

Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ayam *Broiler* Menggunakan *Forward Chaining* dan *Certainty Factor*

Anthony Anggrawan, Satuang, Mokhammad Nurkholis Abdillah
Universitas Bumigora, Indonesia

Article Info

Article history:

Received, 25 April 2020

Revised, 9 May 2020

Accepted, 28 May 2020

Kata Kunci:

Sistem Pakar
Diagnosis
Forward Chaining
Certainty Factor
Ayam Broiler

Keywords:

Expert System
Diagnosis
Forward Chaining
Certainty Factor
Broiler Chicken

ABSTRAK

Kesalahan mendiagnosis jenis penyakit menyebabkan kesalahan penanganan yang berdampak pada kematian. Hasil diagnosis membutuhkan derajat kepercayaan untuk menyakini hasilnya. Sistem pakar telah banyak digunakan untuk permasalahan diagnosis penyakit ayam *broiler*. Keterbatasan penelitian terdahulu pada kasus ini adalah dalam pemberian derajat kepercayaan seringkali hanya menggunakan nilai dari pakar. Peran pengguna hanya sebatas memilih gejala yang telah disediakan oleh sistem pakar tanpa memberikan penilaian bobot gejala yang dipilih, sehingga semua gejala dianggap pada kondisi ideal (keyakinan mutlak). Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan purwarupa sistem pakar untuk diagnosis penyakit ayam *broiler* dengan menggabungkan metode *forward chaining* dan *certainty factor*, serta mengkombinasikan nilai bobot gejala dari pengguna dan pakar untuk mengantisipasi kondisi tidak ideal. Tahapan penelitian terdiri dari pengumpulan data, pemodelan basis pengetahuan, implementasi dalam bentuk purwarupa berbasis web, dan pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa purwarupa sistem pakar menghasilkan diagnosis dengan tingkat validitas 100% ketika dibandingkan dengan perhitungan manual. Artinya purwarupa sudah sesuai rancangan. Selain itu, dampak pemberian nilai bobot gejala oleh pengguna berpengaruh terhadap turunnya nilai keyakinan hasil diagnosis bila dibandingkan kondisi ideal.

ABSTRACT

Mistakes in diagnosing type of disease lead to mishandling that has an impact on death. Results of diagnosis require a degree of confidence to believe in results. Expert systems have been widely used for problem of diagnosing broiler chickens. Limitation of previous research in this case is that in giving degrees of confidence, it often only uses expert value. Role of user is limited to selecting symptoms provided by expert system without giving an assessment of weight of symptoms selected, so that all symptoms are considered to be in ideal conditions (absolute confidence). Purpose of this study was to develop a prototype expert system for diagnosis of broiler chicken disease by combining forward chaining and certainty factor methods, and combining symptom weight values of users and experts to anticipate non-ideal conditions. Research stages consisted of data collection, knowledge base modeling, implementation in form of web-based prototypes, and testing. Test results show that expert system prototype produces a diagnosis with a validity level of 100% when compared to manual calculations. This means that prototype is according to design. In addition, weighting of symptoms by user has an effect on decline in value of confidence in diagnosis when compared to ideal conditions.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis Korespondensi:

Mokhammad Nurkholis Abdillah,
Program Studi Ilmu Komputer,
Universitas Bumigora.
Email: mnurkholisabdillah@universitasbumigora.ac.id

1. PENDAHULUAN

Usaha peternakan ayam *broiler* memiliki prospek yang menjanjikan karena termasuk jenis ternak unggas dengan populasi terbesar pada tahun 2019. Bahkan tiap tahun semenjak 2015-2019 populasinya selalu meningkat rata-rata sekitar 400 ribu ekor per tahun [1]. Namun, memiliki risiko terjadi penurunan performa ayam karena penyakit [2]. Penyakit yang menyerang ternak unggas secara masal akan menyebabkan terjadinya penurunan populasi karena kematian dan turunnya volume penjualan [3]. Kondisi ayam *broiler* yang kurang sehat dapat diamati dari gejala-gejala fisik yang muncul dan untuk mengenalinya membutuhkan keahlian khusus karena tiap penyakit memiliki gejala-gejala yang mirip. Sayangnya, para peternak tersebut umumnya tidak memiliki pengetahuan memadai untuk mengenali penyakit yang menjangkiti ternak mereka. Disamping itu, keterbatasan jumlah tenaga ahli bidang kesehatan hewan di Indonesia juga menjadi penyebab penanganan ternak menjadi lambat. Hal tersebut membuat para peternak biasanya berinisiatif untuk melakukan penanganan sendiri sesuai dengan pengalaman yang mereka miliki.

Sistem pakar diusulkan untuk solusi diagnosis penyakit ayam *broiler*. Sistem pakar untuk diagnosis penyakit ayam *broiler* pada penelitian-penelitian sebelumnya memiliki beberapa kekurangan. Pada penelitian [4]–[7] tidak secara jelas menyatakan bahwa metode penalaran untuk mesin inferensinya menggunakan FC. Proses penalaran hanya membandingkan *input* gejala dengan daftar gejala yang dimiliki oleh penyakit tertentu pada basis pengetahuannya. Contoh pada penelitian [7] gejala "diare" dimiliki oleh empat jenis penyakit yaitu flu burung, marek, infeksi saluran pernapasan, dan kolibasilosis, sedangkan gejala "bulu kasar" berkaitan dengan penyakit kolibasilosis. Untuk mendiagnosis jenis penyakit yang tepat, semua aturan yang berkaitan dengan jenis penyakit tersebut akan disimpan dalam memori kerja untuk dievaluasi dan dihitung derajat kepercayaannya serta kemudian dirangking nilainya. Jika menggunakan FC, maka hanya aturan yang terkait penyakit kolibasilosis yang akan disimpan pada memori kerja untuk dievaluasi dan dihitung derajat kepercayaannya.

