

SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT SAPI MENGUNAKAN ALGORITMA FORWARD CHAINING DAN CERTAINTY FACTOR

Julinda Mikha Rondonuwu¹, Lanny Sitanayah², Vivie Deyby Kumenap³

¹Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Katolik De La Salle Manado

²Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Katolik De La Salle Manado

³Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Katolik De La Salle Manado

E-mail Korespondensi: lsitanayah@unikadelasalle.ac.id

ABSTRACT

The increasing demand for beef in Indonesia requires effective livestock health management to maintain productivity. However, limited access to veterinarians, particularly in rural areas, makes early and accurate diagnosis of cattle diseases difficult. This study aims to design and develop an expert system for cattle disease diagnosis that assists farmers in identifying diseases from observed symptoms and provides treatment recommendations as an initial response. The system applies Forward Chaining to infer disease diagnoses from predefined rules and Certainty Factor to calculate confidence levels for the diagnostic results. The knowledge base was constructed from literature studies and interviews with an expert in animal health. The system was implemented as an interactive and user-friendly web application. Evaluation included alpha testing, beta testing, and accuracy testing using 20 diagnostic test cases with 3, 5, 6, 7, and 8 symptoms in each diagnosis process. The results showed that all diagnoses generated by the application matched the expert decisions, yielding an accuracy of 100%. The application also provides confidence values and treatment recommendations, supporting farmers in initial handling without replacing the role of veterinarians and improving their understanding of cattle health.

Keywords: Expert System, Cattle Disease Diagnosis, Forward Chaining, Certainty Factor.

ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan daging sapi di Indonesia menuntut pengelolaan kesehatan ternak yang baik agar produktivitas tetap terjaga. Namun, keterbatasan akses peternak terhadap dokter hewan, khususnya di daerah pedesaan, menyebabkan kesulitan dalam melakukan diagnosis penyakit sapi secara dini dan akurat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pakar diagnosis penyakit sapi yang dapat membantu peternak dalam mengenali penyakit berdasarkan gejala yang dialami serta memberikan rekomendasi pengobatan sebagai penanganan awal. Sistem pakar dikembangkan menggunakan metode inferensi Forward Chaining untuk menentukan diagnosis penyakit berdasarkan aturan yang telah ditetapkan, serta metode Certainty Factor untuk menghitung tingkat keyakinan terhadap hasil diagnosis. Basis pengetahuan (knowledge base) pada sistem ini diperoleh melalui studi literatur dan wawancara dengan pakar di bidang kesehatan hewan. Implementasi sistem dilakukan dalam bentuk aplikasi yang interaktif dan mudah digunakan oleh pengguna. Pengujian sistem meliputi alpha testing, beta testing, dan pengujian tingkat akurasi. Pengujian tingkat akurasi dilakukan dengan 20 data uji diagnosis dengan variasi jumlah gejala sebanyak 3, 5, 6, 7, dan 8 gejala pada setiap proses diagnosis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa diagnosis yang dihasilkan aplikasi sesuai dengan keputusan pakar dengan tingkat akurasi sebesar 100%. Aplikasi ini juga memberikan nilai tingkat keyakinan dan rekomendasi pengobatan, sehingga dapat membantu peternak dalam

melakukan penanganan awal tanpa menggantikan peran dokter hewan serta meningkatkan pemahaman peternak mengenai kesehatan sapi.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Diagnosis Penyakit Sapi, Forward Chaining, Certainty Factor.

PENDAHULUAN

Sapi merupakan komoditas penting dalam sektor peternakan Indonesia yang berkontribusi terhadap penyediaan protein hewani dan pertumbuhan ekonomi. Meningkatnya konsumsi daging sapi, dengan sapi potong menyumbang lebih dari 73% kebutuhan daging nasional, menuntut pengelolaan kesehatan ternak yang optimal untuk menjaga produktivitas [1]. Penyakit pada sapi yang disebabkan oleh bakteri, virus, jamur, maupun parasit dapat menimbulkan kerugian ekonomi yang besar melalui penurunan produksi, peningkatan biaya pengobatan, hingga kematian ternak apabila tidak ditangani secara dini [2], [3].

Dalam praktiknya, diagnosis dini masih menjadi kendala karena keterbatasan akses peternak terhadap tenaga medis hewan, khususnya di daerah pedesaan dan terpencil. Ketimpangan jumlah dokter hewan dengan populasi ternak menyebabkan banyak kasus penyakit tidak tertangani secara tepat sehingga menurunkan produktivitas ternak [4].

Berbagai sistem diagnosis penyakit hewan telah dikembangkan, namun sebagian besar masih bersifat informatif dan belum mampu memberikan diagnosis otomatis berbasis gejala maupun menangani ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan [5], [6]. Selain itu, banyak sistem belum mengintegrasikan perhitungan tingkat keyakinan dan metode inferensi yang adaptif sehingga akurasi diagnosis masih terbatas [7], [8]. Oleh karena itu, diperlukan sistem pakar yang mampu meniru proses berpikir pakar serta memberikan diagnosis yang lebih akurat dan mudah digunakan oleh peternak.

Penelitian ini mengembangkan sistem pakar berbasis web CowDocs (*Cattle Online Web-based Diagnostic Expert System*) yang mengintegrasikan algoritma *Forward Chaining* untuk proses inferensi dan *Certainty Factor* untuk menghitung tingkat keyakinan hasil diagnosis. Sistem ini memberikan hasil diagnosis beserta rekomendasi penanganan awal berdasarkan basis pengetahuan pakar sehingga dapat membantu peternak mengambil keputusan secara cepat.

Penggunaan kombinasi *Forward Chaining* dan *Certainty Factor* telah menunjukkan hasil yang baik pada berbagai penelitian sebelumnya, antara lain pada diagnosis penyakit sapi dengan validitas 100% [9], penyakit ayam broiler dengan validitas 100% [10], penyakit ikan cupang dengan akurasi 83,3% [11], serta penyakit kambing dengan akurasi 85,55% [12]. Oleh karena itu, pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan efektivitas diagnosis penyakit sapi serta mendukung penanganan awal yang lebih cepat dan akurat.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Pakar

Sistem pakar atau *expert system* adalah salah satu cabang dari kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang dirancang untuk meniru kemampuan pengambilan keputusan seorang pakar manusia dalam menyelesaikan masalah tertentu. Sistem ini menggunakan basis pengetahuan (*knowledge base*) yang memuat fakta dan aturan domain dan mesin inferensi (*inference engine*) sebagai mekanisme penalaran, memori kerja, untuk menyimpan kondisi saat konsultasi berlangsung, serta antarmuka pengguna untuk interaksi dan fasilitas penjelasan agar pengguna memahami alur penalaran sistem yang menghasilkan solusi, saran, maupun diagnosis [13].

Di dalam mesin inferensi sistem pakar, dua metode penalaran yang penting adalah *Forward Chaining* (FC) dan *Certainty Factor* (CF). *Forward Chaining* merupakan pendekatan inferensi *data-driven*, artinya sistem memulai dari data atau fakta awal (misalnya gejala yang dilaporkan pengguna) dan menerapkan aturan secara berurutan sampai diperoleh diagnosis atau hipotesis, sangat cocok untuk aplikasi yang memerlukan penjelasan logis secara bertahap. Sementara itu, *Certainty Factor* digunakan untuk mengkuantifikasi tingkat keyakinan sistem terhadap suatu diagnosis ketika gejala atau data tidak sepenuhnya pasti. Setiap aturan atau gejala diberikan nilai CF, dan sistem menghitung kombinasi dari berbagai bukti untuk menentukan derajat keyakinan akhir terhadap hipotesis tertentu. Efektivitas kombinasi FC dan CF telah dibuktikan dalam berbagai sistem pakar di Indonesia, seperti pada sistem diagnosis gangguan kepribadian (akurasinya mencapai 98,1 %) [14].

