

SISTEM PAKAR UNTUK DIAGNOSIS PENYAKIT AYAM YANG DISEBABKAN OLEH VIRUS

Bambang Yuwono

Jurusan Teknik Informatika UPN "Veteran" Yogyakarta

E-mail : masbayu@walla.com

Abstract

This research based on necessary of a tool which can help for breeder or extension agent in diagnosing disease of chicken livestock which is because of virus. The tool is an expert system which is besides to diagnose, this system is expected able to give the medication suggestion. This Expert system to communicate with the user in the form of question "yes" or "no". Method Inference used backward chaining with the model of Depth first search. Step system development composed : knowledge acquisition, knowledge representation, mechanism inference, input scheme / output and implementation. Output from this tool is name of disease type groaning chicken and its medication suggestion

Keyword : chicken disease, expert system, diagnosed, medication

Penelitian ini dilakukan berdasarkan atas kebutuhan akan adanya alat bantu bagi peternak atau penyuluh dalam mendiagnosis penyakit ternak ayam yang disebabkan oleh virus. Alat bantu tersebut merupakan sistem pakar yang selain untuk mendiagnosis, sistem ini diharapkan mampu memberikan saran-saran pengobatannya. Sistem pakar ini untuk berkomunikasi dengan user berupa pertanyaan "ya" atau "tidak". Metode inferensi yang digunakan adalah *Backward chaining* dengan model *Depth first search*. Adapun tahapan pengembangan sistem meliputi : akuisisi pengetahuan, representasi pengetahuan, mekanisme inferensi, perancangan *input/output* dan implementasi. Keluaran dari perangkat lunak ini adalah nama jenis penyakit yang menyerang ayam dan saran pengobatannya

Kata Kunci : penyakit ayam, sistem pakar, diagnosis, pengobatan

1. Pendahuluan

Penyakit pada ternak tidaklah asing lagi bagi peternak, namun ini merupakan kendala yang sering dihadapi peternak. Para peternak kadang tahu kalau ternaknya terserang penyakit, tetapi peternak tidak tahu penyakit apa yang sedang menyerang ternaknya serta bagaimana mengobatinya. Sehingga untuk mengetahui penyakit yang sedang menyerang ternak dibutuhkan seorang penyuluh ternak atau dokter hewan. Namun pada kenyataannya penyuluh atau dokter tidak selalu ada ketika dibutuhkan karena terbatasnya tenaga ahli. Hal ini bila tidak segera ditangani besar kemungkinan ternak yang lain akan tertular sehingga berujung pada kematian.

Para penyuluh ternak juga kesulitan untuk mengidentifikasi jenis penyakit yang menyerang ternak, walaupun terlihat adanya perubahan pada hewan ternak. Bahkan kadang-kadang penyuluh tidak tahu cara pengobatannya untuk menyembuhkan penyakit ternak tersebut. Sehingga penyuluh kesulitan dalam memberi penjelasan kepada peternak tentang gejala-gejala (tanda-tanda) ternak sedang diserang penyakit.

Berdasarkan kemajuan dalam bidang komputer dan informatika, kerumitan dan kesulitan dapat ditanggulangi dengan menyediakan suatu perangkat lunak (sistem pakar) berupa program untuk mendiagnosis penyakit yang menyerang ternak ayam dan cara pengobatannya. Pada bidang *software* atau perangkat lunak, saat ini sedang berkembang suatu teknik untuk mencoba membuat komputer yang mampu menirukan proses pemikiran atau kecerdasan manusia atau istilah umumnya kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*). Salah satu bidangnya adalah sistem pakar (*Expert System*) dimana pengetahuan seorang pakar atau beberapa pakar dalam bidang tertentu dituangkan kedalam program komputer, sehingga diharapkan program ini identik seperti seorang pakar sesungguhnya.

