

SISTEM PAKAR UNTUK DETEKSI PENYAKIT PADA TERNAK BABI DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY TSUKAMOTO

AAA Putri Ardyanti¹⁾ IGAN Indra Adnyana²⁾ I Nyoman Purnama³⁾

Program Studi Teknik Informatika¹⁾²⁾³⁾

STMIK Primakara, Denpasar, Bali ^{1) 2) 3)}

putri.ardianti@primakara.ac.id¹⁾ ngurahindraadnyana@gmail.com²⁾

ABSTRACT

Expert systems allow the process of communication between doctors and breeders can be done without having to do face-to-face directly. One reason for the importance of developing this application is meningitis in humans that occurred massively in Bali in February 2017. The initial step of this research is knowledge acquisition where first interviewing experts in the field of pig disease, continued representation of knowledge before being modeled into mathematical calculation formulas, which will later be added Fuzzy method, through modeling definite symptoms, syndrome symptoms, and Fuzzy symptoms, in inference Fuzzy rules will be made fuzzification and calculation of the certainty factor. After programming the system, the system test will be carried out in 3 stages, namely interviewing again with the implementation of the system, testing the results by looking for the value of instrument reliability, and finally the analysis of the results of tests carried out on several pig farms. An expert system for diagnosing pig disease has been developed by combining fuzzy logic methods to deal with the uncertainty of symptoms experienced by pigs and the inability of an expert to definitively define the relationship between symptoms and disease. The value of the accuracy of disease consultation in pigs is obtained from the average value of the success of the system of finding diseases in pigs, namely 85%.

Keywords: Fuzzy, Expert System, Tsukamoto, Pig disease

ABSTRAK

Sistem pakar memungkinkan proses komunikasi antara dokter dan peternak dapat dilakukan tanpa harus melakukan tatap muka secara langsung. Salah satu alasan pentingnya pengembangan aplikasi ini adalah penyakit meningitis pada manusia yang terjadi secara masal di Bali pada bulan Februari 2017. Langkah awal penelitian ini adalah akuisi pengetahuan dimana terlebih dahulu melakukan wawancara kepada pakar dibidang penyakit babi, dilanjutkan representasi pengetahuan tersebut sebelum dimodelkan kedalam rumus perhitungan matematika, yang nantinya akan ditambahkan metode Fuzzy, melalui pemodelan gejala pasti, gejala sindrom, dan gejala Fuzzy, pada inferensi Fuzzy akan dilakukan aturan- aturan fuzzifikasi dan dilakukan perhitungan factor kepastian. Setelah pemograman sistem maka uji sistem akan dilakukan dengan 3 tahapan yaitu wawancara kembali dengan implementasi sistem, uji hasil dengan mencari nilai reliabilitas instrumen, dan terakhir adalah analisis uji hasil yang dilakukan ke beberapa peternakan babi. Sistem pakar untuk diagnosa penyakit babi telah dikembangkan dengan menggabungkan metode logika fuzzy untuk menangani ketidakpastian gejala yang dialami oleh ternak babi dan ketidakmampuan seorang pakar dalam mendefinisikan hubungan antara gejala dan penyakit secara pasti. Nilai ketepatan dari konsultasi penyakit pada ternak babi didapatkan dari nilai rata-rata keberhasilan sistem menemukan penyakit pada babi yaitu 85%.

Kata kunci: fuzzy, sistem pakar, tsukamoto, penyakit babi.

PENDAHULUAN

Pada tahun 2005 di Cina terjadi bencana dimana kematian ternak babi meningkat hingga 135% dalam kurun waktu 2 tahun, hal ini dikarenakan karena berbagai penyakit babi. Departemen peternakan dan pertanian pada waktu itu meminta bantuan dari para pakar penyakit babi, akan tetapi pada waktu itu para ahli jarang dan tidak bersedia pergi memeriksa ternak yang mati, terutama didaerah pedesaan, untuk melakukan sebuah cara efektif untuk mendiagnosis, merawat dan mencegah penyakit babi dibutuhkan sebuah aplikasi yang pintar dan mampu belajar seperti seorang pakar. Bila seekor babi telah menunjukkan gejala penyakit, pentingnya sebuah aplikasi sistem yang mampu mendiagnosis secara akurat. Strategi pengendalian diagnosis penyakit babi memerlukan keahlian yang cukup banyak dan hanya sedikit pakar yang mampu melakukannya [1].