Aplikasi Berbasis Web

Aplikasi berbasis web merupakan perangkat lunak yang dijalankan melalui peramban (*web browser*) seperti Google Chrome, Mozilla Firefox, atau Microsoft Edge, di mana logika aplikasi dijalankan baik di sisi klien (*client-side*) maupun di sisi server (*server-side*). Secara umum, aplikasi berbasis web terdiri dari dua bagian utama. *Client-side* atau sisi klien adalah tampilan yang dilihat dan digunakan oleh pengguna melalui peramban. Misalnya, *form* isian, tombol, atau grafik yang muncul di layar. *Server-side* atau sisi server merupakan logika atau proses yang berjalan di balik layar. *Server* bertugas mengolah data, menyimpan informasi dalam *database*, serta memberikan respon sesuai permintaan pengguna [15].

Kelebihan utamanya terletak pada fleksibilitas akses, di mana aplikasi dapat digunakan dari berbagai perangkat seperti komputer, laptop, tablet, hingga ponsel selama terhubung dengan Internet. Hal ini memberikan kemudahan bagi pengguna karena tidak terbatas pada sistem operasi tertentu dan dapat dijalankan secara lintas platform. Selain itu, aplikasi berbasis web juga unggul dalam hal pemeliharaan (*maintenance*) dan pembaruan (*update*). Semua proses pembaruan sistem dilakukan secara terpusat di *server*, sehingga pengguna tidak perlu mengunduh atau menginstal versi terbaru secara manual. Begitu *server* diperbarui, semua pengguna otomatis mendapatkan akses ke versi terbaru aplikasi tanpa hambatan [15].

Penyakit Sapi

Penyakit sapi merupakan kondisi patologis yang mengganggu fungsi fisiologis, anatomi, dan perilaku normal sehingga menurunkan kesehatan dan produktivitas. Penyebabnya meliputi infeksi mikroorganisme, gangguan nutrisi, kelainan metabolisme, gangguan reproduksi, serta faktor lingkungan dan manajemen pemeliharaan yang kurang optimal [3].

Secara umum, penyakit sapi dibedakan menjadi penyakit infeksius dan non-infeksius. Penyakit infeksius disebabkan oleh agen biologis, sedangkan penyakit non-infeksius meliputi gangguan nutrisi, metabolik, trauma, dan reproduksi. Klasifikasi ini penting sebagai dasar pencegahan dan pengendalian penyakit [16]. Dampaknya tidak hanya menurunkan kesehatan ternak, tetapi juga menyebabkan kerugian ekonomi melalui penurunan produksi, gangguan reproduksi, peningkatan biaya pengobatan, hingga kematian ternak [2].

Basis pengetahuan pada penelitian ini disusun dari wawancara pakar dan kajian literatur. Hasil wawancara mengidentifikasi sembilan penyakit utama, yaitu PMK, Mastitis, *Lumpy Skin Disease* (LSD), Kudis (*Scabies/Mange*), Cacingan, Diare (*Scours*), Kembung (*Bloat*), Demam Susu (*Milk Fever*), dan Dermatitis. Literatur melengkapi data dengan penyakit Ngorok (*Septicemia Epizootica*) yang disebabkan oleh *Pasteurella multocida* dan memiliki tingkat

penularan tinggi [17]. Kombinasi kedua sumber tersebut menghasilkan basis pengetahuan yang mencakup sepuluh jenis penyakit sapi sebagai landasan pengembangan sistem pakar diagnosis penyakit sapi.

Gejala Klinis Penyakit Sapi

Gejala klinis merupakan tanda fisik dan perubahan perilaku yang muncul akibat penyakit pada sapi serta menjadi indikator awal dalam proses diagnosis, terutama melalui pengamatan langsung oleh peternak [17]. Dalam penelitian ini, data gejala klinis diperoleh dari hasil wawancara dengan pakar dan kajian literatur ilmiah. Hasil wawancara dengan pakar mengidentifikasi sekitar 63 gejala klinis yang mencerminkan berbagai gangguan kesehatan pada sapi. Gejala tersebut meliputi demam, kelemahan tubuh, luka pada mulut dan kuku, hipersalivasi, penurunan nafsu makan, kepincangan, penurunan produksi susu, gangguan ambung, gangguan kulit seperti benjolan, keropeng, gatal, bulu rontok, kulit bersisik, serta luka bernanah. Selain itu, ditemukan gejala gangguan pencernaan dan metabolisme berupa penurunan berat badan, gangguan feses, dehidrasi, kembung (*bloat*), gangguan pernapasan, serta gangguan pasca melahirkan seperti sapi sulit berdiri, gemetar, kehilangan nafsu makan, dan mata tampak sayu.

Kajian literatur menambahkan tujuh gejala klinis yang berkaitan dengan penyakit Ngorok (*Septicemia Epizootica*), yaitu demam tinggi, gangguan pernapasan dengan bunyi khas "ngorok", keluarnya cairan hidung bercampur darah, pembengkakan pada leher, dada, atau kepala, kesulitan berdiri, pendarahan pada mulut atau hidung, serta kondisi yang umumnya dipicu oleh stres atau kepadatan kandang [17], [18]. Secara keseluruhan, hasil wawancara pakar dan kajian literatur menghasilkan basis pengetahuan yang mencakup 70 gejala klinis. Gejala-gejala tersebut merepresentasikan kondisi yang umum dijumpai di lapangan dan menjadi komponen utama dalam proses diagnosis serta penyusunan basis pengetahuan sistem pakar yang dikembangkan.

Forward Chaining

Forward Chaining adalah salah satu teknik inferensi pada sistem pakar yang beroperasi secara *data-driven*, di mana proses penalaran dimulai dari fakta atau kondisi awal yang diketahui, kemudian secara bertahap menerapkan aturan-aturan yang terdapat dalam basis pengetahuan untuk mendapatkan kesimpulan. Dalam mekanisme ini, mesin inferensi (*inference engine*) mengevaluasi setiap aturan yang ada dengan memeriksa sisi *IF* (*antecedent*) apabila fakta yang diperlukan sudah terpenuhi, maka aturan tersebut "ditembak" (*rule firing*) dan menghasilkan fakta baru atau kesimpulan dari aturan *THEN* (konsekuen). Proses ini terus berlangsung secara maju hingga tidak ada aturan lain yang bisa diterapkan atau kesimpulan akhir telah dicapai [19].

Certainty Factor

Certainty Factor adalah metode kuantitatif yang digunakan dalam sistem pakar untuk menangani ketidakpastian informasi berdasarkan penilaian pakar dan data gejala. Algoritma ini memungkinkan sistem pakar memberikan estimasi keyakinan terhadap suatu hipotesis berdasarkan kombinasi beberapa gejala, bukan hanya berdasar keberadaan satu gejala saja. Dalam *Certainty Factor*, setiap aturan *IF-THEN* memiliki nilai kepastian (*CF_rule*) yang menyatakan seberapa kuat aturan tersebut diakui oleh pakar, dan setiap gejala yang diinput dari pengguna juga memiliki nilai kepastian terhadap aturan-aturan yang relevan [19].

