

Sistem Pakar Penyakit Sapi Menggunakan Rule Based Reasoning dengan *Forward Chaining*

Muhammad Alfian⁴, Winda Aprianti², Herfia Rhomadhona³, Jaka Permadi^{4,*}

Politeknik Negeri Tanah Laut, Jl. A. Yani Km 6 Desa Panggung, Kec. Pelaihari, Kab. Tanah Laut, Kalimantan Selatan

¹muhammad.alfian19122000@gmail.com, ²winda@politala.ac.id, ³herfia.rh@politala.ac.id, ⁴jakapermadi.88@politala.ac.id

*Penulis koresponden

Diterima
16/12/2024

Direvisi
23/12/2024

Disetujui
24/12/2024

Dipublikasikan
27/12/2024

ABSTRACT

Tanah Laut Regency is a district in South Kalimantan known as a livestock farming hub, particularly for beef cattle farming. The beef cattle population in this regency reached 88,420 heads in 2023. This large number of beef cattle requires greater attention from the local government. The Livestock and Animal Health Office of Tanah Laut Regency has Field Extension Officers (PPL) stationed in every village to monitor and inspect the condition of beef cattle owned by farmers. The issue is that monitoring results are still recorded manually, and farmers lack sufficient knowledge about beef cattle diseases. As a result, diseases are often not detected early, leading to severe conditions and even death. An expert system with forward chaining reasoning is necessary to reduce farmers' dependence on PPL due to their limited knowledge of beef cattle diseases. The expert system was developed based on a knowledge base derived from literature studies and interviews with an expert (one of the PPL officers). Data collected includes 21 diseases and 62 symptoms. The database used for the system consists of six tables. The system's functionality was tested using Blackbox Testing, and all functionalities performed well. The accuracy of the expert system was tested using 21 test data samples, achieving an accuracy rate of 85.71%.

KEYWORDS

Expert System
Forward Chaining
Cattle Disease
Diagnosis

ABSTRAK

Kabupaten Tanah Laut merupakan kabupaten di Kalimantan Selatan yang dikenal sebagai sentra peternakan, terutama peternakan sapi potong. Komoditas sapi potong di kabupaten ini mencapai 88.420 ekor di tahun 2023. Besarnya komoditas sapi potong memerlukan perhatian lebih dari pemerintah daerah. Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Kabupaten Tanah Laut memiliki Petugas Penyuluh Lapangan (PPL) yang tersebar di setiap desa melakukan pemantauan pemeriksaan kondisi sapi potong milik peternak. Masalahnya hasil pemantauan masih didata secara manual dan peternak tidak memiliki pengetahuan memadai mengenai penyakit sapi potong. Akibatnya penyakit tidak terdeteksi sejak dini sehingga penyakit menyerang sudah dalam tingkatan parah bahkan sampai menyebabkan kematian. Sistem pakar dengan penalaran maju (*forward chaining*) diperlukan untuk mengurangi ketergantungan peternak pada PPL terkait minimnya pengetahuan tentang penyakit pada sapi potong. Sistem pakar

KATA KUNCI

Sistem Pakar
Forward Chaining
Diagnosa Penyakit
Sapi

dengan dasar pengetahuan berdasarkan pada studi literatur dan wawancara dengan pakar (salah satu PPL). Data yang terhimpun sebanyak 21 penyakit dan 62 data gejala. Database yang digunakan memiliki 6 tabel. Fungsional sistem diuji menggunakan *Blacbox* dengan hasil semua fungsionalitas berjalan dengan baik. Tingkat akurasi sistem pakar diuji menggunakan 21 data uji, dengan akurasi mencapai 85,71%.

This is an open access article under the CC-BY-SA license.



1 PENDAHULUAN

Kabupaten Tanah Laut merupakan kabupaten yang dikenal sebagai sentra peternakan di Kalimantan Selatan. Peternakan yang cukup menonjol adalah peternakan sapi potong, yang setiap menjelang hari raya kurban selalu mendapatkan permintaan dari kabupaten lain. Tercatat pada tahun 2021 – 2023 komoditas sapi potong di kabupaten ini meningkat dengan signifikan. Pada tahun 2021 komoditas sapi potong sebanyak 77.045 ekor, dan pada 2023 meningkat menjadi 88.420 ekor [1].

