
APLIKASI SISTEM PAKAR UNTUK DIAGNOSA PENYAKIT HEWAN TERNAK SAPI DENGAN *BAYESIAN NETWORK*

Tinaliah

^{1,2}AMIK MDP; Jl. Rajawali No. 14, 0711-376400

³Jurusan Ilmu Komputer, AMIK MDP, Palembang

tinaliah@mdp.ac.id

Abstrak

Sapi merupakan hewan ternak yang banyak memiliki potensi ekonominya. Sapi yang berpenyakit sangat memiliki dampak negatif terhadap manusia. Penyakit pada hewan ternak sapi dapat menular dengan cepat, dan dapat berakibat fatal, yaitu kematian. Penyakit tersebut dapat timbul disebabkan oleh bakteri, virus, jamur, dan parasit. Untuk mencegah agar penyakit sapi tidak menular, maka peternak sapi harus mengetahui terlebih dahulu mengenai penyakit-penyakit pada hewan ternak sapi, sehingga dapat dilakukan pencegahan dan pengobatan terhadap hewan ternak sapi sedini mungkin. Sistem pakar adalah sebuah sistem yang dirancang untuk dapat menirukan keahlian seorang pakar dalam memecahkan suatu masalah yang ada. Untuk itu perlu dikembangkan suatu sistem pakar agar peternak dan masyarakat umum dapat mengetahui dan mendeteksi sedini mungkin mengenai penyakit hewan ternak sapi, agar dapat dilakukan penanganan yang cepat sebelum berkonsultasi dengan dokter. Pengetahuan mengenai penyakit pada hewan ternak sapi disusun mengacu pada literatur dan wawancara dengan dokter hewan mengenai penyakit hewan ternak sapi yang digunakan untuk mendiagnosa penyakit berdasarkan gejala penyakit serta cara penanganannya. Penentuan penyakit dalam sistem pakar ini dilakukan melalui proses konsultasi antara sistem dengan pengguna. Sistem akan menampilkan gejala-gejala penyakit pada hewan ternak sapi, kemudian pengguna memilih gejala yang dialami. Gejala yang dipilih pengguna akan disesuaikan dengan rule yang ada sehingga pengguna akan memperoleh hasil diagnosa berupa gejala, tipe penyakit, solusi penanganannya, dan nilai probabilitasnya. Diharapkan sistem pakar ini dapat memberikan informasi dan penanganan secara dini jika hewan ternak sapi terdeteksi mengalami sakit.

Kata kunci—Sistem Pakar, Penyakit Hewan Ternak Sapi, Pendeteksian Awal

Abstract

Cattle are animals that have a lot of economic potential. Diseases of cattle can be spread quickly, and can make the cattle dead. Diseases of cattle can be caused by bacteria, viruses, fungi, and parasites. To prevent diseases of cattle is not continues, the farmers of cattle must know about diseases in animals cow, so it can do the prevention and treatment as early as possible. Expert system is a system designed to mimic the expertise of an expert in solving the problem. Therefore we should be developed an expert system to make the farmers and peple can know and detect the diseases as early as possible, so that treatment can be done quickly before the farmers consulting with a doctor. Knowledge is structured refers to the literature and interviews with physicians about animal disease of cattle that is used to diagnose diseases based on symptoms of the disease and how to treat them. Determination of disease in an expert system is done through a process of consultation between the users. The system will display the symptoms of disease in cattle, then the user selects the symptoms experienced. Symptoms were selected users will be adjusted to the existing rule so that users will get a diagnosis of symptoms, type of illness, treatment solution, and the probability value. The expert system is able to provide information and early treatment if detected bovine animals experience pain.

Keywords—Expert System, Animal Diseases of cattle, Early Detection

1. PENDAHULUAN

Sapi merupakan hewan ternak yang memiliki potensi ekonomi yang cukup tinggi, baik sebagai ternak bibit maupun sebagai produk hewani yang dapat diambil daging, susu, dan lainnya. Kematian pada sapi menyebabkan populasi pada sapi terus berkurang. Salah satu faktor yang menyebabkan populasi pada sapi terus berkurang adalah penyebaran penyakit menular yang dapat merusak kesehatan tubuh sapi yang berkepanjangan, sehingga dapat menyebabkan kematian. Hal ini yang menyebabkan pertumbuhan hewan ternak sapi berkurang dan juga bisa tidak bertumbuh sama sekali. Penyakit menular ini bisa timbul karena serangan bakteri, virus, jamur, dan parasit [1].