Sistem pakar ini bisa membantu dokter dalam mendiagnosa penyakit dan memberi resep atau obat. Hal ini tidak berarti menggantikan kedudukan dokter, tetapi hanya membantu dalam mengkonfirmasi keputusannya, karena mungkin bisa terdapat banyak alternatif yang harus dipilih secara tepat.

Oleh karena itu untuk menjawab semua kebutuhan di atas, maka penting kiranya dirancang dan dikembangkan sebuah perangkat lunak (sistem pakar) untuk mendiagnosis

penyakit khususnya ternak ayam. Selain untuk mendiagnosis, sistem ini diharapkan mampu memberikan saran-saran cara pengobatan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Sistem Pakar

Secara umum, sistem pakar (*Expert System*) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli. Dengan sistem pakar ini, orang awam pun dapat menyelesaikan masalah yang cukup rumit yang sebenarnya hanya dapat diselesaikan dengan bantuan para ahli. Bagi para ahli, sistem pakar ini juga akan membantu aktivitasnya sebagai asisten yang sangat berpengalaman.

Menurut Turban(1995) konsep dasar sistem pakar mengandung keahlian (*expertise*), pakar (*expert*), pengalihan keahlian (*transferring expertise*), inferensi (*inferencing*), aturan (*rules*) dan kemampuan menjelaskan (*explanation capability*).

Keahlian (*expertise*) adalah suatu kelebihan penguasaan pengetahuan di bidang tertentu yang diperoleh dari pelatihan, membaca atau pengalaman. Pengetahuan tersebut memungkinkan para ahli untuk dapat mengambil keputusan lebih cepat dan lebih baik dari pada seseorang yang bukan ahli.

Pakar (*Expert*) adalah seseorang yang mampu menjelaskan suatu tanggapan, mempelajari hal-hal baru seputar topik permasalahan (*domain*), menyusun kembali pengetahuan jika dipandang perlu, memecah aturan-aturan jika dibutuhkan, dan menentukan relevan tidaknya keahlian mereka.

Pengalihan keahlian (*transferring expertise*) dari para ahli ke komputer untuk kemudian dialihkan lagi ke orang lain yang bukan ahli, hal inilah yang merupakan tujuan utama dari sistem pakar. Proses ini membutuhkan 4 aktivitas yaitu :

1. Tambah pengetahuan (dari para ahli atau sumber-sumber lainnya)
2. Representasi pengetahuan (ke komputer)
3. Inferensi pengetahuan
4. dan pengalihan pengetahuan ke user.

Pengetahuan yang disimpan di komputer disebut dengan nama basis pengetahuan. Ada dua tipe pengetahuan, yaitu fakta dan prosedur (biasanya berupa aturan).

Salah satu fitur yang harus dimiliki oleh sistem pakar adalah kemampuan untuk menalar, Jika keahlian-keahlian sudah tersimpan sebagai basis pengetahuan dan sudah tersedia program yang mampu mengakses basis data, maka komputer harus dapat diprogram untuk membuat inferensi. Proses inferensi ini dikemas dalam bentuk motor inferensi (*inference engine*)

Sebagian besar sistem pakar komersial dibuat dalam bentuk *rule based systems*, yang mana pengetahuan disimpan dalam bentuk aturan-aturan. Aturan tersebut biasanya berbentuk *IF-THEN*.

Fitur lainnya dari sistem pakar adalah kemampuan untuk memberikan nasehat atau merekomendasi. Kemampuan inilah yang membedakan sistem pakar dengan sistem konvensional.

2.2. Motor Inferensi

Mesin inferensi adalah bagian yang mengandung mekanisme fungsi berpikir dan pola-pola penalaran sistem yang digunakan oleh seorang pakar. Mekanisme ini akan menganalisa suatu masalah tertentu dan selanjutnya akan mencari jawaban atau kesimpulan terbaik.