Sistem pakar babi pertama kali di Cina bernama Pig-Vet dikembangkan oleh Cina Agricultural University hanya mampu mendiagnosis 54 jenis penyakit umum babi dan telah diujicobakan di utara Cina [2] dalam penelitiannya berjudul “*An IDSS Supported by Semantic Technology: a Study for Pig Disease Diagnosis Management*”, dimana sistem dapat memberikan saran diagnosis penyakit secara tepat waktu dan secara efektif berdasarkan informasi yang diberikan oleh pengguna, seperti kondisi fisik babi, gejala atau lingkungan.

TINJAUAN PUSTAKA

Penyakit Pada Babi

Menurut Ardana [3] manajemen pengobatan babi sakit ditujukan untuk menghindari kerugian akibat kematian babi yang sebelumnya menderita penyakit. Sebaliknya, tindakan rehabilitasi ditujukan untuk pemulihan kondisi babi setelah sakit. Berdasarkan penyebabnya, penyakit pada babi dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu penyakit infeksi dan non-infeksi. Kedua kelompok tersebut dapat menyerang babi pada fase prasapih, grower, finisher, dan induk babi, baik pada saluran pernapasan, pencernaan, reproduksi, dan saluran kemih.

Fase lahir sampai dengan disapih, seperti keterlambatan melahirkan, kelemahan dan kelaparan, faktor fisiologi, kemacetan air susu induk, kekurangan kolostrum, anemia, defisiensi Ca dan P, defisiensi J (iodine), infeksi umbilikus (pusar), serangan penyakit infeksi

Fase sapih sampai fattening adalah penyakit yang sering menyerang babi setelah sapih antara lain: Ascariasis, Trichuriasis, Oesofagustomiasis, Scabies, Erysipelas, Hog Cholera, Salmonellosis (8-16 minggu), Disentri Babi (Swine Dysentery): masa babi selama fase pertumbuhan dan hewan dewasa, jamur dan penyakit mulut kuku (PMK).

Penyakit pada Induk, yaitu Milk fever, Farrowing fever (demam saat beranak), Mastitis. Penyakit Pernapasan pada Babi berdasarkan penyebabnya, digolongkan tiga kelompok penyakit. Penyakit yang disebabkan oleh bakteri antara lain: Streptococcus (Streptococcus suis), Pasteurellosis (Pasteurella multocida), Glasser disease (Hemophilus parasuis), APP (Actinobacillus pleuropneumoniae), dan PRDC (Mycoplasma hyopneumoniae).

Penyakit yang disebabkan oleh virus antara lain: PRRS (PRRS virus), PCV II (Porcine Circovirus), SIV (Swine Influenza virus), dan PRV (Pseudorabies virus). Penyakit yang disebabkan oleh parasit antara lain Cacing paru-paru (lung worm), dan Cacing gilik (round worm = Ascaris suum y, Larva-3).

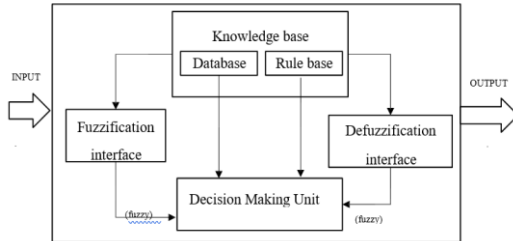
Berikut ini diuraikan secara rinci beberapa yang umum menyerang ternak babi yang dipelihara di dunia, termasuk di Bali, yaitu Colibacillosis, Coccidiosis, Ascariasis, Streptococcosis, Pasteurellosis, Glasser -S Disease, Actinobacillus Pleuropneumon, Enzootic Pneumonia - Ep (Mycoplasmosis)

Penelitian ini akan menggabungkan kepakaran dari beberapa sumber yaitu pakar dari Universitas Udayana

Fuzzy Inference System

Menurut Sivanandan dkk [4], sistem penalaran Fuzzy atau Fuzzy Inference System (FIS) merupakan unit utama pada sistem logika Fuzzy dengan bagian paling penting adalah unit pembuat keputusan. FIS memformulasikan aturan-aturan yang sesuai dan keputusan dibuat berdasarkan aturan-aturan tersebut.