Para Peternak sapi diharapkan dapat mengetahui informasi mengenai hewan ternak sapi, yaitu penyakit, penyebab penyakit, gejala, akibat dari penyakit tersebut, serta cara pencegahan dan cara mengobatinya. Dengan adanya informasi ini, diharapkan dapat mengurangi resiko kematian pada hewan ternak sapi yang diakibatkan dari lambatnya para peternak sapi mengetahui sapinya mengalami sakit, dan proses penyembuhan dari sapi tersebut.

Dengan semakin majunya teknologi dan informasi saat ini, maka membawa pengaruh dalam kemajuan perkembangan komputer khususnya pada perkembangan perangkat lunaknya, termasuk salah satunya adalah sistem pakar yang merupakan cabang dari kecerdasan buatan. Sistem Pakar adalah suatu sistem yang dirancang untuk dapat menirukan keahlian seorang pakar dalam menjawab pertanyaan dan memecahkan suatu masalah [2].

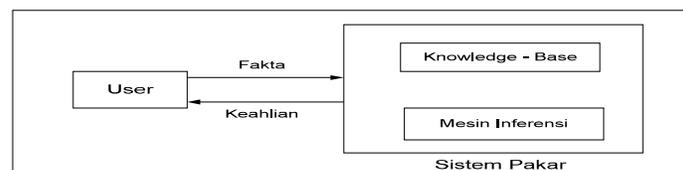
Melihat dari kondisi yang telah diuraikan di atas dan keberadaan dari sistem pakar, maka penulis tertarik mengembangkan sistem pakar yang dapat digunakan oleh peternak dan masyarakat umum untuk mengenali dan mengetahui gejala penyakit pada hewan ternak sapi sedini mungkin sebelum berkonsultasi dengan pakarnya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Konsep Sistem Pakar

Sistem Pakar adalah suatu sistem yang dirancang untuk dapat menirukan keahlian seorang pakar dalam menjawab pertanyaan dan memecahkan suatu masalah. Sistem pakar akan memberikan pemecahan suatu masalah yang didapat dari dialog dengan pengguna. Dengan bantuan sistem pakar seseorang yang bukan pakar/ahli dapat menjawab pertanyaan, menyelesaikan masalah serta mengambil keputusan yang biasanya dilakukan oleh seorang pakar [2].

Penggunaan sistem *knowledge base* (basis pengetahuan) juga dirancang untuk aksi pemandu cerdas seorang ahli. Pemandu cerdas dirancang dengan teknologi sistem pakar karena memberikan banyak keuntungan terhadap pengembangannya. Selain banyak pengetahuan yang ditambahkan untuk pemandu cerdas, maka sistem tersebut akan semakin baik dalam bertindak, sehingga menyerupai pakarnya [3]. Konsep dasar sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 1.

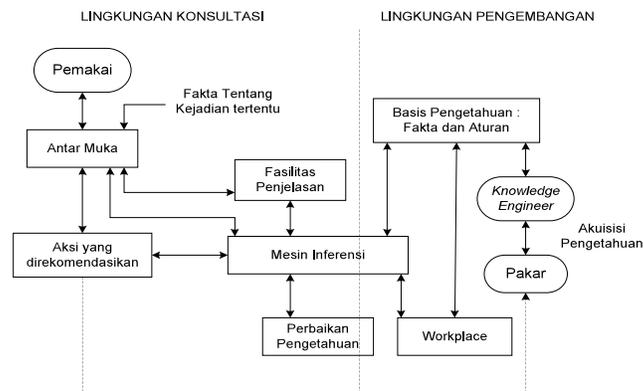


Gambar 1 Konsep Dasar Fungsi Sistem Pakar [3]

Gambar 1 di atas menggambarkan konsep dasar suatu sistem pakar *knowledge-base*. Pengguna menyampaikan fakta atau informasi untuk sistem pakar dan kemudian menerima saran dari pakar atau jawaban ahlinya. Bagian dalam sistem pakar terdiri dari 2 komponen utama, yaitu *knowledge base* yang berisi *knowledge* dan mesin inferensi yang menggambarkan kesimpulan. Kesimpulan tersebut merupakan respon dari sistem pakar atas permintaan pengguna [3].

2. 2. Struktur Sistem Pakar

Sistem pakar disusun oleh dua bagian penting, yaitu lingkungan pengembangan (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*). Lingkungan pengembangan sistem pakar digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam lingkungan sistem pakar, sedangkan lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna yang bukan pakar guna memperoleh pengetahuan pakar [3]. Komponen-komponen yang penting dalam sebuah sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 2.