Penggunaan metode pengukuran derajat kepercayaan untuk diagnosis ayam *broiler* telah dilakukan pada penelitian [4]–[8]. Penelitian [4]–[6], [8] menggunakan metode CF sedangkan penelitian [7] menggunakan metode DS. Kesamaan dari penelitian-penelitian tersebut adalah nilai bobot gejala untuk menentukan nilai akhir derajat kepercayaan hanya diperoleh dari pakar. Hal tersebut menyiratkan makna bahwa pengguna sistem pakar secara mutlak dianggap sangat menyakini gejala-gejala fisik penyebab kelainan pada ayam dengan pasti. Namun, asumsi tersebut hanya cocok untuk kondisi ideal dan kenyataannya pengguna tidak bisa meyakini secara sempurna gejala-gejala fisik tersebut melainkan dengan nilai perkiraan misalnya "tidak yakin", "cukup yakin", atupun "sangat yakin". Pada penelitian [9] hanya menggunakan metode penalaran FC dan tidak menggunakan metode untuk mengukur derajat kepercayaan. Sehingga sistem pakar yang dikembangkan tidak mampu memberikan rasa keyakinan terhadap hasil diagnosis. Perbandingan penelitian-penelitian sebelumnya tersebut disajikan pada Tabel 1.

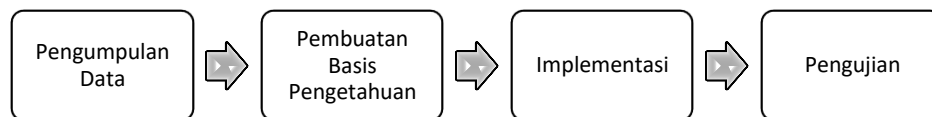
Tabel 1. Penelitian-Penelitian Sebelumnya Terkait Sistem Pakar Ayam *Broiler*

Referensi	Jumlah Penyakit	Jenis penyakit	Metode Penalaran	Metode Keyakinan	Implementasi
[4]	3	gumboro, berak kapur, berak darah	--	CF (MB dan MD) (bobot dari pakar)	Website
[5]	6	gumboro, berak kapur, kolera, tetelo, ngorok, snot, kolibasilosis, bronchitis, flu burung, marek	--	CF (MB dan MD) (bobot dari pakar)	Tidak dinyatakan
[6]	1	gumboro	--	CF (bobot dari pakar)	Tidak dinyatakan
[7]	10	gumboro, berak kapur, kolera, tetelo, ngorok, snot, kolibasilosis, bronchitis, flu burung, marek	--	DS (bobot dari pakar)	Android
[8]	8	gumboro, berak kapur, berak darah, kolera, tetelo, tipus, ngorok, snot	FC	CF (bobot dari pakar), fuzzy mamdani	Desktop
[9]	15	gumboro, berak kapur, berak darah, kolera, tetelo, ngorok, snot, kolibasilosis, malaria, bronchitis, busung perut, flu burung, cacangan, tungau, penyakit pusar	FC	--	Sistem otomasi dan android

Berdasarkan uraian diatas, tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan purwarupa sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit pada ayam *broiler* yang mengakomodasi peran pengguna dalam pemberian nilai bobot gejala untuk mengantisipasi kondisi dimana pengguna merasa tidak memiliki keyakinan mutlak (kondisi ideal) terhadap gejala yang dipilih. Sistem pakar dibuat dengan menerapkan metode penalaran menggunakan *forward chaining* dan metode pengukuran derajat kepercayaan dengan *certainty factor*. Pertimbangan menggunakan metode *forward chaining* karena untuk mendiagnosis penyakit membutuhkan info mengenai gejala-gejala yang dialami dan metode ini mampu memfilter aturan-aturan yang akan dievaluasi pada memori kerja. Pemilihan metode *certainty factor* berdasarkan penelitian [10]–[12] yang menyatakan metode ini memiliki nilai derajat kepercayaan tertinggi dibandingkan *teorema bayes*, *dempster shafer* dan *fuzzy mamdani*. Selain itu, dalam penelitian ini penentuan nilai akhir *certainty factor* mengkombinasikan nilai bobot gejala yang diperoleh dari pengguna dan juga pakar untuk mengantisipasi kondisi ideal yang tidak selalu terjadi ketika pengguna menggunakan sistem pakar. Kondisi ideal yang dimaksud dalam penelitian ini adalah suatu kondisi dimana gejala fisik benar-benar dialami oleh ayam dengan keyakinan mutlak (sangat yakin atau bernilai 1) menurut pengamatan pengguna. Misalnya dalam suatu pengamatan ayam terlihat mengalami gejala "nafsu makan menurun", dalam pengamatan pengguna bisa saja gejala tersebut tidak diyakini dengan keyakinan mutlak tetapi "cukup yakin" ataupun "kurang yakin". Sistem pakar akan diimplementasikan dalam bentuk purwarupa berbasis *web*.

2. METODE PENELITIAN

Jenis metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Secara garis besar proses penelitian ini dimulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data, pembuatan basis pengetahuan, implementasi, serta terakhir eksperimen pengujian. Tahapan atau langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan dengan melakukan wawancara kepada orang yang ahli pada bidang kesehatan hewan yaitu dokter hewan yang bernama drh. Suradi. Narasumber hanya menggunakan satu orang karena setiap orang memiliki pandangan yang berbeda-beda terhadap suatu jenis penyakit dan untuk memudahkan dalam pembuatan model pengetahuan. Ada dua kategori data yang dibutuhkan, yaitu data penyakit dan data gejala. Untuk data penyakit ayam *broiler* terdiri dari enam jenis penyakit baik yang disebabkan oleh bakteri maupun virus. Daftar data penyakit disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Penyakit

Kode Penyakit	Nama Penyakit	Nama Ilmiah
P1	Ngorok	<i>Cronic Respiratory Disease (CRD)</i>
P2	Tetelo	<i>Newcastle Disease (ND)</i>
P3	Gumboro	<i>Infectious Bursal Disease (IBD)</i>
P4	Berak Kapur	<i>Pullorum</i>
P5	Flu Burung	<i>Avian Influenza (AI)</i>