Cara kerja FIS adalah input tegas dikonversi ke Fuzzy dengan menggunakan metode fuzzifikasi. Setelah proses fuzzifikasi, akan dilakukan proses pembentukan basis aturan.



Gambar 1. Proses Fuzzifikasi [5]

Metode Penalaran Fuzzy

Data Menurut [6] [7], metode penalaran fuzzy untuk membentuk aturan fuzzy dari suatu himpunan data input - output, dengan format sebagai berikut:

IF x is A and y is B THEN $z = f(x,y)$

Untuk model fuzzy keluaran z merupakan konstanta ($a = b = c$). Keluaran z_i

setiap aturan diukur dengan mencari nilai bobot w_i dari aturan tersebut, maka w_i dapat diukur dengan :

$$w_i = \text{ANDMethod}(F1(x), F2(y)) \dots (1)$$

Keluaran akhir dari sistem diperoleh melalui bobot rata-rata dari seluruh keluaran, dihitung

dengan:

$$\text{Keluaran akhir} = \frac{\sum_{i=1}^N w_i z_i}{\sum_{i=1}^N w_i} \dots (2)$$

Faktor Kepastian

Faktor kepastian (Certainty Factor-CF) diperkenalkan oleh Shortliffe Buchanan dalam pembuatan MYCIN. Faktor kepastian merupakan nilai parameter klinis yang diberikan MYCIN untuk menunjukkan besarnya kepercayaan, didefinisikan sebagai berikut

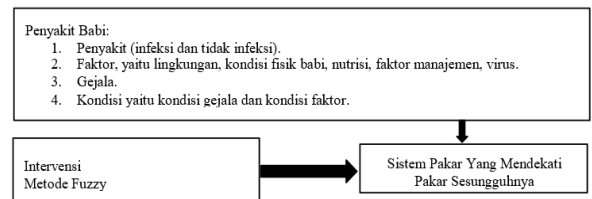
$$CF(H, E) = MB(H, E) - MD(H, E) \dots (3)$$

dimana:

$CF(H, E)$ faktor kepastian dari hipotesis H yang dipengaruhi oleh premis (evidence) E
 $MB(H, E)$ ukuran kepercayaan terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh premis (evidence) E
 $MD(H, E)$ ukuran kepercayaan terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh premis (evidence) E .

Kerangka Konseptual Penelitian

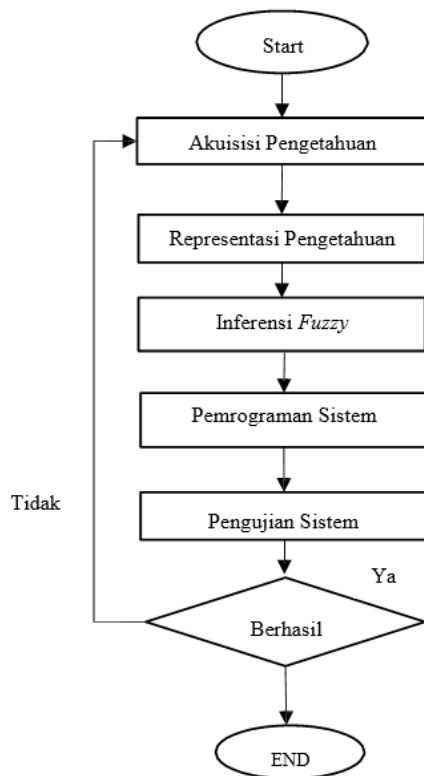
Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah diuraikan, dapat disusun kerangka teori sebagai berikut:



Gambar 2. Kerangka Penelitian

Penyakit pada ternak babi dikendalikan oleh peneliti pada kateria inklusi yaitu penyakit infeksi atau tidak terinfeksi pada 4 fase perkembangan penyakit babi. Faktor penyakit dikendalikan oleh peneliti pada kateria inklusi yaitu kondisi fisik, nutrisi, manajemen dan virus. Gejala penyakit dikendalikan peneliti pada kateria inklusi yaitu melalui pakar penyakit ba bi. Sosial budaya, ekonomi, lingkungan, dan jenis pelayanan kesehatan dikendalikan oleh peneliti dengan mengambil sampel dari satu lingkup yang sama yaitu sebuah peternakan babi. Sumber informasi dikendalikan oleh peneliti dengan menanyakan pada kuesioner apakah ada sumber informasi lain selain penyuluhan yang diberikan oleh peneliti. Kerangka Konsep berpikir dipengaruhi oleh penggunaan metode Fuzzy.

Hipotesis dari penelitian ini adalah sistem pakar yang telah diimplementasikan dan diuji oleh seorang pakar terhadap 20 kasus pengujian yang berbeda dan menghasilkan persentase yang tinggi terhadap kemiripan sistem pakar dengan pakar yang sesungguhnya.

METODOLOGI PENELITIAN**Diagram alir****Gambar 3. Diagram Alir****Metode Pengumpulan Data**

Adapun jenis pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut :

1. Observasi
2. Wawancara (Interview)
3. Studi Pustaka

Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan menggunakan kombinasi model sequential exploratory dimana metode ini menggabungkan metode penelitian dan pengembangan (research and development) yang biasa digunakan untuk mengembangkan dan menguji sistem. Penelitian dilakukan melalui dua tahapan, tahap pertama dengan metode kualitatif sehingga dapat diperoleh rancangan sistem dan penelitian tahap ke dua dengan metode kuantitatif (eksperimen) digunakan untuk menguji efektivitas sistem yang dihasilkan (Sugiyono, 2012).

Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

PPemrograman sistem dan mesin penalaran yang telah dirancang digunakan untuk membuat aplikasi sistem pakar. Sistem ini dibangun berbasis web menggunakan beberapa piranti bantu perangkat lunak sebagai berikut:

- a. SQLyog Ultimate untuk membuat basis pengetahuan dan basis penalaran
- b. PHP, HTML dan CSS untuk membuat desain tampilan aplikasi sistem pakar.
- c. Xampp untuk menjalankan
- d. PHP, SQL dan Apache dalam server lokal

Dalam melakukan proses ini membutuhkan piranti bantu perangkat keras berupa computer personal dengan prosesor Intel Core i7-7500U dan memory 8 GB serta VGA 2GB shared.

Arsitektur Sistem Pakar

Sistem pakar yang dibangun dengan piranti bantu perangkat lunak pada proses pemrograman sistem memiliki arsitektur sistem yang terdiri dari dua komponen, yaitu komponen pengembangan dan konsultasi.

Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan merupakan lingkungan pengembangan yang digunakan oleh perekayasa pengetahuan untuk mendapatkan pengetahuan dari pakar. Pada sistem pakar yang dibangun, pengetahuan diperoleh melalui studi literatur terhadap pustaka-pustaka ilmu ternak babi dan wawancara dengan peternak dan pakar ahli penyakit babi.

Basis Pengetahuan

Pada sistem pakar yang dibangun, basis pengetahuan di lingkungan pengembangan digunakan untuk menyimpan fakta dan aturan yang telah diperoleh pada proses akuisisi pengetahuan. Basis pengetahuan untuk fakta sendiri dari delapan tabel yang telah dijabarkan diatas.