Ada dua teknik yang dapat dikerjakan dalam melakukan inferensi, yaitu :

1. *Forward Chaining*
Pencocokan fakta atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kiri (*IF* dulu). Dengan kata lain, penalaran dimulai dari fakta terlebih dahulu untuk menguji kebenaran hipotesis.
2. *Backward Chaining*
Pencocokan fakta atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kanan (*THEN* dulu). Dengan kata lain, penalaran dimulai dari hipotesis terlebih dahulu, dan untuk menguji kebenaran hipotesis tersebut harus dicari fakta-fakta yang ada dalam basis pengetahuan.

Kedua metode inferensi tersebut dipengaruhi oleh tiga macam penelusuran, yaitu *Depth-first search*, *Breadth-first search* dan *Best-first search*.

- a. *Breadth-first search*, Pencarian dimulai dari simpul akar terus ke level 1 dari kiri ke kanan dalam 1 level sebelum berpindah ke level berikutnya.
- b. *Depth-first search*, Pencarian dimulai dari simpul akar ke level yang lebih tinggi. Proses ini dilakukan terus hingga solusinya ditemukan atau jika menemui jalan buntu.
- c. *Best-first search*, bekerja berdasarkan kombinasi kedua metode sebelumnya.

2.3. Diagnosis penyakit ayam

Diagnosis suatu penyakit pada ternak ayam yang telah mati, dapat dilakukan dengan pemeriksaan secara sistematis dan cermat, sehingga dapat diketahui perubahan-perubahan yang terjadi pada ayam. Kita dapat mengetahui secara langsung jenis penyakitnya dan jenis pengobatan terhadap ayam yang masih sehat dengan obat-obatan yang tepat. (Akoso, 1998) Cara mendiagnosis penyakit ayam demikian disebut nekropsis ayam, khususnya pada penyakit-penyakit yang mengakibatkan perubahan karakteristik di dalam tubuh ayam.

Cara nekropsis ayam sering dibutuhkan oleh peternak, sebab diagnosis ini adalah diagnosis lapangan. Bila kurang yakin akan hasil diagnosis, dapat dikuatkan dengan bantuan diagnosis laboratoris. Sifat pemeriksaan nekropsis berdasarkan perubahan anatomis histologis, yang untuk penyakit tertentu diagnosis dapat ditentukan dengan hanya melihat perubahan makroskopis.

Nekropsis harus dilakukan secepat mungkin setelah ayam mati, untuk mencegah terjadinya perubahan setelah kematian. Apabila tidak dapat dilakukan oleh peternak, bangkai ayam dapat disimpan dalam tumpukan es atau tempat yang dingin, untuk mencegah pencemaran.

3. Metode Penelitian

Tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini disesuaikan dengan tahapan pengembangan sistem pakar yang umum (Harmon & King, 1985), yaitu :

- a. Identifikasi domain dan melakukan analisis terhadap pengetahuan, meliputi akuisisi pengetahuan, representasi pengetahuan dan mekanisme inferensi
- b. Perancangan, meliputi perancangan *input* dan perancangan *output*
- c. Implementasi, yaitu melakukan penulisan program (pengkodean dari tahap perancangan).

3.1. Akuisisi Pengetahuan (*Knowledge Acquisition*)

Proses pengumpulan pengetahuan mengenai diagnosis penyakit ayam ini diperoleh dari seorang pakar (dokter hewan) yang dilengkapi dengan buku-buku mengenai penyakit dan kesehatan ayam. Pengetahuan yang diperoleh meliputi Gejala-gejala yang diderita ayam, jenis penyakit dan cara pengobatannya. Pengetahuan tersebut kemudian direpresentasikan ke basis pengetahuan.

Tabel 1 menunjukkan hubungan antara gejala-gejala yang diderita ayam dan jenis penyakitnya. Matrik tersebut diperoleh berdasarkan pengalaman seorang pakar (dokter hewan) dan juga mengacu pada beberapa literatur.

