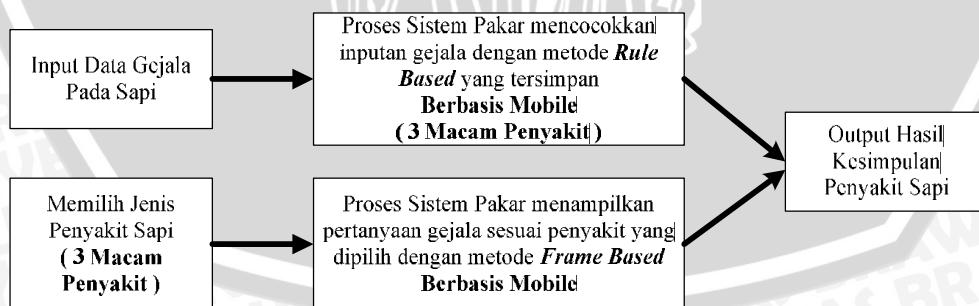


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tinjauan pustaka yang meliputi kajian pustaka dan dasar teori yang diperlukan untuk penelitian. Kajian pustaka adalah membahas penelitian yang telah ada dan yang diuraikan. Dasar teori adalah membahas teori yang diperlukan untuk menyusun penelitian yang diusulkan.

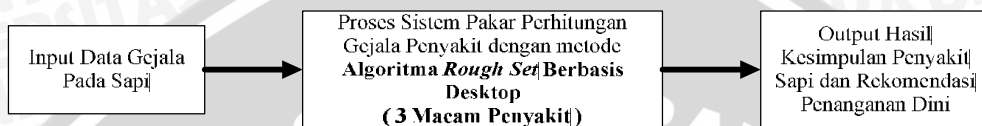
2.1 Kajian Pustaka

Penelitian yang dibahas yaitu “*Pembuatan Sistem Pakar untuk Pendeteksian dan Penanganan Dini pada Penyakit Sapi Berbasis Mobile Android dengan Kajian Kinerja Teknik Knowledge Representation*”. Penelitian ini telah membuat sistem pakar untuk pendeteksian dan penanganan dini terhadap penyakit sapi dengan berbasis mobile. Dari penelitian tersebut didapatkan kesimpulan, yaitu bahwa metode *frame based* dan *rule based knowledge representation* merupakan metode yang cukup tepat ketika diterapkan pada aplikasi mobile. Kesimpulan kedua, yaitu didapatkan perbedaan tingkat kevalidan hasil diagnosa dan waktu pemrosesan antara metode *frame based* dan *rule based*. Hasil tingkat kevalidan *frame based* mencapai 100% dari 60 skenario uji coba dengan waktu pemrosesan kurang dari 1 detik setiap prosesnya, dibandingkan tingkat kevalidan *rule based* yang mencapai 51,6% dengan waktu proses 4,2 detik setiap prosesnya pada aplikasi mobile [ARD-12]. Diagram blok dari penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1.



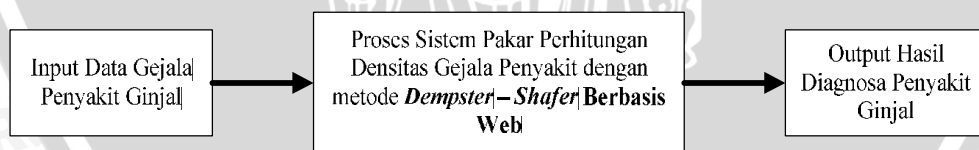
Gambar 2.1 Diagram Blok ‘Sistem Pakar Pendeteksian Penyakit Sapi’ yang menerapkan metode Kajian Kinerja Teknik *Knowledge Representation*
Sumber : [ARD-12]

Penelitian lain yang dibahas, yaitu berjudul “*Implementasi Algoritma Rough Set untuk Deteksi dan Penanganan Dini Penyakit Sapi*”. Penelitian ini menghasilkan aplikasi sistem cerdas berbasis desktop menggunakan algoritma *roughset* dalam melakukan perhitungan dan penerapannya [LIS-11]. Diagram blok dari penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2. Pada kedua penelitian tersebut jenis penyakit yang dapat dideteksi hanya 3 (tiga) macam penyakit, yaitu penyakit mastitis, penyakit ngorok serta penyakit mulut dan kuku.



Gambar 2.2 Diagram Blok ‘Sistem Pakar Pendeteksian Penyakit Sapi’ yang menerapkan metode *Algoritma Rough Set*
Sumber : [LIS-11]

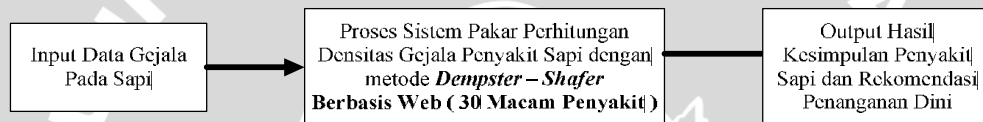
Padapenelitian lain yang berjudul “*Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ginjal dengan Metode Dempster-Shafer*”, menyebutkan dalam sistem ini tidak dimungkinkan adanya nama gejala atau nama penyakit yang sama sehingga dokter tidak khawatir dengan adanya data yang ganda, selain itu nilai kepercayaan yang dihasilkan dari sistem sama dengan hasil perhitungan manual menggunakan teori *Dempster-shafer* sehingga keakuratan hasilnya sudah sesuai dengan yang diharapkan. Penelitian tersebut melakukan uji coba keakuratan dengan membandingkan nilai kepercayaan yang dihasilkan dari sistem dengan hasil perhitungan secara manual menggunakan teori *Dempster-Shafer* [SUL-08]. Diagram blok dari penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Diagram Blok ‘Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ginjal’ yang menerapkan metode *Dempster-Shafer*
Sumber : [SUL-08]

Perbedaan yang dibuat penulis pada penelitian ini adalah pada pendeteksian penyakit sapi yang lebih banyak jenis penyakitnya dan penggunaan metode *Dempster-Shafer* untuk perhitungannya. Perbedaan ini akan menyebabkan

proses deteksi penyakit sapi yang dilakukan akan berbeda dengan penelitian sebelumnya. Perbedaan yang lain adalah aplikasi yang dihasilkan akan berupa web, karena penggunaannya banyak dan tersebar diberbagai tempat selain itu data yang digunakan bersifat dinamis dan terpusat, hanya perlu melakukan install sistem di server dan jika terjadi perubahan data pada sistem maka cukup melakukan perubahan pada server. Alasan lainnya adalah pengguna dapat menjalankan aplikasi sistem pakar penyakit sapi ini dimanapun, kapanpun melalui perangkat komputer, laptop, *netbook*, ponsel ataupun tablet dengan sistem operasi apapun asalkan terkoneksi dengan internet. Sehingga pengguna dimanapun mudah mengakses aplikasi ini untuk melakukan diagnosa penyakit pada ternak sapi yang dimiliki. Diagram blok dari usulan penelitian yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Diagram Blok ‘Sistem Pakar Pendeteksian Penyakit Sapi’ yang menerapkan metode *Dempster-Shafer*
Sumber : Usulan

2.2 Sistem Pakar (*ExpertSystem*)

Sistem Pakar adalah salah satu bagian dari kecerdasan buatan yang mengandung pengetahuan dan pengalaman yang dimasukkan oleh satu atau banyak pakar ke dalam satu area pengetahuan tertentu sehingga setiap orang dapat menggunakannya untuk memecahkan berbagai masalah yang bersifat spesifik [PRI-11].

Dengan sistem pakar, orang awam pun dapat menyelesaikan masalahnya atau sekedar mencari suatu informasi berkualitas yang sebenarnya hanya dapat diperoleh dengan bantuan para ahli di bidangnya. Seorang pakar yang dimaksud disini adalah orang yang mempunyai keahlian dalam bidang tertentu, yaitu pakar yang mempunyai *knowledge* atau kemampuan khusus yang tidak dimiliki oleh orang lain [PRI-11].

2.2.1 Konsep Dasar Sistem Pakar

Konsep dasar dari sistem pakar yaitu meliputi keahlian (*expertise*), ahli (*experts*), pemindahan keahlian (*transferring expertise*), inferensi (*inferencing*), aturan (*rules*) dan kemampuan memberikan penjelasan (*explanation capability*) [HID-10].

Keahlian (*expertise*) adalah pengetahuan yang mendalam tentang suatu masalah tertentu, dimana keahlian bisa diperoleh dari pelatihan/ pendidikan, membaca dan pengalaman dunia nyata. Ada dua macam pengetahuan yaitu pengetahuan dari sumber yang ahli dan pengetahuan dari sumber yang tidak ahli. Pengetahuan dari sumber yang ahli dapat digunakan untuk mengambil keputusan dengan cepat dan tepat [HID-10].

Ahli (*experts*) adalah seorang yang memiliki keahlian tentang suatu hal dalam tingkatan tertentu. Ahli dapat menggunakan suatu permasalahan yang ditetapkan dengan beberapa cara yang berubah-ubah dan merubahnya kedalam bentuk yang dapat dipergunakan oleh dirinya sendiri dengan cepat dan cara pemecahan yang mengesankan [HID-10].

