PEMODELAN SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN APEL MANALAGI DENGAN METODE *BACKWARD CHAINING* MENGGUNAKAN *CERTAINTY FACTOR*

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Muhammad Burhannudin
NIM: 105060807111002

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017

PENGESAHAN

PEMODELAN SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN APEL MANALAGI DENGAN METODE BACKWARD CHAINING MENGGUNAKAN CERTAINTY FACTOR
SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :
Muhammad Burhannudin
NIM: 105060807111002

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
27 April 2017
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Suprapto, S.T, M.T	Nurul Hidayat, S.Pd, M.Sc
NIP: 19710727 199603 1 001	NIP:19680430 200212 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP: 19710518 200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 27 April 2017

Muhammad Burhannudin

NIM: 105060807111002

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Pemodelan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Apel Manalagi Dengan Metode *Backward Chaining* Menggunakan *Certainty Factor*".

Skripsi ini disusun dan diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi Teknik Informatika Filkom Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki, karena itu tanpa keterlibatan dan sumbangsih dari berbagai pihak, sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Maka dari itu dengan segenap kerendahan hati patutlah penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Suprapto, S.T, M.T selaku pembimbing I dan Bapak Nurul Hidayat, S.Pd, M.Sc sebagai pembimbing II. Terima kasih atas semua waktu dan bimbingan dan nasehat yang telah diberikan dalam proses penyelesain skripsi ini.
2. Segenap bapak dan ibu dosen yang telah mendidik dan mengamalkan ilmunya kepada penulis.
3. Segenap staf dan karyawan PTIIK Universitas Brawijaya yang telah membantu kelancaran pengerjaan skripsi.
4. Sahabat-sahabat yang telah membantu dalam kelancaran skripsi ini serta seluruh warga program studi Informatika Universitas Brawijaya yang telah selalu bersama dalam perjalanan mencari ilmu.
5. Semua pihak lain yang telah membantu terselesaikannnya skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diperlukan untuk memperbaiki mutu penulisan selanjutnya dan juga kebaikan penulis secara pribadi.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Malang, 27 April 2017

Penulis

bhan025@gmail.com

ABSTRAK

Apel merupakan tanaman buah yang dapat hidup dengan baik di dataran tinggi. Tanaman ini ada di indonesia sejak tahun 1934. Sebagaimana tanaman buah lainnya, apel juga rentan terhadap penyakit. Memelihara tanaman dari penyakit juga merupakan usaha untuk melestarikan lingkungan. Salah satu bentuk perusakan tersebut adalah kelalaian petani dalam memelihara tanaman dari serangan penyakit. Pembuatan sistem ini merupakan upaya untuk menjalankan peran manusia. Sistem ini diharapakan dapat membantu para petani, khususnya, untuk dapat mengidentifikasi penyakit tanaman apel secara tepat dan tepat. Sehingga bisa meminimalisi dampak yang ditimbulkan. Aplikasi ini dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrogaman PHP dan database MySQL. Keduanya merupakan kombinasi yang paling populer dalam pembuatan aplikasi berbasis web. Sedangkan metode inferensi yang digunakan adalah *Backward chaining* dimana pelacakan berdasarkan data atau fakta kemudian menuju pada konklusi berupa kesimpulan penyakit yang menyerang tanaman apel. Pengujian yang dilakukan dengan membandingkan kesesuaian hasil keluaran sistem dengan hasil diagnosis pakar. Dari pengujian 30 data kasus didapatkan tingkat akurasi pengujian pemodelan sistem pakar menggunakan metode *Certainty Factor* pada sistem diagnosis penyakit tanaman apel sebesar 93,3%. Dengan hasil akurasi tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu menggantikan peran pakar.

Kata Kunci : Apel, *Certainy Factor, Backward Chaining*

ABSTRACT

Apple is a fruit plant that can live well in the highlands. This plant in Indonesia since 1934. As other fruit crops, apples are also susceptible to the disease. Maintaining plants from disease is also an attempt to preserve the environment. One form of such vandalism is negligence of farmers in preserving plants from disease. Making this system an attempt to perform human roles. This system is expected to help farmers, in particular, to be able to identify precisely the apple crop diseases and appropriate. So can meminimalisi impact. This application is developed using PHP programming language and MySQL database. Both are a combination of the most popular in the manufacture of web-based applications. While the inference method used is Backward chaining where the tracking based on data and facts and then headed to the conclusion in the form of conclusions disease that attacks apple crop. Tests performed by comparing the suitability of the output with the diagnosis expert system. Of the 30 test case data obtained accuracy rate testing expert system modeling using Certainty Factor on apple crop disease diagnosis system amounted to 93.3%. With the accuracy of the results indicate that the system is able to replace the role of experts.

Keywords: Appel, *Certainy Factor, Backward Chaining*

DAFTAR ISI

PENGESAHAN ii
PERNYATAAN ORISINALITAS iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Manfaat 3
1.5 Batasan Masalah 3
1.6 Sistematika pembahasan 3
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN 5
2.1 Kajian Pustaka 5
2.3 Sistem Pakar 6
2.4 Permasalahan Yang Disentuh Oleh Sistem Pakar 7
2.5 Penalaran berbasis kasus (*Case Based Reasoning*) 8
2.6 Metode Pemecahan Masalah (Metode Inferensi) 8
2.8 *Certainty Factor* 10
2.8.1 Kelebihan dan Kekurangan Metode *Certainty Factor* 13
2.8.2 Perhitungan Akurasi 13
2.9 *Basis Data* 14
2.10 PHP 15
2.11 Apel Manalagi 15
BAB 3 METODOLOGI 24
3.1 Penelitian 24

3.2 Pengumpulan Data 25
3.3 Lingkungan Implementasi 25
3.3.1 Lingkungan Implementasi Perangkat Keras 25
3.3.2 Lingkungan Implementasi Perangkat Lunak 25
3.4 Perancangan Sistem 26
3.5 Implementasi Sistem 27
3.6 Pengujian Sistem 27
3.7 Pengambilan Kesimpulan 28
BAB 4 PERANCANGAN 29
PERANCANGAN 29
4.1 Perancangan Perangkat Lunak 29
4.1.1 Identifikasi Aktor 30
4.1.2 Analisis Kebutuhan Proses 32
4.1.3 Analisis Kebutuhan Keluaran 33
4.2 Perancangan Sistem Pakar 33
4.2.1 Akuisisi pengetahuan 33
4.2.2 Basis Pengetahuan 41
4.2.3 Representasi Pengetahuan 41
4.2.4 Mesin Inferensi 43
4.2.5 Blackboard 48
4.2.6 Fasilitas Penjelas 48
4.2.7 Antar Muka (*Interface*) 48
BAB 5 iMPLEMENTASI 53
5.1 Sistem Spesifikasi 53
5.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras 54
5.1.2 Spesifikasi perangkat Lunak 54
5.2 Batasan-batasan Implementasi 54
5.3 Implementasi Algortime 54
5.3.1 Proses Perhitungan *Certainty Factor* 55
5.4 Implementasi Antarmuka 56

5.4.1 Implementasi Halaman Utama 57
5.4.2 Implementasi Halaman Informasi 57
5.4.3 Implementasi Halaman Diagnosis 58
5.4.4 Halaman Login Admin 59
5.4.5 Halaman Data Penyakit 60
5.4.6 Halaman Tambah Penyakit 61
5.4.7 Halaman Ubah Penyakit 61
5.4.8 Halaman Data Gejala 61
5.4.9 Halaman tambah gejala 62
5.4.10 Halaman Ubah gejala 62
5.4.11 Halaman Aturan Diagnosis 63
5.4.12 Halaman tambah aturan 63
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS 64
6.1 Pengujian Validasi 64
6.2 Pengujian akurasi 66
6.3 Hasil pengujian akurasi 70
BAB 7 PENUTUP 71
7.1 KESIMPULAN 71
7.2 SARAN 71
DAFTAR PUSTAKA 72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konsep Dasar Sistem Pakar 7
Gambar 2 3 Forward Chaining 9
Gambar 2 4 Backward Chaining 9
Gambar 2 5 Basis Data Dalam Sebuah Harddisk 14
Gambar 2.6Penyakit Kutu hijau (*Aphis pomi Geer*) 16
Gambar 2.7 Penyakit Tungau, Spinder mite, cambuk merah (*panonychus Ulmi*) 17
Gambar 2.8Penyakit Trips 18
Gambar 2.9 Penyakit Ulat daun (*Spodoptera litura)* 18
Gambar 2.10 Penyakit Embun Tepung (*Powdery Mildew)* 19
Gambar 2.11 Penyakit bercak daun (*Marssonina coronaria J.J. Davis*) 20
Gambar 2.12 Penyakit kanker (*Botryosphaeria Sp.*) 20
Gambar 2.13 Penyakit Busuk buah (*Gloeosporium Sp.*) 21
Gambar 2.14 penyakit Busuk Akar (*Armilliaria Melea*) 21
Gambar 2.15 Penyakit CVPD 22
Gambar 2.16 Penyakit Blendok 22
Gambar 2.17 Penyakit Woody Gall 23
Gambar 2.18 Penyakit Buah Gugur Prematur 23

Gambar 3.1 Blok Diagram Metodologi Penelitian 24
Gambar 3.2 Blok Diagram Perancangan Aplikasi 26
Gambar 3.3 Blok Diagram Implementasi Sistem 27
Gambar 3.4 Blok Diagram Pengujian Sistem 27
Gambar 3.5 Blok Diagram Pengujian Akurasi Sistem 28