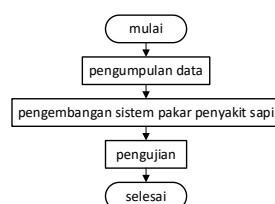
Besarnya komoditas sapi potong ini memerlukan pemeriksaan rutin agar kualitas daging sapi potong selalu terjaga. Pemeriksaan kesehatan sapi potong di setiap desa dan kelurahan dilakukan oleh Petugas Penyuluh Lapangan (PPL) di bawah naungan Dinas Peternakan dan Kesehatan (Disnakeswan) Kabupaten Tanah Laut. PPL ini kemudian melaporkan hasil pemeriksaan kepada Disnakeswan Kabupaten Tanah Laut. Jika terdapat temuan berupa gejala dari suatu penyakit sapi, maka PPL atau dokter hewan (pakar) yang bekerja di dinas ini yang akan menanganinya. Permasalahannya adalah pemeriksaan kesehatan tersebut tidak dapat dilakukan setiap saat dan minimnya pengetahuan peternak dalam melakukan identifikasi penyakit sapi sejak dini berdasarkan pada gejala-gejala yang dialami. Akibatnya banyak sapi potong yang ditemukan telah mengidap penyakit yang parah sampai pada kematian [2]–[4]. Belum lagi pendataan yang dilakukan secara manual rawan terjadi kesalahan, yang menyebabkan data menjadi tidak akurat [5], yang berdampak pada penanganan yang akan dilakukan.

Ketergantungan yang besar dari peternak terhadap pemeriksaan PPL dan pakar dapat dikurangi dengan adanya sistem pakar penyakit sapi. Sistem pakar merupakan bagian dari *Artificial Intelligence* (AI) yang biasa digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan kepakaran manusia pada bidang spesifik [6]. Sistem berbasis web agar dapat digunakan masyarakat di mana saja.

Pada penelitian mengenai sistem pakar untuk diagnosa penyakit, penalaran maju (*forward chaining*) cocok digunakan karena menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi [7]–[10]. Jika dibandingkan dengan penalaran mundur (*backward chaining*), *forward chaining* memiliki akurasi yang lebih tinggi [11] dan lebih efisien [12]. *Forward chaining* sendiri pernah digunakan di dalam penelitian sistem pakar dengan *forward chaining* untuk diagnosa penyakit sapi di Ethiopia dengan akurasi sebesar 81% [13]. Penelitian di Indonesia sendiri, tepatnya di Kabupaten Banyumas menghasilkan akurasi sebesar 85% [14]. Diagnosa khusus untuk penyakit mulut dan kuku (PMK) pada sapi juga telah diteliti dengan akurasi mencapai 90% [15]. Penelitian lain tentang sistem pakar yang membatasi hanya pada lima jenis penyakit sapi, yaitu diare, *Anthrax*, ingusan, cacingan dan demam 3 hari, diuji menggunakan 10 data uji dengan keakuratan mencapai 100% [16].

2 METODE PENELITIAN

Alur metode penelitian sistem pakar penyakit sapi. ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode penelitian

Penjelasan dari Gambar 1 mengenai alur penelitian sistem pakar penyakit sapi adalah sebagai berikut.

2.1 Pengumpulan data

Pengumpulan data melalui studi literatur dan wawancara yang terkait dengan judul penelitian. Wawancara dilakukan dengan Bapak Yudia sebagai Petugas Penyuluh Lapangan (PPL) di Kelurahan Pelaihari. Berdasarkan hasil wawancara tersebut diperoleh data penyakit sapi sebanyak 21 jenis dan data gejala sebanyak 62 gejala. Data-data tersebut disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Table 1. Data gejala penyakit sapi