Ahli seharusnya dapat untuk menjelaskan hasil yang diperoleh, mempelajari sesuatu yang baru tentang domain masalah, merestrukturisasi pengetahuan kapan saja yang diperlukan dan menentukan apakah keahlian mereka relevan atau saling berhubungan [HID-10].

2.2.2 Tujuan Sistem Pakar

Tujuan dari sistem pakar adalah untuk memindahkan kemampuan (*transferring expertise*) dari seorang ahli atau sumber keahlian yang lain ke dalam komputer dan kemudian memindahkannya dari komputer kepada pemakai yang tidak ahli (bukan pakar). Proses ini meliputi empat aktivitas yaitu [HID-10]:

- a. Akuisi pengetahuan (*knowledge acquisition*) yaitu kegiatan mencari dan mengumpulkan pengetahuan dari para ahli atau sumber keahlian yang lain.
- b. Representasi pengetahuan (*knowledge representation*) adalah kegiatan menyimpan dan mengatur penyimpanan pengetahuan yang diperoleh dalam komputer. Pengetahuan berupa fakta dan aturan disimpan dalam komputer sebagai sebuah komponen yang disebut basis pengetahuan.

- c. Inferensi pengetahuan (*knowledge inferencing*) adalah kegiatan melakukan inferensi berdasarkan pengetahuan yang telah disimpan didalam komputer.
- d. Pemindahan pengetahuan (*knowledge transfer*) adalah kegiatan pemindahan pengetahuan dari komputer ke pemakai yang tidak ahli.

2.2.3 Bentuk Sistem Pakar

Sistem pakar dikelompokkan ke dalam empat bentuk yaitu [HID-10]:

1. Mandiri merupakan sistem pakar yang murni berdiri sendiri, tidak digabung dengan perangkat lunak lain, bisa dijalankan pada komputer pribadi dan mainframe.
2. Terkait atau tergabung merupakan sistem pakar hanya bagian dari program yang lebih besar. Program tersebut biasanya menggunakan teknik algoritma konvensional tapi bisa mengakses sistem pakar yang ditempatkan sebagai subrutin, yang bisa dimanfaatkan setiap kali dibutuhkan.
3. Terhubung adalah sistem pakar yang berhubungan dengan software lain. Misalnya *spreadsheet*, DBMS, program grafik. Pada saat proses inferensi, sistem pakar bisa mengakses data dalam *spreadsheet* atau DBMS atau program grafik bisa dipanggil untuk menayangkan output visual.
4. Sistem Mengabdikan merupakan bagian dari komputer khusus yang diabdikan kepada fungsi tunggal. Sistem tersebut bisa membantu analisa data radar dalam pesawat tempur atau membuat keputusan intelejen tentang bagaimana memodifikasi pembangunan kimiawi.

2.2.4 Ciri-ciri Sistem Pakar

Sistem pakar mempunyai ciri-ciri, diantaranya adalah [SUL-08]:

1. Terbatas pada bidang yang spesifik.
2. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang tidak lengkap atau tidak pasti.
3. Dapat mengemukakan rangkaian alasan yang diberikannya dengan cara yang dapat dipahami.
4. Berdasarkan pada *rule* atau kaidah tertentu.
5. Dirancang untuk dapat dikembangkan secara bertahap.

6. Outputnya bersifat nasihat atau anjuran.
7. Output tergantung dari dialog dengan user.
8. *Knowledge base* dan *inference engine* terpisah.

2.2.5 Keuntungan sistem pakar

Sistem pakar mempunyai keuntungan, diantaranya adalah [HID-10]:

1. Membuat seorang yang awam dapat bekerja seperti layaknya seorang pakar.
2. Dapat bekerja dengan informasi yang tidak lengkap atau tidak pasti.
3. *Expert System* menyediakan nasihat yang konsisten dan dapat mengurangi tingkat kesalahan.
4. Membuat peralatan yang kompleks lebih mudah dioperasikan karena ES dapat melatih pekerja yang tidak berpengalaman.
5. *Expert System* tidak dapat lelah atau bosan, juga konsisten dalam memberi jawaban dan selalu memberikan perhatian penuh.
6. Memiliki kemampuan untuk memecahkan masalah yang kompleks.
7. Memungkinkan pemindahan pengetahuan ke lokasi yang jauh serta memperluas jangkauan seorang pakar, dapat diperoleh dan dipakai dimana saja.

2.2.6 Kelemahan sistem pakar

Sistem pakar seperti halnya sistem lainnya, juga memiliki kelemahan, diantaranya adalah [SUL-08]:

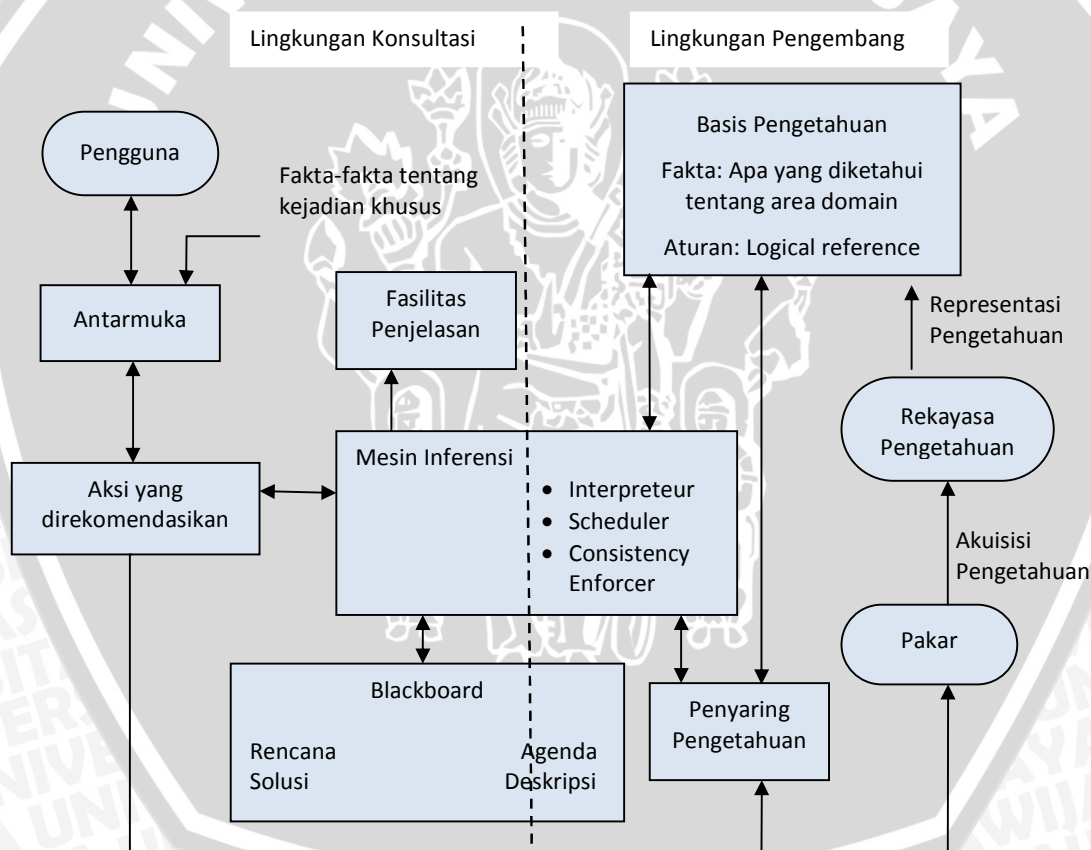
1. Masalah dalam mendapatkan pengetahuan dimana pengetahuan tidak selalu bisa didapatkan dengan mudah, karena kadang kala pakar dari masalah yang kita buat tidak ada, dan walaupun ada kadang-kadang pendekatan yang dimiliki oleh pakar berbeda-beda.
2. Untuk membuat sistem pakar yang benar-benar berkualitas tinggi sangatlah sulit dan memerlukan biaya yang sangat besar untuk pemeliharaan dan pengembangannya.
3. Boleh jadi sistem tak dapat membuat keputusan.
4. Sistem pakar tidaklah 100% menguntungkan, walaupun seorang tetap tidak sempurna atau tidak selalu benar. Oleh karena itu perlu diuji ulang secara

teliti sebelum digunakan. Dalam hal ini peran manusia tetap merupakan faktor dominan.

2.2.7 Struktur Sistem Pakar

Sistem pakar disusun oleh dua bagian utama, yaitu lingkungan pengembang (*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.

Komponen-komponen sistem pakar dalam kedua bagian tersebut dapat dilihat dalam gambar berikut ini [SUL-08]:



Gambar 2.5 Struktur Sistem Pakar

Sumber :[SUL-08]

1. Pengguna (*User*)

Pada umumnya pengguna sistem pakar adalah orang awam yang membutuhkan solusi, saran, atau pelatihan (*training*) dari berbagai permasalahan yang ada [SUL-08].

2. Antarmuka Pengguna (*User Interface*)

Merupakan mekanisme yang digunakan oleh pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi. Antarmuka menerima informasi dari pemakai dan mengubahnya ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem. Selain itu antarmuka menerima informasi dari sistem dan menyajikannya ke dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pemakai [SUL-08].