Gambar 4 1Pohon Perancangan 29
Gambar 4.2 Flowchart Sistem Dengan Metode Certainty Factor 44
Gambar 4.3 Flowchart Perhitungan Nilai Certainty Factor tiap Penyimpangan ... 45
Gambar 4.4 Tampilan Form Program Utama 49
Gambar 4.5 Form diagnosis penyakit 49
Gambar 4.6 Form Hasil Diagnosis Penyakit 50
Gambar 4.7 Form Detail Penyakit 50
Gambar 4.8 Form Login Admin 50
Gambar 4.9 Form Halaman Utama Admin 51
Gambar 4.10 Form Isi Penyakit (admin) 51
Gambar 4.11 Form Laporan Penyakit (admin) 51
Gambar 4.12 Form gejala Penyakit (admin) 52

Gambar 5.1 Pohon Implementasi 53
Gambar 5.2 Implementasi algoritma perhitungan CF 56
Gambar 5 3 Implementasi halaman utama 57
Gambar 5.4 Implementasi Halaman Informasi 57
Gambar 5.5 Implementasi halaman informasi penyakit 58
Gambar 5.6 Implementasi Halaman Diagnosis 58
Gambar 5 7 Tampilan Hasil Diagnosis 59
Gambar 5.8 Tampilan Halaman login Admin 59
Gambar 5.9 Tampilan Halaman Utama Admin 60
Gambar 5.10 Tampilan Halaman Data Penyakit 60
Gambar 5.11 Tampilan Halaman Tambah Penyakit 61
Gambar 5.12 Tampilan Halaman Edit Penyakit 61
Gambar 5.13 Tampilan Halaman Data Gejala 62
Gambar 5.14 Tampilan Halaman Tambah Gejala 62
Gambar 5.15 Tampilan Halaman Edit Gejala 62
Gambar 5.16 Tampilan Halaman Aturan Diagnosis 63
Gambar 5.17 Tampilan Halaman Tambah Aturan 63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Interpretasi Nilai CF 10
Tabel 2.2 Interpretasi Nilai Bobot 11
Tabel 2.3 Aturan Penyakit Influensa 12

Tabel 4.1 Identifikasi Aktor 30
Tabel 4.2 Daftar Kebutuhan Fungsional 30
Tabel 4.3 Daftar Kebutuhan Non – Fungsional 32
Tabel 4.4 Jenis Penyakit Pada Tanaman Apel 33
Tabel 4 5 Gejala Penyakit Tanaman Apel 34
Tabel 4.6 Akuisis Penyakit Tanaman Apel 36
Tabel 4.7 Nilai Bobot CF Gejala Penyakit Tanaman Apel 38
Tabel 4.8 Rule (Aturan) 41
Tabel 4.9 Pencocokan Gejala Input-an Pengguna dengan Gejala pada Sistem 46
Tabel 4.10 Gejala dan Nilai CFPenyakit kutu Hijau 46
Tabel 4.11 Gejala dan Nilai CFPenyakit embun tepung (Powdery Mildew) 46
Tabel 4.12 Gejala dan Nilai CFPenyakit Bercak Daun 47
Tabel 4.13 Gejala dan Nilai CFPenyakit kanker 47
Tabel 4.14 Gejala dan Nilai CF Penyakit Blendok 48
Tabel 4.15 Gejala dan Nilai CFPenyakit Kudis 48

Tablel 5.1 Spesifikasi Perangkat Keras 54
Tablel 5.2 Spesifikasi Perangkat Lunak 54

Tabel 6 1 Hasil Pengujian Validasi 64
Tabel 6 2 Hasil Pengujian Akurasi Hasil Diagnosis Sistem dengan Hasil Diagnosis Pakar 66

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Batu adalah merupakan salah satu Kota Agropolitan yang terletak di Provinsi Jawa Timur yang sangat potensial untuk pengembangan di bidang pertanian. Salah satu produksi pertanian yang memiliki keunggulan di Kota Batu adalah tanaman apel. Apel adalah tanaman buah tahunan yang tumbuh baik di daerah dataran tinggi. Hasil produksi apel di Kota Batu merupakan yang terbesar di Jawa Timur dan di Indonesia, dimana pada tahun 2014 populasi tanaman apel di Kota Batu mencapai 2,1 juta pohon dan mampu menghasilkan buah apel sebanyak 708,43 ton. Apel manalagi merupakan buah yang banyak diminati oleh masyarakat di Indonesia, karena memiliki rasa yang enak dan juga banyak memiliki kandungan vitamin yang bermanfaat bagi kesehatan. Dengan semakin meningkatnya jumlah peminat buah apel manalagi, maka petani tanaman apel juga harus meningkatkan hasil produksi tanaman apel manalagi.

Dalam meningkatkan hasil produksi tanaman apel petani kesulitan mencegah dan menanggulangi hama penyakit yang menyerang tanaman apel. Menurut Luthfianto (2008), tanaman apel manalagi di Kecamatan Bumiaji Batu produksinya menurun drastis dalam beberapa bulan terakhir. Padahal Kecamatan ini merupakan penghasil apel terbesar di Kota Batu. Penurunan ini diakibatkan tanaman apel manalagi diserang hama penyakit berupa kutu sisik, milda atau cambuk putih, kutu daun hijau dan kembang daun. Sehingga petani apel gagal panen dan mengalami kerugian sehingga hasil panen tidak memenuhi target yang diharapkan. Serangan penyakit tanaman apel manalagi tersebut dapat teratasi dengan baik apabila petani mampu mengidentifikasi jenis penyakit yang menyerang tanaman apel dengan baik berdasarkan pada gejala muncul. Sehingga dampak yang ditimbulkan bisa diminimalisir dengan baik. Dalam mengatasi permsalahan tersebut dibutuhkan tindakan yang cepat dan tepat dalam mendiagnosis hama penyakit tersebut melalui pembuatan sistem pakar. Sesuai dengan kemampuan sistem pakar yang merupakan salah satu cabang dari ilmu kecerdasan buatan, yaitu mampu untuk bertindak sebagaimana seorang pakar pada ilmu bidang tertentu. Peneliti berfikir untuk memudahkan petani apel dan PPL (penyuluh pertanian lapangan) di Kota Batu dalam mendiagnosis penyakit tanaman apel sedini mungkin, sehingga tanaman apel dapat segera teratasi.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Son Wicaksana Arif tentang "Sistem Pakar Metode *Forward Chaining* Untuk Menidentifikasi Hama Dan Penyakit Tanaman Apel". *Forward Chaining* adalah suatu teori yang melakukan penalaran dari suatu masalah kepada solusinya. Jika klausa premis sesuai dengan situasi (bernilai *TRUE*), maka proses akan menyatakan konklusi. *Forward*

Chaining adalah *data-driven* karena inferensi dimulai dengan informasi yang tersedia dan baru konklusi diperoleh. Penelitian tersebut dipusatkan pada banyaknya gejala dan penyakit yang ada pada tanaman apel.

Pada penelitian ini digunakan metode *Backward Chaining* menggunakan *Certainty Factor*. *Backward Chaining* ini adalah dapat membuat kesimpulan-kesimpulan baru meskipun fakta-fakta yang ada tidak memenuhi kriteria, karena mesin akan memproses terus fakta-fakta yang ada ke belakang atau bagian kondisi suatu aturan. Dalam pengambilan keputusan terkadang muncul sebuah ketidak pastian dalam pengambilan keputusan. Metode *Certainty Factor* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mengatasi ketidak pastian dalam pengambilan keputusan. *Certainty Factor* dapat terjadi dengan berbagai kondisi.

Pada penelitian yang berkaitan dengan metode *Backward Chaining*, peneliti membangun sebuah sistem pakar yang dapat membantu melakukan diagnosis terhadap penyakit pada hewan babi. Sistem pakar merupakan sebuah aplikasi yang berisi fakta, pengetahuan, dan penalaran yang dapat digunakan untuk menyelesaikan sebuah permasalahan yang membutuhkan keahlian khusus. Teknik penalaran yang digunakan dalam sistem ini adalah penalaran runut balik/ *Backward Chaining*. Fakta dan pengetahuan sistem diperoleh dari seorang dokter hewan yang memiliki keahlian dalam mendiagnosis penyakit pada hewan babi. Sistem memiliki kemampuan memberikan diagnosis terhadap satu atau lebih penyakit yang diderita oleh seekor babi. Berdasarkan uji coba ketepatan diagnosis yang diberikan sistem cukup baik 87% (Wisha Alvaliani, 2005).

Pada penelitian berikutnya penelitian lain telah melakukan penelitian dengan menggunakan metode *Certainty Factor* diantaranya Penelitian terkait metode *Certainty Factor* ini pernah dilakukan oleh Nur Anjas Sari dengan judul "Sistem Pakar Mendiagnosis Penyakit Demam Berdarah Menggunakan Metode *Certainty Factor*". Metode *Certainty Factor* yang dilakukan pada penelitian tersebut digunakan untuk pengolahan pengetahuan untuk mendapatkan kesimpulan berupa hasil diagnosis. Penelitian tersebut menghasilkan tingkat akurasi sebesar 92% (Nur Anjas Sari, 2010).