Untuk data gejala yang biasa dialami oleh ayam *broiler* terdiri dari 31 buah. Daftar data gejala disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Gejala

Kode Gejala	Nama Gejala	Kode Gejala	Nama Gejala
G1	Ngorok basah	G17	Bulu tampak kusam
G2	Leleran hidung lengket	G18	Diare berlendir mengotori bulu pantat
G3	Terdapat eskudat berbuih pada mata	G19	Peradangan di sekitar dubur dan kloaka
G4	Mengeleng-gelengkan kepala	G20	Mematok dubur sendiri
G5	Mengeluarkan nanah dari hidung	G21	Paruh menempel di lantai ketika tidur
G6	Mengengap-engap	G22	Kotoran berwarna putih
G7	Batuk	G23	Kotoran menempel di sekitar dubur
G8	Bersin	G24	Kloaka tampak putih
G9	Ayam tampak lesu dan mengantuk	G25	Jengger berwarna keabuan
G10	Nafsu makan menurun	G26	Mata menutup
G11	Mencret	G27	Luka bergerombol
G12	Jengger dan kepala kebiruan	G28	Lumpuh
G13	Kornea menjadi keruh	G29	Pendarahan gusi
G14	Sayap turun	G30	Pendarahan hidung
G15	Otot tubuh gemetar	G31	Nyeri dada
G16	Kejang-kejang		

2.2. Pembuatan basis pengetahuan

Basis pengetahuan digunakan untuk memodelkan atau mengkodekan data-data pengetahuan hasil akuisi dari pakar menjadi bentuk yang mudah dipahami [13]. Pada tahap ini setiap data penyakit ayam *broiler* dikorelasikan dengan gejala-gejalanya. Setiap gejala yang dikorelasikan tersebut diberikan nilai derajat kepercayaan dimana nilainya ditentukan oleh pakar. Jadi besarnya nilai bobot gejala tergantung pada penilaian pakar yang menjadi narasumber penelitian ini. Nilai bobot setiap gejala dalam rentang 0-1. Model basis pengetahuan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 4 dimana kode P1-P5 mengacu pada Tabel 2.

Tabel 4. Basis Pengetahuan

Kode	Nama Gejala	P1	P2	P3	P4	P5
G1	Ngorok basah	0,9				
G2	Leleran hidung lengket	0,7				
G3	Terdapat eskudat berbuih pada mata	0,5				
G4	Mengeleng-gelengkan kepala	0,3				
G5	Mengeluarkan nanah dari hidung	0,4				
G6	Mengengap-engap		0,8			
G7	Batuk		0,7			
G8	Bersin		0,7			
G9	Ayam tampak lesu dan mengantuk		0,4	0,4	0,6	
G10	Nafsu makan menurun		0,5	0,2	0,2	
G11	Mencret		0,3			
G12	Jengger dan kepala kebiruan		0,3			
G13	Kornea menjadi keruh		0,2			
G14	Sayap turun		0,7		0,7	
G15	Otot tubuh gemetar		0,6			
G16	Kejang-kejang		0,6			
G17	Bulu tampak kusam			0,4	0,8	
G18	Diare berlendir mengotori bulu pantat			0,6		0,2
G19	Peradangan di sekitar dubur dan kloaka			0,6		
G20	Mematok dubur sendiri			0,5		
G21	Paruh menempel di lantai ketika tidur			0,9		
G22	Kotoran berwarna putih			0,2	0,9	
G23	Kotoran menempel di sekitar dubur				0,8	
G24	Kloaka tampak putih				0,8	
G25	Jengger berwarna keabuan				0,4	
G26	Mata menutup				0,3	
G27	Luka bergerombol				0,3	
G28	Lumpuh					0,5
G29	Pendarahan gusi					0,7
G30	Pendarahan hidung					0,7

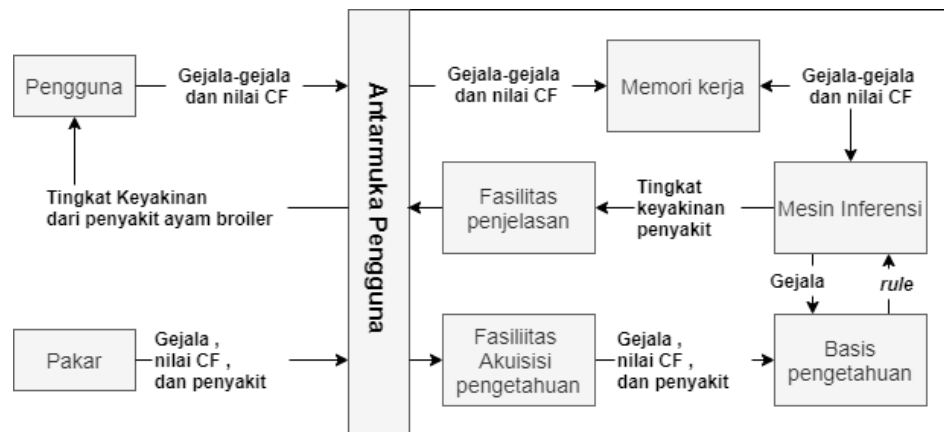
Model basis pengetahuan pada Tabel 4 kemudian direpresentasikan menggunakan kaidah produksi atau *production rule* dalam bentuk *IF-THEN*. Kaidah produksi terdiri dari bagian fakta-fakta gejala atau dikenal dengan anteseden dan bagian kesimpulan penyakit atau konsekuen [14]. Pada penelitian ini kaidah produksi menghasilkan lima buah aturan seperti yang terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Aturan

Kode Aturan	Aturan <i>IF-THEN</i>
R1	<i>IF G1 AND G2 AND G3 AND G4 AND G5 THEN P1</i>
R2	<i>IF G6 AND G7 AND G8 AND G9 AND G10 AND G11 AND G12 AND G13 AND G14 AND G15 AND G16 THEN P2</i>
R3	<i>IF G9 AND G10 AND G17 AND G18 AND G19 AND G20 AND G21 AND G28 THEN P3</i>
R4	<i>IF G9 AND G10 AND G14 AND G17 AND G22 AND G23 AND G24 AND G25 AND G26 AND G27 THEN P4</i>
R5	<i>IF G18 AND G28 AND G29 AND G30 AND G31 THEN P5</i>