3. Akuisisi Pengetahuan atau Penambahan Pengetahuan

Subsistem ini digunakan untuk memasukkan pengetahuan dari seorang pakar dengan cara merekayasa pengetahuan agar bisa diproses oleh komputer dan menaruhnya dalam basis pengetahuan dengan format tertentu (dalam bentuk representasi pengetahuan) [SUL-08].

4. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*)

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan yang diperlukan untuk memformulasikan, memahami, dan menyelesaikan masalah. Basis pengetahuan terdiri dari dua elemen dasar yaitu : fakta dan aturan [SUL-08].

5. Mesin Inferensi (*Inference Engine*)

Sebuah program yang berfungsi untuk memandu proses penalaran terhadap suatu kondisi berdasarkan basis pengetahuan yang ada, manipulasi dan mengarahkan kaidah, model, dan fakta yang disimpan hingga dicapai suatu kesimpulan [SUL-08].

6. Daerah Kerja (*Blackboard*)

Merekam hasil sementara untuk dijadikan keputusan dan untuk menjelaskan masalah yang terjadi. Tiga tipe keputusan yang direkam pada *Blackboard* meliputi: rencana, agenda, dan solusi.

7. Fasilitas Penjelasan (*Explanation Subsystem*)

Fasilitas penjelasan adalah komponen tambahan yang akan meningkatkan kemampuan sistem pakar. Komponen ini menggambarkan penalaran sistem

kepada pemakai. Fasilitas penjelas dapat menjelaskan perilaku sistem pakar dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut [SUL-08]:

- a. Mengapa pertanyaan tertentu ditanyakan oleh sistem pakar?
 - b. Bagaimana kesimpulan tertentu diperoleh?
 - c. Mengapa alternatif tertentu ditolak?
 - d. Apa rencana untuk memperoleh penyelesaian?
8. Sistem Perbaikan Pengetahuan (*Knowledge Refining Sistem*)

Memiliki kemampuan menganalisa pengetahuan yang diperlukan dari seorang pakar dan juga untuk mengevaluasi diri sehingga mengetahui alasan kesuksesan dan kegagalan dalam mengambil keputusan.

2.2.8 Representasi Pengetahuan

Representasi pengetahuan merupakan metode yang digunakan untuk mengkodekan pengetahuan dalam sebuah sistem pakar [SUL-08]. Metode representasi yang cocok untuk pengetahuan bersifat deklaratif adalah:

1. Logika (*Logic*)

Logika merupakan suatu pengkajian ilmiah tentang serangkaian penalaran, sistem kaidah, dan prosedur yang membantu proses penalaran [SUL-08].

2. Jaringan Semantik (*Semantic Nets*)

Jaringan semantik merupakan teknik representasi kecerdasan buatan klasik yang digunakan untuk informasi proposional. Yang dimaksud dengan informasi proposional adalah pernyataan yang mempunyai nilai benar atau salah [SUL-08].

3. Bingkai (*Frame*)

Bingkai merupakan ruang-ruang (*slots*) yang berisi atribut untuk mendeskripsikan pengetahuan. Pengetahuan yang termuat dalam *slot* dapat berupa kejadian, lokasi, situasi, ataupun elemen-elemen lainnya [SUL-08].

Representasi yang cocok untuk pengetahuan prosedural (ada aksi dan reaksi) adalah kaidah produksi (*Production Rule*) [SUL-08]. Dimana kaidah produksi adalah kaidah yang menyediakan cara formal untuk mempresentasikan rekomendasi, arahan, atau strategi. Kaidah produksi

dituliskan dalam bentuk jika-maka (*if-then*). Kaidah *if-then* menghubungkan antiseden (*antecedent*) dengan konsekuensi yang diakibatkannya [SUL-08].

2.2.9 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan berisi pengetahuan-pengetahuan dalam penyelesaian masalah, tentu di dalam domain tertentu. Ada dua bentuk pendekatan basis pengetahuan yang sangat umum digunakan, yaitu [SUL-08]:

1. Penalaran berbasis aturan (*Rule-Based Reasoning*)

Pada penalaran berbasis aturan, pengetahuan direpresentasikan dengan menggunakan aturan berbentuk *if-then*. Bentuk ini digunakan apabila kita memiliki sejumlah pengetahuan pakar pada suatu permasalahan tertentu, dan pakar dapat menyelesaikan masalah tersebut secara berurutan. Disamping itu, juga digunakan apabila dibutuhkan penjelasan tentang jejak (langkah-langkah) pencapaian solusi.

2. Penalaran berbasis kasus (*Case-Based Reasoning*).

Pada penalaran berbasis kasus, basis pengetahuan akan berisi solusi-solusi yang telah dicapai sebelumnya, kemudian akan diturunkan suatu solusi untuk keadaan yang terjadi sekarang (fakta yang ada). Bentuk ini akan digunakan apabila user menginginkan untuk tahu lebih banyak lagi pada kasus-kasus yang hampir sama (mirip). Selain itu, bentuk ini juga digunakan apabila kita telah memiliki sejumlah situasi atau kasus tertentu dalam basis pengetahuan.

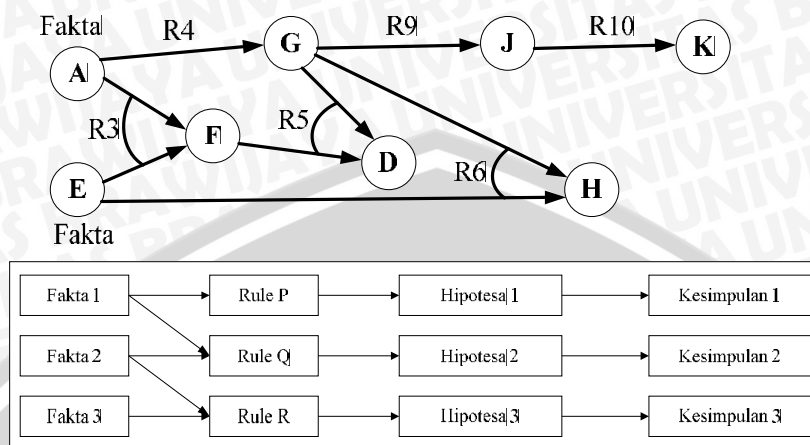
2.2.10 Metode Inferensi

Inferensi merupakan proses untuk menghasilkan informasi dari fakta yang diketahui atau diasumsikan. Proses inferensi dalam sistem pakar disebut mesin inferensi [SUL-08]. Berikut adalah dua jenis metode inferensi [SUL-08]:

2.2.10.1 *Forward Chaining*

Teknik pencarian yang dimulai dengan fakta yang diketahui, kemudian dicocokkan fakta-fakta tersebut dengan bagian *IF* dari aturan *IF-THEN*. Bila ada aturan yang cocok dengan bagian *IF*, maka aturan tersebut dieksekusi. Bila aturan dieksekusi maka sebuah fakta baru (bagian *THEN*) ditambahkan kedalam basis

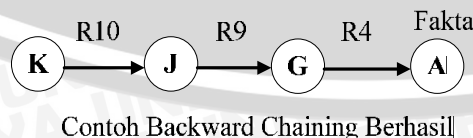
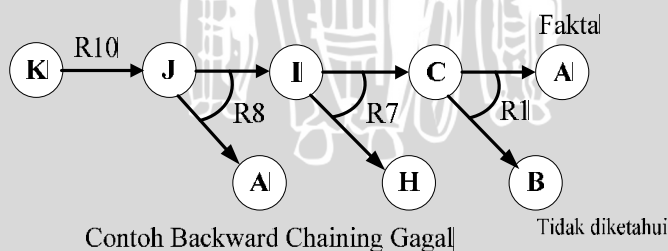
data. Pencocokan dimulai dari aturan teratas dan setiap aturan hanya boleh dieksekusi sekali seperti pada Gambar 2.6.

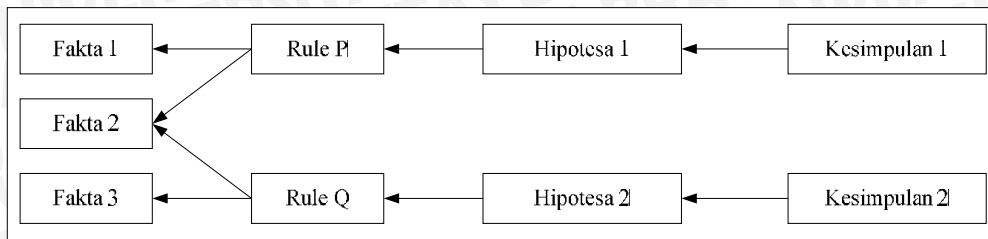


Gambar 2.6 Alur Metode *Forward Chaining*
Sumber :[KUS-03: 118]

2.2.10.2 Backward Chaining

Metode inferensi yang bekerja mundur ke arah kondisi awal. Proses diawali dari *goal* (yang berada pada bagian *THEN* dari aturan *IF-THEN*), kemudian pencarian mulai dijalankan untuk mencocokkan apakah fakta-fakta yang ada cocok dengan premis-premis di bagian *IF*. Jika cocok, maka aturan dieksekusi, kemudian hipotesis di bagian *THEN* ditempatkan di basis data sebagai fakta baru. Jika tidak cocok simpan premis di bagian *IF* ke dalam *subgoal*. Proses berakhir jika *goal* ditemukan atau tidak ada aturan yang bisa membuktikan kebenaran *subgoal* atau *goal* seperti pada Gambar 2.7.