3.2. Representasi Basis Pengetahuan

Dalam penelitian ini basis pengetahuan direpresentasikan dengan menggunakan kaidah produksi, yaitu berupa IF – THEN. Berikut contoh untuk penyakit Tetelo.

```
IF      produksi telur turun
AND    batuk
AND    ayam lesu serta lemah
AND    nafsu makan berkurang
AND    kelumpuhan pada sayap dan kaki
AND    bersih
AND    berat telur turun dan ukuran tidak seragam
AND    sulit bernafas
AND    diare berwarna kehijau-hijauan
THEN   penyakit Tetelo
```

Setelah terbentuk tabel keputusan kemudian dibuat suatu pohon keputusan untuk membantu memudahkan cara penelusuran dalam mencapai kesimpulan, seperti gambar 1.

Tabel 1. Hubungan Gejala dan Jenis Penyakit Ayam

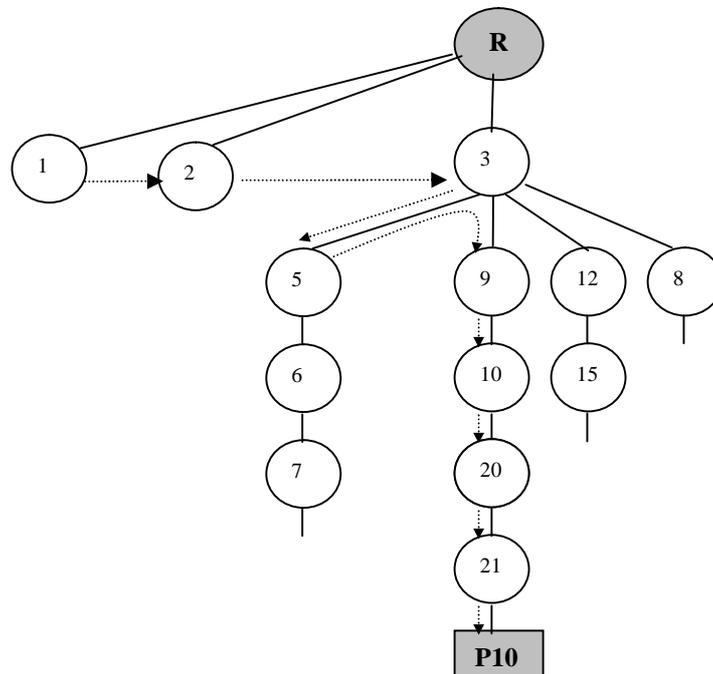
No	Gejala	P1. Mareks	P2. Busung ayam	P3. Syaraf kompleks	P4. Produksi awal	P5. Anemia ayam	P6. Kerdil ayam	P7. Depresi ayam	P8. Tetelo	P9. Btk ayam mnhn	P10. Syaraf Leher	P11. Produk telur 76	P12. Sendi lutut	P13. Flu burung/ayam	P14. Batuk darah	P15. Gumboro	P16. Cacar ayam
1	Jengger pucat, keriput serta kebiru-biruan	x	x	x	x												
2	Pertumbuhan terhambat					x	x	x									
3	Produksi telur menurun								x	x	x	x	x				
4	Keluar air mata													x	x		
5	Batuk								x	x				x	x		
6	Ayam lesu serta lemah	x	x						x	x						x	
7	Nafsu makan berkurang	x	x					x	x	x							
8	Kelumpuhan pada sayap dan kaki	x		x					x				x				
9	Malas bergerak dan sempoyongan			x							x					x	
10	Mengalami gejala katarak bahkan kebutaan	x		x							x						
11	Bersin								x	x				x			
12	Berat telur turun dan ukuran tidak seragam								x	x		x					
13	Hati membesar	x		x												x	
14	Ngorok									x				x			
15	Kulit telur lunak									x		x					
16	Kulit telur terlalu kasar dan tidak rata									x		x					
17	Diare berwarna putih				x											x	
18	Sulit bernafas								x						x		
19	Tumor dibawah kulit dan otot-otot	x		x													
20	Bulu rontok										x						
21	Kepala dan leher kaku										x						
22	Terjadi radang pada rongga-rongga hidung													x			
23	Diare													x			
24	Kepala dan muka membengkak akibat bunting air atau gangguan syaraf													x			
25	Bintil-bintil cacar yang menonjol pada permukaan kulit dan kepala																x
26	Pembengkakan dari sinus hingga mata																x
27	Telur tidak berwarna											x					
28	Gejala pernafasan yang ringan											x					
29	Kotoran semakin basah serta berwarna kehijau-hijauan											x					
30	Daerah sekitar kloaka kotor															x	
31	Bursa fabricius membengkak 2-3 kali ukuran normal															x	
32	Ginjal membengkak dengan warna putih keabu-abuan															x	
33	Pendarahan pada urat daging															x	
34	Kepucatan pada selaput lendir, jengger serta kaki					x											
35	Bila ayam mati akan lekas membusuk					x											
36	Mengeluarkan lendir dari hidung dan mata									x							
37	Berkumpul di bawah pemanas									x							
38	Adanya getah radang (exudat) di rongga mulut															x	
39	Adanya getah radang (exudat) di batang tenggorokan															x	
40	Tenggorokan seperti tersumbat															x	
41	Paruh dan bulu kelihatan berdarah															x	
42	Bulu sayap tumbuh tidak beraturan dan tidak normal						x										
43	Bulu seperti baling-baling						x										
44	Tungkai lemah						x										
45	Distensi bagian perut						x										
46	Perut membesar		x														
47	Pembesaran pada tulang sayap dan kaki			x													
48	Penurunan berat badan	x															
49	Diare berwarna kehijau-hijauan								x								
50	Tiba-tiba ayam berhenti bertelur				x												
51	Anak ayam depresi							x									
52	Pembengkakan tendon diatas sendi lutut												x				