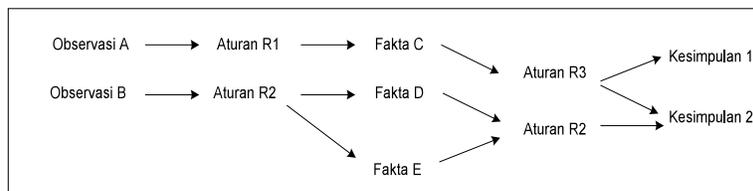


Gambar 2 Arsitektur Sistem Pakar [3]

Komponen – komponen yang terdapat dalam sistem pakar adalah seperti yang terdapat pada gambar di atas, yaitu *user interface* (antarmuka pengguna), basis pengetahuan, akuisisi pengetahuan, mesin inferensi, *workplace*, fasilitas penjelasan dan perbaikan pengetahuan [3].

2. 3 Forward Chaining

Forward Chaining (pelacakan ke depan) adalah teknik pencarian yang dimulai dengan fakta yang diketahui, kemudian mencocokkan fakta-fakta tersebut dengan bagian IF dari *rule IF-THEN*. Bila ada fakta yang cocok dengan bagian IF, maka *rule* tersebut dieksekusi. Bila sebuah *rule* dieksekusi, maka sebuah fakta baru (bagian THEN) ditambahkan ke dalam *database* [2]. Proses *Forward Chaining* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Proses Forward Chaining [3]

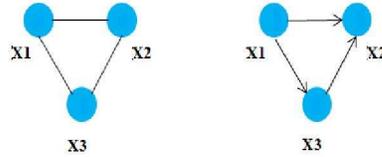
2. 4 Bayesian Network

Bayesian Network adalah model grafis probabilitik yang merepresentasikan serangkaian variabel dan keterkaitan antarvariabel tersebut. Di dalam *bayesian network* dapat menunjukkan probabilitas hubungan antara kejadian-kejadian yang saling berhubungan maupun tidak berhubungan. *Bayesian Network* dapat digambarkan dalam bentuk graf dan *node* yang mempunyai fungsi sebagai variabel atau hipotesis dari suatu pernyataan. *Bayesian Network* cocok untuk merepresentasikan hubungan atau kausal *conditional independence*. Dimulai dari variabel penyebab, kemudian menambahkan variabel penyebab. *Bayesian Network* terdiri dari dua bagian utama, yaitu [4]:

1. Struktur graf

Graf adalah sebuah representasi abstrak dari sejumlah objek yang saling berpasangan dan dihubungkan oleh link. Struktur graf pada *Bayesian Network* disebut dengan *directed acyclic*

graph (DAG), yaitu graf berarah tanpa siklus berarah. DAG terdiri dari *node* dan *edge*. *Node* merepresentasikan variabel acak, dan *edge* merepresentasikan adanya hubungan ketergantungan langsung (hubungan sebab akibat antar variabel yang dihubungkan). Tidak adanya *edge* menandakan adanya hubungan kebebasan kondisional di antara variabel. Gambar *Directed Acyclic Graph* (DAG) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 *Directed Acyclic Graph* (DAG) [5]

2. Himpunan parameter

Himpunan parameter mendefinisikan distribusi probabilitas kondisional untuk setiap variabel.

Pada *Bayesian Networks*, *nodes* berkorespondensi dengan variabel acak. Tiap *node* diasosiasikan dengan sekumpulan peluang bersyarat, $P(X_i | Parents(X_i))$, dimana X_i adalah variabel yang diasosiasikan dengan *node*, dan $Parents(X_i)$ adalah set dari parent dalam graf [6].

Bayesian Network dibangun dengan menggunakan pendekatan statistik yang dikenal dengan Teorema Bayes yaitu *conditional probability* (peluang bersyarat). *Conditional Probability* dinotasikan dengan $P(A|B)$ artinya peluang suatu keadaan A, jika diketahui keadaan B telah terjadi. Teorema ini digunakan untuk menghitung peluang suatu set data untuk masuk ke dalam suatu kelas tertentu berdasarkan inferensi data yang sudah ada.

Teorema Bayes adalah sebuah pendekatan untuk ketidakpastian yang diukur dengan probabilitas. Rumus Teorema Bayes, yaitu [3]:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) P(A)}{P(B)} \quad (1)$$

dimana :

$P(A|B)$ = disebut juga *posterior probability*, yaitu peluang A terjadi setelah B terjadi.

$P(B \cap A)$ = Peluang B dan A terjadi bersamaan

$P(B|A)$ = disebut juga *likelihood*, yaitu peluang B terjadi setelah A terjadi.