Gambar 2.7 Alur Metode *Backward Chaining*
Sumber : [KUS-03 : 120]

2.3 Ketidakpastian

Jika sistem kecerdasan buatan yang dikembangkan memiliki pengetahuan yang lengkap tentang permasalahan yang akan ditanganinya, maka sistem tersebut dapat dengan mudah memberikan solusi dengan menggunakan pendekatan logika. Akan tetapi, sistem hampir tidak pernah dapat mengakses seluruh fakta yang ada dalam lingkungan permasalahan yang akan ditanganinya, sehingga sistem harus bekerja dalam ketidakpastian dan kesamaran. Untuk itu, sistem harus menggunakan teknik-teknik khusus yang dapat menangani ketidakpastian dan kesamaran dalam menyelesaikan permasalahan yang ditanganinya [PRI-11].

Ada tiga teknik yang dapat digunakan untuk menangani ketidakpastian dan kesamaran pengetahuan, yaitu [PRI-11]:

1. Teknik Probabilitas, yang dikembangkan dengan memanfaatkan teorema Bayes yang menyajikan hubungan sebab akibat yang terjadi diantara *evidence-evidence* yang ada. Pendekatan alternatif lainnya yang dapat digunakan adalah teori Dempster-Shafer.
2. Faktor Kepastian, merupakan teknik penalaran tertua, yang digunakan pada sistem MYCIN. Teknik ini bersifat semi probabilitas, karena tidak sepenuhnya menggunakan notasi probabilitas.
3. Logika Fuzzy, merupakan teknik baru yang diperkenalkan oleh Zadeh. Setiap variable dalam teknik ini memiliki rentang nilai tertentu, yang akan digunakan untuk menghitung nilai fungsi keanggotaannya.

1.4 Teori Dempster-Shafer

Ada berbagai macam penalaran dengan model yang lengkap dan sangat konsisten, tetapi pada kenyataannya banyak permasalahan yang tidak dapat

terselesaikan secara lengkap dan konsisten. Ketidakkonsistenan tersebut adalah akibat adanya penambahan fakta baru. Penalaran yang seperti itu disebut dengan penalaran *non monotonis*. Untuk mengatasi ketidakkonsistenan tersebut maka dapat menggunakan penalaran dengan teori *Dempster-Shafer*.

Secara Umum teori *Dempster-Shafer* ditulis dalam suatu interval seperti pada Persamaan 2.1 dan 2.2 [KUS-03]:

$$[Belief, Plausibility] \dots\dots\dots (2.1)$$

- Belief (Bel) adalah ukuran kekuatan *evidence* dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Jika bernilai 0 maka mengindikasikan bahwa tidak ada *evidence*, dan jika bernilai 1 menunjukkan adanya kepastian.
- *Plausibility* (Pl) dinotasikan sebagai :

$$Pl(s) = 1 - Bel(\neg s) \dots\dots\dots (2.2)$$

Plausibility juga bernilai 0 sampai 1. Jika yakin akan $\neg s$, maka dapat dikatakan bahwa $Bel(\neg s) = 1$, dan $Pl(s) = 0$.

Pada teori *Dempster-Shafer* dikenal adanya *Frame of Discrement* yang dinotasikan dengan θ . Frame ini merupakan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis.

Misalkan : $\theta = \{A, F, D, B\}$

- Dengan :
- A = Alergi;
 - F = Flu;
 - D = Demam;
 - B = Bronkitis.

Tujuannya adalah mengaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen θ . Tidak semua *evidence* secara langsung mendukung tiap-tiap elemen. Sebagai contoh, panas mungkin hanya mendukung $\{F, D, B\}$.

Untuk itu perlu adanya probabilitas fungsi densitas (m). Nilai m tidak hanya mendefinisikan elemen-elemen θ saja, namun juga semua subsetnya. Sehingga jika θ berisi n elemen, maka subset θ adalah 2^n . Kita harus menunjukkan bahwa jumlah semua m dalam subset θ sama dengan 1. Apabila tidak ada informasi apapun untuk memilih keempat hipotesis tersebut, maka nilai :

$$m\{\theta\} = 1,0$$



Jika kemudian diketahui bahwa panas merupakan gejala dari flu, demam, dan bronchitis, dan Y juga merupakan subset dari θ dengan $m = 0,8$ maka:

$$m\{F,D,B\} = 0,8$$

$$m\{\theta\} = 1 - 0,8 = 0,2$$

Apabila diketahui X adalah subset dari θ , dengan m_1 sebagai fungsi densitasnya, dan Y juga merupakan subset dari θ dengan m_2 sebagai fungsi densitasnya, maka dapat dibentuk fungsi kombinasi m_1 dan m_2 sebagai m_3 sehingga didapatkan Persamaan 2.3, yaitu :

$$m_i(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X) \cdot m_2(Y)} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

m = Nilai Densitas (Kepercayaan)

XYZ = Himpunan *Evidence*

\emptyset = Himpunan Kosong

a) Contoh 1:

Si Ani mengalami gejala panas badan. Dari diagnosa dokter, penyakit yang mungkin diderita oleh Si Ani adalah flu, demam, atau bronchitis.

• **Gejala-1: panas**

Apabila diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi panas sebagai gejala dari penyakit flu, demam, dan bronchitis adalah :

$$m_1\{F,D,B\} = 0,8$$

$$m_1\{\theta\} = 1 - 0,8 = 0,2$$

Sehari kemudian Si Ani datang lagi dengan gejala yang baru, yaitu hidungnya buntu.

• **Gejala-2: hidung buntu**

Kemudian diketahui juga nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi terhadap hidung buntu sebagai gejala dari alergi, penyakit flu, dan demam adalah:

$$m_2\{A,F,D\} = 0,9$$

$$m_2\{\theta\} = 1 - 0,9 = 0,1$$

Munculnya gejala baru ini mengharuskan kita untuk menghitung densitas baru untuk beberapa kombinasi (m_3). Untuk memudahkan penghitungan, terlebih dahulu himpunan-himpunan bagian yang terbentuk kita bawa ke bentuk tabel seperti terlihat pada Tabel 2.1. Kolom pertama berisi semua himpunan bagian pada gejala pertama (panas) dengan m_1 sebagai fungsi densitas. Sedangkan baris pertama berisi semua himpunan bagian pada gejala kedua (hidung buntu) dengan m_2 sebagai fungsi densitas.

Tabel 2.1 Aturan Kombinasi untuk m_3 Contoh 1

		$\{A,F,D\}$	$(0,9)$	θ	$(0,1)$
$\{F,D,B\}$	$(0,8)$	$\{F,D\}$	$(0,72)$	$\{F,D,B\}$	$(0,08)$
θ	$(0,2)$	$\{A,F,D\}$	$(0,18)$	θ	$(0,02)$

Sumber : [KUS-03 : 104]

$\{F,D\}$ di peroleh dari irisan antara $\{A,F,D\}$ dan $\{F,D,B\}$. Nilai 0,72 diperoleh dari hasil perkalian $0,9 \times 0,8$. Demikian pula $\{F,D,B\}$ pada baris kedua kolom kedua merupakan irisan dari θ dan $\{F,D,B\}$ pada baris kedua kolom pertama. Hasil 0,08 merupakan perkalian dari $0,1 \times 0,8$.

Sehingga dapat dihitung:

- $m_3\{F,D\} = \frac{0,72}{1-0} = 0,72$
- $m_3\{A,F,D\} = \frac{0,18}{1-0} = 0,18$
- $m_3\{F,D,B\} = \frac{0,08}{1-0} = 0,08$
- $m_3\{\theta\} = \frac{0,02}{1-0} = 0,02$

Dari sini dapat dilihat bahwa, pada mulanya dengan hanya ada gejala panas, $m\{F,D,B\} = 0,8$; namun setelah ada gejala baru yaitu hidung buntu, maka nilai $m\{F,D,B\} = 0,08$. Demikian pula, pada mulanya dengan hanya ada gejala hidung buntu, $m\{A,F,D\} = 0,9$; namun setelah ada gejala baru yaitu panas, maka nilai $m\{A,F,D\} = 0,18$. Dengan adanya 2 (dua) gejala ini, nilai densitas yang paling kuat adalah $m\{F,D\}$ yaitu sebesar 0,72.

Hari berikutnya, Si Ani datang lagi dan memberitahukan bahwa minggu lalu dia baru saja datang dari piknik.