Kode Gejala	Nama Gejala
G1	Demam
G2	Nafsu makan turun
G3	Hidung mengeluarkan cairan
G4	Ngorok
G5	Demam tremor (kejang-kejang)
G6	Denyut jantung tidak stabil
G7	Pernapasan cepat
G8	Setelah mati telinga, hidung, mulut, dubur, dan kemaluan mengeluarkan darah
G9	Keguguran setelah 5 bulan muda terulang lagi dimasa berikutnya.
G10	Keluarnya plasenta tertunda
G11	Radang uterus
G12	Radang kemaluan
G13	Kurus
G14	Terjadi edema di daerah bawah rahang
G15	Mencret tidak berbau
G16	Lemah atau lesu
G17	Batuk sifatnya kronis
G18	Sesak nafas
G19	Kelenjar air susu membengkak
G20	Kesulitan makan dan menelan
G21	Kelemahan palyse
G22	Ambing membengkak
G23	Kelenjar air susu merah dan bila diraba terasa panas dan hewan merasa kesakitan
G24	Bila diperah air susu kadang encer dan bercampur nanah
G25	Kakunya pergerakan kelopak mata
G26	Kakunya pergerakan telinga
G27	Kakunya pergerakan tulang punggung
G28	Kakunya pergerakan kaki depan dan kaki belakang
G29	Mencret bercampur darah
G30	Air kencing berwarna merah
G31	Keguguran pada masa hamil 3 minggu
G32	Ginjal tampak belang
G33	Sempoyongan
G34	Hewan menjadi ganas
G35	Suka menggigit dan meronta jika diikat.
G36	Suka bersembunyi di tempat gelap
G37	Makan yang bukan makanannya
G38	Takut air
G39	Bibir dan gusi tampak merah, kering dan panas
G40	Dari mulut keluar ludah yang panjang seperti benang
G41	Bagian pergelangan kaki dekat kuku bengkak
G42	Penurunan produksi susu
G43	Selaput Lendir Menguning
G44	Bulu Rontok
G45	Keluar Cairan Kuning dan Berbau Busuk pada Kuku
G46	Mengelupasnya Selaput di Bagian Kuku
G47	Pincang Saat Bergerak
G48	Perut Bagian Kiri Membesar
G49	Pernapasan Terganggu

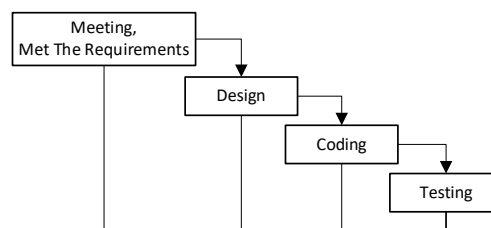
Kode Gejala	Nama Gejala
G50	Gerakan Kurang Lincah/Sering Terjatuh
G51	Susah Bergerak/Berdiri
G52	Sering Menggigit Bagian Tubuhnya
G53	Sering menggosok – gosokkan badannya pada kandang
G54	Nanah Muncul pada Bagian Tubuh
G55	Susah Buang Air Besar/Tidak Teratur
G56	Mencret
G57	Gerakan melemah
G58	Hidung dan Mulut Mulai Kering
G59	Keluar darah pada hidung dan dubur
G60	Otot yang terluka terlihat berbintik dan memerah
G61	Kematian mendadak setelah terjadi tanda gejala 1-2 hari.
G62	Warna kornea mata menjadi kekeruhan