$P(A)$ = disebut juga prior, yaitu peluang kejadian A

$P(B)$ = peluang kejadian B

Penelusuran probabilistik dapat dilakukan, jika diperoleh *joint probability distribution* (JPD) terlebih dahulu dari semua variabel yang dimodelkan. *Joint Probability Distribution* adalah probabilitas dari semua kejadian variabel yang terjadi secara bersamaan. [7]

$$P(X_1, X_2, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n P(x_i | Parents(X_i)) \quad (2)$$

Langkah – langkah dalam menerapkan *Bayesian Network* adalah sebagai berikut : [4]

1. Membangun Struktur *Bayesian Network*.
2. Menentukan parameter.
3. Membuat *Conditional Probability Table* (CPT)
4. Membuat *Joint Probability Distribution* (JPD)
5. Menghitung Posterior Probabilistik

6. Inferensi probabilistik

2. 5 Penyakit Hewan Ternak Sapi

Beberapa penyakit yang biasa dialami oleh hewan ternak sapi di Indonesia, yaitu [1] :

1. Penyakit Antraks (Radang Limfa)

Penyakit anthrax adalah penyakit menular yang biasanya bersifat akut yang disertai dengan demam tinggi. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Bacillus anthracis*. Bakteri ini bentuknya panjang, terbungkus kapsul. Pada kondisi yang kurang menguntungkan, bakteri ini akan membentuk spora untuk melindungi dirinya, sehingga ia mampu bertahan hidup dalam segala cuaca dan selama bertahun-tahun. Bakteri ini juga bisa hidup dalam suasana anaerob, sehingga apabila mereka terbenam ke dalam lapisan tanah pun tetap bisa bertahan hidup. Pada saat tanah tergenang air, dicangkul atau dibajak, mereka terangkat ke atas. Bakteri ini selain berinfeksi pada hewan, dan juga bisa menular pada manusia.

Gejala-gejala penyakit ini adalah sebagai berikut [1]:

- a. Demam, gelisah, lemah, paha gemetar, nafsu makan hilang, dan roboh.
- b. Pada awalnya, sapi sulit buang kotoran (konstipasi), tetapi kemudian diare, kotoran bercampur air, dan kadang – kadang darah.
- c. Kesulitan bernafas.
- d. Keluar darah dari mulut, lubang hidung, telinga, hidung, dan kemaluan.
- e. Pembengkakan di daerah leher, dada dan sisi lambung, perut, pinggang, dan alat kelamin luar.
- f. Kematian dalam waktu singkat tanpa disertai tanda – tanda sebelumnya.

Penularan [1]:

Pada umumnya penyebarannya melalui makanan atau kontak langsung sesama hewan yang sakit dengan hewan yang sehat.

2. Penyakit Surra

Penyakit surra adalah penyakit yang bersifat akut dan kronis. Penyakit ini disebabkan oleh sejenis protozoa *Trypanosoma evansi*. Protozoa ini hidup di dalam darah penderita dan mengisap glukosa yang terkandung di dalam darah. Selain itu, protozoa ini mengeluarkan sejenis racun yang disebut trypanotoksin yang bisa mengganggu penderita. Gejala-gejala penyakit ini adalah sebagai berikut [1]:

- a. Suhu badan naik, demam berselang-seling.
- b. Muka pucat, kurang darah.
- c. Nafsu makan berkurang, penderita kurus dan kehilangan berat badan.
- d. Di bawah dagu dan kaki kelihatan kotor dan kering seperti bersisik.
- e. Penderita menjadi letih, tak mampu bekerja.
- f. Bagi yang sudah parah kena gangguan saraf, sehingga menimbulkan gerakan berputar-putar tanpa arah akibat parasit menyerang ke otak.

Penularan [1]:

Penyakit surra berjangkit dari hewan yang satu ke hewan yang lain melalui gigitan lalat penghisap darah yang disebut Tabanus. Lalat ini merupakan perantara parasit Trypanosoma dari sapi yang sakit ke sapi yang sehat. Selain lalat jenis Tabanus, lalat-lalat jenis lain pun bisa menjadi perantara. Bahkan caplak, nyamuk Anopheles dan pinjal atau kutu bisa menjadi perantara.