- **Gejala-3 : piknik**

Jika diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi terhadap piknik sebagai gejala dari alergi adalah:

$$m_4\{A\} = 0,6$$

$$m_4\{\emptyset\} = 1 - 0,6 = 0,4$$

maka kita harus menghitung kembali nilai densitas baru untuk setiap himpunan bagian dengan fungsi densitas m_5 . Seperti pada langkah sebelumnya, kita susun tabel (Tabel 2.2) dengan kolom pertama berisi himpunan bagian-himpunan bagian hasil kombinasi gejala-1 dan gejala-2 dengan fungsi densitas m_3 . Sedangkan baris pertama berisi himpunan bagian-himpunan bagian pada gejala-3 dengan fungsi densitas m_4 .

Tabel 2.2 Aturan Kombinasi untuk m_5 Contoh 1

	$\{A\}$ (0,6)	\emptyset (0,4)
$\{F,D\}$ (0,72)	\emptyset (0,432)	$\{F,D\}$ (0,288)
$\{A,F,D\}$ (0,18)	$\{A\}$ (0,108)	$\{A,F,D\}$ (0,072)
$\{F,D,B\}$ (0,08)	\emptyset (0,048)	$\{F,D,B\}$ (0,032)
\emptyset (0,02)	$\{A\}$ (0,012)	\emptyset (0,008)

Sumber : [KUS-03 : 106]

Sehingga dapat dihitung:

- $m_5\{A\} = \frac{0,18+0,012}{1-(0,432+0,048)} = 0,231$
- $m_5\{F, D\} = \frac{0,288}{1-(0,432+0,048)} = 0,554$
- $m_5\{A, F, D\} = \frac{0,072}{1-(0,432+0,048)} = 0,138$
- $m_5\{F, D, B\} = \frac{0,032}{1-(0,432+0,048)} = 0,062$
- $m_5\{\emptyset\} = \frac{0,008}{1-(0,432+0,048)} = 0,015$

Dengan adanya gejala baru ini (Si Ani baru saja datang piknik), nilai densitas yang paling kuat tetap $m\{F,D\}$ yaitu sebesar 0,0554.

b) Contoh 2:

Ada 3 jurusan yang diminati oleh Si Ali, yaitu Teknik Informatika (I), Psikologi (P), atau Hukum (H). Untuk itu dia mencoba mengikuti beberapa tes ujicoba. Ujicoba pertama adalah tes logika, hasil tes menunjukkan bahwa probabilitas densitas: $m_1\{I,P\} = 0,75$. Tes kedua adalah tes matematika, hasil tes menunjukkan bahwa probabilitas densitas: $m_2\{I\} = 0,8$.

Dari hasil tes kedua, dapat ditentukan probabilitas densitas yang baru untuk $\{I,P\}$ dan $\{I\}$, yaitu:

$$\begin{aligned} m_1\{I,P\} &= 0,75 & m_1\{\theta\} &= 1 - 0,75 = 0,25; \\ m_2\{I\} &= 0,8 & m_2\{\theta\} &= 1 - 0,8 = 0,2; \end{aligned}$$

Tabel 2.3 Aturan Kombinasi untuk m3 Contoh 2

		$\{I\}$ (0,8)	θ (0,2)
$\{I,P\}$ (0,75)	$\{I\}$ (0,60)	$\{I,P\}$ (0,15)	
θ (0,25)	$\{I\}$ (0,20)	θ (0,05)	

Sumber : [KUS-03 : 107]

Sehingga dapat dihitung:

- $m_3\{I\} = \frac{0,6+0,2}{1-0} = 0,8$
- $m_3\{I,P\} = \frac{0,15}{1-0} = 0,15$
- $m_3\{\theta\} = \frac{0,05}{1-0} = 0,05$

Di hari berikutnya, Si Ali mengikuti tes ketiga yaitu tes wawancara kewarganegaraan. Hasil tes menunjukkan bahwa probabilitas densitas: $m_4\{H\} = 0,3$. Dengan demikian probabilitas densitas yang baru untuk $\{I,P\}$, $\{I\}$, dan $\{H\}$ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} m_4\{H\} &= 0,3 \\ m_4\{\theta\} &= 1 - 0,3 = 0,7 \end{aligned}$$

Tabel 2.4 Aturan Kombinasi untuk m5 Contoh 2

		$\{H\}$ (0,3)	θ (0,7)
$\{I\}$ (0,80)	\emptyset (0,240)	$\{I\}$ (0,560)	

{I,P}	(0,15)	∅	(0,045)	{I,P}	(0,105)
∅	(0,05)	{H}	(0,015)	∅	(0,035)

Sumber : [KUS-03 : 107]

Sehingga dapat dihitung:

- $m5\{I\} = \frac{0,560}{1-(0,240+0,045)} = 0,783$
- $m5\{I,P\} = \frac{0,105}{1-(0,240+0,045)} = 0,147$
- $m5\{H\} = \frac{0,015}{1-(0,240+0,045)} = 0,021$
- $m3\{\emptyset\} = \frac{0,035}{1-(0,240+0,045)} = 0,049$

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa probabilitas densitas terbesar Si Ali masuk Jurusan Informatika.

1.5 Jenis-jenis Penyakit Sapi

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai jenis-jenis penyakit sapi yang dapat didiagnosa oleh sistem. Daftar jenis penyakit yang bisa dideteksi oleh sistem adalah Penyakit yang disebabkan oleh bakteri, virus, jamur, parasit, gangguan metabolisme, gangguan pencernaan dan gangguan reproduksi.

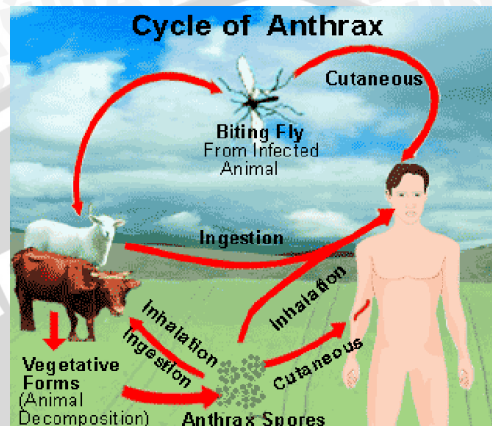
1.5.1 Penyakit Yang Disebabkan Bakteri

Penyakit pada sapi dapat disebabkan oleh bakteri yang timbul karena kebersihan kandang yang kurang ataupun karena bakteri yang dibawa oleh ternak atau makhluk hidup lain. Penyakit yang disebabkan oleh bakteri yaitu antraks, *brucellosis*, *salmonellosis*, *johnne' disease*, *botulisme*, *pink eye*, *backleg*, *tuberculosis*, mastitis, ngorok, radang kuku, dan *vibriosis*.

1.5.1.1 Penyakit Antraks

Penyakit antraks atau radang limpa masih menjadi momok masyarakat karena dapat menular ke manusia. Kejadian di beberapa daerah telah banyak memakan korban akibat mengonsumsi daging sapi yang terjangkit antraks. Penyebab penyakit ini adalah *Bacillus anthracis* yang berupa bakteri berbentuk panjang dan terbungkus kapsul. Gejala-gejala yang menyerang pada

sapi yaitu demam, gelisah, lemah, paha gemetar, nafsu makan hilang dan roboh seperti pada Gambar 2.9. Pada awalnya sapi sulit buang kotoran, tetapi kemudian diare, kotoran bercampur air dan terkadang darah. Serangan antraks akut pada sapi sangat cepat, yakni hanya dalam tempo 1-3 hari [TJA-12]. Pada Gambar 2.8 diilustrasikan tentang siklus terjadinya antraks dan penularannya.



Gambar 2.8 Siklus terjadinya antraks dan penularannya
Sumber : [TJA-12: 16]



Gambar 2.9 Sapi yang mati mendadak karena antraks
Sumber : [TJA-12 : 14]

1.5.1.2 Penyakit *Brucellosis*

Penyakit kluron menular atau disebut juga penyakit *brucellosis* atau keguguran menular, dapat menyebabkan rusaknya alat-alat reproduksi ternak sapi betina, dan bisa menyebabkan sapi mandul. Tanda-tanda penyakit ini adalah terjadinya radang alat kelamin. Sapi bunting akan mengalami keguguran karena penyakit ini atau bila sapi bunting bisa melahirkan, anak sapi akan memiliki

kondisi tidak sehat [TJA-12]. Pada Gambar 2.10 adalah contoh gambar fetus sapi yang mati dengan plasenta dari penderita *brucellosis* yang abortus.



Gambar 2.10 Fetus yang mati dengan plasenta dari penderita *brucellosis* yang abortus

Sumber : [TJA-12 : 19]

1.5.1.3 Penyakit Sapi Ngorok (*Septisemia Epizootica*)

Penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Pasturella multocida* ini menyebar melalui makanan dan minuman yang tercemar bakteri dan menyebabkan ternak sapi mengalami peradangan sehingga menderita kesulitan bernafas seperti sedang mengorok. Penyakit sapi ngorok ini juga dapat disebabkan kebersihan kandang atau sistem sanitasi kandang yang tidak dijaga dengan baik [TJA-12]. Pada Gambar 2.11 adalah contoh sapi yang menderita penyakit ngorok.