2.3. Implementasi

Pada tahap implementasi aktifitas yang dilakukan adalah mengkonversikan model pengetahuan yang telah dibuat ke dalam suatu purwarupa. Arsitektur purwarupa dari sistem pakar yang dibangun menyadur dari penelitian [15] dimana terdiri dari enam komponen yaitu antarmuka pengguna, fasilitas akuisisi pengetahuan, basis pengetahuan, mesin inferensi, dan memori kerja. Arsitektur purwarupa diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur sistem pakar ayam broiler

Komponen antarmuka digunakan oleh pakar maupun pengguna untuk berinteraksi dengan sistem. Pakar dapat mengelola (tambah, ubah, dan hapus) data pengetahuan (gejala, nilai CF, dan jenis penyakit) melalui fasilitas akuisisi pengetahuan yang nantinya akan menjadi model untuk komponen basis pengetahuan. Komponen mesin inferensi melakukan proses penalaran dengan membaca data-data gejala pada komponen memori kerja untuk dicocokkan dengan basis pengetahuan. Komponen memori kerja digunakan untuk menampung data-data gejala yang dimasukkan oleh pengguna agar dapat diolah oleh mesin inferensi.

Pada penelitian ini metode *forward chaining* digunakan dalam mesin inferensi. Mesin inferensi bertugas menarik suatu kesimpulan jenis penyakit dengan menganalisis basis pengetahuan berdasarkan masukan gejala-gejala yang diberikan oleh pengguna. Metode *forward chaining* akan melakukan proses penalaran dimulai dari keadaan awal (mengumpulkan informasi atau fakta yang ada) untuk kemudian melakukan pencocokkan dengan tujuan atau kesimpulan yang diharapkan [14], [16].

Untuk memberikan derajat kepastian suatu fakta atau aturan hasil dari penelusuran mesin inferensi menggunakan metode *certainty factor*. Metode ini memiliki kelebihan dapat menghindari inkonsistensi dalam pengambilan kesimpulan [15]. Penelitian ini menggunakan dua jenis sumber nilai CF, yaitu nilai yang diberikan oleh pengguna (CF_{user}) dan pakar (CF_{pakar}). Untuk nilai CF_{pakar} dapat dilihat pada Tabel 4, sedangkan nilai CF_{user} mengacu pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai *Certainty Factor* Pengguna (CF_{user}) [17]

Kondisi	Nilai CF
Tidak yakin	0,1
Hampir tidak yakin	0,2
Kemungkinan besar tidak yakin	0,3
Mungkin tidak yakin	0,4
Tidak tahu	0,5
Mungkin	0,6
Kemungkinan besar	0,7
Hampir yakin	0,8
Yakin	0,9
Sangat yakin	1

Pada penelitian ini perhitungan nilai CF akhir suatu hipotesis menggunakan konsep kombinasi. Konsep ini digunakan karena mempertimbangkan adanya dua buah aturan (bahkan lebih) dengan gejala-gejala berbeda tetapi memiliki hipotesis sama. Proses penghitungan nilai CF-nya melalui dua tahapan, yaitu secara paralel dan kombinasi [10], [18]. Tahap pertama menghitung nilai CF suatu gejala secara paralel ($CF_{paralel}$) dengan melakukan perkalian antara nilai CF_{user} dengan nilai CF_{pakar} seperti pada persamaan (1). Tahap kedua menggunakan hasil perhitungan $CF_{paralel}$ untuk menentukan nilai CF kombinasi ($CF_{kombinasi}$) menggunakan persamaan (2). Proses perhitungan pada tahap kedua ini dilakukan secara berulang-ulang sesuai dengan banyaknya masukan jumlah gejala. Syarat utama untuk menggunakan persamaan (1) dan (2) adalah nilai CF baik dari pengguna maupun pakar harus lebih dari nol (CF_{user} dan $CF_{pakar} > 0$) [12].

$$CF(H|E)_{paralel} = CF(E)_{user} \times CF(E)_{pakar} \quad (1)$$

$$CF(H|CF_1, CF_2)_{kombinasi} = CF_1 + CF_2(1 - CF_1) \quad (2)$$

dimana:

$CF(H|E)_{paralel}$ = nilai *certainty factor* paralel hipotesis H jika diberikan gejala atau *evidence* E

$CF(E)_{user}$ = nilai *certainty factor* dari gejala atau *evidence* E yang diberikan oleh pengguna

$CF(E)_{pakar}$ = nilai *certainty factor* dari gejala atau *evidence* E yang diberikan oleh pakar

$CF(H|CF_1, CF_2)_{kombinasi}$ = nilai *certainty factor* kombinasi gejala atau *evidence* E pada hipotesis H

Tahap akhir dari implementasi adalah pengimplentasian metode *forward chaining* dan *certainty factor* untuk membangun sistem pakar dalam bentuk purwarupa berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP dan basisdata MySQL.

2.4. Pengujian

Pada tahap pengujian ada dua hal yang diuji (Gambar 3), yaitu (1) pengujian validasi *output* sistem pakar dan (2) pengujian untuk mengetahui dampak penggunaan nilai CF_{user} .