Jadi Berdasarkan penelitian sebelumnya, penulis mengusulkan penelitian yang judul "**PEMODELAN SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN APEL MANALAGI DENGAN METODE *BACKWARD CHAINING* MENGGUNAKAN *CERTAINTY FACTOR***". Penelitian ini akan memberikan sebuah informasi tentang diagnosis penyakit pada tanaman apel berdasarkan gejala-gejala yang terjadi. Penelitian ini diharapkan mampu mengatasi kurangnya jumlah petugas Penyuluhan Pertanian Lapangan serta diharapkan mampu mempermudah para petani dalam mendiagnosis dan mengatasi berbagai jenis penyakit yang menyerang tanaman apel manalagi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat dirumuskan masalah berikut:

1. Bagaimana membuat Pemodelan Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit tanaman Apel di Kota Batu dengan menerapkan algoritma *Backward Chaining* menggunakan *Certainty Factor*.
2. Berapa tingkat akurasi program Pemodelan Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit tanaman apel dengan metode *Backward Chaining* menggunakan *Certainty Factor*.

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Menerapkan metode *Backward Chaining* menggunakan *Certainy Factor* untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman apel.
2. Menguji tingkat akurasi metode *Certainy Factor* untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman apel.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah membantu para petani apel dan PPL (penyuluh pertanian lapangan) di Kota Batu dalam mengidentifikasi penyakit yang ada pada tanaman apel sehingga dapat memberikan saran pembelajaran para petani yang mempunyai kebun apel Agar tidak mengalami kerugian dalam berpanen.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pengguna dari sistem ini adalah para petani apel, penyuluh pertanian lapangan (PPL) ataupun semua orang yang membutuhkan informasi tentang penyakit tananaman apel.
2. Dalam proses identifikasi didasarkan pada 35 gejala penyakit yang diperoleh dari petani apel manalagi.
3. Sistem akan dibangun berbasis *Web* menggunakan bahasa pemrograman *PHP* dan manajemen *database PHPMyAdmin*.
4. Sumber data didapat dari buku-buku tanaman apel dan 30 petani apel terhadap yang mengetahui tentang penyakit tanaman apel manalagi.

1.6 Sistematika pembahasan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam menyusun laporan penelitian adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas berbagai konsep dasar dan teori-teori yang berkaitan dengan topik penelitian yang dilakukan dan hal-hal yang berguna dalam proses analisis permasalahan serta tinjauan terhadap penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini membahas metodologi yang digunakan dalam penelitian Pemodelan Sistem Pakar Dengan Metode *Backward Chaining* Menggunakan *Certainy Factor* Diagnosis Penyakit Tanaman Apel.

BAB IV PERANCANGAN

Pada bab ini membahas perancangan sistem yang akan diterapkan dalam Pemodelan Sistem Pakar Dengan Metode *Backward Chaining* Menggunakan *Certainy Factor* Diagnosis Penyakit Tanaman Apel.

BAB V IMPLEMENTASI

Pada bab ini membahas tentang proses Pemodelan Sistem Pakar Metode *Backward Chaining* Menggunakan *Certainty Factor* Untuk Diagnosis Penyakit Tanaman Apel.

BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menjelaskan tentang pengujian dan hasil akurasi dari Implementasi Metode *Backward Chaining Menggunakan Certainy Factor* Untuk Diagnosis Penyakit Tanaman Apel.

BAB VII PENUTUP

Pada bab ini membahas tentang kesimpulan hasil penelitian serta saran untuk pengembangan sistem agar lebih baik.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab ini terdiri dari kajian pustaka dan dasar teori. Kajian pustaka membahas tentang penelitian yang telah ada. Dasar teori yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem pakar, *Backward Chaining*, *Certainty Factor*, dan jenis-jenis penyakit apel manalagi.

2.1 Kajian Pustaka

Berdasarkan judul skripsi yang dibahas, penulis akan menjelaskan beberapa hasil penelitian yang relevan untuk mendukung penelitian dalam skripsi ini. Beberapa penelitian lain yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *Certainty Factor* diantaranya Penelitian terkait metode *Certainty Factor* ini pernah dilakukan oleh Nur Anjas Sari dengan judul "Sistem Pakar Mendiagnosis Penyakit Demam Berdarah Menggunakan Metode *Certainty Factor*". Metode *Certainty Factor* yang dilakukan pada penelitian tersebut digunakan untuk pengolahan pengetahuan untuk mendapatkan kesimpulan berupa hasil diagnosis. Penelitian tersebut menghasilkan tingkat akurasi sebesar 92% (Nur Anjas Sari, 2010).

Pada penelitian lain yang berkaitan dengan metode *Backward chaining*, penulis membangun sebuah sistem pakar yang dapat membantu melakukan diagnosis terhadap penyakit pada babi. Sistem pakar merupakan sebuah aplikasi yang berisi fakta, pengetahuan, dan penalaran yang dapat digunakan untuk menyelesaikan sebuah permasalahan yang membutuhkan keahlian khusus. Teknik penalaran yang digunakan dalam sistem ini adalah penalaran *Forward chaining*. Fakta dan pengetahuan sistem diperoleh dari seorang dokter hewan yang memiliki keahlian dalam mendiagnosis penyakit pada babi. Sistem memiliki kemampuan memberikan diagnosis terhadap satu atau lebih penyakit yang diderita oleh seekor babi. Berdasarkan uji beta, ketepatan diagnosis yang diberikan sistem cukup baik 87% (Wisha Alvaliani, 2005).

2.2 Pemodelan

Model adalah rencana, representasi, atau deskripsi yang menjelaskan suatu objek, sistem, atau konsep, yang seringkali berupa penyederhanaan atau idealisasi. Bentuknya dapat berupa model fisik (maket, bentuk prototipe), model citra (gambar, komputerisasi, grafis dll), atau rumusan matematis. Sedangkan Sistem adalah suatu kesatuan yang terdiri komponen atau elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi atau energi. Menurut Anatol Rapoport Sistem adalah "satu kesatuan yang berfungsi sebagai satu kesatuan karena bagian-bagian yang saling bergantung dan sebuah metode yang bertujuan menemukan bagaimana sistem ini menyebabkan sistem yang lebih luas yang disebut sistem teori umum". Jadi, Pemodelan Sistem adalah

suatu bentuk penyederhanaan dari sebuah elemen dan komponen yang sangat komplek untuk memudahkan pemahaman dari informasi yang dibutuhkan.

Menurut Hamidin (2008), ada tiga alasan yang menyebabkan perlunya dilakukan pemodelan sistem, yaitu:

a. Dapat melakukan perhatian pada hal-hal penting dalam sistem tanpa mesti terlibat terlalu jauh.
b. Mendiskusikan perubahan dan koreksi terhadap kebutuhan pemakai dengan resiko dan biaya minimal.
c. Menguji pengertian penganalisis sistem terhadap kebutuhan pemakai dan membantu pendesain sistem dan pemrogram membangun sistem.

2.3 Sistem Pakar

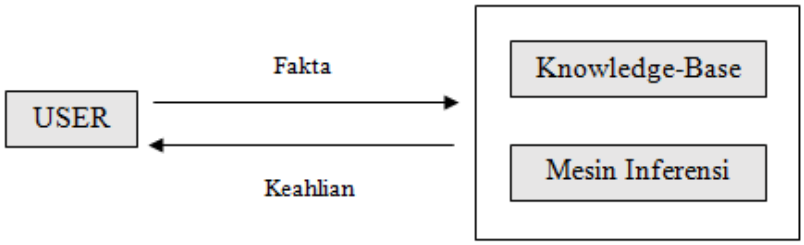
Sistem pakar adalah sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan (*knowledge*), fakta dan teknik penalaran dalam memecahkan masalah yang biasanya hanya dapat dipecahkan oleh seorang pakar dalam bidang tersebut (Martin dan Oxman, 1988). Knowledge dalam sistem pakar mungkin saja seorang ahli, atau knowledge yang umumnya terdapat dalam buku, jurnal dan orang yang mempunyai pengetahuan tentang sistem pakar. Seorang ahli adalah seorang yang mempunyai pengetahuan tertentu dan mampu menjelaskan suatu tanggapan, mempelajari hal-hal baru seputa topik permasalahan (domain), menyusun kembali pengetahuan jika dipandang perlu, memilah aturan jika dibutuhkan dan menentukan relevan atau tidaknya keahlian (Muhammad Arhami, 2005). Sistem pakar dibuat pada wilayah pengetahuan tertentu untuk suatu kepakaran yang mendekati kemampuan manusia disalah satu bidang. Sistem pakar mencoba mencari solusi yang memuaskan sebagaimana yang dilakukan seorang pakar. Selain itu sistem pakar juga dapat memberikan penjelasan terhadap langkah yang diambil dan memberikan alasan atas saran atau kesimpulan yang ditemukannya.

Ada beberapa alasan mendasar mengapa sistem pakar dikembangkan untuk menggantikan seorang pakar, diantaranya :

1. Dapat menyediakan kepakaran setiap waktu dan di berbagai lokasi
2. Secara otomatis mengerjakan tugas-tugas rutin yang membutuhkan seorang pakar Universitas Sumatera Utara
3. Seorang pakar pada suatu waktu pasti akan pensiun atau tidak berada ditempat.
4. Kepakaran dibutuhkan juga pada lingkungan yang tidak bersahabat (hostile environment).

Tujuan pengembangan sistem pakar sebenarnya bukan untuk menggantikan peran manusia, tetapi untuk mensubsitusikan pengetahuan manusia ke dalam bentuk sistem, sehingga dapat digunakan oleh orang banyak. Dalam penyusunannya, sistem pakar mengkombinasikan kaidah-kaidah penarikan kesimpulan (*inference rules*) dengan basis pengetahuan tertentu yang diberikan

oleh satu atau lebih pakar dalam bidang tertentu. Kombinasi dari kedua hal tersebut disimpan dalam komputer, yang selanjutnya digunakan dalam proses pengambilan keputusan untuk menyelesaikan masalah tertentu, Berikut gambar konsep dasar sistem pakar 2.1.