Proses perhitungan *Certainty Factor* umumnya melalui beberapa tahap penting: pertama, menghitung *measure of belief* (MB) dan *measure of disbelief* (MD) untuk setiap bukti (*evidence*) dan aturan; kedua, mendapatkan CF untuk satu gejala dengan menggunakan nilai *rule* dan input gejala; ketiga, jika terdapat lebih dari satu gejala yang mendukung hipotesis yang sama, maka CF dari gejala-gejala tersebut digabungkan menggunakan rumus penggabungan. Rumus standar untuk penggabungan CF (positif) adalah:

$$CF\ combine = CF1 + CF2 \times (1 - CF1) \quad (1)$$

Keterangan:

- a) CF Combine = nilai *Certainty Factor* hasil kombinasi dari dua nilai keyakinan
- b) CF1 = Nilai *Certainty Factor* Pertama
- c) CF2 = Nilai *Certainty Factor* Kedua

Dengan CF 1, CF 2 adalah nilai kepastian dari dua bukti atau gejala yang berbeda. Selain itu, apabila terdapat gejala yang mendukung dan gejala yang menolak hipotesis, maka ada prosedur untuk menyatukan pengaruh yang bertentangan tersebut [20].

METODE PENELITIAN

Berikut ini adalah tahapan metodologi yang akan dilakukan dalam penelitian ini:

1. Identifikasi Masalah

Tahap awal penelitian ini berfokus pada identifikasi untuk mendefinisikan secara jelas inti permasalahan yang akan menjadi fokus penelitian.

2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dan pengetahuan untuk membangun basis pengetahuan (*knowledge base*) sistem pakar melalui dua cara, yaitu studi pustaka untuk pengumpulan data gejala dan aturan diagnosis dari sumber ilmiah, serta wawancara terstruktur dengan seorang pakar untuk memvalidasi data tersebut dan secara spesifik menentukan nilai keyakinan atau *Certainty Factor* (CF) pada setiap aturan.

3. Analisis

Pada tahap analisis, data yang telah terkumpul akan diproses sesuai dengan spesifikasi kebutuhan fungsional sistem.

4. Perancangan

Dalam tahap ini dilakukan perancangan sistem secara terperinci sebelum proses implementasi. Perancangan yang dilakukan meliputi perancangan arsitektur sistem, alur proses diagnosis menggunakan *flowchart*, perancangan data sistem yang direpresentasikan melalui *Data Flow Diagram* (DFD) dan dilengkapi dengan Kamus Data untuk menjelaskan definisi serta struktur data yang digunakan, serta perancangan antarmuka pengguna (*user interface*).

5. Implementasi

Tahap implementasi merupakan proses realisasi perancangan sistem, di mana seluruh desain arsitektur dan antarmuka akan dieksekusi melalui proses pengkodean (*coding*).

6. Pengujian

Tahap pengujian bertujuan untuk memastikan kualitas perangkat lunak serta menjamin bahwa sistem berjalan dengan baik, sesuai fungsi yang diharapkan, dan menghasilkan hasil yang akurat. Selain itu, pada tahap ini juga akan dilakukan pengujian tingkat akurasi untuk

mengetahui sejauh mana hasil diagnosis sistem sesuai dengan hasil diagnosis pakar dengan menggunakan rumus perhitungan manual akurasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur basis pengetahuan dalam sistem ini terdiri atas tiga bagian utama, yaitu Data Penyakit, Data Gejala dan Data Aturan (*Rule*). Berikut adalah data penyakit yang diperoleh berdasarkan hasil wawancara dengan pakar di bidang peternakan.

Tabel 1. Data Penyakit

No	Kode Penyakit	Nama Penyakit
1	KP01	PMK (Penyakit Mulut dan Kuku)
2	KP02	Mastitis
3	KP03	LSD (<i>Lumpy Skin Disease</i>)
4	KP04	Kudis (<i>Scabies/Mange</i>)
5	KP05	Cacingan
6	KP06	Diare (<i>Scours</i>)
7	KP07	Kembung (<i>Bloat</i>)
8	KP08	Demam Susu (<i>Milk Fever</i>)
9	KP09	Dermatitis (Peradangan Kulit / Penyakit Kulit)
10	KP10	Ngorok/ <i>Septicaemia Epizootica (Hemorrhagic septicemia)</i>

Berikut adalah daftar gejala klinis yang diperoleh berdasarkan hasil wawancara dengan pakar di bidang peternakan.

Tabel 2. Data Gejala

No	Kode Gejala	Gejala-Gejala
1.	KG01	Badan sapi terasa panas seperti demam.
2.	KG02	Demam tinggi.
3.	KG03	Ada luka atau lepuh di dalam mulut, lidah, atau bibir.
4.	KG04	Ada luka atau lepuh di sekitar kuku atau pangkal kuku.
5.	KG05	Sapi banyak mengeluarkan air liur atau mulutnya berbusa.
6.	KG06	Sapi susah makan atau tidak mau makan karena mulutnya sakit.
7.	KG07	Sapi berjalan pincang atau sulit berdiri setelah luka di kaki pecah.
8.	KG08	Produksi susu menurun (terutama pada sapi perah).
9.	KG09	Luka di mulut atau kaki tampak bernanah atau lama sembuh.
10.	KG010	Susu terlihat menggumpal, bercampur darah, atau berbau tidak normal.
11.	KG011	Ambing terlihat bengkak, merah, dan terasa panas saat disentuh.
12.	KG012	Sapi tampak kesakitan atau menolak saat diperah.
13.	KG013	Terdapat bagian ambing yang keras seperti ada benjolan.
14.	KG014	Ada luka atau borok di sekitar puting atau ambing.
15.	KG015	Susu mengandung nanah atau serpihan putih seperti ampas.
16.	KG016	Muncul benjolan-benjolan keras di kulit.
17.	KG017	Benjolan kemudian pecah menjadi luka dan membentuk keropeng.
18.	KG018	Kelenjar di sekitar benjolan tampak membesar.
19.	KG019	Sapi makan lebih sedikit atau kehilangan nafsu makan.
20.	KG020	Jika benjolan muncul di kaki, sapi menjadi pincang atau susah berjalan.
21.	KG021	Ada cairan keluar dari mata atau hidung.
22.	KG022	Sapi sering menggaruk atau menggesekkan tubuh karena gatal.
23.	KG023	Ada bagian kulit yang botak atau bulunya rontok.
24.	KG024	Kulit terlihat bersisik, pecah-pecah, atau berkerak.
25.	KG025	Ada luka akibat garukan, kadang keluar nanah.
26.	KG026	Kulit terasa menebal di bagian yang lama terinfeksi.
27.	KG027	Sapi tampak gelisah atau sering menggoyangkan tubuh karena tidak nyaman.
28.	KG028	Gatal atau luka sering muncul di leher, perut, ambing, atau kaki.