3. Penyakit Brucellosis (Keguguran Menular)

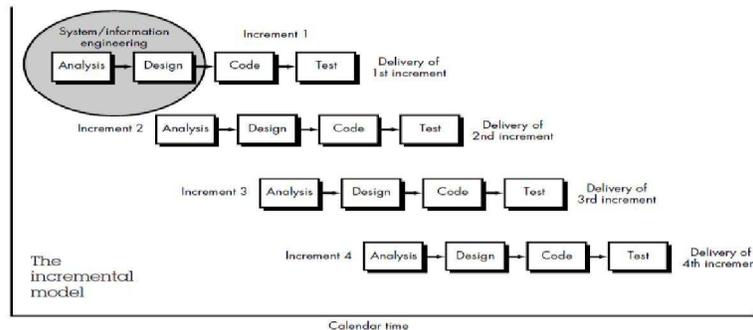
Penyebabnya adalah bakteri *Brucella abortus* Bang. Brucellosis atau keguguran menular adalah kelahiran fetus lebih awal sehingga fetus tidak dapat bertahan hidup, tetapi pembentukan organ pada fetus tersebut telah selesai. Gejala-gejala penyakit ini adalah sebagai berikut [1] :

- a. Penderita biasanya tidak menunjukkan suatu gejala yang mencolok. Penderita tampak biasa, nafsu makan biasa, dan tidak menunjukkan perubahan klinis yang dapat diamati.
- b. Sapi mengalami keguguran 1 – 3 kali, kemudian kelahiran normal dan kelihatan sehat.
- c. Kemajiran / kemandulan temporer atau permanen.

- d. Pada sapi perah terjadi penurunan produksi susu.
- e. Pada sapi jantan terjadi peradangan pada buah pelir dan saluran sperma. Skrotum membengkak dan membesar (hernia), nafsu makan menurun, dan demam.

Penularan [1]:

- a. Kontak langsung, yakni pada saat terjadi perkawinan dengan pejantan yang tampaknya sehat, tetapi membawa penyakit.
- b. Melalui pakan dan air minum yang ditulari oleh janin yang digugurkan, dan melalui luka.



Gambar 5 Tahapan Metodologi Iterasi [8]

Tahapan dari metodologi iterasi dapat dilihat pada Gambar 5, dengan langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Analisis
Pada tahap ini, penulis melakukan perencanaan sistem yang akan dibangun dengan cara menentukan terlebih dahulu permasalahan yang akan dihadapi oleh pengguna berkaitan dengan penyakit pada hewan ternak sapi, menentukan batasan ruang lingkup permasalahan yang dialami dalam menunjang pembangunan sistem ini. Dalam menentukan kebutuhan terkait dengan permasalahan, digunakan beberapa teknik pengumpulan data, seperti wawancara dan studi literatur guna mendapatkan informasi yang dibutuhkan dari beberapa sumber, misalnya : buku, jurnal ilmiah maupun dari internet.
2. Desain
Pada tahap ini, dilakukanlah perancangan terhadap sistem yang akan dibangun untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi berdasarkan kebutuhan yang telah dilakukan pada tahap analisis.
3. Implementasi
Pada tahap ini, penulis melakukan implementasi rancangan yang telah dibuat ke dalam bentuk program dengan menggunakan bahasa pemrograman php.
4. Pengujian
Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun untuk mengetahui apakah aplikasi yang dibangun telah sesuai untuk menyelesaikan masalah yang ada.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data yang digunakan dalam membuat Aplikasi Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Penyakit pada Hewan Ternak Sapi adalah merupakan hasil nilai dugaan dari pakar untuk suatu gejala terhadap penyakit tertentu yang merupakan hasil dari proses wawancara terhadap pakar (dokter hewan). Nilai dugaan atas probabilitas gejala ini didapat berdasarkan pengalaman pakar dalam bidang hewan sapi. Data mengenai nama penyakit, penyebab, gejala, serta solusi dari penyakit

yang dibahas pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5.

Tabel 1. Penyakit

Kode Penyakit	Nama Penyakit
P01	Penyakit <i>Anthrax</i>
P02	Penyakit <i>Surra</i>
P03	Penyakit <i>Brucellosis</i>

Tabel 2. Penyebab Penyakit

Kode Penyakit	Penyebab Penyakit
P01	Bakteri <i>Bacillus Anthracis</i>
P02	Protozoa <i>Trypanosoma Evansi</i>
P03	Bakteri <i>Brucella Abortus Bang</i>

Tabel 3. Gejala

Kode Gejala	Gejala
G01	Lesu
G02	Suhu Tubuh Naik
G03	Nafsu Makan Terganggu
G04	Sesak Nafas
G05	Kejang
G06	Detak Jantung Frekuen dan lemah
G07	Pembengkakan
G08	Kemajiran Temporer
G09	Menurunnya Produksi Susu
G10	Anemia (Kurang Darah)
G11	Semakin Kurus