3.3. Mekanisme Inferensi

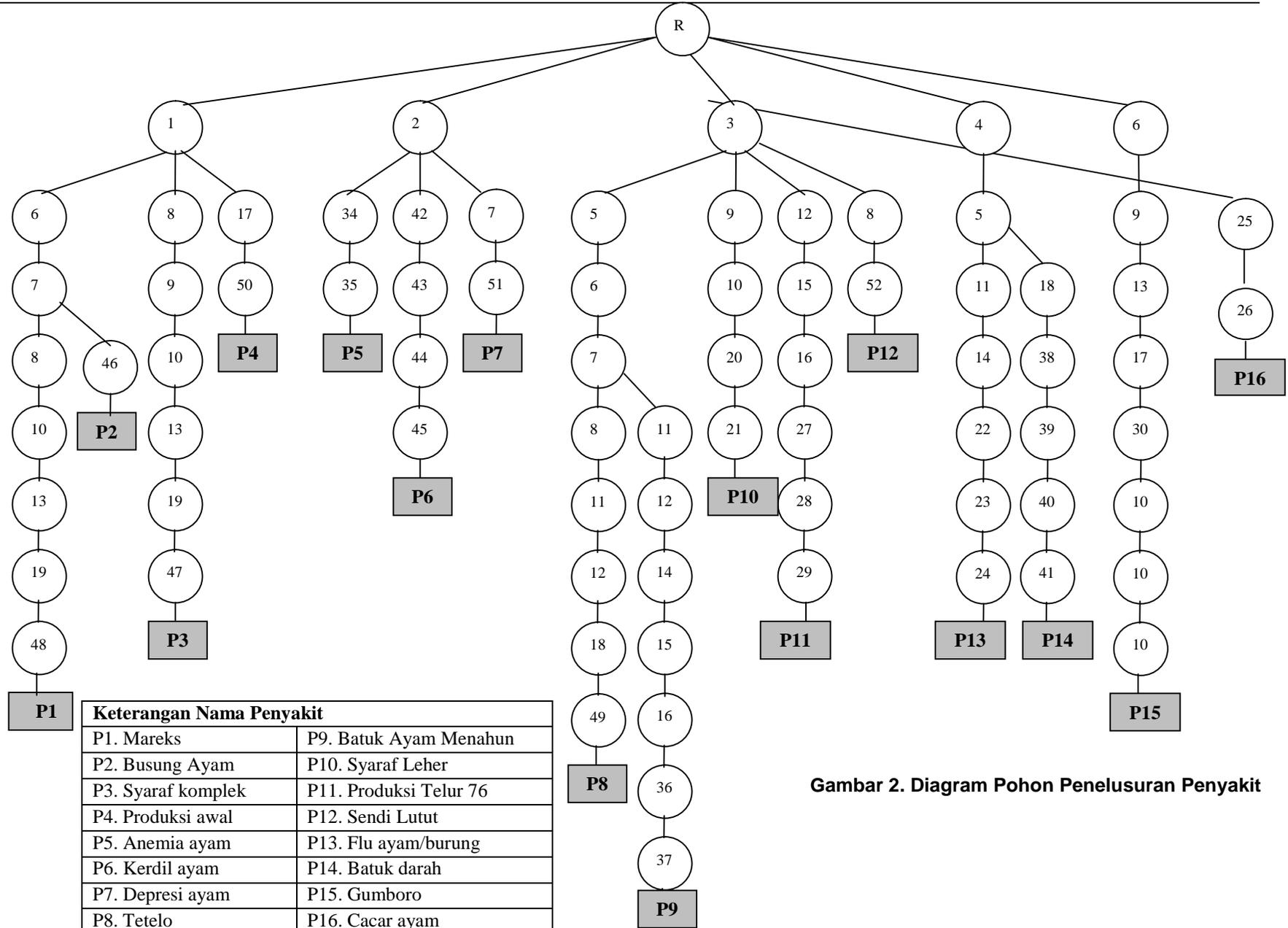
Dalam penelitian ini sistem pelacakan yang dilakukan adalah menggunakan metode Forward chaining dengan teknik penelusuran Depth First Search. Misalnya terdapat suatu kesimpulan seperti pada tabel keputusan (Tabel 1) dan gambar pohon 1. Untuk kondisi (3,5,6,7,8,11,12,18,49) benar, maka mesin inferensi mengambil kesimpulan penyakit **Tetelo**. Untuk kondisi (3,9,10,20,21) benar, maka mesin inferensi mengambil kesimpulan penyakit **Syaraf leher**. Berikut dialog antara user dengan sistem

Sistem 1 Apakah jengger pucat, keriput serta kebiru-biruan (y/t)?	User : t
Sistem 2 Apakah pertumbuhan terhambat (y/t)?	User : t
Sistem 3. Apakah produksi telur menurun (y/t)?	User : y
Sistem 5. Apakah Batuk (y/t)?	User : t
Sistem 9. Apakah Malas bergerak dan sempoyongan (y/t)?	User : y
Sistem 10. Apakah mengalami gejala katarak bahkan kebutaan (y/t)?	User : y
Sistem 20. Apakah Bulu rontok (y/t)?	User : y
Sistem 21. Apakah kepala dan leher kaku (y/t)?	User : y

Pada dialog diatas Langkah penelusuran dimulai dari pertanyaan 1 dijawab t=salah, penelusuran ke node 2 dijawab salah maka prolog mencari solusi ke node 3 dijawab y=benar, diteruskan runut maju ke node dibawahnya yaitu 5 dijawab t=salah, prolog mencari solusi lacak runut balik kembali ke satu level di atasnya, yaitu ke node 3, tetapi karena node 3 sudah pernah ditanyakan, pertanyaan sudah disimpan ke memori maka pertanyaan tersebut tidak dimunculkan kembali. Selanjutnya penelusuran dilanjutkan ke bagian anak cabang node lainnya yaitu node 9 dijawab = y benar, diteruskan runut maju ke node dibawahnya ke node 10 dijawab y=benar, dilanjutkan ke node 20 dijawab y=benar, diteruskan ke node 21 dijawab y=benar sampai kesimpulan penyakitnya adalah **Syaraf leher**. Berikut pohon penelusuran untuk penyakit syaraf leher.