No	Kode Gejala	Gejala-Gejala
29.	KG029	Kondisi tubuh sapi menurun dan tampak kurus jika penyakit sudah parah.
30.	KG030	Berat badan sapi menurun walaupun masih mau makan.
31.	KG031	Bulu terlihat kusam dan tubuh tampak lemah.
32.	KG032	Gusi atau mata sapi terlihat pucat.
33.	KG033	Kadang ada pembengkakan di leher atau perut bagian bawah.
34.	KG034	Hasil pemeriksaan kotoran menunjukkan adanya telur cacing.
35.	KG035	Kotoran sapi menjadi cair dan berair.
36.	KG036	Sapi buang air besar lebih sering dari biasanya.
37.	KG037	Sapi tampak dehidrasi: mata cekung dan kulit tidak elastis.
38.	KG038	Sapi terlihat lemah dan tidak aktif.
39.	KG039	Berat badan turun jika sering buang air besar.
40.	KG040	Kotoran sapi tampak berwarna kehitaman atau bercampur darah.
41.	KG041	Sapi bernapas berat dan terdengar suara “ngorok” saat bernapas.
42.	KG042	Hidung keluar cairan kental atau bercampur darah.
43.	KG043	Leher, dada, atau kepala tampak bengkak.
44.	KG044	Sapi sering jatuh dan sulit berdiri.
45.	KG045	Kadang terlihat pendarahan di bagian dalam mulut atau hidung.
46.	KG046	Sering muncul setelah sapi stress atau terlalu padat di kandang.
47.	KG047	Perut kiri sapi tampak membesar atau menonjol.
48.	KG048	Sapi tampak gelisah, menendang-nendang perut, atau resah.
49.	KG049	Sapi sulit bernapas, napas cepat atau sesak.
50.	KG050	Sapi tidak bisa sendawa, gas tidak keluar dari mulut.
51.	KG051	Terjadi setelah makan rumput muda atau legum (kacang-kacangan).
52.	KG052	Kondisi bisa memburuk dengan cepat, sapi bisa roboh mendadak.
53.	KG053	Suara pencernaan (rumen) berkurang atau hilang.
54.	KG054	Sapi tampak lemah, goyah, atau gemetar setelah melahirkan.
55.	KG055	Sapi susah berdiri atau terus berbaring.
56.	KG056	Telinga dan mulut terasa dingin saat disentuh.
57.	KG057	Lidah menggantung dan tidak mampu menelan.
58.	KG058	Biasanya terjadi segera setelah melahirkan atau mulai mengeluarkan susu.
59.	KG059	Tampak gemetar halus atau refleks tubuh melemah.
60.	KG060	Kadang disertai perut kembung karena sapi tidak bisa berdiri.
61.	KG061	Nafsu makan hilang dan mata sayu.
62.	KG062	Ada luka di kulit sapi, kulitnya bisa terkelupas atau terbuka.
63.	KG063	Kulit sapi terlihat berkerak, kering, atau bersisik.
64.	KG064	Sapi sering menggaruk atau menggosokkan tubuhnya karena terasa gatal.
65.	KG065	Bulu sapi rontok di bagian yang sakit, sehingga tampak botak di area tertentu.
66.	KG066	Kulit di sekitar luka tampak merah atau bengkak.
67.	KG067	Jika lukanya parah atau kotor, bisa keluar nanah dan berbau.
68.	KG068	Kalau sudah lama, kulit di bagian yang sakit bisa jadi tebal dan keras.
69.	KG069	Luka bisa hanya di satu bagian tubuh saja, atau bisa menyebar ke beberapa bagian tubuh, tergantung penyebabnya.
70.	KG070	Kotoran sapi berbusa dan berbau.

Berikut adalah daftar aturan (*rule base*) yang diperoleh berdasarkan hasil wawancara dengan pakar di bidang peternakan.

Tabel 3. Aturan *Forward Chaining*

No	Kode Aturan	Aturan (<i>IF-THEN</i>)
1	A01	<i>IF KG01 AND KG03 AND KG04 AND KG05 AND KG06 AND KG07 AND KG08 AND KG09 THEN KP01.</i>
2	A02	<i>IF KG01 AND KG08 AND KG010 AND KG011 AND KG012 AND KG013 AND KG014 AND KG015 AND KG048 THEN KP02.</i>
3	A03	<i>IF KG01 AND KG08 AND KG016 AND KG017 AND KG018 AND KG019 AND KG020 AND KG021 THEN KP03.</i>
4	A04	<i>IF KG022 AND KG023 AND KG024 AND KG025 AND KG026 AND KG027 AND KG028 AND KG029 THEN KP04.</i>
5	A05	<i>IF KG029 AND KG030 AND KG031 AND KG032 AND KG033 AND KG034 AND KG035 AND KG036 THEN KP05.</i>

No	Kode Aturan	Aturan (IF-THEN)
6	A06	IF KG019 AND KG035 AND KG036 AND KG037 AND KG038 AND KG039 AND KG040 AND KG070 THEN KP06.
7	A07	IF KG047 AND KG048 AND KG049 AND KG050 AND KG051 AND KG052 AND KG053 THEN KP07.
8	A08	IF KG054 AND KG055 AND KG056 AND KG057 AND KG058 AND KG059 AND KG060 AND KG061 THEN KP08.
9	A09	IF KG062 AND KG063 AND KG064 AND KG065 AND KG066 AND KG067 AND KG068 AND KG069 THEN KP09.
10	A10	IF KG02 AND KG041 AND KG042 AND KG043 AND KG044 AND KG045 AND KG046 THEN KP10.

A. Perhitungan Sistem Pakar

1. Menentukan nilai *Certainty Factor* dari Pakar

Nilai ini menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap hubungan antara suatu gejala dan penyakit tertentu.

Dalam contoh ini digunakan seluruh gejala PMK yang ada di basis pengetahuan.

- 1) KG01: Badan sapi terasa panas seperti demam. CF Pakar = 0,8.
- 2) KG03: Ada luka atau lepuh di dalam mulut, lidah, atau bibir. CF Pakar = 0,9.
- 3) KG04: Ada luka atau lepuh di sekitar kuku atau pangkal kuku. CF Pakar = 0,9.
- 4) KG05: Sapi banyak mengeluarkan air liur atau mulutnya berbusa. CF Pakar = 0,8.
- 5) KG06: Sapi susah makan atau tidak mau makan karena mulutnya sakit. CF Pakar = 0,8.
- 6) KG07: Sapi berjalan pincang atau sulit berdiri setelah luka di kaki pecah. CF Pakar = 0,7.
- 7) KG08: Produksi susu menurun (terutama pada sapi perah). CF Pakar = 0,6.
- 8) KG09: Luka di mulut atau kaki tampak bernanah atau lama sembuh. CF Pakar = 0,6.

2. Menentukan nilai keyakinan pengguna (CF *User*).

Nilai ini menunjukkan tingkat keyakinan pengguna terhadap gejala yang diamati.

- 1) KG01: Badan sapi terasa panas seperti demam. CF *User* = 0,8.
- 2) KG03: Ada luka atau lepuh di dalam mulut, lidah, atau bibir. CF *User* = 1,0.
- 3) KG04: Ada luka atau lepuh di sekitar kuku atau pangkal kuku. CF *User* = 0,9.
- 4) KG05: Sapi banyak mengeluarkan air liur atau mulutnya berbusa. CF *User* = 0,8.
- 5) KG06: Sapi susah makan atau tidak mau makan karena mulutnya sakit. CF *User* = 0,7.
- 6) KG07: Sapi berjalan pincang atau sulit berdiri setelah luka di kaki pecah. CF *User* = 0,8.
- 7) KG08: Produksi susu menurun (terutama pada sapi perah). CF *User* = 0,7.
- 8) KG09: Luka di mulut atau kaki tampak bernanah atau lama sembuh. CF *User* = 0,6.

3. Menghitung nilai CF untuk setiap gejala.

a. Mengalikan nilai CF Pakar dengan CF *User*.

- 1) KG01 $0,8 \times 0,8 = 0,64$
- 2) KG03 $0,9 \times 1,0 = 0,90$
- 3) KG04 $0,9 \times 0,9 = 0,81$
- 4) KG05 $0,8 \times 0,8 = 0,64$
- 5) KG06 $0,8 \times 0,7 = 0,56$
- 6) KG07 $0,7 \times 0,8 = 0,56$
- 7) KG08 $0,6 \times 0,7 = 0,42$
- 8) KG09 $0,6 \times 0,6 = 0,36$

b. Menggabungkan nilai CF dari semua gejala (CF *Combine*)

Langkah-langkah perhitungan.