Gambar 2.1 Konsep Dasar Sistem Pakar
Sumber: (Psycholovegy, 2012)

2.4 Permasalahan Yang Disentuh Oleh Sistem Pakar

Sistem pakar saat ini telah dibuat untuk memecahkan berbagai macam permasalahan dalam berbagai bidang, seperti matematika, teknik, kedokteran, kimia, farmasi, sains komputer, bisnis, hukum, pendidikan hingga pertahanan. Secara umum ada beberapa kategori area permasalahan sistem pakar, yaitu:

1. Interpretasi, yaitu pengambilan keputusan atau deskripsi tingkat tinggi dari sekumpulan data mentah, termasuk diantaranya juga pengawasan, pengenalan ucapan, analisis citra, interpretasi sinyal dan beberapa analisis kecerdasan.
2. Proyeksi, yaitu memprediksi akibat-akibat yang dimungkinkan dari situasi-situasi tertentu, diantaranya peramalan, prediksi demografis, peramalan, ekonomi, prediksi lalulintas, estimasi hasil, militer, pemasaran atau peramalan keuangan.
3. Diagnosis, yaitu menentukan sebab malfungsi dalam situasi kompleks yang didasarkan pada gejala-gejala yang teramati diantaranya medis, elektronis, mekanis dan diagnosis perangkat lunak.
4. Desain, yaitu menentukan konfigurasi komponen-komponen sistem yang cocok dengan tujuan-tujuan kinerja tertentu yang memenuhi kendalakendala tertentu, diantaranya layout sirkuit dan perancangan bangunan.
5. Perencanaan, yaitu merencanakan serangkaian tindakan yang akan dapat mencapai sejumlah tujuan dengan kondisi awal tertentu, diantaranya perencanaan keuangan, komunikasi, militer, pengembangan produk, routing dan manajemen proyek.
6. Monitoring, yaitu membandingkan tingkah laku suatu sistem yang teramati dengan tingkah laku yang diharapkan darinya, diantaranya Komputer Aided Monitoring System.

7. Debugging dan repair, yaitu menentukan dan mengimplementasikan cara-cara untuk mengatasi malfungsi diantaranya memberikan resep obat terhadap suatu kegagalan.
8. Instruksi, yaitu mendeteksi dan mengoreksi defesiensi dalam pemahaman domain subjek diantaranya melakukan instruksi untuk diagnosis, debugging dan perbaikan kinerja.
9. Pengendalian, yaitu mengatur tingkah laku suatu environment yang kompleks seperti control terhadap interpretasi-interpretasi, prediksi, perbaikan dan monitoring kelakuan sistem.
10. Seleksi, mengidentifikasi pilihan terbaik dari sekumpulan (list) kemungkinan.
11. Simulasi, pemodelan interaksi antara komponen-komponen sistem.

2.5 Penalaran berbasis kasus (*Case Based Reasoning*)

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

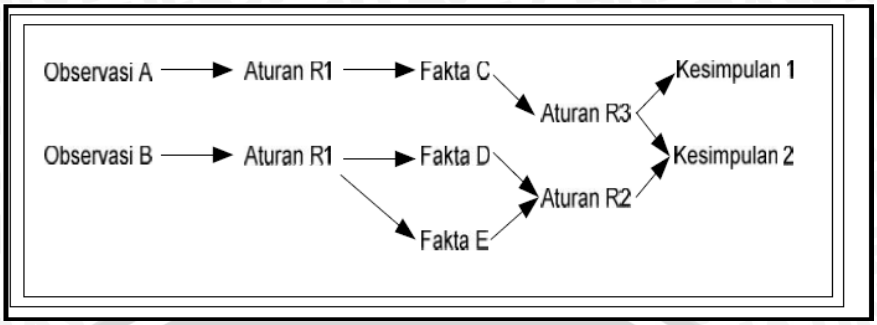
2.6 Metode Pemecahan Masalah (Metode Inferensi)

Suatu perkalian inferensi yang menghubungkan suatu permasalahan dengan solusinya disebut dengan rantai (*chain*). Suatu rantai yang dicari atau dilewati /dilintasi dari suatu permasalahan untuk memperoleh solusinya disebut *forward chaining*. Cara lain untuk menggambarkan *forward chaining* ini adalah dengan penalaran dari fakta menuju konklusi yang terdapat dari fakta.

Suatu rantai yang dilintasi dari hipotesa kembali ke fakta yang mendukung hipotesa tersebut adalah *backward chaining*. Cara lain menggambarkan *backward chaining* adalah dalam hal tujuan yang dapat dipenuhi dengan pemenuhan sub tujuannya. Terdapat berbagai cara pemecahan masalah didalam sistem pakar. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah arah penelusuran dan topologi penelusuran.

1. Arah penelurusan/pelacakan
   Arah penelurusan dibagi dua yaitu:

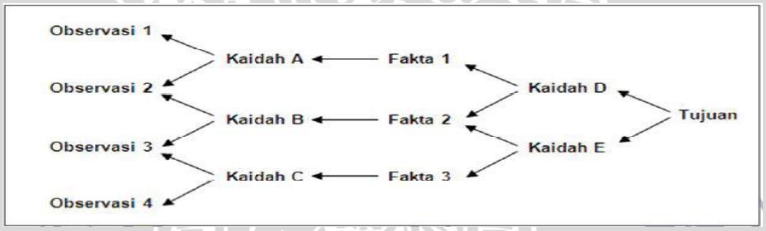
a. *Forward chaining*
   Strategi dari sistem ini adalah dimulai dari inputan beberapa fakta, kemudian menurunkan beberapa fakta dari aturan-aturan yang cocok pada *knowledge base* dan melanjutkan prosesnya sampai jawaban sesuai. *Forward chaining* dapat dikatakan sebagai penelusuran deduktif. Proses penalaran *Forward Chaining* pada Gambar 2.3.



Gambar 2 2 Forward Chaining
Sumber : (Feriani A. Tarigan, 2014)

b. Backward chaining

Backward chaining Menggunakan pendekatan *goal-driven*, dimulai dari harapan apa yang akan terjadi (hipotesis) dan kemudian mencari bukti yang mendukung kesimpulan. Sering hal ini memerlukan perumusan dan pengujian hipotesis sementara. Jika suatu aplikasi menghasilkan tree yang sempit dan cukup dalam, maka gunakan backward chaining. Proses penalaran *Backward Chaining* pada Gambar 2.4.



Gambar 2 3 Backward Chaining
Sumber : (Feriani A. Tarigan,2014)

Ada empat faktor metode menentukan mana arah yang lebih baik digunakan dari dua arah penelusuran yaitu:

- Jumlah keadaan awal dan keadaan akhir akan lebih mudah bila bergerak dari kumpulan keadaan yang lebih sedikit ke kumpulan yang lebih banyak.
- Besar kecilnya faktor percabangan lebih baik menuju ke arah yang faktor percabangannya sedikit.
- Proses penalaran program sangatlah penting untuk menuju ke arah yang lebih condong dengan cara pemikiran pemakai.
- Kejadian yang memicu rangkaian tindakan pemecahan masalah. Jika kejadian ini adalah kedatangan fakta baru, maka dipilih *forward chaining*, tetapi jika kejadian ini adalah suatu pertanyaan yang membutuhkan tanggapan, akan lebih baik jika dipilih *backward chaining*.

2. Topologi penelurusan/pencarian

- *Breadth first search*
  Metode penelusuran ini memeriksa semua node (simpul) pohon pencarian, dimulai dari simpul akar. Simpul-simpul dalam tingkat diperiksa seluruhnya sebelum pindah ke simpul di tingkat selanjutnya. Proses ini bekerja dari kiri ke kanan, baru bergerak ke bawah. Ini berlanjut sampai ke titik tujuan (*goal*).
- *Depth first search*
  Metode ini memulai penelusuran dari node sampai simpul akar, selanjutnya menuju ke bawah dulu baru bergerak ke samping dari kiri ke kanan, proses ini akan berlanjut sampai ditemukan simpul tujuan.
- *Best first search*
  Metode ini bekerja berdasarkan kombinasi kedua metode sebelumnya.

2.8 *Certainty Factor*

Faktor kepastian (*Certainty Factor*) menyatakan kepercayaan dalam sebuah kejadian (atau fakta atau hipotesis) berdasarkan bukti atau penilaian pakar. *Certainty Factor* menggunakan suatu nilai untuk mengasumsikan derajat keyakinan seorang pakar terhadap suatu data.

Secara garis besar ada dua cara dalam mendapatkan tingkat keyakinan CF dari sebuah aturan yaitu:

1. Metode '*Net Belief*' yang diusulkan oleh E.H Shortlife dan B.G. Buchanan ditunjukkan pada persamaan 2.1.
   $$CF(H,E) = MB(H,E) - MD(H,E) \quad (2.1)$$
   CF(H,E) : *Certainty factor* dari hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala (*evidence*) E. Besarnya CF berkisar antara -1 sampai 1. Nilai -1 menunjukkan ketidakpercayaan mutlak, sedangkan nilai 1 menunjukkan kepercayaan mutlak.

   MB(H,E) : Ukuran kepercayaan *(measure of increaser belief*) terhadap hipotesis H yang jika diberikan *evidence* E.