Gambar 1. Pohon Penelusuran Penyakit Syaraf Leher



Gambar 2. Diagram Pohon Penelusuran Penyakit

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Telah diuji sebanyak 22 pengujian, seperti terdapat pada tabel 2 pada kolom pertanyaan dicatat nomor node saja dan pertanyaan yang muncul dicatat jawabannya berupa 'y' untuk *true* dan 't' untuk *false*. Kolom *Rule* merupakan node yang bernilai benar dan memenuhi syarat menuju kesimpulan.

Tabel 2. pengujian sistem

No Uji	Pertanyaan (node= jawaban y/t)	Rule (node = 'y')	Output
1	1=y, 6=y, 7=y, 8=y, 10=y, 13=y, 19=y, 48=y	1, 6, 7, 8, 10, 13, 19, 48	P1
2	1=y, 6=t, 8=t, 17=y, 50=y	1, 17, 50	P4
3	1=y, 6=t, 8=y, 9=y, 10=y, 13=y, 19=y, 47=y	1, 8, 9, 10, 13, 19, 47	P3
4	1=y, 6=y, 7=t, 8=t, 17=y, 50=y	1, 17, 50	P4
5	1=y, 6=t, 8=t, 17=t, 2=y, 34=y, 35=y	2, 34, 35	P5
6	1=y, 6=y, 7=y, 8=y, 10=t, 46=y	1, 6, 7, 46	P2
7	1=t, 2=y, 34=y, 35=y	2, 34, 35	P5
8	1=t, 2=y, 34=t, 42=y, 43=y, 44=y, 45=y	2, 42, 43, 44, 45	P6
9	1=t, 2=y, 34=t, 42=t, 7=y, 51=y	2, 7, 51	P7
10	1=t, 2=t, 3=y, 5=y, 6=y, 7=y, 8=y, 11=y, 12=y, 18=y, 49=y	3, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 18, 49	P8
11	1=t, 2=t, 3=y, 5=y, 6=y, 7=y, 8=t, 11=y, 12=y, 14=y, 15=y, 16=y, 36=y, 37=y	3, 5, 6, 7, 11, 12, 14, 15, 16, 36, 37	P9
12	1=t, 2=t, 3=y, 5=t, 9=y, 10=y, 20=y, 21=y	3, 9, 10, 20, 21	P10
13	1=t, 2=t, 3=y, 5=t, 9=t, 12=y, 15=y, 16=y, 27=y, 28=y, 29=y	3, 12, 15, 16, 27, 28, 29	P11
14	1=t, 2=t, 3=y, 5=t, 9=t, 12=t, 8=y, 52=y	3, 8, 52	P12
15	1=t, 2=t, 3=y, 5=y, 6=y, 7=t, 9=t, 12=y, 15=t, 8=y, 52=y	3, 8, 52	P12
16	1=t, 2=t, 3=t, 4=y, 5=y, 11=y, 14=y, 22=y, 23=y, 24=y	4, 5, 11, 14, 22, 23, 24	P13
17	1=t, 2=t, 3=t, 4=y, 5=y, 11=t, 18=y, 39=y, 40=y, 41=y	4, 5, 18, 38, 39, 40, 41	P14
18	1=t, 2=t, 3=t, 4=t, 6=y, 9=y, 13=y, 17=y, 30=y, 31=y, 32=y, 33=y	6, 9, 13, 17, 30, 31, 32, 33	P15
19	1=t, 2=t, 3=t, 4=t, 6=y, 9=y, 13=t, 25=y, 26=y	25, 26	P16
20	1=t, 2=t, 3=t, 4=t, 6=t, 25=y, 26=y	25, 26	P16
21	1=t, 2=t, 3=t, 4=y, 5=y, 11=y, 14=t, 18=t, 6=t, 25=t	-	Tidak Ada
22	1=t, 2=t, 3=t, 4=t, 6=t, 25=t	-	Tidak ada