Table 2. Data penyakit sapi

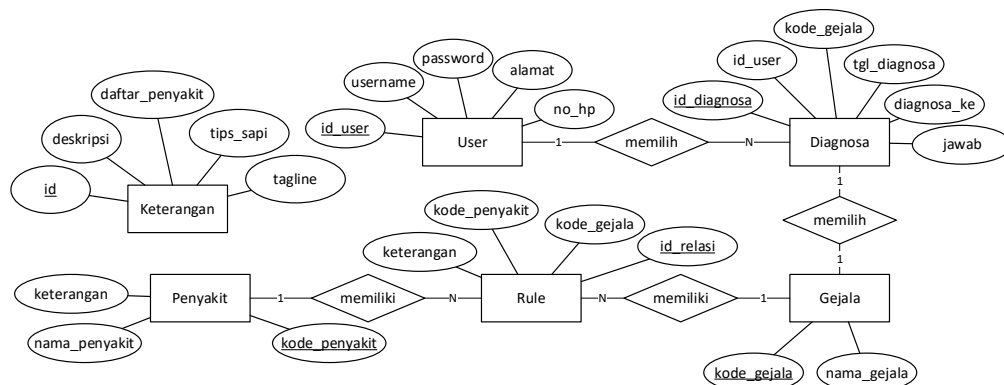
Kode Penyakit	Nama Penyakit	Gejala Penyakit
P1	<i>Septichaemia Epizooticae</i> (Penyakit Ngorok)	G1, G2, G3, G4, G16, G18
P2	Antraks	G5, G6, G7, G8, G29, G30
P3	<i>Brucellosis</i> (Penyakit Keluron)	G9, G10, G11, G12, G42
P4	<i>ParaTuberculosis</i>	G2, G13, G16, G44, G56
P5	T.B.C (<i>TuberCulosis</i>)	G1, G3, G17, G18, G19, G22
P6	<i>Botulismus</i>	G20, G21, G33
P7	<i>Mastitis</i>	G19, G22, G24
P8	Tetanus	G1, G5, G7, G25, G27, G28
P9	<i>Erysipelas</i>	G1, G36, G51, G60
P10	<i>Leptospirosis</i>	G1, G2, G30, G31
P11	Rabies	G1, G2, G17, G35, G19, G37, G39, G40
P12	Penyakit Mulut dan Kuku	G1, G2, G17, G41, G19, G46, G57
P13	Surra (<i>Trypanosomiasis</i>)	G1, G2, G5, G33, G43, G44
P14	Kuku Busuk (<i>Foot Rot</i>)	G41, G46, G47, G48
P15	Kembung Perut (<i>Bloat</i>)	G48, G49, G50
P16	Penyakit BEF (Demam Tiga Hari)	G1, G2, G3, G9, G31, G41, G42
P17	Penyakit Ingusan (<i>Malignant Catarrhal Fever</i>)	G1, G2, G3, G56, G62
P18	Kudis (<i>Scabies</i>)	G44, G52, G53, G54
P19	Cacingan (<i>Helminthiasis</i>)	G2, G13, G48, G55, G56, G57
P20	Diare	G1, G2, G3, G29, G30, G33, G44
P21	Radang Paha (<i>Blackleg</i>)	G1, G8, G28

2.2 Pengembangan sistem

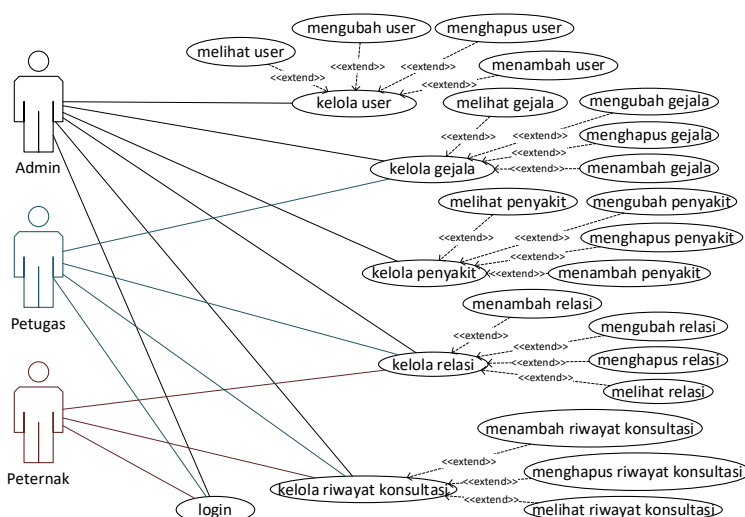
Sistem pakar penyakit sapi dikembangkan menggunakan model *Waterfall*. Tahapan yang dilakukan adalah: *Meeting* dengan pakar untuk mendapatkan basis pengetahuan tentang penyakit sapi dan gejalanya; *Design* perangkat lunak menggunakan ERD dan UML; *Coding* menggunakan bahasa PHP; dan *Testing* menggunakan *Blackbox testing* dan pengujian akurasi sistem menggunakan data uji.

Gambar 2. Model *Waterfall* sistem pakar penyakit sapi

Entity Relationship Diagram (ERD) digunakan untuk merancang database yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan *Use Case Diagram* digunakan untuk merancang bagaimana aktor (pengguna) berinteraksi dengan sistem yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. ERD



Gambar 4. Diagram Use Case

2.3 Pengujian sistem

Pengujian sistem yang dilakukan adalah pengujian *Blackbox* untuk mengetahui fungsionalitas dari sistem dan pengujian akurasi untuk mengukur keakuratan sistem dalam mendiagnosis penyakit sapi. Pada pengujian akurasi dilakukan perbandingan hasil diagnosis sistem dengan hasil diagnosis dari pakar atau referensi yang valid. Persamaan yang digunakan untuk menghitung akurasi ditunjukkan pada Persamaan (1) [17].

$$akurasi = \frac{\sum \text{prediksi benar}}{\text{total prediksi}} \times 100\% \quad (1)$$

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembangunan sistem

Sistem pakar penyakit sapi ini memiliki tiga pengguna, yaitu Admin, Petugas dan Peternak. Hak akses dari ketiga pengguna tersebut dijabarkan pada Tabel 3.