Tabel 4. Gejala dan Penyakit

Kode Gejala	Kode Penyakit		
	P01	P02	P03
G01		•	
G02	•	•	•
G03		•	
G04	•		
G05	•		
G06	•		
G07	•		
G08			•
G09			•
G10		•	
G11		•	

Tabel 5. Solusi Penyakit

Kode Penyakit	Solusi Penyakit
P01	<ol style="list-style-type: none"> Daging sapi yang menderita penyakit ini sama sekali tidak boleh dikonsumsi. Sapi-sapi yang masih sehat divaksinasi. Pengobatan dilakukan dengan antibiotik.

	d. Bagi sapi yang mati sebaiknya dibuatkan lubang ditanah, dibakar, diberi kapur, kemudian dikubur.
P02	<p>a. Penderita diasingkan di kandang yang tertutup sehingga terlindung dari gigitan lalat.</p> <p>b. Sapi yang mati akibat penyakit surra harus dibakar atau dikubur.</p> <p>c. Pembasmian serangga pengisap darah dengan penyemprotan kandang, semua peralatan, sapi atau lingkungan yang banyak dihinggapi lalat menggunakan asuntol atau insektisida lain yang aman bagi sapi.</p> <p>d. Pengobatannya menggunakan <i>Nagonal</i>, <i>Arsokol</i>, <i>Atoxyl</i> apabila diketahui dengan cepat gejalanya.</p>
P03	<p>a. Lakukan sanitasi atau kebersihan terhadap kandang dan segala peralatan secara teratur. Upaya ini dilakukan dengan penyemprotan secara periodik dengan obat-obatan pencuci hama.</p> <p>b. Penderita disendirikan.</p> <p>c. Usahakan pengebalan dengan cara vaksinasi sebelum sapi dikawinkan.</p> <p>d. Selalu waspada terhadap bibit - bibit yang baru dibeli.</p> <p>e. Cara pengobatan belum berhasil baik.</p>

Rancangan antarmuka aplikasi Sistem Pakar ini dapat dilihat pada Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8. Pada Gambar 6 menampilkan informasi dari penyakit-penyakit yang ada pada hewan ternak sapi.



Gambar 6 Tampilan Informasi Penyakit pada Hewan Ternak Sapi

Halaman konsultasi digunakan untuk pengguna aplikasi melakukan konsultasi mengenai gejala penyakit dari hewan ternak sapi, dimana pengguna harus login terlebih dahulu untuk dapat melakukan konsultasi. Tampilan halaman konsultasi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Tampilan Halaman Konsultasi

Halaman hasil diagnosa digunakan untuk mengetahui mengenai jenis dari penyakit hewan ternak sapi, gejala, serta solusi terhadap penyakit yang ada. Tampilan halaman hasil diagnose dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Tampilan Halaman Hasil Diagnosa

Bayesian Network digunakan pada Aplikasi Sistem Pakar Hewan Ternak Sapi ini untuk menarik kesimpulan penyakit apa yang dialami oleh hewan ternak sapi.

Cara penelusuran untuk mendapatkan kesimpulan penyakitnya pada Hewan Ternak Sapi.

1. Penyakit *Anthraks*

Jika diketahui hewan ternak sapi (penderita) menderita penyakit Anthraks (radang limfa) dengan gejala – gejala sebagai berikut :

- a. $G02 = 0.10$, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada penyakit anthraks dengan gejala yang dialami suhu tubuh naik ($G02$) sebesar 0.10

Probabilitas penyebab dan gejala – gejala tanpa memperhatikan penyakit yang dialami hewan ternak sapi adalah sebagai berikut :

- a. $G02 = 0.40$, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada gejala suhu tubuh naik ($G02$) sebesar 0.40 tanpa memperhatikan penyakitnya.
 b. $G04 = 0.78$, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada gejala sesak nafas ($G04$) sebesar 0.78 tanpa memperhatikan penyakitnya.
 c. $G05 = 0.05$, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada gejala kejang ($G05$) sebesar 0.05 tanpa memperhatikan penyakitnya.
 d. $G06 = 0.10$, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada gejala detak jantung frekuen dan lemah ($G06$) sebesar 0.10 tanpa memperhatikan penyakitnya.
 e. $G07 = 0.76$, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada gejala pembengkakan ($G07$) sebesar 0.76 tanpa memperhatikan penyakitnya.