Tabel 1 Fakta Gejala

Kode	Gejala
G001	Nafsu makan berkurang
G002	Demam
G003	Diare
G004	Batuk-batuk
G005	Lemas
G006	Munculnya tonjolan pada kulit perut
G007	Kaki Nampak terbuka lebar
G008	Adanya gangguan pernafasan
G009	Tenggorokan bengkak
G010	Urut-urut kuku dan lemah
G011	Dari vagina keluar nanah
G012	Sembelit
G013	Gemetar
G014	Lumpuh
G015	Depresi
G016	Muntah-muntah
G017	Pucat
G018	Pertumbuhan terganggu
G019	Kehilangan berat badan
G020	Babi banyak berbaring

Tabel 2 Fakta Penyakit

Kode	Penyakit
P001	Cholera babi
P002	Influenza babi
P003	Pox babi
P004	TBC babi
P005	Pneumonia mikropasma babi
P006	Wabah babi
P007	Leptospirosis
P008	Antrax
P009	Agalactia
P010	Demam Afrika
P011	Infeksi
P012	Pleuropneumonia
P013	Psedorabies
P014	Anemia
P015	Rheumatik
P016	Erysipelas
P017	Gastroenteritis menular
P018	Enteritis Colibacillosis

Entity Relationship Diagram

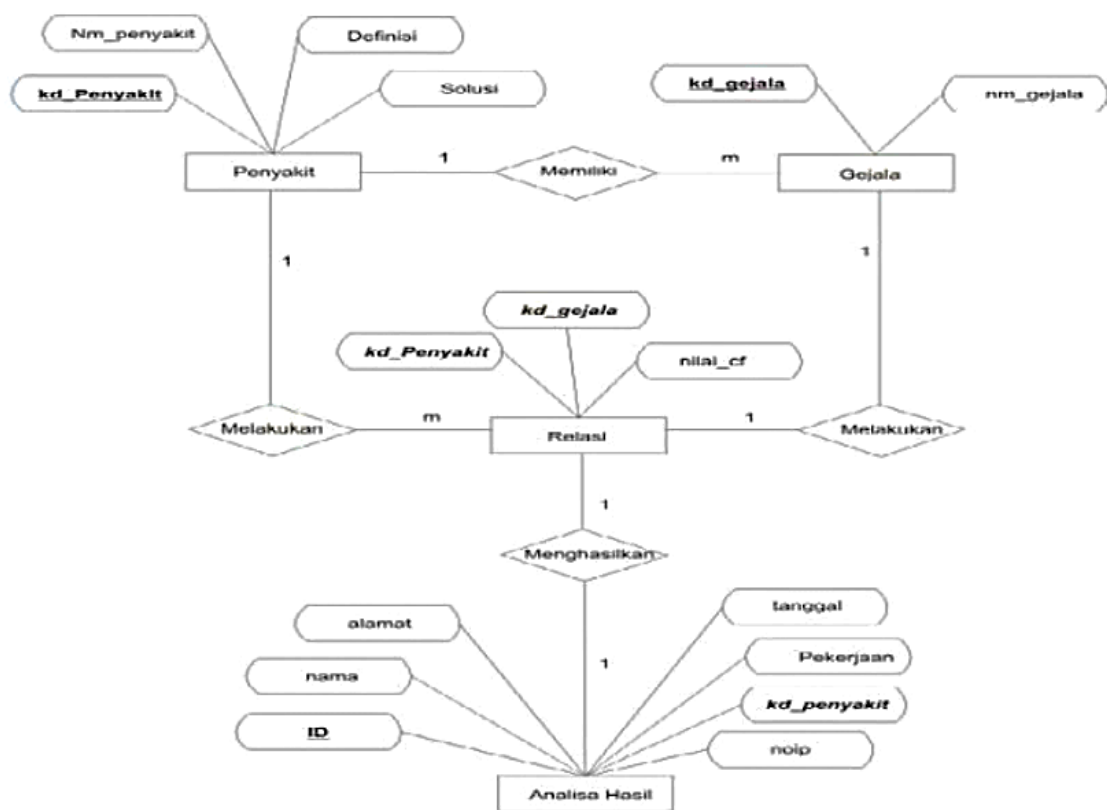
Perancangan database mengenai aplikasi sistem pakar untuk mendeteksi penyakit pada ternak babi dapat dilihat dalam gambar UML seperti pada gambar 4 dan 5 dibawah ini..