1) Gabungan KG01 dan KG03

$$CF1 = 0,64 + 0,90 \times (1 - 0,64) = 0,64 + 0,90 \times 0,36 = 0,64 + 0,324 = 0,964.$$

2) Gabungkan KG04 (0,81)

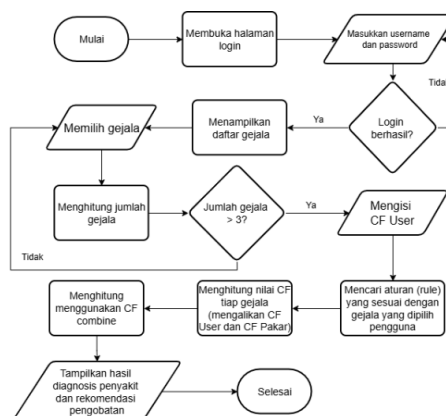
- $CF2 = 0,964 + 0,81 \times (1 - 0,964) = 0,964 + 0,81 \times 0,036 = 0,964 + 0,02916 = 0,99316$.
- 3) Gabungkan KG05 (0,64)
 $CF3 = 0,99316 + 0,64 \times (1 - 0,99316) = 0,99316 + 0,64 \times 0,00684 = 0,99316 + 0,0043776 = 0,9975376$.
- 4) Gabungkan KG06 (0,56)
 $CF4 = 0,9975376 + 0,56 \times (1 - 0,9975376) = 0,9975376 + 0,56 \times 0,0024624 = 0,9975376 + 0,001378944 = 0,998916544$.
- 5) Gabungkan KG07 (0,56)
 $CF5 = 0,998916544 + 0,56 \times (1 - 0,998916544) = 0,998916544 + 0,56 \times 0,001083456 = 0,998916544 + 0,00060673536 = 0,99952327936$.
- 6) Gabungkan KG08 (0,42)
 $CF6 = 0,99952327936 + 0,42 \times (1 - 0,99952327936) = 0,99952327936 + 0,42 \times 0,00047672064 = 0,99952327936 + 0,0002002226688 = 0,9997235020288$.
- 7) Gabungkan KG09 (0,36)
 $CF7 = 0,9997235020288 + 0,36 \times (1 - 0,9997235020288) = 0,9997235020288 + 0,36 \times 0,0002764979712 = 0,9997235020288 + 0,000099539269632 = 0,999823041298432$.
- 8) Hasil Akhir
 $CF \text{ Total} = 0,999823041298432$.
 $CF \text{ Total} \times 100\% = 99,98\%$.

B. Perancangan

Tahap ini menjelaskan tahap perancangan *CowDocs*. Tahap perancangan merupakan langkah penting sebelum sistem diimplementasikan, karena bertujuan untuk menggambarkan secara menyeluruh bagaimana sistem akan bekerja, mulai dari struktur data, alur proses, hingga antarmuka pengguna.

1. Flowchart

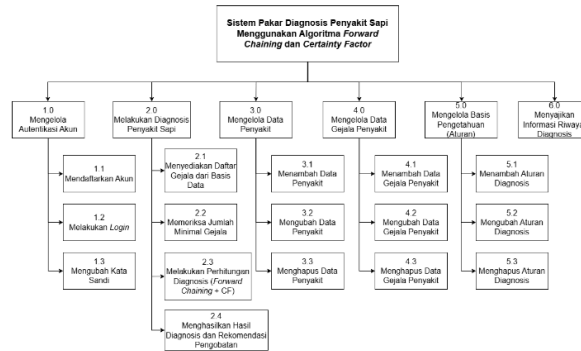
Flowchart ini menggambarkan alur kerja sistem pakar diagnosis penyakit sapi yang dirancang, mulai dari proses input gejala oleh pengguna hingga tahap penentuan hasil diagnosis beserta tingkat keyakinannya.



Gambar 1. *Flowchart CowDocs*

2. FDD (Function Definition Diagram)

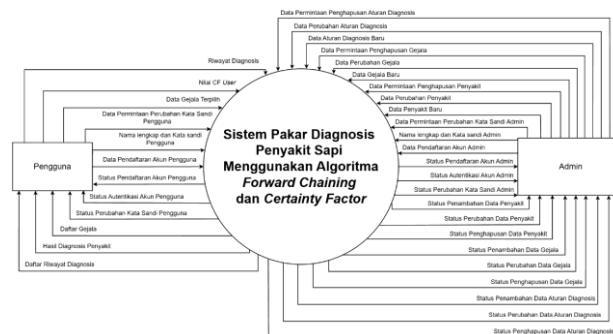
Berikut ini merupakan FDD yang menggambarkan struktur hierarki proses dalam *CowDocs*.



Gambar 2. FDD CowDocs

3. DFD (Data Flow Diagram)

Berikut ini adalah DFD Level 0 atau konteks ini menggambarkan proses utama dari CowDocs.



Gambar 3. DFD Level 0

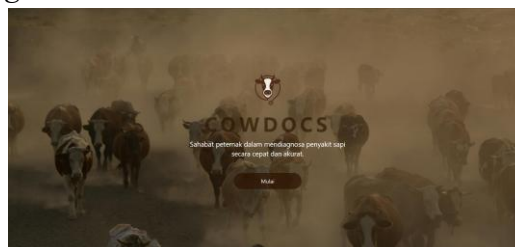
C. Implementasi

Tahap ini membahas proses implementasi dari CowDocs yang telah dirancang pada tahap sebelumnya.

1. Implementasi Antarmuka (Interface)

Bagian ini menampilkan hasil implementasi antarmuka pengguna dari sistem pakar yang telah dibangun.

1) Tampilan Landing Page



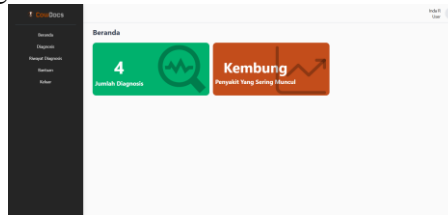
Gambar 4. Tampilan Landing Page

2) Halaman *Login*



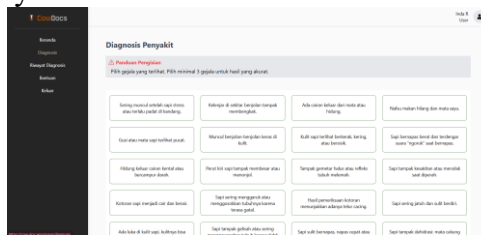
Gambar 5. Halaman *Login*

3) Halaman Beranda Pengguna



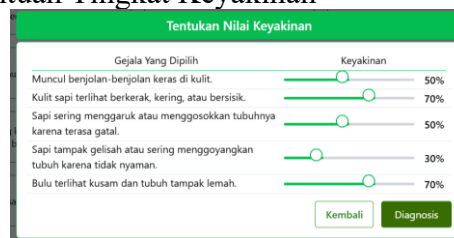
Gambar 6. Halaman Beranda Pengguna

4) Halaman Diagnosis Penyakit



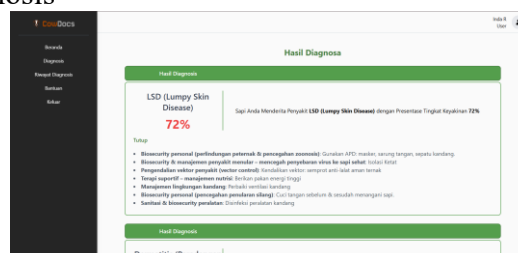
Gambar 7. Halaman Diagnosis Penyakit

5) Tampilan *Pop-up* Penentuan Tingkat Keyakinan



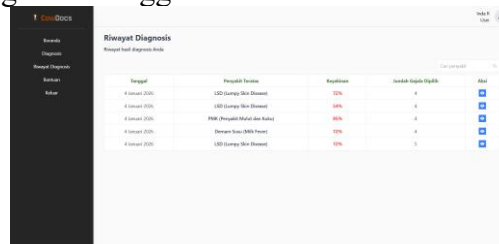
Gambar 8. Tampilan *Pop-up* Penentuan Tingkat Keyakinan