Maka, perhitungan nilai kepastian pakar untuk penyakit Anthraks berdasarkan gejala – gejala yang ada adalah :

$$\begin{aligned}
 P(P01) &= \frac{P(G02|P01) * P(G02)}{[P(G02|P01) * P(G02)] + P(G04|P01) * P(G04) + P(G05|P01) * P(G05) + P(G06|P01) * P(G06) + P(G07|P01) * P(G07)} \\
 P(P01) &= \frac{(0.10 * 0.40)}{(0.10 * 0.40) + (0.10 * 0.78) + (0.05 * 0.05) + (0.15 * 0.10) + (1.00 * 0.76)}
 \end{aligned}$$

$$P(P01) = \frac{0.04}{0.8955}$$

$$P(P01) = 0.0447 \approx 0.0457$$

2. Penyakit Surra

Jika diketahui hewan ternak sapi (penderita) menderita penyakit Surra dengan gejala – gejala sebagai berikut :

- a. G01 = 0.10, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada penyakit surra dengan gejala yang dialami lesu (G01) sebesar 0.10
- b. G03 = 0.50, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada penyakit surra dengan gejala yang dialami nafsu makan terganggu (G03) sebesar 0.50
- c. G10 = 0.50, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada penyakit surra dengan gejala yang dialami anemia (G10) sebesar 0.50.
- d. G11 = 0.95, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada penyakit surra dengan gejala yang dialami semakin kurus (G11) sebesar 0.95.

Probabilitas penyebab dan gejala – gejala tanpa memperhatikan penyakit yang dialami hewan ternak sapi adalah sebagai berikut :

- a. G01 = 0.25, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada gejala lesu (G01) sebesar 0.25 tanpa memperhatikan penyakitnya.
- b. G02 = 0.40, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada gejala suhu tubuh naik (G02) sebesar 0.40 tanpa memperhatikan penyakitnya.
- c. G03 = 0.90, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada gejala nafsu makan terganggu (G03) sebesar 0.90 tanpa memperhatikan penyakitnya.
- d. G10 = 0.45, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada gejala Anemia (G10) sebesar 0.45 tanpa memperhatikan penyakitnya.
- e. G11 = 0.80, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada gejala semakin kurus (G11) sebesar 0.80 tanpa memperhatikan penyakitnya.

Maka, perhitungan nilai kepastian pakar untuk penyakit Surra berdasarkan gejala – gejala yang ada adalah :

$$P(P02) = 0.7849 \approx 0.7869$$

3. Penyakit *Brucellosis*

Jika diketahui hewan ternak sapi (penderita) menderita penyakit Anthraks (radang limfa) dengan gejala – gejala sebagai berikut :

- a. G02 = 0.1, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada penyakit Brucellosis dengan gejala yang dialami kemajiran temporer (G08) sebesar 0.1
- b. G09 = 0.35, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada penyakit Brucellosis dengan gejala yang dialami menurunnya produksi susu (G09) sebesar 0.35

Probabilitas penyebab dan gejala – gejala tanpa memperhatikan penyakit yang dialami hewan ternak sapi adalah sebagai berikut :

- a. G02 = 0.40, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada gejala suhu tubuh naik (G02) sebesar 0.40 tanpa memperhatikan penyakitnya.
- b. G08 = 0.90, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada gejala kemajiran temporer (G08) sebesar 0.90 tanpa memperhatikan penyakitnya.
- c. G09 = 0.35, artinya pakar (dokter hewan) memberikan nilai probabilitas pada gejala menurunnya produksi susu (G09) sebesar 0.35 tanpa memperhatikan penyakitnya.

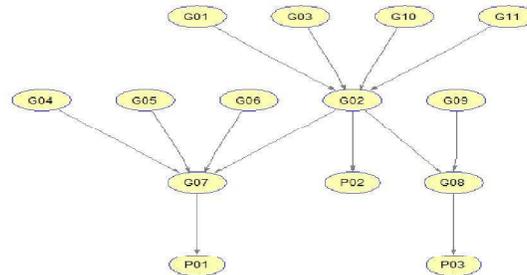
Maka, perhitungan nilai kepastian pakar untuk penyakit Brucellosis berdasarkan gejala – gejala yang ada adalah :

$$P(P03) = 0.1529 \approx 0.1585$$

Langkah – langkah dalam menerapkan *Bayesian Network* pada Sistem Pakar Hewan Ternak Sapi adalah sebagai berikut :

1. Membangun Struktur *Bayesian Network* pada penyakit Hewan Ternak Sapi.

Gambar *Bayesian Network* untuk Sistem Pakar Penyakit Hewan Ternak Sapi dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Bayesian Network Untuk Sistem Pakar Penyakit Hewan Ternak Sapi