Keterangan nama Penyakit	
P1. Mareks	P9. Batuk Ayam Menahun
P2. Busung Ayam	P10. Syaraf Leher
P3. Syaraf komplek	P11. Produksi Telur 76
P4. Produksi awal	P12. Sendi Lutut
P5. Anemia ayam	P13. Flu ayam/burung
P6. Kerdil ayam	P14. Batuk darah
P7. Depresi ayam	P15. Gumboro
P8. Tetelo	P16. Cacar ayam

```

DIAGNOSA PENYAKIT AYAM
1. Apakah Jengger pucat, keriput serta kebiru-biruan (y/t)?t
2. Apakah pertumbuhannya terhambat (y/t)?t
3. Apakah produksi telur menurun (y/t)?y
5. Apakah Batuk (y/t)?t
9. Apakah Malas bergerak dan sempoyongan (y/t)?y
10. Apakah mengalami gejala katarak bahkan kebutaan (y/t)?y
20. Apakah Bulu rontok (y/t)?y
21. Apakah kepala dan leher kaku (y/t)?y

Penyakitnya adalah ---->P10. SYARAF LEHER <----

Cara pengobatan :
Pengobatan penyakit ini sampai sekarang belum ditemukan, sehingga
tindakan pertama dalam rangka pemberantasan dengan melaksanakan
sanitasi yang baik. Apabila ada anak ayam yang sakit, perlakuan yang
paling efektif adalah membunuhnya, lantas bangkainya dibakar

Ingin mengulang lagi (y/t) ?_

```

Gambar 3. Output Penyakit Syaraf Leher Berikut Cara Pengobatannya

Sistem akan menanyakan pada user dengan beberapa pertanyaan tentang gejala yang dialami ayam melalui suatu dialog. Adapun pemakai (user) cukup menjawab pertanyaan dengan 'ya' atau 'tidak' melalui *keyboard* Setiap pertanyaan di awal kalimat diberi nomor node untuk memudahkan pembacaan sekaligus untuk mengecek kebenaran metode *Depth First Search*. Metode ini dimulai dari simpul akar ke level yang lebih tinggi. Proses ini dilakukan terus hingga solusinya ditemukan atau jika menemui jalan buntu. Keuntungan metode ini disamping membutuhkan memori yang kecil, memungkinkan secara kebetulan, pencarian mendalam pertama dapat menemukan suatu solusi tanpa harus menguji lebih banyak lagi dalam ruang keadaan yang lain.

5. Kesimpulan

Sebagai kesimpulan dari seluruh kegiatan dalam penelitian ini dapat disampaikan sebagai berikut :

1. Telah berhasil dibangun perangkat lunak (sistem pakar) yang dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit pada ternak ayam khususnya penyakit ayam yang disebabkan oleh virus.
2. *Output* dari sistem pakar tersebut berupa jenis penyakit dan dilengkapi dengan cara pengobatannya.

6. Daftar Pustaka

- Akoso Tri Budi, 1998, *Kesehatan Unggas Panduan bagi Petugas Teknik, Penyuluh dan Peternak*, Kanisius, Yogyakarta.
- Yuwono Bambang, 2004, *Sistem Pakar untuk diagnosis penyakit ayam dan cara pengobatannya*, Tesis, UGM, Yogyakarta.
- Giarratano, J. & Gary R., 1994, *Expert Systems Principles and Programming*, PWS Publishing Company, Boston.
- Harmon, P. and King, David, 1985, *Expert System : Artificial Intelligent In Bussiness*, John Wiley & Sons Inc, New York.
- Kusumadewi, Sri, 2003, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Graha Ilmu, Yogyakarta, pp 109-113
- Murtidjo Agus Bambang, 1992, *Pengendalian Hama dan Penyakit Ayam*, Kanisius, Yogyakarta.
- Turban, Efraim, 1995, *Decision Support System and Expert System*, 4th ed., Prentice-Hall, Inc., New Jersey, pp 472-679