Table 3. Hak akses pengguna

Pengguna	Hak Akses
Admin	Mengelola <i>user</i> , penyakit, gejala, relasi, dan riwayat konsultasi
Petugas	Mengelola gejala dan mengelola relasi penyakit sapi
Peternak	Mengelola riwayat konsultasi penyakit sapi

1. Halaman data gejala

Gambar 5 menunjukkan tampilan halaman gejala penyakit, dimana Admin atau petugas memastikan 62 gejala pada Tabel 1 telah dimasukkan ke dalam sistem. Data gejala dapat diubah atau dihapus dengan mengklik tombol edit atau hapus pada gejala yang bersesuaian.

No.	KODE	Nama Gejala	Tanggal	Aksi
1.	G001	Demam	2023-05-19 15:41:36	[Edit] [Hapus]
2.	G002	Nafsu Makan Turun	2023-05-19 15:43:04	[Edit] [Hapus]

Gambar 5. Halaman data gejala

2. Halaman data penyakit

Gambar 6 menunjukkan tampilan halaman data penyakit, dimana Admin memastikan 21 data penyakit pada Tabel 2 telah dimasukkan ke dalam sistem. Jika ada nama penyakit yang salah, dapat diubah atau dihapus dengan mengklik tombol edit atau hapus pada penyakit yang bersesuaian.

No.	Kode	Nama Penyakit	Keterangan	Tanggal	Aksi
1.	P001	Septicaemia Epizooticae (Penyakit Ngorok)	penyakit yang disebabkan oleh Pasteurella multocida B 2, menyerang ternak sapi dan kerbau, bersifat akut dan sangat fatal.	2023-05-19 15:00:28	[Edit] [Hapus]

Gambar 6. Halaman data penyakit

3. Halaman data relasi

Gambar 7 menunjukkan tampilan halaman data relasi antara penyakit dan gejalanya, dimana tanda centang berarti merupakan gejala pada penyakit tersebut. Pengaturan relasi dilakukan dengan mengklik tombol ATUR yang mengakibatkan sistem akan menampilkan halaman atur data relasi.

#	Nama penyakit	G001	G002	G003	G004	G005	G006	G007	G008	G009	G010	G011	G012	G013
ATUR	[P001] Septicaemia Epizooticae (Penyakit Ngorok)	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ATUR	[P002] Antraks	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-
ATUR	[P003] Brucellosis (Penyakit Keluron)	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	-

Gambar 7. Halaman data relasi

4. Halaman atur data relasi

Gambar 8 menunjukkan tampilan halaman atur data relasi yang mengatur gejala-gejala pada setiap penyakit sesuai dengan aturan pada Tabel 2. Jika gejala tersebut merupakan gejala pada penyakit maka pilih Ya, sebaliknya jika bukan tidak perlu mengisi pilihan.

KRITERIA : [P001] Septicaemia Epizooticae (Penyakit Ngorok)		
GEJALA		
KODE	NAMA	PILIHAN
G001	Demam	Ya
G002	Nafsu makan turun	Ya
G003	Hidung mengeluarkan cairan	Ya

Gambar 8. Halaman atur data relasi

5. Hasil diagnosa penyakit sapi

Gambar 9 menunjukkan tampilan halaman diagnosa penyakit sapi dari sistem pakar.

HASIL DIAGNOSA PENYAKIT SAPI METODE FORWARD CHAINING	
GEJALA TERPILIH	: • G048 - Perut Bagian Kiri Membesar • G049 - Pernapasan Terganggu • G050 - Gerakan Kurang Lincah/Sering Terjatuh
HASIL DIAGNOSA	:P016 - Kembung Perut (Bloat)
KETERANGAN	:Pada dasarnya kembung disebabkan karena ketidak-mampuan ternak menghilangkan gas yang dihasilkan oleh rumen. Keadaan tersebut bisa menyebabkan kematian kalau tidak segera ditangani.

