akan menjadikan sistem lebih komprehensif dan bermanfaat bagi peternak dalam memantau kesehatan hewan mereka. Keempat, pengembangan versi mobile dari sistem pakar dapat mempermudah akses bagi peternak yang berada di area terpencil atau memiliki keterbatasan akses internet, memungkinkan diagnosa dan pemantauan kesehatan ternak dilakukan secara real-time di lapangan. Selain itu, peningkatan antarmuka pengguna dengan optimalisasi tata letak menu dan penambahan visualisasi hasil diagnosa akan meningkatkan kenyamanan dan kemudahan penggunaan sistem. Terakhir, integrasi sistem pakar dengan sistem manajemen peternakan yang lebih luas akan memungkinkan sinkronisasi data otomatis dan pelaporan kesehatan ternak secara menyeluruh, sehingga mendukung pengambilan keputusan strategis bagi peternak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. S. Balaira, G. V. J. Assa, F. J. Nangoy, C. L. K. Sarajar, dan M. Nangoy, “Infestasi kutu pada ayam kampung (*Gallus gallus domestic*) di Desa Tolok Kecamatan Tompaso Kabupaten Minahasa,” *Zootec*, vol. 39, no. 2, hlm. 451–458, 2019, Diakses: 20 Oktober 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/zoote/article/view/25769>
- [2] A. D. Kristina dan A. Setiyono, “Infestasi Caplak Ixodidae pada Sapi Lokal di Kelurahan Balai Gadang Kecamatan Koto Tangah Kota Padang,” *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat (PIM)*, vol. 2, no. 2, hlm. 145–152, 2020, Diakses: 20 Oktober 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.ipb.ac.id/index.php/pim/article/view/30377>
- [3] D. Lefiana, D. Kurnia, S. Sujatmiko, P. S. Noor, E. Zelpina, dan R. Ardyes, “Prevalensi Trematoda Gastrointestinal Pada Sapi Di Pasar Ternak Payakumbuh,” *VITEK : Bidang Kedokteran Hewan*, vol. 12, no. 1, hlm. 35–39, Apr 2022, doi: 10.30742/jv.v12i1.102.
- [4] W. Wahyuni dan A. Lestari, “Prevalensi Sakit dan Kematian Ayam Petelur (Studi Kasus di Peternakan Ayam Ras Petelur),” *Tarjih Tropical Livestock Journal*, vol. 2, no. 2, hlm. 68–75, Des 2022, doi: 10.47030/trolija.v2i2.440.
- [5] C. Permana dan P. Rosyani, “Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Ayam Dengan Metode Certainty Factor Berbasis Website,” *LOGIC : Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, vol. 2, no. 1, hlm. 221–231, Des 2023, [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic/article/view/2824>
- [6] A. Rosyidi, S. N. Depamede, W. Wariata, M. Sriasih, dan M. Ali, “Manajemen Kesehatan Ternak Kerbau Di Desa Sekaroh Kecamatan Jerowaru Kabupaten Lombok Timur,” *Prosiding PEPADU*, vol. 5, no. 1, hlm. 237–243, 2023, Diakses: 20 Oktober 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://proceeding.unram.ac.id/index.php/pepadu/article/download/691/551>
- [7] T. A. Chasshidi dan M. R. Putra, “Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Penyakit Pneumonia Menggunakan Metode Certainty Factor dan Fuzzy Logic Tsukamoto Berbasis WEB,” *Jurnal KomtekInfo*, vol. 8, no. 2, hlm. 118–128, Jun 2021, doi: 10.35134/komtekinfo.v8i2.106.
- [8] L. Sudarmana, “Introduction To The Basics Of Expert Systems,” *Teknomatika: Jurnal Informatika dan Komputer*, vol. 2, no. 2, hlm. 47–59, Mei 2020.
- [9] A. S. Mugirahayu, L. Linawati, dan A. Setiawan, “Penentuan Status Kewaspadaan COVID-19 Pada Suatu Wilayah Menggunakan Metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani,” *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, vol. 4, no. 1, hlm. 28–39, Apr 2021, doi: 10.24246/juses.v4i1p28-39.
- [10] Dinas Ketahanan Pangan dan Peternakan Kabupaten Kediri, “Informasi Data Penyakit pada Unggas dan Ruminasia,” Kabupaten Kediri, Des 2024.
- [11] leokhoa, “Laragon - portable, isolated, Fast & Powerful Universal Development Environment for PHP, Node.js, Python, Java, Go, Ruby.,” Laragon.

-
- [12] A. Dennis, B. H. Wixom, dan D. Tegarden, *Systems Analysis and Design: An Object-Oriented Approach with UML*, 5 ed., vol. 1. Wiley Publishing, 2019.
 - [13] B. Saputra, A. Utami, E. Edriyansyah, dan Y. Irawan, “Expert System For Diagnosing Diseases in Toddlers Using The Certainty Factor Method,” *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, vol. 4, no. 1, hlm. 32–41, Agu 2022, doi: 10.37385/jaets.v4i1.916.
 - [14] A. Agusta, F. Y. Arini, dan R. Arifudin, “Implementation of Fuzzy Logic Method and Certainty Factor for Diagnosis Expert System of Chronic Kidney Disease,” *Journal of Advances in Information Systems and Technology*, vol. 2, no. 1, hlm. 61–68, Apr 2020.
 - [15] N. A. Siregar, R. Akram, dan N. Fadillah, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Kucing Anggora Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Website,” *CHAIN: Journal of Computer Technology, Computer Engineering, and Informatics*, vol. 1, no. 2, hlm. 68–77, Apr 2023.