Tabel 3 Basis Aturan Penyakit

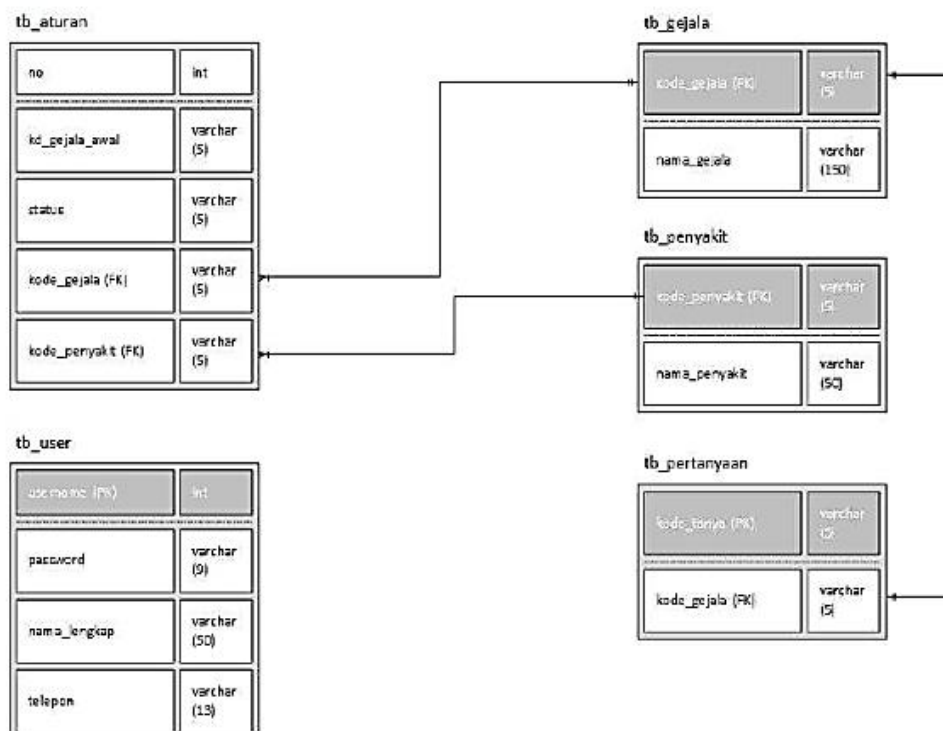
No	Basis Aturan Fuzzy Tsukamoto
1	IF R1 AND G019 Tinggi AND G020 Sering THEN P15
2	IF R1 AND G004 Sering AND G008 Ya AND G019 Ya THEN P4
3	IF R2 AND G004 Sering AND G008 Ya AND G015 Ya THEN P12
4	IF R2 AND G009 Ya AND G010 Ya THEN P8
5	IF R2 AND G005 Ya THEN P1
6	IF R2 AND G004 Sering AND G005 AND G008 Ya THEN P2
7	IF R2 AND G004 Sering AND G005 Ya AND G007 Ya AND G008 Ya THEN P5
8	IF R3 AND G005 Ya THEN P7
9	IF R3 AND G008 Ya AND G012 Sering THEN P10
10	IF R3 AND G008 Ya AND G013 Sering AND G015 Ya AND G016 Sering THEN P13
11	IF R3 AND G011 Ya THEN P9
12	IF R4 AND G017 Ya AND G018 Ya AND G019 Tinggi THEN P14
13	IF R4 AND G016 Sering AND G020 Sering THEN P18
14	IF R5 AND G016 Sering AND G019 Tinggi AND G020 Sering THEN P17
15	IF G001 Ya THEN R1
16	IF G001 Ya AND G002 Ya THEN R2
17	IF G001 Ya AND G002 Ya AND G003 Ya THEN R3
18	IF G003 Ya THEN R4
19	IF G001 Ya AND G003 Ya THEN R5

Perancangan Antarmuka

Antarmuka pemakai digunakan pada lingkungan pengembangan oleh perekayasa pengetahuan untuk menyimpan pengetahuan dalam basis pengetahuan



Gambar 4. Rancangan ERD



Gambar 5. Konseptual Database

Struktur Database

Pengetahuan mengenai penyakit yang diperoleh pada proses representasi pengetahuan diimplementasikan dalam bentuk rancangan tabel dengan struktur seperti pada tabel 4.