Gambar 9. Halaman hasil diagnosa penyakit sapi

3.2 Pengujian

Pengujian *blackbox* dengan 23 skenario untuk Admin, 17 skenario untuk petugas dan 6 skenario untuk peternak telah dilakukan dan menunjukkan 100% fungsionalitas semua fitur pada sistem pakar berfungsi dengan baik. Hasil pengujian *blackbox* disajikan pada Tabel 4.

Table 4. Hasil pengujian *blackbox*

Level User	Jumlah Skenario	Hasil Pengujian Berhasil	Persentase Hasil Pengujian
Admin	23 skenario	23 skenario	100 %
Petugas	17 skenario	17 skenario	100 %
Peternak	6 skenario	6 skenario	100 %
Hasil rata-rata persentase pengujian			100 %

Selain pengujian *blackbox*, juga dilakukan pengujian akurasi menggunakan Persamaan (1) dengan menggunakan data uji0 dari 21 kasus uji. Gejala penyakit dari berbagai referensi dibandingkan dengan hasil diagnosa dari sistem pakar dan dihitung akurasi menggunakan Persamaan (1). Hasil pengujian disajikan pada Tabel 5.

Table 5. Hasil pengujian

No	Gejala	Penyakit (berdasarkan referensi)	Sistem Pakar		Hasil Pengujian
			Hasil Diagnosa	Gejala Terdeteksi	
1	G2, G5, G7, G8, G16, G30 [18]	Antraks	Antraks	66,67 %	Sesuai
2	G2, G19, G22, G42 [14]	Mastitis	Mastitis	66,67 %	Sesuai
3	G1, G3, G28, G47 [14]	Penyakit BEF (Demam Tiga Hari)	Radang Paha (Blackleg)	66,67 %	Tidak Sesuai
4	G44, G53, G54 [14]	Kudis (Scabies)	Kudis (Scabies)	75 %	Sesuai
5	G2, G48, G49 [14]	Kembung Perut (Bloat)	Kembung Perut (Bloat)	66,67 %	Sesuai
6	G1, G2, G4, G16, G18, G49 [14]	Septichaemia Epizooticae (Penyakit Ngorok)	Septichaemia Epizooticae (Penyakit Ngorok)	83,33 %	Sesuai
7	G1, G3, G62 [14]	Penyakit Ingusan (Malignant Catarrhal Fever)	Penyakit Ingusan (Malignant Catarrhal Fever)	60 %	Sesuai
8	G2, G13, G56 [19]	Cacingan (Helminthiasis)	ParaTuberculosis	60%	Tidak Sesuai
9	G9, G10 [19]	Brucellosis (Penyakit Keluron)	Brucellosis (Penyakit Keluron)	40 %	Sesuai
10	G1, G2, G3, G13, G16, G17, G18, G19, G22 [20]	T.B.C (TuberCulosis)	T.B.C (TuberCulosis)	100 %	Sesuai
11	G16, G20, G21, G33 [20]	Botulismus	Botulismus	100 %	Sesuai
12	G41, G45, G46, G47 [20]	Kuku Busuk (Foot Rot)	Kuku Busuk (Foot Rot)	75 %	Sesuai
13	G13, G14, G15, G42, G56 [21]	ParaTuberculosis	ParaTuberculosis	40 %	Sesuai
14	G25, G26, G27, G28 [21]	Tetanus	Tetanus	50 %	Sesuai

No	Gejala	Penyakit (berdasarkan referensi)	Sistem Pakar		Hasil Pengujian
			Hasil Diagnosa	Gejala Terdeteksi	
15	G1, G2, G16, G29, G51 [21]	<i>Erysipelas</i>	<i>Septichaemia Epizooticae</i> (Penyakit Ngorok)	50 %	Tidak Sesuai
16	G1, G2, G5, G30, G31, G32, G42 [21]	<i>Leptospirosis</i>	<i>Leptospirosis</i>	100 %	Sesuai
17	G2, G34, G35, G36, G37, G38 [21]	Rabies	Rabies	37,5 %	Sesuai
18	G1, G2, G16, G34, G39, G40, G41, G46 [21]	Penyakit Mulut dan Kaki	Penyakit Mulut dan Kaki	57,14 %	Sesuai
19	G1, G2, G33, G43 [22]	Surra (<i>Trypanosomiasis</i>)	Surra (<i>Trypanosomiasis</i>)	66,67 %	Sesuai
20	G1, G2, G3, G18, G29, G33 [16]	Diare	Diare	71,43 %	Sesuai
21	G1, G2, G16, G28 [23]	Radang Paha (<i>Blackleg</i>)	Radang Paha (<i>Blackleg</i>)	66,67 %	Sesuai