   MD(H,E) : Ukuran ketidak Kepercayaan (*measure of increaser belief*) terhadap hipotesis H yang jika diberikan *evidence* E.
2. Dengan mewawancarai seorang pakar
   Nilai CF (Rule) serta bobot dari masing-masing fakta didapat dari interpretasi *'term'* dari pakar, yang diubah menjadi nilai CF tertentu sesuai dengan Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Interpretasi Nilai CF

Uncertain Term	**CF**

Definitely not (pasti tidak)	- 1,0
Almost certainly not (hampir pasti tidak)	- 0.8
Probably not (kemungkinan besar tidak)	- 0.6
Maybe not (kemungkinan tidak)	- 0.4
Unknown (tidak tahu)	- 0.2 to 0.2
Maybe (mungkin)	0.4
Probably (kemungkinan besar)	0.6
Almost certainly (hampir pasti)	0.8
Definitely (pasti)	1.0

Acuan dalam pemberian nilai bobot gejala oleh pakar didasarkan pada Tabel 2.2. Tabel interpretasi nilai bobot digunakan sebagai dasar seorang pakar dalam menentukan bobot masing-masing gejala.

Tabel 2.2 Interpretasi Nilai Bobot

Istilah	*Bobot*
Kurang Berpengaruh	3 s/d 0.4
Berpengaruh	0.5 s/d 0.7
Sangat Berpengaruh	0.8 s/d 1

Bentuk dasar rumus CF sebuah aturan JIKA E MAKA H ditunjukkan oleh persamaan 2.2.

$$CF(H,e) = CF(E,e) * CF(H,E) \quad (2.2)$$

Di mana :

CF (H,e) : *Certainty Factor* hipotesis yang dipengaruhi oleh (E) *evidence*.

CF (E,e) : *Certainty Factor* evidence E yang dipengaruhi oleh (E) *evidence* .

CF(H,E) : *Certainty Factor* hipotesis dengan asumsi *evidence* diketahui Dengan pasti,yaitu ketika CF(E,e) = 1.

Dalam aplikasinya CF(H,E) merupakan nilai kepastian yang diberikan oleh pakar terhadap suatu aturan, sedangkan CF(E,e) merupakan nilai kepercayaan yang diberikan oleh pengguna terhadap gejala yang dialaminya. Jika semua *evidence* diketahui dengan pasti, maka persamaannya menjadi:

$$CF(H,e) = CF(H,E) \quad (2.3)$$

Certainty factor gabungan merupakan CF akhir dari sebuah calon kesimpulan. CF akhir dari suatu aturan dengan aturan yang lain digabungkan untuk mendapatkan nilai CF akhir bagi calon kesimpulan tersebut. Persamaan 2.4 digunakan untuk melakukan perhitungan CF gabungan.

CFcombine(CFn, CFn+1) = CFn + CFn+1 * (1 - CFn) (2.4)

Contoh: Terdapat sebuah aturan JIKA batuk DAN demam DAN bersin-bersin DAN sakit kepala MAKA Influensa. Tabel 2.3 menunjukkan aturan dari penyakit Influensa.

Tabel 2.3 Aturan Penyakit Influensa

Evidence	CF(H,E)	CF(E,e)		
		Jarang	Sering	Sangat Sering
Batuk	0.6	0.3	0.6	0.8
Demam	0.4	0.1	0.5	0.7
Bersin-bersin	0.7	0.4	0.6	0.8
Sakit Kepala	0.5	0.2	0.5	0.7

Seorang *Pengguna* menginputkan gejala:
Batuk dengan pilihan Sering, Demam dengan pilihan Jarang, Bersin-bersin dengan pilihan Sering.
E1: Batuk
E2: Demam
E3: Bersin-bersin
E4: Influensa
Nilai CF hipotesis yang dipengaruhi *evidence* (*e*) sesuai rumus (2.2)

CF (E1) = CF (E1,e) * CF (H,E1)
= 0.6 * 0.6
= 0.36

CF (E2) = CF (E2,e) * CF (H,E2)
= 0.1 * 0.4
= 0.04

CF (E3) = CF (E3,e) * CF (H,E3)
= 0.6 * 0.7
= 0.42

Setelah diperoleh nilai-nilai CF dari masing-masing gejala maka nilai CF akhir bisa dihitung menggunakan rumus gabungan seperti pada persamaan 2.4. Perhitungannya sebagai berikut:

CFcombine(CF1, CF2) = CF1 + CF2 * (1 - CF1)
= CF(E1) + CF(E2) * (1-CF(E1))
= 0.36 + 0.04 * (1-0.36)
= 0.36 + 0.02
= 0.38

CFcombine(CF1, CF2, CF3) = CF (CF1, CF2) + CF (E3) * (1 – CF(CF1, CF2))
= 0.38 + 0.42 * (1-0.38)
= 0.38 + 0.42 * 0.62
= 0.38 + 0.26
= 0.64

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan nilai CF dari *penyakit influenza* adalah 0.64 atau 64%.

2.8.1 Kelebihan dan Kekurangan Metode *Certainty Factor*

Adapun kelebihan metode *Certainty Factor* adalah:

- Metode ini cocok dipakai dalam sistem pakar untuk mengukur sesuatu apakah pasti atau tidak pasti dalam mendiagnosis penyakit sebagai salah satu contohnya.
- Perhitungan dengan menggunakan metode ini dalam sekali hitung hanya dapat mengelola dua data saja sehingga keakuratan data dapat terjaga.

Adapun Kekurangan Metode *Certainty Factor* adalah:

- Ide umum dari pemodelan ketidakpastian manusia dengan menggunakan numerik metode *certainty factor* biasanya diperdebatkan. Sebagian orang akan membantah pendapat bahwa formula untuk metode *certainty factor* diatas memiliki sedikit kebenaran.
- Metode ini hanya dapat mengolah ketidakpastian/kepastian hanya dua data saja. Perlu dilakukan beberapa kali pengolahan data untuk data yang lebih dari dua buah.
- Nilai CF yang diberikan bersifat subyektif karena penilaian setiap pakar bisa saja berbeda-beda tergantung pengetahuan dan pengalaman pakar.

2.8.2 Perhitungan Akurasi

$$\text{Nilai akurasi} = \frac{\text{Jumlah data akurat}}{\text{Jumlah seluruh data}} \text{ x } 100\%$$

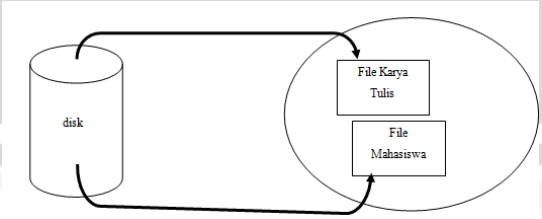
Nilai akurasi = hasil nilai akurasinya
Jumalah data akurat = jumlah data yang cocok dengan keluaran pakar
Jumlah seluruh data = jumlah semua data uji

2.9 *Basis Data*

Basis data atau *database* dapat didefinisikan dalam beberapa sudut pandang, seperti:

- Himpunan kelompok data (arsip) yang saling berhubungan yang diorganisasi sedemikian rupa agar kelak dapat dimanfaatkan kembali dengan cepat dan mudah.
- Kumpulan data yang saling berhubungan yang disimpan secara bersama sedemikian rupa dan tanpa pengulangan (redudansi) yang tidak perlu, untuk memenuhi berbagai kebutuhan.
- Kumpulan file/ table/ arsip yang saling berhubungan yang disimpan dalam media penyimpanan elektronis.

Secara umum sebuah basis data merupakan sistem yang terdiri atas kumpulan file (tabel) yang saling berhubungan (dalam sebuah basis data di sebuah komputer). Prinsip utama dari basis data adalah pengaturan data/arsip dengan tujuan utamanya adalah kemudahan dan kecepatan dalam mengambil kembali data /arsip. Satu hal yang harus diperhatikan, bahwa basis data bukan hanya sekedar penyimpanan data secara elektronis (dengan bantuan komputer). Artinya, tidak semua bentuk penyimpanan data secara elektronis bisa disebut basis data. Kita dapat menyimpan dokumen berisi data dalam file teks (dengan program pengolah kata) atau lainnya, tetapi tidak dapat disebut sebagai basis data. Karena didalamnya tidak ada pemilahan dan pengelompokan data sesuai jenis/fungsi data sehingga akan menyulitkan pencarian data kelak.Yangsangat ditonjolkan dalam basis data dalahpengaturan/ pemilahan/ pengelompokkan/ pengorganisasian data yang akan kita simpan sesuai fungsi/ jenisnya. Pemilahan ini dapat berbentuk sejumlah file/ tabel terpisah atau dalam bentuk pendefinisian kolom-kolom/ field-field data dalam setiap file/ tabel. Sebagai contoh penggunaan basis data dalam sebuah harddisk. Basis data dalam sebuah harddisk dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2 4 Basis Data Dalam Sebuah Harddisk

Pada Gambar 2.5 ditunjukkan basis data yang disimpan di dalam sebuah harddisk. Data dipisahkan menurut kelompoknya atau fungsinya, misalnya file

karya tulis (yang berisi judul karya tulis, jenis karya tulis, penerbit, tahun terbit, tempat terbit) dan file mahasiswa (yang berisi no. mahasiswa, nama mahasiswa, id pengarang).