Tabel 4 Struktur tb_penyakit

No	Nama Field Panjang Field	Tipe Keterangan	Field
1	Kode_penyakit	Varchar 5	Primary Key
2	Nama_penyakit	Varchar 255	

Pengetahuan mengenai fase yang diperoleh pada proses representasi pengetahuan diimplementasikan dalam bentuk rancangan tabel dengan struktur seperti pada tabel 5. Bobot merupakan persentase pengaruh setiap fase terhadap hasil diagnosa penyakit

Tabel 5 Struktur tb_status

No	Nama Field Panjang Field	Tipe Keterangan	Field
1	Kode_status	Varchar 5	Primary Key
2	Nama_status	Varchar 255	
3	Bobot	Decimal 4,2	

Pengetahuan mengenai gejala yang diperoleh pada proses representasi pengetahuan diimplementasikan dalam bentuk rancangan tabel 6.

Tabel 6 Struktur tb_status

No	Nama Field Panjang Field	Tipe Keterangan	Field
1	Kode_gejala	Varchar 5	Primary Key
2	Nama_gejala	Text	
3	Pertanyaan	Text	
4	Ket_gejala	Text	
5	Status	Enum	'pasti', 'fuzzy'
6	Flag	Enum	'kunci', 'terkait', 'tidak'
7	Kode_gejala_kunci	Varchar5	
8	Kode_status	Varchar 5	

Gejala yang ditanyakan oleh sistem kepada peternak diberikan dalam bentuk pertanyaan yang disertai dengan keterangan dari gejala yang ditanyakan (ket_gejala). Status menunjukkan gejala bernilai pasti atau fuzzy. Flag menunjukkan suatu gejala yang merupakan gejala kunci terhadap gejala yang lain atau suatu gejala yang terkait dengan gejala kunci atau suatu gejala bukan

merupakan gejala kunci dan terkait. Gejala kunci dari gejala terkait akan disimpan di kolom kode_gejala_kunci. Gejala sindrom dihubungkan dengan fase dimana gejala ini disimpan di kode_status.

Tabel 7 Struktur tb_terkait

No	Nama Field Panjang Field	Tipe Keterangan	Field
1	Kode_terkait	Varchar 5	Primary Key
2	Kode_gejala	Varchar 5	
3	Kode_himpunan	Varchar 5	

Pada pemodelan gejala bernilai pasti dan gejala yang merupakan sindrom di bab sebelumnya, dimana kedua gejala ini dimodelkan dalam bentuk dua jenis himpunan ('Ya' dan 'Tidak'), dimana kedua jenis himpunan ini tidak mempunyai kurva sehingga batas bawah dan atas dari kurva diisikan dengan nilai 0. Pada pemodelan gejala bernilai fuzzy dimodelkan dalam bentuk himpunan fuzzy dengan kurva keanggotaannya. Himpunan yang terbentuk untuk gejala bernilai fuzzy antara lain 'Tidak', 'Sangat Rendah', 'Rendah', 'Normal', 'Tinggi', 'Sangat Tinggi'. Setiap himpunan mempunyai suatu jenis kurva tertentu seperti 'Linier Turun', 'Segitiga', 'Linier Naik',

Pengetahuan mengenai himpunan dari gejala bernilai 'fuzzy' diimplementasikan dalam bentuk tabel berikut:

Tabel 8 Struktur tb_himpunan

No	Nama Field Panjang Field	Tipe Keterangan	Field
1	Kode_himpunan	Varchar 5	Primary Key
2	Nama_penyakit	Varchar 255	

Tabel 9 Struktur tb_kurva

No	Nama Field Panjang Field	Tipe Keterangan	Field
1	Kode_kurva	Varchar 5	Primary Key
2	Nama_kurva	Varchar 255	

Tabel 10 Struktur tb_gejala_fuzzy

No	Nama Field Panjang Field	Tipe Keterangan	Field
1	Kode_gejala_fuzzy	Varchar 6	Primary Key
2	Kode_gejala	Varchar 5	
3	Kode_himpunan	Varchar 5	
4	Batas_bawah	Decimal 11,2	

5	Batas_atas	Decimal 11,2
6	Kode_kurva	Varchar 5
7	Jenis_kelamin	Enum 'tidak mempengaruhi', 'jantan', 'betina'
8	Batas_bawah_user	Decimal 11,2
9	Batas_atas_user	Decimal 11,2

Representasi jawaban peternak terhadap gejala pasti diimplementasikan kedalam rancangan tabel berikut.