Berdasarkan pengujian yang dilakukan menggunakan 21 data uji, sistem tidak dapat mendiagnosa dengan benar pada 3 data uji, yaitu penyakit BEF, cacingan dan tetanus. Data uji yang dapat didiagnosa dengan benar adalah sebanyak 18 data. Nilai akurasi pengujian dihitung menggunakan Persamaan (1), sehingga bernilai $\frac{18}{21} \times 100\% = 85,71\%$.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil penelitian, sistem pakar penyakit sapi berbasis web yang dibangun mempunyai fitur berfungsi dengan baik dengan tingkat akurasi 85,71% untuk hasil diagnosa pada 21 data uji. Akurasi 85,71% menunjukkan ketepatan penerapan *forward chaining* pada sistem pakar penyakit sapi. Hal ini mengindikasikan efektivitas sistem bagi peternak untuk mendapatkan diagnosa penyakit yang diderita sapi sejak dini, sebelum berkonsultasi lebih lanjut kepada PPL atau pakar sapi. Penelitian berikutnya disarankan untuk menggunakan metode pembandingan dan mengembangkan sistem yang dapat diakses melalui *smartphone* sehingga lebih memudahkan akses bagi peternak.

5 KONTRIBUSI PENELITIAN

Hasil penelitian dapat dimanfaatkan oleh Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Kabupaten Tanah Laut terutama PPL dan peternak sapi di setiap desa agar dapat melakukan diagnosa awal dari penyakit sapi berdasarkan gejala yang dialami. Harapannya penyakit yang lebih parah dapat dicegah sehingga angka kematian sapi karena terserang penyakit menjadi berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Kabupaten Tanah Laut, *Statistik Daerah Kabupaten Tanah Laut 2024*. Tanah Laut: Badan Pusat Statistik Kabupaten Tanah Laut, 2024.
- [2] M. R. Amin, "Studi Kasus Penyakit Scabies pada Sapi di Kabupaten Tanah Laut," Universitas Lambung Mangkurat, 2019.
- [3] poroskalimantancom, "Jumlah Sapi yang Mati di Tanah Laut Bertambah," *Poros Kalimantan*, 2022. <https://poroskalimantan.com> (accessed Oct. 01, 2024).
- [4] N. Yahya, "Sapi di Tanah Laut Terjangkit Lato-Lato," *Radar Banjarmasin*, 2024. <https://radarbanjarmasin.jawapos.com/> (accessed Oct. 01, 2024).
- [5] D. Retnosari, "Implementasi Sistem Informasi Data Pembinaan Sapi pada Dinas Peternakan Kabupaten Tanah Laut," *Technol. J. Ilm.*, vol. 10, no. 3, pp. 119–126, 2019, doi: 10.31602/tji.v10i3.2117.
- [6] A. Nugroho, "Konsep Dasar Sistem Pakar," in *Sistem Pakar dan Implementasi Metodenya*, A. Rakhman, Ed., Yogyakarta: Nuta Media, 2021, pp. 1–14.
- [7] H. Rhomadhona, "Rancang Bangun Sistem Pakar Diagnosa Karakteristik Anak