2.10 PHP

PHP adalahbahasa server-side scripting yang menyatu dengan HTML untuk membuathalaman web yang dinamis. Pembuatan web dengan menggunakan PHP sebagaibahasa pemograman dan HTML sebagai pembangun halaman web.PHP merupakanbahasa berbentuk script yang ditempatkan pada server dan diproses server laluhasilnya dikirim ke client, dimana client menerima atau melihat hasil yang dikirimkan oleh server dengan menggunakan web browser.Sebagian besar web yang ada di internet dibangun dengan menggunakanbahasa pemograman PHP. Beberapa alasan penggunaan PHP adalah:

a. PHP merupakan bahasa pemograman Open Source dan dikembangkanoleh komunitas tersebut sehingga bisa didapatkan dengan mudah dandigunakan tanpa harus mengeluarkan biaya.
b. PHP dapat digunakan pada sistem operasi seperti Linux, MicrosoftWindows, Solaris, Mac OS X, Open BSD, dan RISK OS.
c. PHP didukung oleh beberapa web server seperti Apache, Personal WebServer, dan Internet Information Server.
d. Dalam penggunaannya PHP mendukung beberapa database sepertiInterbase, PostgreSQL, Sybase, Mysql, FrontBase, SQLite, Informix,Oracle, dan ODBC.
e. PHP juga memberikan kemudahan dalam menampilkan berbagai macamteks, gambar dan file PDF.

2.11 Apel Manalagi

Apel adalah jenis buah-buahan, atau buah yang dihasilkan dari pohon buah apel. Buah apel biasanya berwarna merah kulitnya jika masak dan (siap dimakan), namun bisa juga kulitnya berwarna hijau atau kuning. Kulit buahnya agak lembek, daging buahnya keras. Buah ini memiliki beberapa biji di dalamnya (Ana Fithria Mahfud hodkk ,2014). Buah Apel merupakan buah yang berasal dari daerah sub-tropis.Di Indonesia buah apel banyak dikebunkan oleh petani di daerah Batu, Malang.Terdapat tiga varietas buah apel yang di kembangkan di daerah tersebut yakni Apel Manalagi, Apel Romebeauty, dan Apel Anna. Diantara ketiga apel yang banyak dikebunkan di Batu Malang terdapat satu varietas apel yang sangat disukai oleh konsumen yaitu apel dengan varietas manalagi. Apel manalagi ini memiliki warna yang hijau kekuningan. Bentuk apel ini bulat simentris namun untuk ukurannya apel ini tergolong lebih kecil dari pada apel

rome beauty dan apel anna. Tekstur apel manalagi ini sangat renyah daripada apel rome beauty dan apel anna. Rasa apel manalagi manis.

- **Kelebihan apel manalagi**
  Kelebihan buah apel manalagi adalah mampu menghambat bakteri. Buah apel mengandung beberapa zat yang diketahui mempunyai kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri yaitu polifenol, flavonoid, saponin, pektin, dan yodium.10 Selain memiliki efek antimikroba, polifenol, flavonoid, saponin juga memiliki efek antifungi.11 Buah apel manalagi berbentuk bulat dengan ujung dan pangkal berlekuk dangkal, dengan diameter 4-7 cm dan berat 75-160 gram/buah. Buah apel manalagi berwarna hijau muda kekuningan dengan aroma yang harum segar. (Sitty Nurul Magfirah Moersidi,2015).
- **Penyakit dan gejala apel manalagi**

1. **Penyakit Kutu hijau (*Aphis pomi Geer*)**

   Serangan kutu daun terjadi pada daun muda, tangkai, cabang, dan juga bunga. Serangan dilakukan dengan menghisap cairan yang berada di dalam bagian yang diserang. Akibat serangan adalah adanya daun yang mengkriting, pembungaan terlambat, dan buah-buah yang muda gugur. Serangan yang hebat menyebabkan tanaman tidak menghasikan buah. Pengendalian dilakukan pada saat tanaman bertunas dengan insektisida berbahan aktif abemektin, demethoate, dan fosmathidon. Dengan menggunakan musuh alami, kutu daun dapat dikendalikan denga *Coccinellidae* dan *Lycosa*.

   Ciri: kutu dewasa berwarna hijau kekuningan, antena pendek, panjang tubuh 1,8 mm, ada yang bersayap ada pula yang tidak; panjang sayap 1,7 mm berwarna hitam; perkembangbiakan sangat cepat, telur dapat menetas dalam 3-4 hari.Gejala: (1) nimfa maupun kutu dewasa menyerang dengan mengisap cairan selsel daun secara berkelompok dipermukaan daun muda, terutama ujung tunas muda, tangkai cabang, bunga, dan buah; (2) kutu menghasilkan embun madu yang akan melapisi permukaan daun dan merangsang tumbuhnya jamur hitam (embun jelaga); daun bentuk, mengkerut, leriting, terlambat berbunga, buah-buah muda gugur, jika tidak mutu buahpun jelek. Penyakit Kutu hijau (*Aphis pomi Geer*) pada tanaman apel ditunjukkan pada Gambar 2.6.

Gambar 2.5Penyakit Kutu hijau (*Aphis pomi Geer*)
Sumber : (Dinas Pertanian dan Kehutanan (Distanhut),kota Batu)

2. Penyakit Tungau, Spinder mite, cambuk merah (*panonychus Ulmi*)

Tungau menyerang daun yang muda, daun tua, dan juga buah. Serangan hebat ditandai dengan adanya bercak kuning, buram, coklat, dan mengering pada daun. Pengandalian dilakukan dengan menggunakan akarisida berbahan aktif dicofol, propagate, dan cyhexatin. Pengendalian secara alami dilakukan menggunakan musuh alami yaitu Coccinellidae dan Lycosa dan tungau predator. Ciri: berwarna merah tua, dan panjang 0,6 mm. Gejala: (1) tungau menyerang daun dengan menghisap cairan sel-sel daun; (2) pada menimbulkan bercak kuning, buram, cokelat, dan mengering; (3) pada buah menyebabkan bercak keperak-perakan atau coklat. Penyakit Tungau, Spinder mite, cambuk merah (*panonychus Ulmi*) pada tanaman apel ditunjukkan pada Gambar 2.7.

Gambar 2.6 Penyakit Tungau, Spinder mite, cambuk merah (*panonychus Ulmi*)
Sumber : (petanisukses.blogspot.com)

3. Penyakit Trips

Serangan terjadi pada daun yang masih muda dan pada buah yang sudah mekar. Serangan mengakibatkan helai daun menebal, kedua sisi menggulung ke atas, dan pertumbuhan daun menjadi tidak normal. Serangan pada buah yang masih kecil menyebabkan bekas luka berwarna coklat keabu-abuan. Pengendalian dilakukan dengan menggunakan insektisida berbahan aktif fention, diazinon, dan tukothion. Musuh alami yang dapat digunakan untuk pengendalian thrips adalah Coccinellidae. Ciri: berukuran kecil dengan panjang 1mm; nimfa berwarna putih kekuningkuningan; dewasa berwarna cokelat kehitam-hitaman; bergerak cepat dan bila tersentuh akan segera terbang menghindar. Gejala: (1) menyerang daun, kuncup/tunas, dan buah yang masih sangat muda; (2) pada daun terlihat berbintik-bintik putih, kedua sisi daun menggulung ke atas dan pertumbuhan tidak normal; (3) daun pada ujung tunas mengering dan gugur (4) pada daun meninggalkan bekas luka berwarna coklat abu-abu. Penyakit Tripspada tanaman apel ditunjukkan pada Gambar 2.8.

Gambar 2.7 Penyakit Trips
Sumber : **(Semangun, 2007)**

4. **Penyakit Ulat daun (*Spodoptera litura*)**

Ulat daun menyerang tanaman secara berkelompok. Pada saat baru menetas, ulat-ulat menggerek daun sehingga daun berlubang tidak teratur dan pada akhirnya hanya tinggal tulang daunnya. Pengendalian dilakukan secara mekanis dengan cara membuang kelompok telur. Kelompok telur biasanya hanya berada pada satu helaian daun. Pengendalian secara kimia dapat dilakukan dengan menyemprotkan insektisida berbahan aktif metamidofos.

Ciri: larva berwarna hijau dengan garis-garis abu-abu memanjang dari abdomen sampai kepala.pada lateral larva terdapat bercak hitam berbentuk lingkaran atau setengah lingkaran, meletakkan telur secara berkelompok dan ditutupi dengan rambut halus berwarna coklat muda.

Gejala: menyerang daun, mengakibatkan lubang-lubang tidak teratur hingga tulang-tulang daun. Penyakit Ulat daun (*Spodoptera litura)*pada tanaman apelditunjukkan pada Gambar 2.9.

Gambar 2.8 Penyakit Ulat daun (*Spodoptera litura)*
Sumber : (petanisukses.blogspot.com)

5. **Penyakit embun tepung (*Powdery Mildew*)**

Penyakit ini umum terjadi pada waktu musim pertunasan, ditandai dengan adanya lapisan tepung putih pada bagian atas daun, yang dapat menyebabkan daun malformasi (mengering akan tetapi tidak gugur). Fase kritis serangan adalah periode pertunasan dan daun muda yang sedang tumbuh, buah muda yang terserang mudah gugur. Kumpulan tepung putih pada daun, tunas dan buah muda merupakan masa konidia jamur Oidium tingitanium yang menyerang bagian daun jeruk menyebabkan serangan patogen jamur ini lebih dikenal dengan nama penyakit embun tepung.

Serangan pada daun menyebabkan daun abnormal dan mengalami malformasi yang biasanya bersifat permanen tidak dapat tumbuh lagi. Penyakit akan terjadi apabila varietas yang ditanaman rentan, ditemukan sumber patogen di sekitar kebun dan terjadi pada pada musim kemarau yang lembab. Suhu tinggi beberapa jam yang kemudian terjadi hujan, akan memicu perkecambahan konidia jamur yang berada diatas permukaan daun. Penetrasi akan terjadi dalam beberapa jam setelah perkecambahan konidia. Dilaporkan bahwa semua jenis Apel rentan terhadap penyakit ini. Serangan patogen jamur Oidium tingitanium pada buah menyebabkan gejala burik kusam permanen pada kulit buah yang menyebabkan buah masuk dalam katagori mutu rendah.