6) Halaman Hasil Diagnosis



Gambar 9. Tampilan Hasil Diagnosis

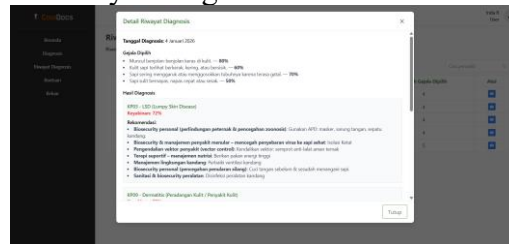
7) Halaman Riwayat Diagnosis Pengguna



Tanggal	Penyakit	Hasil	Jumlah Tes
1 Januari 2025	LSD (Lungu Sinus Domet)	100%	1
1 Januari 2025	LSD (Lungu Sinus Domet)	100%	1
1 Januari 2025	PMK (Penyakit Malaria dan Kuku)	100%	1
1 Januari 2025	Demon (Jenis 180) Penyakit	100%	1
1 Januari 2025	LSD (Lungu Sinus Domet)	100%	1

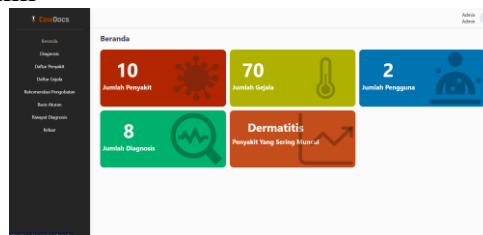
Gambar 10. Halaman Riwayat Diagnosis Pengguna

8) Tampilan *Pop-up* Detail Riwayat Diagnosis



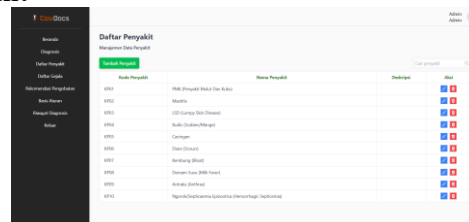
Gambar 11. Tampilan *Pop-up* Detail Riwayat Diagnosis

9) Halaman Beranda Admin



Gambar 12. Halaman Beranda Admin

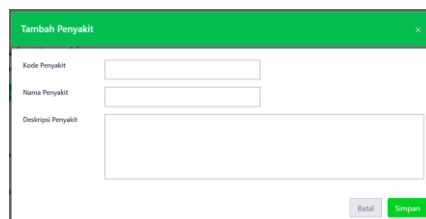
10) Halaman Daftar Penyakit



Kode Penyakit	Nama Penyakit	Jumlah
PMK	PMK (Penyakit Malaria dan Kuku)	
Malaria	Malaria	
LSD	LSD (Lungu Sinus Domet)	
Kuku	Kuku (Kuku dan Kuku)	
Gigitan	Gigitan	
Demam	Demam	
Demam (Jenis 180)	Demam (Jenis 180)	
Demam (Jenis 180)	Demam (Jenis 180)	
Demam (Jenis 180)	Demam (Jenis 180)	
Demam (Jenis 180)	Demam (Jenis 180)	

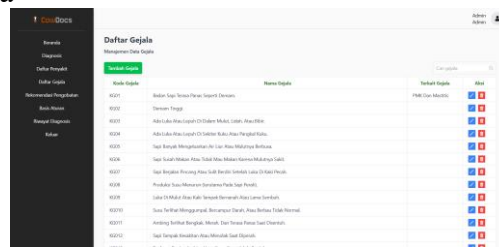
Gambar 13. Halaman Daftar Penyakit

11) Tampilan *Pop-up* Tambah Penyakit



Gambar 14. Tampilan *Pop-up* Tambah Penyakit

12) Halaman Daftar Gejala



Kode Gejala	Nama Gejala	Aksi
0001	Sakit Tenggorokan, Sore, Demam	PMK (Gum Mucosa)
0002	Demam Tinggi	
0003	Adenoiditis (Infeksi CD Tonsil, Muka, Lendir, Nyeri)	
0004	Adenoiditis (Infeksi CD Tonsil, Muka, Lendir, Nyeri)	
0005	Sakit Tenggorokan, Sore, Demam	
0006	Sakit Tenggorokan, Sore, Demam	
0007	Sakit Tenggorokan, Sore, Demam	
0008	Produksi Saliva Mucosa (Demam, Muka, Lendir, Nyeri)	
0009	Infeksi CD Muka, Sore, Muka, Lendir, Nyeri	
0010	Sakit Tenggorokan, Sore, Demam	
0011	Sakit Tenggorokan, Sore, Demam	
0012	Sakit Tenggorokan, Sore, Demam	

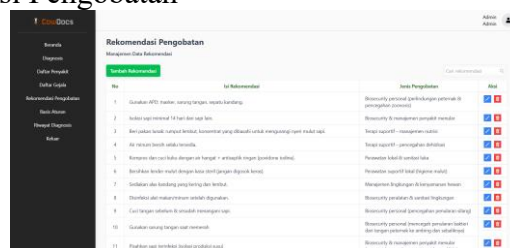
Gambar 15. Halaman Daftar Gejala

13) Tampilan *Pop-up* Tambah Gejala



Gambar 16. Tampilan *Pop-up* Tambah Gejala

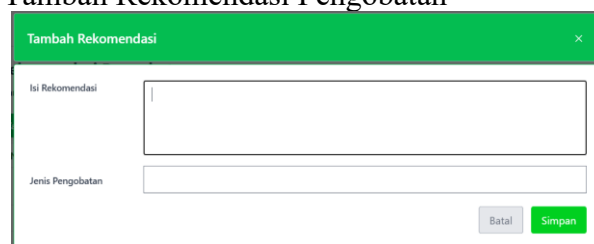
14) Halaman Rekomendasi Pengobatan



No	Isi Rekomendasi	Jenis Pengobatan	Aksi
1	Golongan A (G1) infeksi saluran pernapasan bagian atas	Obat-obatan pernapasan (antibiotik, antivirus, anti-inflamasi)	
2	Infeksi saluran pernapasan bagian atas (ISPA)	Obat-obatan pernapasan (antibiotik, antivirus, anti-inflamasi)	
3	Demam tinggi (sakit kepala, demam, demam, demam)	Obat-obatan pernapasan (antibiotik, antivirus, anti-inflamasi)	
4	Infeksi saluran pernapasan bagian atas (ISPA)	Obat-obatan pernapasan (antibiotik, antivirus, anti-inflamasi)	
5	Infeksi saluran pernapasan bagian atas (ISPA)	Obat-obatan pernapasan (antibiotik, antivirus, anti-inflamasi)	
6	Infeksi saluran pernapasan bagian atas (ISPA)	Obat-obatan pernapasan (antibiotik, antivirus, anti-inflamasi)	
7	Infeksi saluran pernapasan bagian atas (ISPA)	Obat-obatan pernapasan (antibiotik, antivirus, anti-inflamasi)	
8	Infeksi saluran pernapasan bagian atas (ISPA)	Obat-obatan pernapasan (antibiotik, antivirus, anti-inflamasi)	
9	Infeksi saluran pernapasan bagian atas (ISPA)	Obat-obatan pernapasan (antibiotik, antivirus, anti-inflamasi)	
10	Infeksi saluran pernapasan bagian atas (ISPA)	Obat-obatan pernapasan (antibiotik, antivirus, anti-inflamasi)	
11	Infeksi saluran pernapasan bagian atas (ISPA)	Obat-obatan pernapasan (antibiotik, antivirus, anti-inflamasi)	