- Berkebutuhan Khusus Menggunakan Metode Forward Chaining,” *J. Sains dan Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 18–26, 2017, doi: 10.34128/jsi.v3i1.66.
- [8] J. Permadi, H. Rhomadhona, and W. Aprianti, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Jagung Manis Menggunakan Runut Maju,” *J. ELTIKOM J. Tek. Elektro, Teknol. Inf. dan Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 93–103, 2019, doi: 10.31961/eltikom.v3i2.119.
- [9] M. P. Sari and R. Realize, “Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Osteoporosis pada Lansia Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web,” *J. Ilm. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 24–30, 2019, doi: 10.33884/jif.v7i01.906.
- [10] M. Ridho, S. Zahra, S. O. Ayu, F. Ramadhani, and S. Dewi, “Analisis Perbandingan Sistem Pakar Diagnosa Akibat Gigitan Nyamuk Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor (CF),” *MOTEKAR J. Multidisiplin Teknol. dan Arsit.*, vol. 2, no. 2, pp. 846–851, 2024, doi: 10.57235/motekar.v2i2.3972.
- [11] A. P. Kusuma and M. Sari, “Perbandingan Metode Forward Chaining dan Backward Chaining pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ikan Lele Sangkuriang,” *ANTIVIRUS J. Ilm. Tek. Inform.*, vol. 12, no. 1, pp. 59–71, 2019, doi: 10.35457/antivirus.v13i1.727.
- [12] M. Qamal, F. Fadlisya, M. Bengi, and M. Mukarramah, “Diagnosa Penyakit Bawang Merah Dengan Metode Forward Chaining Dan Backward Chaining,” *J. Tika*, vol. 7, no. 1, pp. 12–18, 2022, doi: 10.51179/tika.v7i1.1002.
- [13] D. S. Shanka and A. H. Genale, “Mobile Application Based Expert System for Cattle Disease Diagnosis and Treatment in Afan Oromo Language,” *Int. J. Inf. Syst. Informatics*, vol. 3, no. 3, pp. 131–149, 2022, doi: 10.47747/ijisi.v3i3.856.
- [14] W. D. Prasetyo and R. Wahyudi, “Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ternak Sapi Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Website Responsif,” *J. Teknol. dan Terap. Bisnis*, vol. 2, no. 1, pp. 13–21, 2019.
- [15] D. T. C. Al Fitroh, R. A. Ramadhani, and A. Sanjaya, “Penerapan Metode Forward Chaining Untuk Mendiagnosa Penyakit Mulut Dan Kuku Hewan Sapi,” *Pros. SEMNAS INOTEK (Seminar Nas. Inov. Teknol.*, vol. 8, no. 2, pp. 968–976, 2024, doi: 10.29407/inotek.v8i2.5027.
- [16] D. D. Prayogo, A. Srirahayu, and I. Oktaviani, “Sistem Pakar Dengan Metode Forward Chaining Dalam Menentukan Penyakit Pada Sapi Berbasis Web,” *Jutisi J. Ilm. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 13, no. 2, pp. 1196–1205, 2024, doi: 10.35889/jutisi.v13i2.2137.
- [17] Wikipedia contributors, “Accuracy and Precision,” *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2024. https://en.wikipedia.org/wiki/Accuracy_and_precision (accessed Dec. 22, 2024).
- [18] I. R. Yansyah, R. Permana, and P. A. W. Purnama, “Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Antraks Pada Sapi Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web,” in *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)*, 2019, pp. 834–844.
- [19] F. R. B. Putra, A. Fadlil, and R. Umar, “Analisis Metode Forward Chaining Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Hewan Sapi Berbasis Android,” *J-SAKTI (Jurnal Sains Komput. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 1034–1044, 2021, doi: 10.30645/j-sakti.v5i2.398.
- [20] M. A. Fahmy, I. P. Ningrum, and J. Y. Sari, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Hewan Sapi dengan Metode Forward Chaining,” *semanTIK*, vol. 4, no. 2, pp. 111–120, 2018, doi: 10.5281/zenodo.1673278.
- [21] M. R. Zamroni, Q. C. K. N. Sumarsono, and A. Wahyudi, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Sapi Sebagai Upaya Pencegahan Penyebaran Wabah PMK di Lamongan,” *J. Ilm. Inform.*, vol. 10, no. 2, pp. 145–152, 2022, doi: 10.33884/jif.v10i02.6373.
- [22] E. Sandra, “Penerapan Metode Forward Chaining Berbasis Java dalam Memberikan Solusi Penyakit Ternak Sapi,” *TEKNOFILE J. Sist. Inf.*, vol. 2, no. 4, pp. 214–224, 2024.
- [23] J. Eilerts, “Identifying and Treating Blackleg in Cattle,” *PRO EARTH*, 2020. <https://proearthanimalhealth.com/identifying-and-treating-blackleg-in-cattle/> (accessed Dec. 22, 2024).