Gambar 3. Tahapan pengujian

Pengujian validasi *output* sistem pakar dilakukan untuk dua hal, yaitu pertama membandingkan antara hasil diagnosis sistem dengan rancangan model basis pengetahuan dan kedua membandingkan nilai kepercayaan dari sistem pakar dengan hasil perhitungan manual. Hasil akhir perbandingan dihitung dengan persamaan (3) untuk mengetahui persentase kesesuaian sistem dengan rancangan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan *output* yang dihasilkan oleh purwarupa sistem pakar sudah benar sesuai dengan rancangan pada model basis pengetahuan.

$$Validasi_{output} = \frac{R_{sesuai} \text{ atau } CF_{sesuai}}{U_{total}} \times 100\% \quad (3)$$

dimana:

$Validasi_{output}$ = nilai persentase kesesuaian antara *output* manual dengan *output* sistem

R_{sesuai} = hasil pengujian kesesuaian rule antara basis pengetahuan dengan sistem

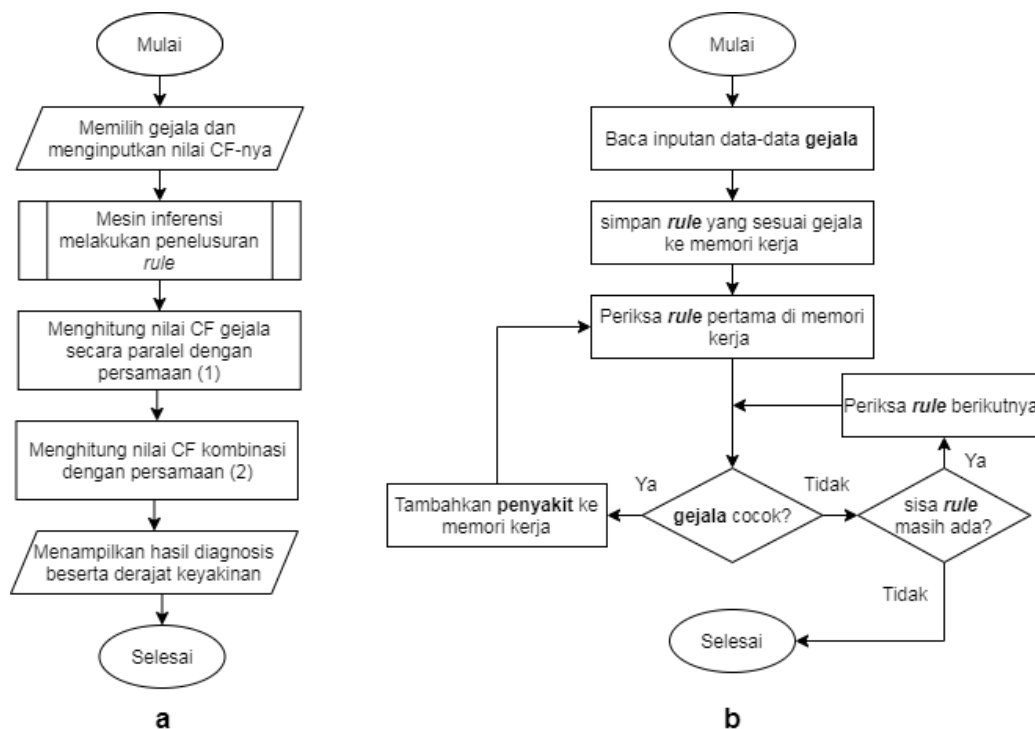
CF_{sesuai} = hasil pengujian derajat kepercayaan yang sesuai antara hitung manual dengan sistem

U_{total} = jumlah total percobaan

Pengujian tanpa nilai CF_{user} dilakukan dengan tujuan mengetahui bagaimana dampak nilai derajat kepercayaannya bila dibandingkan dengan hasil pengujian yang menggunakan nilai CF_{user} . Skenario pengujian tanpa CF_{user} dilakukan dengan mengatur *input* nilai bobot gejala oleh pengguna diberikan nilai mutlak (bernilai 1 atau sangat yakin). Kondisi nilai mutlak menyatakan bahwa gejala yang diamati oleh pengguna benar-benar dialami oleh ayam dengan sebenar-benarnya terjadi (asumsi kondisi ideal).

3. HASIL DAN ANALISIS

Secara umum proses menentukan hasil diagnosis pada sistem pakar diperlihatkan pada Gambar 4a. Proses awal adalah memilih daftar gejala dan menentukan nilai CF-nya (Gambar 4). Gejala-gejala yang telah dipilih tersebut kemudian digunakan oleh mesin inferensi sebagai dasar untuk melakukan penelusuran aturan pada basis pengetahuan (Gambar 3b). *Output* dari mesin inferensi adalah jenis penyakit. Jenis penyakit tersebut kemudian dihitung derajat keyakinannya menggunakan persamaan (1) dan persamaan (2). Hasil perhitungan tersebut akan ditampilkan ke pengguna.



Gambar 4. Prinsip kerja sistem pakar (a), prosedur kerja mesin inferensi (b)

Proses kerja dari mesin inferensi (Gambar 4b) menggunakan metode *forward chaining*. Mesin inferensi menggunakan gejala-gejala yang dipilih pengguna untuk memfilter aturan-aturan yang akan diuji sehingga tidak semua aturan akan ditelusuri. Aturan-aturan terpilih tersebut dimasukkan ke dalam memori kerja dalam bentuk antrian (*queue*). Input gejala akan dicocokkan dengan aturan pertama (sesuai daftar antrian) di memori kerja. Jika gejala ditemukan pada aturan tersebut, jenis penyakit disimpan ke dalam memori kerja. Kemudian memeriksa gejala berikutnya. Jika gejala berikutnya ternyata tidak cocok dengan aturan pertama, gejala tersebut dicocokkan dengan aturan berikutnya. Apabila gejala tersebut cocok dengan aturan kedua, jenis penyakit terbaru ditambahkan ke memori kerja dan seterusnya sampai gejala sudah habis.

3.1 Antarmuka Halaman Konsultasi

Pengguna melakukan konsultasi mengenai penyakit ayam *broiler* menggunakan antarmuka halaman konsultasi (Gambar 5). Pada halaman ini semua daftar gejala ditampilkan dan pengguna dapat memilih gejala-gejala yang dialami ayam *broiler*. Setiap memilih gejala harus memberikan nilai CF_{user} sesuai Tabel 6.