Gambar 2.11 Sapi yang menderita penyakit ngorok

Sumber : [IMG-01] dan [IMG-02]

1.5.1.4 Penyakit Mastitis

Penyakit mastitis atau yang biasa disebut radang ambing adalah penyakit yang sering menyerang ternak sapi. Penyakit ini menyebabkan produksi susu menurun, kualitas susu yang dihasilkan juga menurun. Apabila sapi terserang penyakit ini maka ambing sapi mengalami pembengkakan dalam skala tidak

normal. Tanda-tanda lain penyakit ini adanya radang, yang berupa kebengkakan, panas dalam rabaan, rasa sakit (hati-hati atas sepekan waktu memeriksa), warna yang kemerahan (seperti pada Gambar 2.12) dan terganggunya fungsi ambing, jelas dapat ditemukan pada waktu pemeriksaan. Air susu jadi 'pecah', bercampur endapan, konsistensi air susu jadi lebih encer dan warna juga menjadi agak kebiruan, atau putih yang pucat [TJA-12].



Gambar 2.12 Fisik ambing yang mengalami mastitis
Sumber :[TJA-12 : 23]

1.5.1.5 Penyakit TBC (*Tuberculosis*)

Penyakit radang paru-paru atau yang populer disebut penyakit TBC sapi, sangat berbahaya, karena bisa imbal tular dari ternak ke manusia atau sebaliknya. Penyakit ini ditandai dengan pembentukan tuberkel pada alat-alat tubuh yang biasa dipergunakan sebagai tempat berkembangbiaknya kuman-kuman TBC. Ternak yang terserang akan mengalami nafsu makan hilang, badan menjadi kurus, bulu kusam, kering dan tidak mengkilat, sangat sulit bernafas, sering batuk-batuk dan mengeluarkan lendir campur darah [TJA-12]. Pada Gambar 2.13 dapat dilihat sapi yang menderita TBC.



Gambar 2.13 Sapi yang menderita *tuberkulosis*
Sumber :[IMG-03]

1.5.1.6 Penyakit Radang Paha

Penyakit radang paha merupakan penyakit yang menyebabkan nekrosis otot kaki, berwarna merah kehitaman dengan gelembung, menyerang pada sapi muda. Penyakit ini menyebabkan infeksi lokal akut dan keracunan darah yang dapat menyebabkan kematian cepat. Radang paha dapat terjadi setiap saat sepanjang tahun, terutama saat cuaca panas, lembap, atau setelah tiba-tiba mengalami periode dingin [TJA-12].

1.5.1.7 Penyakit *Pink Eye*

Penyakit pink eye atau *infectious bovine keratoconjunctivitis* (IBK), merupakan penyakit yang biasa menyerang sapi. Penyakit ini mudah menular dan menyebabkan radang/inflamasi pada kornea hingga kebutaan. Pink eye termasuk penyakit yang dapat sembuh dengan sendirinya. Penyakit ini bersifat endemik, karena di tempat yang telah terinfeksi dapat berjangkit kembali setiap tahunnya. Gejala-gejalanya memiliki empat tahap. Setiap tahapan jika tidak ada tindakan pengobatan akan berkembang menuju tahap selanjutnya [TJA-12]. Pada Gambar 2.14 dapat dilihat mata sapi yang terkena *pink eye* sehingga menjadi buta.



Gambar 2.14 Sapi yang terserang *pink eye*
Sumber :[TJA-12 : 27 - 28]

1.5.1.8 Penyakit *Johne' Disease*

Penyakit *johnne' disease* ditemukan pada sapi perah dan saat ini penyebaran penyakit ini sudah meluas di berbagai belahan dunia. Gejala klinis pada sapi jarang dapat ditemukan sebelum sapi berumur dua tahun atau lebih. Gejala klinis pada stadium akhir dapat berupa diare kronis dan kehilangan berat badan. Gejala baru muncul setelah sapi berumur 2- 10 tahun, meskipun infeksi terjadi sejak anak sapi dilahirkan [TJA-12].

1.5.1.9 Penyakit *Salmonellosis*

Penyakit *Salmonella typhimurium* paling banyak ditemukan pada kasus diare akut. Sapi dewasa yang terinfeksi dapat bertindak sebagai *Carrier* infeksi bagi sapi-sapi lainnya. Gejala demam, lesu, kurang nafsu makan, bahkan pada sapi perah produksi susu turun, diare bercampur darah dan pada sapi bunting dapat abortus [TJA-12].

1.5.1.10 Penyakit *Botulisme*

Penyakit *botulisme* merupakan penyakit yang melumpuhkan sapi. Gejala penyakit ini yaitu sapi menderita kelumpuhan progresif dan gagal bernapas karena

kelumpuhan otot-otot pernapasan, sapi cenderung memiliki gaya berjalan kaku dan mengeluarkan air liur. Sapi biasanya ditemukan duduk, tidak mampu berdiri, dan napas berat. Sering sapi memanjangkan kaki belakangnya seperti posisi kaki katak untuk memudahkan bernapas seperti pada Gambar 2.15 [TJA-12].



Gambar 2.15 Sapi yang menderita *botulisme*
Sumber :[TJA-12 : 30]

1.5.1.11 Penyakit Radang Kuku

Penyakit radang kuku atau kuku busuk menyerang sapi yang dipelihara dalam kandang yang basah, lembap dan kotor. Gejala penyakit ini yaitu mula-mula sekitar celah kuku bengkak dan mengeluarkan cairan putih keruh, kulit kuku mengelupas, kuku membusuk berwarna merah kehitaman dan kuku berbau busuk. Kadang-kadang tumbuh benjolan yang menimbulkan rasa sakit dan sapi pincang hingga akhirnya lumpuh seperti pada Gambar 2.16[TJA-12].



Gambar 2.16 Sapi yang terserang radang kuku
Sumber :[TJA-12 : 27 - 28]

1.5.1.12 Penyakit *Vibriosis / Campylobacteriosis*

Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *campylobacteriosis* yang merupakan penyebab utama kegagalan reproduksi pada sapi yang disebarkan melalui perkawinan dan ditandai oleh fertilitas dengan jumlah perkawinan yang semakin tinggi untuk satu konsepsi. Umumnya ditemukan kematian dini embrio dan abortus pada bulan keempat sampai akhir masa kebuntingan [TJA-12]. Pada Gambar 2.17 terlihat sapi yang menderita *vibriosis*.



Gambar 2.17 Sapi yang menderita *vibriosis*
Sumber :[TJA-12 : 32]

1.5.2 Penyakit Yang Disebabkan Virus

Penyakit pada sapi dapat disebabkan oleh virus yang timbul karena kebersihan kandang yang kurang ataupun karena virus yang dibawa oleh ternak atau makhluk hidup lain. Penyakit yang disebabkan oleh virus yaitu penyakit demam tiga hari, diare ganas (BVD), *malignat chataral fever*, *bovine herpes virus*, dan penyakitmulut dan kuku (PMK).

1.5.2.1 Penyakit Demam Tiga Hari

Penyakit demam tiga hari atau penyakit kaku. Penyakit ini hanya menyerang sapi dan kerbau dan tidak dapat menulari dan menimbulkan penyakit pada sapi lain. Sapi yang terserang penyakit ini akan sembuh kembali beberapa hari kemudian (2-3 hari). Angka kematian sangat kecil tidak sampai 1%, tetapi angka kesakitan tinggi sehingga merugikan produksi dan tenaga kerja cukup berarti karena sapi yang sedang berlaktasi turun prosuksi susunya dan sapi pekerja tidak

mampu bekerja selama 3-5 hari [TJA-12]. Pada Gambar 2.18 terlihat sapi yang menderita demam tiga hari tidak dapat bekerja hanya terduduk saja.



Gambar 2.18Sapi yang menderita demam tiga hari

Sumber : [IMG-04]

1.5.2.2 Penyakit Diare Ganas (BVD)

Penyakit diare ganas menahun atau *Bovine Viral Diarrhea Mucosal Disease* / BVD-MD. Sapi biasanya sangat peka terhadap infeksi BVD-MD. Sapi berumur di atas satu tahun yang seropositif BVD-MD dapat mencapai 60-80%. Gejala BVD yaitu, masa inkubasi 1-3 minggu, demam, nafsu makan berkurang, dan depresi. Selain itu, diare berlendir dan ada bercak darah berbau busuk, erosi pada selaput lender hidung, lidah, bibir, gusi dan bagian belakang maksila [TJA-12]. Pada Gambar 2.19 terlihat sapi yang menderita BVD mengalami pengecilan otak sehingga ukuran kepala sapi tidak normal.



Gambar 2.19 Sapi yang menderita BVD dengan otak mengecil

Sumber : [IMG-05], [IMG-06] dan [IMG-07]

1.5.2.3 Penyakit *Malignat Chataral Fever*

Penyakit *malignat chataral fever* merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh herpesvirus. Penyakit ini biasanya menyerang sapi yang masih muda dan banyak ditemukan pada sapi yang dipelihara bersama-sama domba. Konsistensi feses pada sapi yang menderita penyakit ini bervariasi dari lembek sampai encer [TJA-12]. Pada Gambar 2.20 terlihat sapi yang menderita MCF.