Gejala: (1) pada daun atas tampak putih, tunas tidak normal, kerdil dan tidak berbuah; (2) pada buah berwarna coklat, berkutil coklat. Penyakit Embun Tepung (*Powdery Mildew)*pada tanaman apelditunjukkan pada Gambar 2.10.

Gambar 2.9 Penyakit Embun Tepung (*Powdery Mildew)*
Sumber : (Dinas Pertanian dan Kehutanan (Distanhut),kota Batu)

6. **Penyakit bercak daun (*Marssonina coronaria J.J. Davis*)**

merupakan salah satu penyakit pada tanaman yang sangat merugikan petani. Penyakit ini terutama menyerang buah-buahan seperti apel, melon, jeruk dll. Tak hanya di lahan, menyakit ini juga mampu menyerang apel pada gudang penyimpanan. Hal yang paling menakutkan dari serangan bercak daun ini adalah rontoknya daun secara besar-besaran, sehingga tanaman tidak mampu melakukan proses fotosintesis. Kerugian paling fatal akibat berhentinya proses fotosintesis adalah pertumbuhan yang terhambat. Tanaman menjadi kerdil, kurang nutrisi, dan produksi bisa mengalami kegagalan.

Gejala: pada daun umur 4-6 minggu setelah perompesan terlihat bercak putih tidak teratur, berwarna coklat, permukaan atas timbul titik hitam, dimulai dari daun tua, daun muda hingga seluruh bagian gugur. Penyakit bercak daun (*Marssonina coronaria J.J. Davis*) pada tanaman apel ditunjukkan pada Gambar 2.11.

Gambar 2.10 Penyakit bercak daun (*Marssonina coronaria J.J. Davis*)
Sumber : (Semangun, 2007)

7. Penyakit kanker (*Botryosphaeria Sp.*)

Penyakit ini akan menyerang ketika buah apel sudah dipanen. Bisa terjadi di gudang maupun di kebun. gejala yang ditimbulkan adalah bintik warna coklat di buah dan akhirnya mulai melebar. Akhirnya buah bisa membusuk. Gejala: menyerang batang/ cabang (busuk, warna coklat kehitaman, terkadang mengeluarkan cairan), dan buah becak kecil warna cokelat muda, busuk, mengelembung, berair dan warna buah pucat. Pengendalian yang bisa dilakukan adalah :

• Pengendalian secara alami adalah dengan cara petik buah apel disaat belum terlalu masak.

• Cara kimia bisa dengan cara menyemprotkan fungisida pada tanaman sehar misalnya Benomyl dosisnya 0,5 g/L air, Copper Sandoz, Antracol 70WP dosisnya 2 g/L air dan Difoliatan4F dosisnya 100 cc/10L air. Penyakit kanker (*Botryosphaeria Sp.*) pada tanaman apel ditunjukkan pada Gambar 2.12.

Gambar 2.11 Penyakit kanker (*Botryosphaeria Sp.*)
Sumber : (Semangun, 2007)

8. Busuk buah (*Gloeosporium Sp.*)

Serangan yang terjadi biasanya ketika buah ada dikebun atau gudang. Pada fase awal akan timbul bercak kecil warna hijau bentuknya bulatan. Lalu bercak ini berubah warna menjadi coklat dan rimbul bintik hitam dan mengakibatkan buah berubah warna jadi kuning atau oranye. Gejala: bercak kecil cokelat dan bintik-bintik hitam berubah menjad orange. Cara Pengendalian : a. Secara kultur teknis, dengan memetik buah tidak terlalu masak. Kemudian menanam varietas yang tahan penyakit ini, yaitu varietas Manalagi. b. Secara kimia, dengan menyemprotkan fungisida pada tanaman atau apabila buah akan disimpan dicelupkan terlebih dahulu ke dalam

fungisida seperti benomil 0,5 gram per liter air.Penyakit Busuk buah (*Gloeosporium Sp.*) pada tanaman apel ditunjukkan pada Gambar 2.13.

Gambar 2.12 Penyakit Busuk buah (*Gloeosporium Sp.*)
Sumber : (Semangun, 2007)

9. Busuk akar (*Armilliaria Melea*)

Penyakit yang menyerang akar pohon apel. Gejala yang ditimbulkan adalah tanaman jadi kering, daun mulai layu berguguran, dan akhirnya akar menjadi busuk.

Gejala: menyerang tanaman apel pada daerah dingin basah, ditandai dengan layu daun, gugur, dan kulit akar membusuk.

Cara Pengendalian :

a. Secara kultur teknis, tanaman apel yang terserang dicabut sampai akar-akarnya dan bekas lubangnya tidak ditanami selama setahun.
b. Secara kimia, dengan menyemprotkan fungisida pada tanaman atau apabila buah akan disimpan dicelupkan terlebih dahulu ke dalam fungisida seperti benomil 0,5 gram per liter air. Penyakit Busuk Akar (*Armilliaria Melea*) pada tanaman apel ditunjukkan pada Gambar 2.14.

Gambar 2.13 penyakit Busuk Akar (*Armilliaria Melea*)
Sumber : (Bambang Soelarso,R, Ir,1997)

10. Penyakit CVPD

Penyakit ini disebabkan oleh organisme, tepatnya jenis kutu loncat yang mempunyai nama ilmiah Diaphorina Citri. Penyakit ini menyerang bagian batang pohon apel dan jeruk yang ditanam. Gejala yang bisa dilihat seperti buah apel yang dihasilkan mempunyai ukuran yang kecil, serta rasa buah yang sangat masam. Untuk menghindari penyakit ini, buatlah sanitasi yang baik pada lahan pertanian Anda.

Cara Pengendalian : Pengendalian serangga hama dapat dilakukan dengan konservasi musuh alami yang berupa predator famili Coccinelidae, Syrphidae, Lycosidae diharapkan dapat nenekan kutu loncat jeruk. Sanitasi terhadap tanaman yang terserang D. cirri dengan cara membakar tanaman yang telah tertular CVPD. Konservasi parasitoid Tetrastighus radiatus, Diaphorencytrus aligarhnsus dan Tamarixia radiate. Penyakit CVPD tanaman apel ditunjukkan pada Gambar 2.15.

Gambar 2.14 Penyakit CVPD
Sumber : (Bambang Soelarso,R, Ir, 1997)

11. Penyakit Blendok

Penyakit ini disebabkan oleh jamur yang mempunyai nama ilmiah Diplodia Natalensis. Bagian yang diserang adalah batang atau cabang pohon pada buah apel dan jeruk.

Gejala yang ditimbulkan berupa warna batang yang menjadi keabu-abuan dan juga kulit batang kering dan mengelupas. Untuk mengatasi penyakit ini bisa dengan pemotongan cabang yang terinfeksi secara teratur.

Pengendalian Menjaga kebersihan kebun dengan memangkas ranting kering dan cabang yang terserang penyakit, dan ranting pangkasan dibakar atau ditimbun. Menjaga alat pertanian pisau, gunting pangkas maupun alat lainnya selalu dicuci bersih dan diolesi kapas yang dibasahi alkohol 70% atau clorox 0,5% sebelum dan setelah digunakan. Menyaput /melabur batang dan cabang dengan bubur california atau fungsidayang berbahan aktif Cu. Pelaburan dilakukan pada awal da akhir musim hujan. Penyakit Blendok pada tanaman apel ditunjukkan pada Gambar 2.16.

Gambar 2.15 Penyakit Blendok
Sumber : (Departemen Pertanian, 2009)

12. Penyakit Woody Gall

Penyakit ini biasanya menyerang jenis tanman apel dan jeruk nipis, manis, atau sour orange. Gejala ini mula - mula berukuran kecil dan mulai tampak pada daun - daun muda yang biasanya terjadi 2 - 3 bulan sejak penularan. Penyakit Woody Gall pada tanaman apel ditunjukkan pada Gambar 2.17.

Gambar 2.16 Penyakit Woody Gall
Sumber : (Semangun, H. 1989)

13. Penyakit Buah Gugur Prematur

Satu lagi penyakit yang kerap menyerang buah apel yaitu buah yang gugur prematur. Penyebabnya adalah jamur Fusarium sp. Colletotrichum sp. Alternaria sp. Gejala yang nampak dari penyakit ini adalah buah tiba-tiba jatuh dari pohonnya beberapa minggu sebelum siap panen, Buah timbul bercak-bercak coklat, nekroses (gejala kematian tumbuhan terutama pada organ daun) dan dapat mengakibatkan buah pecah. Penyakit Buah Gugur Prematur pada tanaman apel ditunjukkan pada Gambar 2.18.

Gambar 2.17 Penyakit Buah Gugur Prematur
Sumber : (Semangun, H. 1989)

14. Serangga Penghisap Daun (Helopheltis sp)

Gejala :Buah timbul bercak-bercak coklat, nekroses (gejala kematian tumbuhan terutama pada organ daun) dan dapat mengakibatkan buah pecah.

15. Lalat Buah (Rhagoletis pomonella)

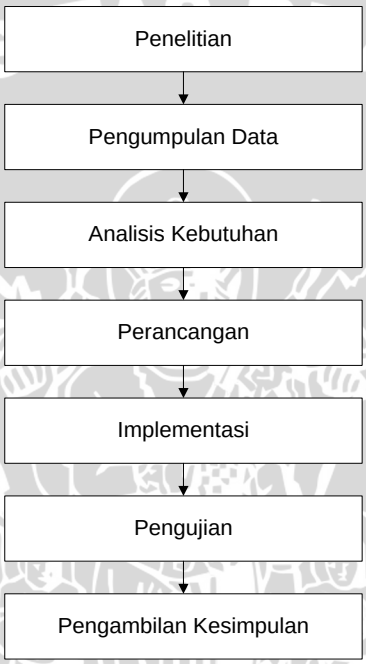
Gejala : buah menjadi benjol-benjol, timbul lubang-lubang, dan akhirnya membusuk.