Tabel 11 Struktur tb_pilihan

No	Nama Field	Tipe	Field
	Panjang Field	Keterangan	
1	Kode_pilihan	Varchar 5	
	Primary Key		
2	Nama_pilihan	Varchar 255	
3	Nilai	Decimal 4,2	

Pengujian Aplikasi

Evaluasi sistem ini diukur berdasarkan uji penerapan sistem dalam kasus nyata. Untuk pengujian hewan ternak dilakukan di daerah Mengwi, Badung, Bali. Proses uji pertama dilakukan dengan cara pakar mendiagnosis terlebih dahulu baru kasus diujikan dengan sistem. Dari 20 kasus hanya mendapat 5 diagnosa penyakit yaitu influenza babi, TBC babi, wabah, anemia dan infeksi pada babi. Sedangkan 15 kasus lain tidak didapatkan. Nilai ketepatan dari konsultasi penyakit pada ternak babi didapatkan dari nilai rata-rata keberhasilan sistem menemukan penyakit pada babi yaitu 85%.

Tabel 12 Uji Aplikasi

K	DP	JK	DS	JK	Ke
1	Influenza babi	5	Influenza babi	5	100%
2	Wabah	3	Wabah	3	90%
3	Infeksi	3	Infeksi	5	85%
4	TBC babi	4	TBC babi	4	80%
5	Anemia	5	Anemia	4	70%
	Jumlah			20	425%
	Rata-rata 1 kategori kasus				85%

Keterangan:

K : Kasus

DP: Diagnosa Pakar

JK : Jumlah Kasus

DS : Diagnosa Sistem

Ke : Ketepatan

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian awal penelitian tentang pengembangan aplikasi sistem pakar untuk mendeteksi penyakit pada ternak babi, yaitu:

1. Sistem pakar untuk diagnosa penyakit babi telah dikembangkan dengan menggabungkan metode logika fuzzy dan faktor kepastian untuk menangani ketidakpastian gejala yang dialami oleh ternak babi dan ketidakmampuan seorang pakar dalam mendefinisikan hubungan antara gejala dan penyakit secara pasti. Nilai ketepatan dari konsultasi penyakit pada ternak babi didapatkan dari nilai rata-rata keberhasilan sistem menemukan penyakit pada babi yaitu 85%.

2. Pengetahuan berupa fakta mengenai penyakit yang diperoleh melalui proses akuisisi pengetahuan direpresentasikan ke dalam bentuk pemodelan himpunan bernilai pasti dan himpunan bernilai fuzzy. Pengetahuan berupa aturan direpresentasikan ke dalam bentuk sistem produksi IF...Then.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. F. X. X. Z. Zetian, "Pig-vet: A web-based expert system for pig disease diagnosis," *Expert Systems with Applications*, vol. 29, no. 1, pp. 93-103, 2005.
- [2] L. X. G. Han, "An IDSS Supported by Semantic Technology: a Study for Pig Disease Diagnosis Management.," in *6th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)*, IEEE, 2015.
- [3] I. P. D. Ardana, Ternak Babi Manajemen Reproduksi, Produksi, dan Penyakit, Denpasar: Udayana University Press, 2015.
- [4] S. S. S. D. S. Sivanandam, Introduction to Fuzzy Logic using, New York: Springer, 2007.
- [5] Kusriani, Sistem Pakar, Yogyakarta: Andi Offset, 2008.
- [6] S. P. H. Kusumadewi, Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan Edisi ke 2, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.

- [7] S. Kusumadewi, Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)., Yogyakarta: Graha Ilmu, 2003.