Gambar 2.20 Sapi yang menderita MCF
Sumber : [TJA-12 : 38]

1.5.2.4 Penyakit Mulut dan Kuku

Penyakit mulut dan kuku (PMK) atau *foot and mouth disease* merupakan penyakit hewan yang terjadi hampir pada seluruh negara di dunia, penyakit ini sangat cepat menular dan menimbulkan kerugian besar bagi peternak. Penyakit mulut dan kuku (PMK) merupakan salah satu penyakit sapi yang dimasukkan kedalam daftar A Organisasi Kesehatan Hewan dunia. Gejala klinis yang tampak pada hewan yang terserang penyakit ini hampir sama dengan penyakit sapi ngorok, namun yang paling nampak jelas dan membedakan adalah ternak yang terserang penyakit ini mengalami luka seperti luka melepuh pada mulut bagian dalam dan daerah sekitar kuku seperti terlihat pada Gambar 2.21 [TJA-12].



Gambar 2.21 Sapi yang menderita PMK
Sumber :[TJA-12 : 38 - 39]

1.5.2.5 Penyakit *Bovine Herpes Virus*

Penyakit *bovine herpes virus* atau disebut IBR memiliki tiga subtype utama yaitu BHV-1.1, BHV-1.2 dan BHV-1.3. BHV-1 ditemukan pertama kali pada awal 1950 di Amerika Serikat Barat. Masa inkubasi penyakit hanya beberapa hari sampai satu minggu. Setelah masa inkubasi awal berbagai gejala dapat terlihat, yaitu demam tinggi, batuk, gangguan pernapasan, leleran hidung, konjungtivitis dan aborsi [TJA-12]. Pada Gambar 2.22 terlihat sapi yang menderita IBR pada mulut dan hidung.



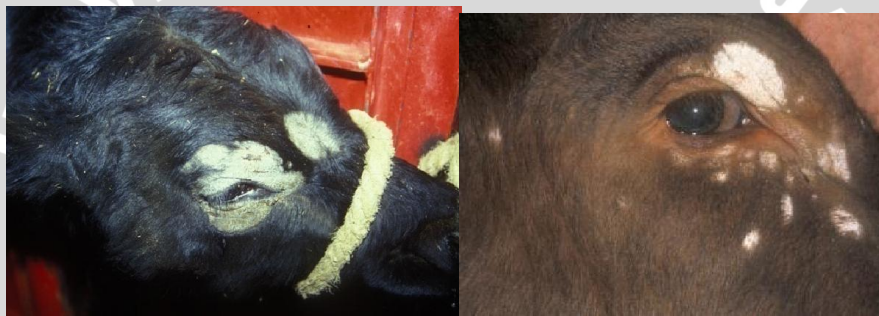
Gambar 2.22 Sapi yang menderita IBR pada mulut dan hidung
Sumber :[TJA-12 : 40]

1.5.3 Penyakit Yang Disebabkan Jamur

Penyakit pada sapi dapat disebabkan oleh jamur yang timbul karena penularan yang dibawa oleh ternak atau makhluk hidup lain. Penyakit yang disebabkan oleh jamur yaitu *ringworm* dan *aspergilosis*.

1.5.3.1 Penyakit *Ringworm*

Penyakit ini merupakan penyakit menular pada permukaan kulit yang disebabkan oleh jamur. Tingkat kematian sapi karena penyakit ini rendah, tetapi kerugian ekonomis yang ditimbulkan sangat besar, yaitu mutu kulit menurun dan berat badan terus menurun karena sapi terlalu gelisah [TJA-12]. Pada Gambar 2.23 terlihat kulit pada sapi yang terkena *ringworm*.



Gambar 2.23 Sapi yang menderita *ringworm*

Sumber : [TJA-12 : 42]

1.5.3.2 Penyakit *Aspergilosis*

Penyakit ini terjadi radang pada ari-ari yang menyebabkan keguguran. Keguguran sering dikelirukan dengan penyakit lain, seperti brucellosis, vibriosis atau leptospirosis [TJA-12].

1.5.4 Penyakit Yang Disebabkan Parasit

Penyakit pada sapi dapat disebabkan oleh parasit. Penyakit yang disebabkan oleh parasit yaitu surra, cacingan, kudisan menular dan belatungan.

1.5.4.1 Penyakit Surra

Penyakit surra pada sapi sering disebut dengan sapi gila oleh masyarakat karena sapi mengamuk, berputar-putar tanpa arah (inkordinasi) dan susah

dikendalikan oleh pemiliknya. Hal ini dikarenakan parasit darah sudah menyerang otak dan saraf sehingga terjadi inkordinasi seluruh tubuh. Oleh karena itu, pemilik sapi membiarkan sapi terlepas karena membahayakan sehingga sapi ditemukan sudah tidak bernyawa [TJA-12]. Pada Gambar 2.24 terlihat sapi yang menggila mengamuk karena terkena penyakit surra.



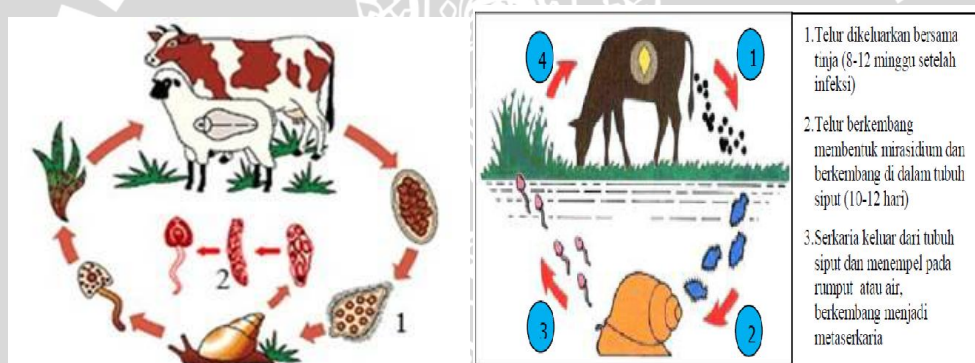
Gambar 2.24 Sapi yang menderita surra sedang mengamuk
Sumber :[TJA-12 : 46 - 47]

1.5.4.2 Penyakit Cacingan

Sapi-sapi yang dipelihara secara tradisional kebanyakan terserang penyakit cacingan. Berat ringannya akibat yang ditimbulkan oleh serangan parasit cacing tergantung pada jenis cacing, jumlah cacing yang menyerang, umur sapi yang terserang dan kondisi pakan [TJA-12]. Pada Gambar 2.25 terlihat sapi yang terkena cacingan pada bagian hati, usus dan mata. Untuk mengetahui siklus hidup cacing dapat dilihat pada Gambar 2.26.



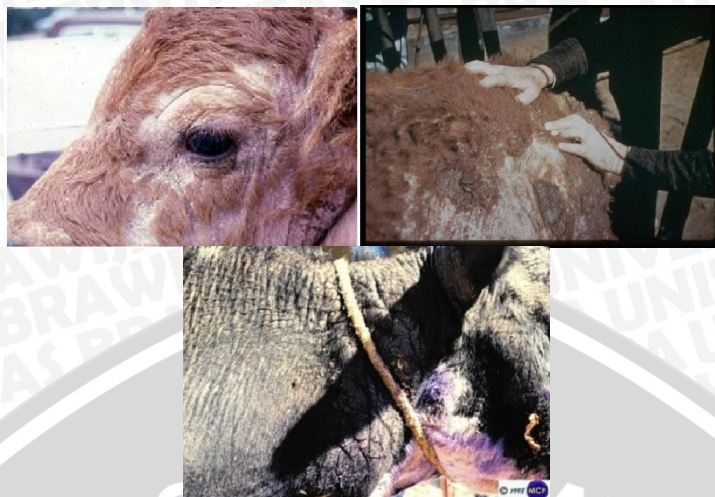
Gambar 2.25 Sapi yang menderita Cacingan
Sumber :[TJA-12 : 54]



Gambar 2.26 Siklus hidup cacing
Sumber :[TJA-12 : 50]

1.5.4.3 Penyakit Kudisan Menular

Penyakit ini ditularkan melalui perantara lalat rumah. Kaki lalat tersebut yang terkena air mata sapi yang menderita penyakit akan menularkan ke sapi lain pada saat lalat hinggap didekat mata. Penularan penyakit ini terjadi melalui kontak langsung antara sapi sakit dan sehat atau melalui peralatan kandang yang tercemar oleh tungau. Penyakit ini merupakan penyakit yang bersifat zoonosis, dapat menular ke manusia [TJA-12]. Pada Gambar 2.27 terlihat sapi yang terkena kudisan menular pada tubuhnya.



Gambar 2.27 Sapi yang menderita Kudisan Menular
Sumber :[TJA-12 : 56]

1.5.4.4 Penyakit Belatungan

Belatungan adalah invasi belatung pada jaringan tubuh sehingga menyebabkan kerusakan pada jaringan tersebut. Myasis berawal dari luka karena trauma yang dibiarkan terbuka didukung oleh lingkungan kandang yang kotor sehingga mempermudah lalat kontak dengan luka [TJA-12]. Pada Gambar 2.28 terlihat kondisi sapi yang menderita belatungan.