Gejala Pada Ayam	Tingkat Keyakinan Atas Gejala
<input type="checkbox"/> Ngorok Basah	Nilai CF ▾
<input type="checkbox"/> Nafsu Makan Menurun	Nilai CF ▾
<input type="checkbox"/> Mencoret	Nilai CF ▾
<input type="checkbox"/> Jenger Dan Kepala Kebiruan	Nilai CF ▾
<input type="checkbox"/> Kornea Menjadi Keruh	Nilai CF ▾
<input type="checkbox"/> Sayap Turun	Nilai CF ▾

Gambar 5. Antarmuka halaman konsultasi

3.2. Simulasi Pengujian Sistem Pakar

Pada simulasi untuk menguji hasil diagnosis sistem pakar menggunakan tujuh buah gejala yang dipilih secara acak dan pemberian nilai CF_{user} tiap gejala mengacu pada Tabel 6. Daftar *input* gejala untuk simulasi pengujian disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Simulasi *Input* Gejala

Kode Gejala	Gejala	Nilai CF_{user}
G8	Bersin	0,6
G9	Ayam tampak lesu dan mengantuk	0,7
G10	Nafsu makan menurun	0,8
G17	Bulu tampak kusam	0,5
G22	Kotoran berwarna putih	0,6
G24	Kloaka tampak putih	0,8
G26	Mata menutup	0,5

Mesin inferensi menggunakan data *input* gejala pada Tabel 7 sebagai dasar untuk memproses penelusuran *rule* (Tabel 5) mengikuti diagram alir pada Gambar 3b. Pada iterasi ke-1 mesin inferensi mencocokkan gejala G8 dengan data gejala pada aturan R2 dan ada kecocokan sehingga konklusi P2 (*Newcastle Disease*) disimpan dalam memori kerja. Untuk iterasi ke-2 dan ke-3 mirip dengan iterasi ke-1. Pada iterasi ke-4 data gejala G17 dicocokkan dengan data gejala pada aturan R2 dan ternyata tidak cocok sehingga aturan R2 dihapus dari memori kerja. Gejala G17 kemudian dicocokkan dengan data gejala pada aturan R3 dan ada kecocokan sehingga konklusi P3 (*Gumboro*) disimpan dalam memori kerja. Hasil lengkap dari penelusuran mesin inferensi ditunjukkan pada Tabel 8 dan hasil diagnosis adalah P4 (*Berak Kapur*).

Tabel 8. Proses Mesin Inferensi

Iterasi ke-	Input Gejala	Antrian Memori Kerja	Aturan di Evaluasi	Konklusi
1	G8	R2, R3, R4	R2	P2
2	G9	R2, R3, R4	R2	P2
3	G10	R2, R3, R4	R2	P2
4	G17	R2, R3, R4	R3	P3
5	G22	R2, R3, R4	R3	P3
6	G24	R2, R3, R4	R4	P4
7	G26	R2, R3, R4	R4	P4

Untuk memberikan derajat keyakinan terhadap hasil penalaran mesin inferensi dilakukan perhitungan nilai CF-nya. Hasil penelusuran mesin inferensi mendapatkan diagnosis jenis penyakit ayam *broiler* adalah P2 (*berak kapur*). Pada basis pengetahuan (Tabel 4) penyakit berak kapur memiliki 9 gejala sedangkan *input* gejala dari pengguna yang cocok dengan penyakit ini ada 5. Kelima *input* gejala dari pengguna tersebut yaitu nafsu makan menurun (G10), bulu tampak kusam (G17), kotoran berwarna putih (G22), kloaka tampak putih (G24), dan mata menutup (G26) digunakan untuk menghitung $CF_{parallel}$ menggunakan persamaan (1). Hasil seluruh perhitungan $CF_{parallel}$ disajikan pada Tabel 9 dan nilai 0 pada CF_{user} artinya gejala tidak dipilih pengguna.

Tabel 9. Nilai $CF_{Paralel}$

Konklusi	Gejala	CF_{pakar}	CF_{fuser}	Perhitungan	$CF_{paralel}$	Kode CF
P4	G9	0,6	0		0	
	G10	0,2	0,8	$0,2 \times 0,8$	0,16	CF ₁
	G14	0,7	0		0	
	G17	0,8	0,5	$0,8 \times 0,5$	0,4	CF ₂
	G22	0,9	0,6	$0,9 \times 0,6$	0,54	CF ₃
	G23	0,8	0		0	
	G24	0,8	0,8	$0,8 \times 0,8$	0,64	CF ₄
	G25	0,4	0		0	
	G26	0,3	0,5	$0,3 \times 0,5$	0,15	CF ₅
	G27	0,3	0		0	

Hasil perhitungan $CF_{paralel}$ digunakan untuk menghitung $CF_{kombinasi}$ menggunakan persamaan (2). Rekap hasil seluruh perhitungan $CF_{kombinasi}$ disajikan pada Tabel 10. Pada Tabel 10 untuk iterasi ke-1 nilai CF_{akhir} dihitung dari nilai CF_1 dan CF_2 pada Tabel 9. Hasil CF_{akhir} pada iterasi ke-1 diberi nama CF_A . Pada iterasi ke-2 nilai CF_{akhir} dihitung dari nilai CF_A (Tabel 10) dan CF_3 (Tabel 9). Hasil CF_{akhir} pada iterasi ke-2 diberi nama CF_B . Proses tersebut akan diulang sesuai jumlah iterasi yang dibutuhkan.