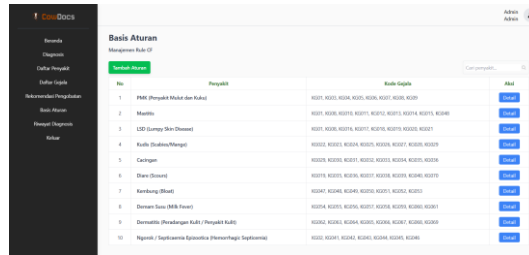
Gambar 17. Halaman Rekomendasi Pengobatan

15) Tampilan *Pop-up* Tambah Rekomendasi Pengobatan



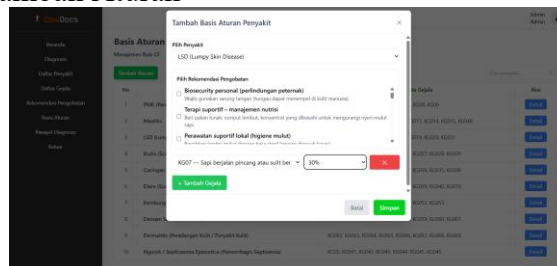
Gambar 18. Tampilan *Pop-up* Tambah Rekomendasi Pengobatan

16) Halaman Basis Aturan



Gambar 19. Halaman Basis Aturan

17) Tampilan *Pop-up* Tambah Aturan



Gambar 20. Tampilan *Pop-up* Tambah Aturan

D. Pengujian

Pengujian aplikasi dilakukan untuk memastikan bahwa *CowDocs* dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penelitian. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem secara menyeluruh, baik dari sisi fungsionalitas, keakuratan hasil diagnosis, maupun tingkat penerimaan pengguna.

1. *Alpha Testing*

Alpha Testing merupakan pengujian awal yang dilakukan untuk memastikan bahwa setiap fitur pada *CowDocs* dapat berjalan dengan baik sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.

2. *Beta Testing*

Pada tahap ini, pengujian dilakukan oleh mantri sapi yang sebelumnya berperan sebagai pakar dalam proses wawancara, serta oleh pengguna yang memiliki sapi dalam kondisi sakit. *Beta testing* bertujuan agar pakar dapat menilai secara langsung apakah aplikasi mampu menghasilkan diagnosis yang sesuai atau belum sesuai berdasarkan gejala yang dipilih dan nilai tingkat keyakinan yang telah ditetapkan.

- Aplikasi dapat dijalankan dengan baik tanpa mengalami kendala selama proses pengujian.
- Tampilan aplikasi dinilai mudah dipahami oleh pengguna sehingga memudahkan dalam penggunaannya.
- Aplikasi mampu menampilkan hasil diagnosis penyakit sapi sesuai dengan gejala yang dipilih oleh pengguna.
- Aplikasi dinilai dapat membantu pengguna dalam melakukan diagnosis awal penyakit sapi dengan memberikan rekomendasi pengobatan yang sesuai.
- Aplikasi dinyatakan layak digunakan sebagai alat bantu dalam diagnosis penyakit sapi.

- f. Seluruh fitur yang terdapat pada aplikasi baik untuk pengguna biasa maupun admin, telah berjalan dengan baik dan sesuai dengan fungsi yang dirancang.
3. Pengujian Tingkat Akurasi

Pengujian tingkat akurasi sistem telah dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis yang dihasilkan oleh sistem dengan riwayat diagnosis yang dilakukan langsung oleh pakar. Pada proses ini, peneliti bertemu secara langsung dengan pakar untuk melakukan pengujian bersama, sehingga hasil diagnosis pakar dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengukuran akurasi sistem. Tahapan pengujian diawali dengan pakar melakukan diagnosis terlebih dahulu berdasarkan gejala yang muncul, kemudian hasil diagnosis tersebut dimasukkan ke dalam aplikasi untuk dilakukan pengecekan kesesuaian hasil diagnosis sistem. Penjelasan rinci mengenai tahapan pengujian ini disajikan pada bagian lampiran. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali diagnosis, di mana setiap diagnosis dijadikan sebagai data uji. Dalam pengujian tersebut, jumlah gejala yang digunakan bervariasi, yaitu 3, 5, 6, 7, dan 8 gejala pada setiap proses diagnosis. Selanjutnya, dilakukan perhitungan tingkat akurasi aplikasi dengan menggunakan rumus akurasi di atas sebagai berikut.

$$Akurasi = \frac{20}{20} \times 100\% = 100\%$$

Berdasarkan hasil pengujian tingkat akurasi yang telah dilakukan menggunakan 20 data uji, diperoleh hasil bahwa seluruh diagnosis yang dihasilkan oleh sistem sesuai dengan diagnosis yang dilakukan oleh pakar. Hasil ini menunjukkan bahwa *CowDocs* memiliki tingkat akurasi sebesar 100% dalam pengujian yang telah dilakukan.

4. Hasil Pengujian

Berdasarkan rangkaian pengujian yang telah dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dan fungsionalitas aplikasi, diperoleh hasil sebagai berikut:

- 1) Pengujian *alpha testing* menunjukkan bahwa seluruh fitur dan halaman pada aplikasi dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan.
- 2) Hasil *beta testing* memperlihatkan bahwa seluruh fungsi dan halaman aplikasi telah sesuai dengan kebutuhan pengguna serta mudah dipahami dalam proses penggunaannya.
- 3) Pengujian tingkat akurasi menunjukkan bahwa hasil diagnosis yang dihasilkan oleh aplikasi sesuai dengan keputusan pakar, sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi memiliki tingkat akurasi yang sangat baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengembangan *CowDocs* yang mencakup tahap perancangan, implementasi, serta pengujian, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem pakar yang dikembangkan mampu melakukan diagnosis penyakit sapi berdasarkan gejala yang dipilih oleh pengguna dengan menerapkan algoritma *Forward Chaining*, serta dilengkapi dengan metode *Certainty Factor* untuk memberikan tingkat keyakinan terhadap hasil diagnosis yang dihasilkan.
2. Aplikasi sistem pakar ini tidak hanya berfungsi sebagai alat diagnosis, tetapi juga memberikan rekomendasi pengobatan untuk penanganan awal yang dapat dilakukan oleh pengguna sebelum dilakukan pemeriksaan lebih lanjut oleh tenaga medis hewan.
3. Dengan adanya sistem pakar ini, peternak dapat memperoleh edukasi mengenai gejala, jenis penyakit, serta langkah awal penanganan, sehingga dapat meningkatkan kewaspadaan dan pemahaman dalam menjaga kesehatan sapi.

4. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pakar diagnosis penyakit sapi memiliki tingkat akurasi sebesar 100% berdasarkan kesesuaian hasil diagnosis sistem dengan keputusan pakar pada data uji yang digunakan.

Untuk meningkatkan kualitas dan kinerja sistem pakar diagnosis penyakit sapi di masa mendatang, beberapa saran yang dapat dipertimbangkan adalah sebagai berikut:

1. Sistem dapat dikembangkan ke dalam bentuk aplikasi berbasis *mobile* agar dapat diakses dengan lebih fleksibel oleh pengguna di berbagai lokasi.
2. Pengembangan selanjutnya dapat menambahkan fitur konsultasi langsung dengan dokter hewan atau mantri sapi sebagai tindak lanjut apabila hasil diagnosis menunjukkan kondisi penyakit yang sudah parah.

REFERENSI

- [1] F. Firmansyah, Y. Arkeman, And I. I. Arief, “Strategi Kebijakan Impor Sapi Berbasis Manajemen Risiko Di Masa Pandemi,” *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, Vol. 28, No. 1, Pp. 93–102, Dec. 2022, Doi: 10.18343/Jipi.28.1.93.
- [2] P. Purwadi And A. B. Prasetyo, “Dampak Wabah Penyakit Mulut Dan Kuku (Pmk) Terhadap Produksi Susu Dan Pendapatan Peternak Sapi Perah Rakyat Di Boyolali,” *Tropical Animal Science*, Vol. 6, No. 1, Pp. 55–59, Jun. 2024, Doi: 10.36596/Tas.V6i1.1394.
- [3] H. Khasanah, H. B. Setyawan, R. Yulianto, And D. C. Widianingrum, “Subclinical Mastitis: Prevalence And Risk Factors In Dairy Cows In East Java, Indonesia,” *Vet. World*, Vol. 14, No. 8, Pp. 2102–2108, Aug. 2021, Doi: 10.14202/Vetworld.2021.2102-2108.
- [4] M. Azmi And Saeful Anam Ismail, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Sapi Berbasis Web Menggunakan Metode Forward Chaining,” *Teknimedia: Teknologi Informasi Dan Multimedia*, Vol. 4, No. 1, Pp. 98–106, Jun. 2023, Doi: 10.46764/Teknimedia.V4i1.108.
- [5] M. J. Barons, L. E. Walsh, E. E. Salakpi, And L. Nichols, “A Decision Support System For Sustainable Agriculture And Food Loss Reduction Under Uncertain Agricultural Policy Frameworks,” *Agriculture (Switzerland)*, Vol. 14, No. 3, Mar. 2024, Doi: 10.3390/Agriculture14030458.
- [6] M. Padhiary, D. Saha, R. Kumar, L. N. Sethi, And A. Kumar, “Enhancing Precision Agriculture: A Comprehensive Review Of Machine Learning And Ai Vision Applications In All-Terrain Vehicle For Farm Automation,” Aug. 01, 2024, *Elsevier B.V.* Doi: 10.1016/J.Atech.2024.100483.
- [7] N. Ibrahim, H. Hamrul, And F. Wajidi, “Penerapan Algoritma Forward Chaining Dan Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit Manusia,” *Journal Of Computer And Information System (J-Cis)*, Vol. 6, No. 1, 2023, Doi: 10.31605/Jcis.V6i1.
- [8] I. Setiawan, “Sistem Pakar Diagnosis Balita: Forward Chaining Dan Fuzzy Matching Untuk Validasi Gejala,” *Competitive*, Vol. 19, No. 2, Pp. 80–87, Dec. 2024, Doi: 10.36618/Competitive.V19i2.4039.
- [9] C. Ramadan, H. Santoso, And M. Dedi Irawan, “Combination Of Forward Chaining And Certainty Factor Methods In An Expert System For Diagnosis Of Cattle Diseases,” *International Journal Of Information System & Technology Akreditasi*, Vol. 8, No. 158, Pp. 294–302, 2025.

- [10] A. Anggrawan, S. Satuang, And M. N. Abdillah, “Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ayam Broiler Menggunakan Forward Chaining Dan Certainty Factor,” *Matrik : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, Vol. 20, No. 1, Pp. 97–108, Sep. 2020, Doi: 10.30812/Matrik.V20i1.847.
- [11] D. K. R. Andika And I. R. Wulandari, “Implementasi Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor Pada Sistem Pakar Penyakit Ikan Cupang,” *Journal Of Information System Management (Joism)*, Vol. 5, No. 2, Pp. 156–164, Jan. 2024, Doi: 10.24076/Joism.2024v5i2.1381.
- [12] N. N. Fakhriyah, F. Bimantoro, G. Pasek, And S. Wijaya, “Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Pada Kambing Dengan Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor (Expert System For Diagnosing Goats Disease Using Forward Chaining And Certainty Factor).” [Online]. Available: [Http://Jtika.If.Unram.Ac.Id/Index.Php/Jtika/](http://Jtika.If.Unram.Ac.Id/Index.Php/Jtika/)
- [13] N. Qosim And S. Dyah Anggita, “Implementasi Algoritma Forward Chaining Dan Certainty Factor Pada Sistem Pakar,” *Jurnal Telekomunikasi Dan Komputer*, Vol. 13, No. 03, Pp. 219–232, Doi: 10.22441/Incomtech.V13i3.19865.
- [14] Fernando Ramadhan, Yuhandri, And Gunadi Widi Nurcahyo, “Penerapan Forward Chaining Dan Metode Certainty Factor Dalam Merancang Sistem Pakar Diagnosa Gangguan Kepribadian,” *Jurnal Komtekinfo*, Pp. 213–221, Sep. 2024, Doi: 10.35134/Komtekinfo.V11i4.548.
- [15] A. Oktarini, S.; Ari, And A.; Sunarti, *Web Programming*. Jakarta: Graha Ilmu - Universitas Bina Sarana Informatika, 2019.
- [16] J. Veteriner Dan Biomedis *Et Al.*, “Sharealike 4.0 International License (Cc-By-Sa) Kejadian Infeksi Multispesies Cacing Parasit Pada Sapi Perah Di Pt Nusantara Agri Sejati (Incidence Of Multispecies Parasitic Worm Infection In Dairy Cattle At Pt Nusantara Agri Sejati),” ©2023 *Sekolah Kedokteran Hewan Dan Biomedis, Ipb University Open Acces Under Creative Commons Attribution-Sharealike 4.0 International License (Cc-By-Sa)*103*jurnal Veteriner Dan Biomedis*, Pp. 1–5, Oct. 2023, Doi: 10.29244/Jvetbiomed.1.2.103-107.
- [17] K. Natasya Almet, “Vaksinasi Penyakit Septicaemia Epizootica (Se) Pada Ternak Sapi Di Desa Manusasi Kecamatan Miomaffo Barat Kabupaten Timur Tengah Utara Praktik Kerja Lapangan (Pkl) Oleh Nama : Kristina Natasya Almet,” Kupang, Sep. 2021.
- [18] D. Mosier, “Hemorrhagic Septicemia In Water Buffalo And Cattle,” Merck Manual Veterinary Manual. Accessed: Jan. 19, 2026. [Online]. Available: <https://www.merckvetmanual.com/generalized-conditions/hemorrhagic-septicemia/hemorrhagic-septicemia-in-water-buffalo-and-cattle>
- [19] T. E. Panggabean And V. Wijaya, *Sistem Pakar*. Cattleya Darmaya Fortuna, 2022.
- [20] Jyotismita. Chaki, *Handling Uncertainty In Artificial Intelligence*. Springer Verlag, Singapor, 2024.