Gambar 2.28 Sapi yang menderita belatungan
Sumber :[IMG-08]

1.5.5 Penyakit Karena Gangguan Metabolisme

Penyakit pada sapi dapat juga disebabkan karena gangguan metabolisme pada tubuh. Penyakit karena gangguan metabolisme yaitu kelumpuhan dan sindrom sapi ambruk (SSA).

1.5.5.1 Penyakit Kelumpuhan

Salah satu penyakit metabolik yang sering dialami oleh sapi perah, yakni kelumpuhan. Penyakit ini banyak menyerang sapi perah pada saat 48-72 jam setelah melahirkan, pada masa laktasi ketiga atau pada sapi yang sudah tua dan produksi susunya tinggi [TJA-12]. Pada Gambar 2.29 terlihat sapi yang menderita kelumpuhan tidak dapat berjalan atau berdiri.



Gambar 2.29 Sapi yang menderita kelumpuhan
Sumber :[IMG-09]

1.5.5.2 Penyakit Sindrom Sapi Ambruk

Sindrom sapi ambruk merupakan gangguan fungsional yang bersifat kompleks. SSA sering ditemukan pada sapi perah dengan diawali gejala *milk fever*, penderita tidak mampu bangun meskipun sudah diberikan pengobatan [TJA-12]. Pada Gambar 2.30 terlihat sapi yang menderita SSA tidak dapat bangun.



Gambar 2.30 Sapi yang menderita SSA
Sumber :[IMG-10]

1.5.6 Penyakit Karena Gangguan Pencernaan

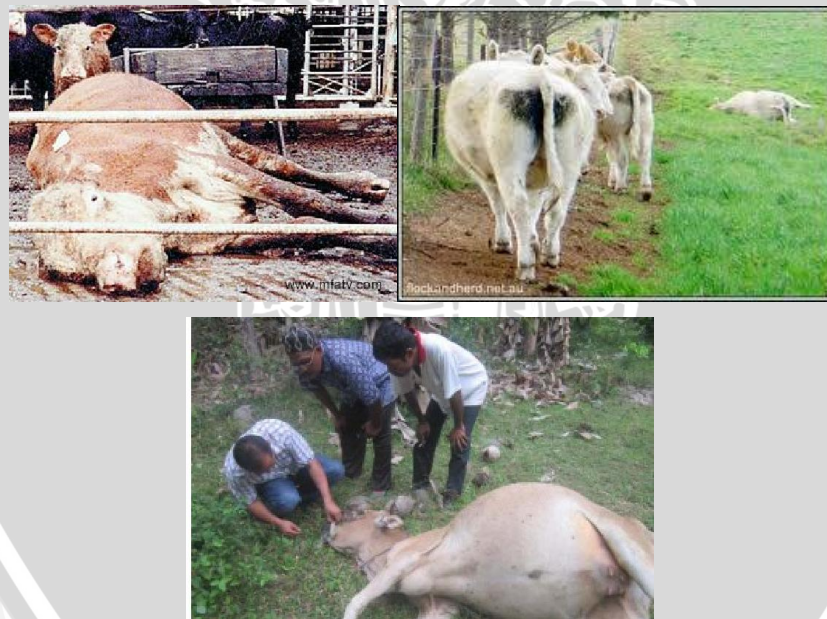
Penyakit pada sapi dapat disebabkan juga karena gangguan pencernaan. Penyakit karena gangguan pencernaan yaitu indigesti sederhana, kembung sapi, dan asidosis rumen.

1.5.6.1 Penyakit Indigesti Sederhana

Indigesti sederhana merupakan sindrom gangguan pencernaan yang berasal dari rumen atau reticulum, ditandai dengan penurunan atau hilangnya gerak rumen. Indigesti sederhana biasanya terjadi hanya beberapa jam sampai dua hari dan sering tidak diperhatikan oleh peternak. Penyakit ini merupakan gejala awal dari suatu penyakit organik lainnya [TJA-12].

1.5.6.2 Penyakit Kembang Sapi

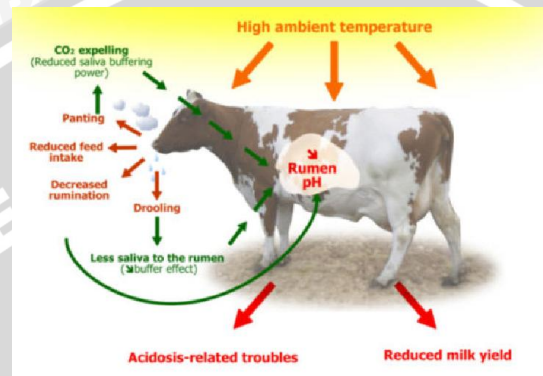
Kembang adalah suatu keadaan rumen yang mengembang atau membesar dengan tidak normal karena akumulasi kelebihan gas yang tidak keluar. Rumen merupakan bagian dari perut yang paling besar dengan kapasitas 100-230 L. Rumen tersebut terletak pada bagian sebelah kiri. Oleh karena itu, apabila sapi menderita kembang, perut kiri tampak menonjol, karena rumen yang mengembang terdorong keuar ke segala arah. [TJA-12]. Pada Gambar 2.31 terlihat sapi yang mengalami kembang memiliki perut yang membesar.



Gambar 2.31 Sapi yang menderita kembang
Sumber : [TJA-12 : 65]

1.5.6.3 Penyakit Asidosis Rumen

Asidosis terjadi apabila sapi mengonsumsi karbohidrat yang cepat difermentasi dalam alat pencernaan sapi dalam jumlah yang cukup banyak. Hal ini menyebabkan akumulasi nonfisiologi dan penurunan pH. Asam organik merupakan produk fermentasi mikrobial [TJA-12]. Pada Gambar 2.32 menunjukkan proses asidosis rumen.



Gambar 2.32 Asidosis Rumen
Sumber : [TJA-12 : 67]

1.5.7 Penyakit Karena Gangguan Reproduksi

Penyakit pada sapi dapat disebabkan juga karena gangguan reproduksi. Penyakit karena gangguan reproduksi yaitu indigesti retensi plasenta dan distokia.

1.5.7.1 Penyakit Retensi Plasenta

Retensi plasenta merupakan suatu kegagalan pengeluaran plasenta fetalis dari alat kelamin induknya dalam waktu 1-12 jam setelah kelahiran anaknya. Retensi plasenta pada sapi dapat terjadi pada kasus abortus setelah bulan kelima, kesulitan melahirkan, rahim berputar, rahim berisi cairan, kekurangan kalsium, kebutaan, eksitasi waktu melahirkan, kelahiran yang dipaksakan, kegemukan dan defisiensi vitamin A, E dan selenium [TJA-12]. Pada Gambar 2.33 terlihat sapi mengeluarkan selaput fetus karena gejala retensi plasenta.



Gambar 2.33 Sapi mengeluarkan selaput fetus sebagai salah satu gejala Retensi Plasenta

Sumber :[IMG-11]

1.5.7.2 Penyakit Distokia

Distokia atau kesulitan melahirkan merupakan suatu kondisi stadium pertama kelahiran dan kedua yang lebih lama sehingga menjadi sulit dan tidak mungkin lagi bagi induk untuk mengeluarkan fetus [TJA-12]. Pada Gambar 2.34 terlihat sapi yang mengalami distokia.



Gambar 2.34 Sapi yang mengalami Distokia

Sumber :[IMG-12]

1.6 Pengujian Validasi (*Black Box*)

Pengujian validasi digunakan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun sudah benar sesuai dengan yang dibutuhkan. Pengujian validasi menggunakan metode pengujian *Black Box*, karena tidak difokuskan terhadap alur jalannya algoritma program namun lebih ditekankan untuk menemukan kesesuaian antara kinerja sistem dengan daftar kebutuhan [FIT-12].

1.7 Pengujian Akurasi

Akurasi merupakan seberapa dekat suatu angka hasil pengukuran terhadap angka sebenarnya (*true value / reference value*). Dalam penelitian ini pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui performa dari sistem pakar dalam memberikan kesimpulan diagnosa. Pengujian akurasi diagnosa dihitung dari jumlah diagnosa yang tepat dibagi dengan jumlah data. Secara umum perhitungan akurasi seperti pada Persamaan 2.4 [FIT-12]:

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{\text{Jumlah data akurat}}{\text{Jumlah seluruh data}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.4)$$

1.8 Pengujian Mc-Nemar Dua Sampel Berhubungan Non-parametrik

Pengujian Mc-Nemar ini digunakan untuk pengujian non-parametrik dengan tipe data nominal atau ordinal. Pengujian ini biasanya digunakan untuk mengukur nilai sebelum dan sesudah pengukuran untuk subyek yang sama atau berbeda tetapi berhubungan. Pengujian Mc-Nemar menggunakan transformasi dari pengujian *Chi-Square* dengan derajat kebebasan (*degree of freedom (d.f)*) sebesar 1, dapat dilihat pada Persamaan 2.5 [JOG-08]:

$$\chi^2 = \frac{(|X_{11} - X_{22}| - 1)^2}{(X_{11} + X_{22})} \dots\dots\dots (2.5)$$