Tabel 10. Nilai $CF_{Kombinasi}$

Iterasi ke-	CF	Perhitungan	CF_{akhir}	Kode CF_{akhir}
1	CF(CF ₁ , CF ₂)	0,16 + 0,4 x (1- 0,16)	0,496	CF _A
2	CF(CF _A , CF ₃)	0,496 + 0,54 x (1- 0,496)	0,7686	CF _B
3	CF(CF _B , CF ₄)	0,76816 + 0,54 x (1- 0,76816)	0,9165376	CF _C
4	CF(CF _C , CF ₅)	0,9165376 + 0,54 x (1- 0,9165376)	0,92905696	CF _D

Berdasarkan hasil perhitungan $CF_{kombinasi}$ didapatkan nilai akhir derajat keyakinan (CF_D) terhadap penyakit berak kapur sebesar 0,92905696. Nilai keyakinan tersebut mendekati angka 1 (angka 1 menunjukkan keyakinan mutlak) ini artinya bahwa sistem pakar ini sangat yakin bahwa ayam *broiler* terkena penyakit berak kapur. Jumlah simulasi pengujian dilakukan sebanyak U_{total} adalah 5 kali dengan *input* gejala yang berbeda-beda. Rekap seluruh hasil simulasi pengujian disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Perbandingan Hitung Manual dengan *Output* Sistem

Percobaan ke	Input Gejala dan CF_{fuser}	Hasil Diagnosis Sistem	<i>rule</i>	Hasil CF_{manual}	Hasil CF_{sistem}	Hasil (CF_{sesuai})
1	G8=0,6, G9=0,7, G10=0,8, G17=0,5, G22=0,6, G24=0,8, G26=0,5	Berak kapur	sesuai	0,92905696	0,92	sesuai
2	G7=0,8, G9=0,8, G10=0,2, G14=0,6, G15=0,6	Newcastle disease	sesuai	0,900043264	0,90	sesuai
3	G9=1, G10=0,2, G17=0,8, G18=0,8, G19=0,6	Gumboro	sesuai	0,885291028	0,88	sesuai
4	G9=0,8, G10=0,2, G14=0,6, G17=0,8, G22=0,6, G23=0,8, G24=0,4, G25=0,8, G26=0,8, G27=0,6	Berak kapur	sesuai	0,995025944	0,99	sesuai
5	G1=0,7, G2=0,5, G3=0,4, G4=0,9, G5=0,3	Ngorok	sesuai	0,8764	0,88	sesuai

Berdasarkan rekap data pada Tabel 11 hasil diagnosis sistem pakar dengan metode *forward chaining* menunjukkan bahwa *output* yang sesuai dengan rancangan *rule* R_{sesuai} berjumlah 5, dan hasil metode *certainty factor* untuk nilai derajat kepercayaan sistem pakar yang sesuai dengan hasil hitung manual CF_{sesuai} berjumlah 5. Maka hasil persentase validasi *output* sistem dihitung menggunakan persamaan (3) adalah sebagai berikut:

1. Persentase kesesuaian *rule*:

$$Validasi_{output} = \frac{R_{sesuai}}{U_{total}} \times 100\% = \frac{5}{5} \times 100\% = 100\%$$

2. Persentase kesesuaian derajat kepercayaan:

$$Validasi_{output} = \frac{CF_{sesuai}}{U_{total}} \times 100\% = \frac{5}{5} \times 100\% = 100\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan $Validasi_{output}$ baik kesesuaian *rule* maupun nilai deajat kepercayaan diperoleh nilai 100%, ini berarti bahwa purwarupa yang dihasilkan sudah sesuai dengan rancangan model basis pengetahuan.

Untuk mengetahui dampak penggunaan pemberian nilai bobot gejala dari pengguna, dilakukan simulasi pengujian yang membandingkan hasil pengujian tanpa CF_{user} dengan hasil pengujian yang menggunakan CF_{user} . Untuk keperluan pengujian ini, pada percobaan ke-5 (Tabel 11) nilai tanpa CF_{user} diatur bernilai 1. Hal tersebut menyatakan bahwa pengguna menganggap bahwa gejala-gejala fisik yang diamati benar-banar dialami oleh ayam *broiler*. Hasil perbandingan pengujian tersebut disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Perbandingan Pengujian Tanpa Nilai CF_{user} dan dengan CF_{user}

Penyakit	Pengaturan	G1	G2	G3	G4	G5	CF_{akhir}
Ngorok	Tanpa CF_{user}	1	1	1	1	1	0,9937
Ngorok	Dengan CF_{user}	0,7	0,5	0,4	0,9	0,3	0,8764

Hasil pengujian pada Tabel 12 menunjukkan bahwa pemberian nilai bobot gejala dari pengguna (CF_{user}) berdampak pada penurunan nilai derajat kepercayaan terhadap hasil diagnosis. Namun demikian, nilai bobot derajat kepercayaan mutlak (bernilai 1) bukanlah hal yang selalu ditemukan dalam dunia nyata.

Contoh antarmuka hasil diagnosis untuk percobaan ke-5 pada Tabel 11 jika diuji tanpa nilai CF_{user} ditunjukkan pada Gambar 6, dimana tingkat kepercayaannya dinyatakan dalam persen dan menampilkan informasi cara penanganan (solusi) penyakitnya. Tingkat kepercayaan sangat yakin berarti nilai CF_{user} diatur dengan nilai mutlak 1.

The screenshot shows a web application interface for a diagnostic system. At the top, it says 'Hasil Diagnosa' and 'SimPak > Beranda > Hasil Diagnosa'. Below this, there is a section 'Gejala Terpilih' with a table of symptoms and their confidence levels. The table has two columns: 'No' and 'Gejala' on the left, and 'Tingkat Kepercayaan' on the right. The symptoms listed are: 1. Ngorok Basah (Sangat Yakin), 2. Leleran Hidung Lengket (Sangat Yakin), 3. Terdapat Eksudat Berbuih Pada Mata (Sangat Yakin), 4. Menggeleng-gelengkan Kepala (Sangat Yakin), and 5. Mengeluarkan Nanah Dari Hidung (Sangat Yakin). Below the table, there is a 'Hasil Diagnosa' section with a summary: 'Diagnosa: Menderita penyakit ngorok atau **Cronic Respiratory Disease (CRD)** karena **bakteri**'. The 'Tingkat Kepercayaan' is 99%. There is also a 'Keterangan' field which is empty. At the bottom, there is a 'Solusi' section with text: 'Pencegahan penyakit ini dengan sanitasi dan desinfeksi. Selain itu Anda juga harus memperhatikan beberapa hal seperti ventilasi cukup, sanitasi air minum, kepadatan baik, mencegah tamu keluar masuk kandang, dan manajemen pemeliharaan yang baik. Jika broiler sudah terserang, maka pengobatan dengan doksisisiklin, erythromycin, kakamycin, dan enetroloksasin'. At the very bottom, there is a button labeled 'Diagnosa Ulang'.