2. Menentukan parameter.
3. Membuat *Conditional Probability Table (CPT)*

Lesu (G01)	Surra (P02)	
	Ada	Tidak Ada
Ada	0.10	0.25
Tidak Ada	0.90	0.75

4. Membuat *Joint Probability Distribution (JPD)*

$$JPD = CPT * \text{Prior Probability}$$

$$P(P02|Ada) = 0.25$$

$$P(P02|Tidak Ada) = 0.75$$

Jadi, JPD dari gejala Lesu adalah :

Lesu (G01)	Surra (P02)	
	Ada	Tidak Ada
Ada	0.025	0.1875
Tidak Ada	0.225	0.5625

5. Menghitung *Posterior Probabilistik*

$$P(P02|G01) = \frac{0.025}{0.025 + 0.1875} = 0.1176$$

6. Inferensi Probabilistik

Menelusuri setiap gejala yang dialami oleh hewan ternak sapi. Misalnya, ada seekor sapi yang mengalami sakit lesu,

Suhu tubuh naik, nafsu makan terganggu. Maka probabilistiknya yang di perkirakan terkena penyakit surra adalah :

$$P(P02|G01, G02, G03) = \frac{0.1176 + 0.6250 + 0.833}{3} = 0.5253$$

$$P(P02|G01, G02, G03) = 0.5253$$

$$P(P01) = 0.04$$

$$P(P02) = 0.78$$

$$P(P03) = 0.15$$

Hasil dari penelusuran probabilistik dari gejala – gejala yang ada menunjukkan bahwa sapi tersebut positif terkena penyakit Surra, karena hasilnya mendekati dengan nilai probabilistik $P(P02)$.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a. Aplikasi Sistem pakar ini efektif membantu pengguna dalam hal ini para peternak sapi dan juga masyarakat umum untuk mendeteksi awal penyakit pada hewan ternak sapi sebelum konsultasi dengan dokter hewan, sehingga akan lebih menghemat dari segi biaya.
- b. Hasil diagnosa akan menampilkan gejala penyakit yang telah dipilih pengguna, tipe penyakit, solusi penanganannya, dan nilai kepastian probabilitasnya yang akan diberikan oleh aplikasi, sehingga dapat memberikan kepastian kepada pengguna akan probabilitas dari penyakit yang diderita oleh hewan ternak sapi.
- c. Hasil diagnosa dari gejala-gejala yang dialami oleh hewan ternak sapi akan ditelusuri dengan menggunakan inferensi probabilistik. Probabilitas yang dihasilkan akan dicocokkan dengan probabilitas dari masing- masing penyakit, dan akan diambil hasil diagnosa penyakit yang paling mendekati untuk tipe penyakitnya.

5. SARAN

Adapun saran-saran yang dapat diberikan berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, yaitu Aplikasi Sistem pakar ini dapat dikembangkan lagi menggunakan data-data penyakit sapi yang lebih banyak lagi agar hasil yang didapat lebih akurat dalam mendiagnosa penyakitnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tjahajati, I and Husniyati, 2012, *Berbagai Penyakit pada Sapi*. PT Intan Sejati, Yogyakarta.
- [2] Sutojo, T, Edy Mulyanto, and Vincent Suhartono, 2011, *Kecerdasan Buatan*. Andi, Yogyakarta.
- [3] Arhami, M., 2005, *Konsep Dasar Sistem Pakar*. Andi, Yogyakarta.
- [4] Meigarani, I, Wawan Setiawan, and Lala Septem Riza, *Penggunaan Metode Bayesian Network dalam Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit Leukimia*, Bandung, Indonesia.
- [5] Fitriyah, A and I.G.P. Buditjahjanto, 2012, Identifikasi Penyakit Sapi pada Sapi Ternak dengan Forward Chaining, *Jurnal Manajemen Informatika Universitas Negeri Surabaya*, vol. 1, pp. 1-8.
- [6] Liu, Y., Wooi Ping Cheah, Byung-Ki Kim, Hyukro Park, 2008, Predict Software Failure – prone by Learning Bayesian Network, *International Journal of Advanced Science and Technology*, vol. 1, pp. 35-42.
- [7] Spiegelhalter, D. J., A. Philip Dawid, Steffen L. Lauritzen, and Robert G. Gowell, 1993, Bayesian Analysis in Expert System, *Statistical Science*, vol. 8, no. 3, pp. 219-247.
- [8] A. S, Rosa dan M. Salahuddin, 2011, Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak. (Terstruktur dan Berorientasi Objek). Modula, Bandung.