Gambar 6. Antarmuka halaman hasil diagnosis

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari simulasi dan analisis data dapat disimpulkan bahwa purwarupa sistem pakar yang telah dibuat dengan menerapkan metode *forward chaining* serta *certainty factor* dapat mendiagnosis jenis penyakit ayam *broiler* berdasarkan gejala-gejala yang dimasukkan oleh pengguna. Output diagnosis yang dihasilkan oleh sistem pakar dalam 5 kali percobaan menunjukkan kesesuaian 100% antara hasil pengujian dengan rancangan model basis pengetahuan yang dibangun. Hal tersebut membuktikan bahwa purwarupa yang dibuat sudah berfungsi dengan baik dan benar. Selain itu, nilai bobot gejala yang diperoleh dari pengguna berpengaruh terhadap besarnya nilai derajat keyakinan pada hasil diagnosis dan nilainya lebih rendah bila dibandingkan dengan kondisi ideal. Saran penelitian selanjutnya yaitu perlu dilakukan pengujian akurasi dengan membandingkan *output* sistem dengan jawaban dari pakar sehingga sistem pakar ayam *broiler* ini dapat diketahui tingkat akurasi kesalahan diagnosisnya secara nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada Universitas Bumigora atas dukungan untuk menyelesaikan penelitian yang penulis lakukan.

REFERENSI

- [1] M. Nurdiman, A. R. Daulay, and L. Ermansyah, Eds., *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan Tahun 2019*. Jakarta: Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian RI, 2019.
- [2] F. Tamalluddin, *Panduan Lengkap Ayam Broiler*, 11th ed. Jakarta: Penebar Swadaya, 2016.
- [3] S. Saptana, A. Basuno, and Y. Yusdja, "Dampak Ekonomi Flu Burung Terhadap Kinerja Industri Perunggasan di Provinsi Jawa Tengah," *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, vol. 5, no. 3, 2005.
- [4] J. Rahmah and R. A. Saputra, "Penerapan Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Saluran Pencernaan Ayam Broiler," *Jurnal Informatika*, vol. 4, no. 1, pp. 94–102, 2017.
- [5] D. P. S. Setyohadi, R. A. Octavia, and T. D. Puspitasari, "An Expert System for Diagnosis of Broiler Diseases using Certainty Factor," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 953, p. 012118, Jan. 2018.
- [6] G. Ginting and S. Subuh Hati Tarigan, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Gumboro Pada Ayam Broiler Dengan Metode Certainty Factor," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 1, no. 2, pp. 54–57, 2017.
- [7] S. P. R. Said, I. G. P. S. Wijaya, and F. Bimantoro, "Implementasi Metode Dempster Shafer pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ayam," *Journal of Computer Science and Informatics Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 26–35, Jun. 2020.
- [8] A. Afandi, "Sistem Pakar Identifikasi Penyakit Ayam Pedaging," *Jurnal Cendikia*, vol. 16, no. 1, pp. 58–67, 2018.
- [9] F. Ariani, M. Marpitalia, E. Erlangga, and Y. Yulfriwini, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Ayam Broiler Dengan Metode Forward Chaining," *Expert : Jurnal Sistem Informasi*, vol. 9, no. 1, pp. 27–32, 2019.
- [10] K. E. Setyaputri, A. Fadlil, and S. Sunardi, "Comparative Analysis of Certainty Factor Method and Bayes Probability Method on ENT Disease Expert System," *Scientific Journal of Informatics*, vol. 5, no. 2, pp. 205–212, Nov. 2018.
- [11] I. L. K. Panjaitan, E. Panggabean, and S. Sulindawaty, "Analisis Perbandingan Metode Dempster Shafer dengan Metode Certainty Factor Untuk Mendiagnosa Penyakit Stroke," *Journal of Informatic Pelita Nusantara*, vol. 3, no. 1, pp. 69–74, 2018.
- [12] P. S. Ramadhan and U. F. S. Pane, "Analisis Perbandingan Metode (Certainty Factor, Dempster Shafer dan Teorema Bayes) untuk Mendiagnosa Penyakit Inflamasi Dermatitis Imun pada Anak," *Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer*, vol. 17, no. 2, pp. 151–157, 2018.
- [13] H. Hairani, M. N. Abdillah, and M. Innuddin, "Perancangan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Rematik Menggunakan Inferensi Forward Chaining Berbasis Prolog," *InfoTekJar (Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan)*, vol. 4, no. 1, pp. 8–11, Sep. 2019.
- [14] S. Kusumadewi, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2003.
- [15] Hairani, M. N. Abdillah, and M. Innuddin, "An Expert System for Diagnosis of Rheumatic Disease Types Using Forward Chaining Inference and Certainty Factor Method," in *2019 International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (SIET)*, 2019, pp. 104–109.
- [16] A. Al-Ajlan, "The Comparison between Forward and Backward Chaining," *International Journal of Machine Learning and Computing*, vol. 5, no. 2, pp. 106–113, Apr. 2015.
- [17] M. Muqorobin, P. B. Utomo, M. Nafi'Uddin, and K. Kusriani, "Implementasi Metode Certainty Factor pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ayam Berbasis Android," *Creative Information Technology Journal*, vol. 5, no. 3, p. 185, Sep. 2019.

-
- [18] Y. K. Kumarahadi, M. Z. Arifin, S. Pambudi, T. Prabowo, and K. Kusriani, "Sistem Pakar Identifikasi Jenis Kulit Wajah dengan Metode Certinty Factor," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 8, no. 1, pp. 21–27, 2020.