16. Penyakit Kudis

Penyebab: jamur Sphaceloma fawcetti. Bagian yang diserang adalah daun, tangkai atau buah. Gejala: bercak kecil jernih yang berubah menjadi gabus berwarna kuning atau oranye. Pengendalian: pemangkasan teratur. Kemudian gunakan Fungisida Dithiocarbamate/ Benomyl (Benlate).

BAB 3 METODOLOGI

Pada bab ini membahas alur metode penelitian yang diterapkan pada penelitian ini dan membahas tentang perancangan sistem yang menjadi dasar pada tahapan implementasi dan pengujian sistem. Metodologi penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini melalui beberapa tahapan meliputi Penelitian, pengumpulan data, analisis dan perancangan, implementasi sistem, pengujian dan kesimpulan. Tahapan dalam penelitian tersebut dapat diilustrasikan dengan menggunakan blok diagram metodologi penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok Diagram Metodologi Penelitian

3.1 Penelitian

Penelitinan ini menjelaskan dasar teori yang akan digunakan untuk menunjang penulisan tugas akhir ini. Teori pendukung tersebut antara lain :

- Gejala penyakit tanaman apel
- Sistem Pakar
- *Certainty Factor*
- XAMPP
- PHP
- PhpMyAdmin

3.2 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data penelitian yang dibutuhkan adalah definisi penyakit dan gejala – gejala yang timbul pada tanaman apel serta bobot tiap gejala untuk perhitungan menggunakan metode *Certainty Factor*. Sumber data diperoleh dari beberapa kali hasil wawancara yang dilakukan dengan para PPL yang ada di Kota Batu. Dari hasil wawancara dengan beliau penulis mendapatkan data pengetahuan tentang penyakit pada tanaman apel manalagi serta menentukan nilai bobot pada 35 gejala untuk perhitungan menggunakan metode *Certainty factor*.

3.3 Lingkungan Implementasi

Analisis kebutuhan perangkat ini bertujuan untuk menganalisis dan mendapatkan semua kebutuhan yang diperlukan dalam pembuatan diagnosis penyakit tanaman apel dengan metode *Certainty Factor*. Analisis kebutuhan disesuaikan dengan lokasi dan variabel penelitian, menentukan kebutuhan data yang akan digunakan, dan mempersiapkan alat dan bahan penelitian. Metode *Certainty Factor* digunakan dalam penelitian ini untuk implementasi.

3.3.1 Lingkungan Implementasi Perangkat Keras

Dalam penelitian dibutuhkan beberapa perangkat keras yang dapat mendukung kegiatan implementasi metode. Perangkat keras yang dibutuhkan adalah :

1. *CPU* yang digunakan adalah Intel Core 2 duo
2. *Memory* yang digunakan sebesar 4 GB
3. *Harddisk* yang digunakan sebesar 500 GB

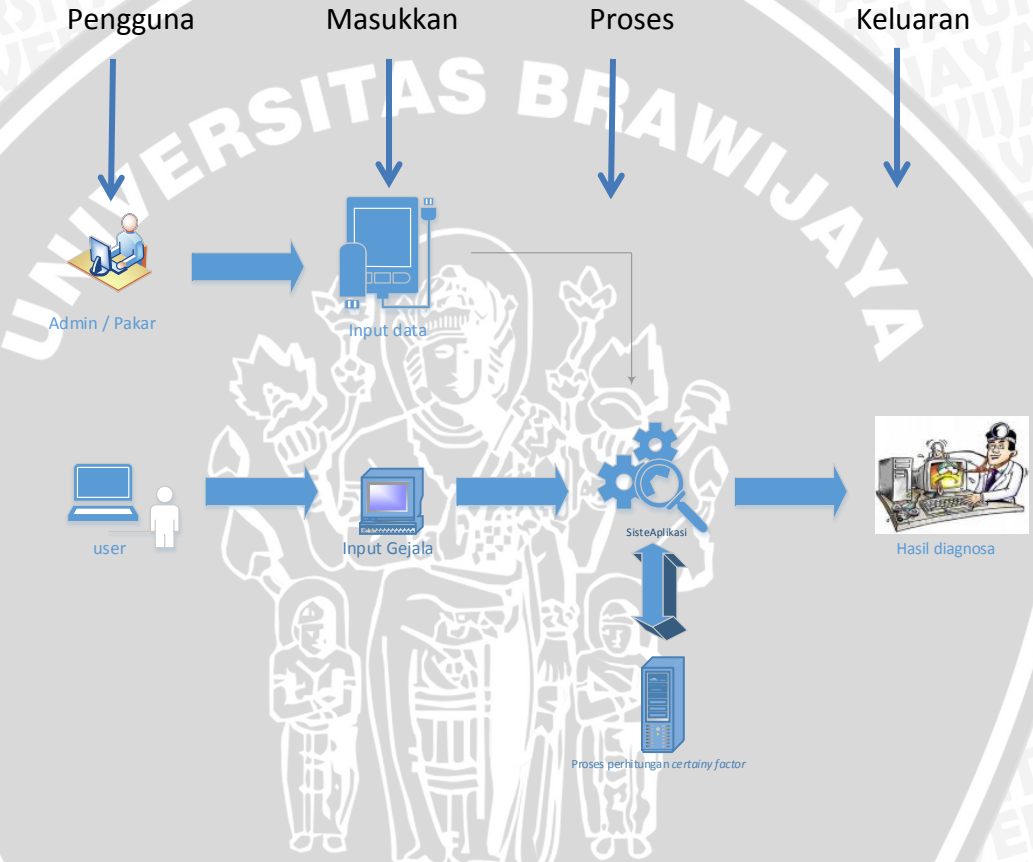
3.3.2 Lingkungan Implementasi Perangkat Lunak

Dalam penelitian dibutuhkan beberapa perangkat lunak yang dapat mendukung kegiatan implementasi metode. Perangkat lunak yang dibutuhkan adalah :

- Sistem Operasi yang digunakan adalah *Windows 7*
- *Web Server* yang digunakan adalah *Apache*
- *RDMS* yang digunakan adalah *PHPMyAdmin*
- Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *PHP*
- *Adobe Dreamwaver CS6* sebagai aplikasi untuk pembuatan sistem menggunakan bahasa pemrogaman *PHP*

3.4 Perancangan Sistem

Sistem pakar yang dibangun digunakan untuk diagnosis penyakit pada tanaman apel. Metode yang dipakai adalah *Certainty Factor* yaitu metode untuk melakukan proses perhitungan derajat kepastian dari gejala dimasukkan oleh pengguna. Hasil *keluaran* dari sistem antara lain: penyakit yang ada pada tanaman apel, definisi hasil diagnosis dan persentase tingkat kepastian terhadap kesimpulan yang diambil. Perancangan sistem dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 3.2.



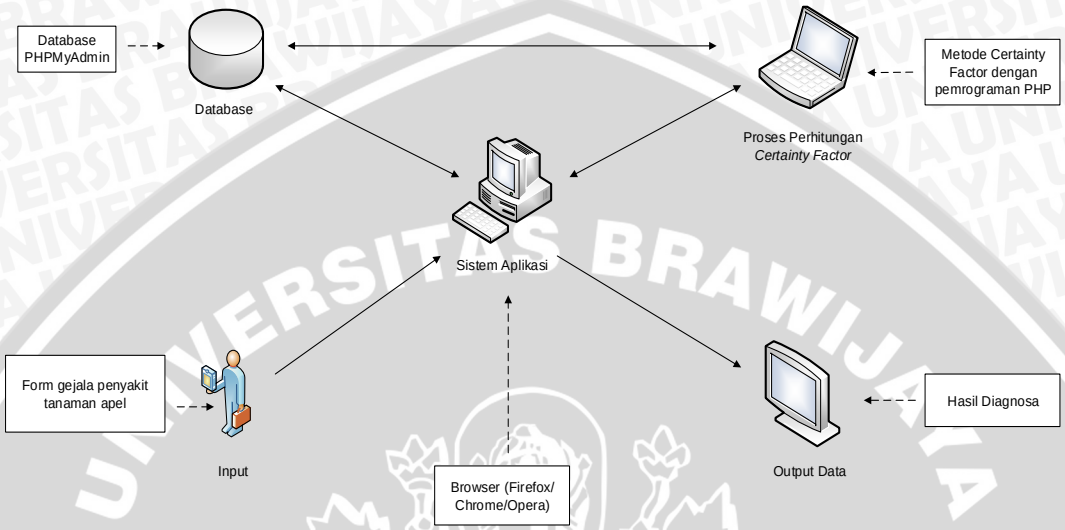
Gambar 3.2 Blok Diagram Perancangan Aplikasi

Keterangan Gambar:

a. Admin menginputkan data-data yang dibutuhkan sebagai basis pengetahuan penyakit yang diderita seperti pada kondisi daun, kondisi batang, kondisi akar, kondisi buah.
b. Petani apel menginputkan gejala penyakit yang diderita pada tanaman apel.
c. Petani mendapatkan informasi untuk mengetahui jenis penyakit yang ada pada tanaman apel.

3.5 Implementasi Sistem

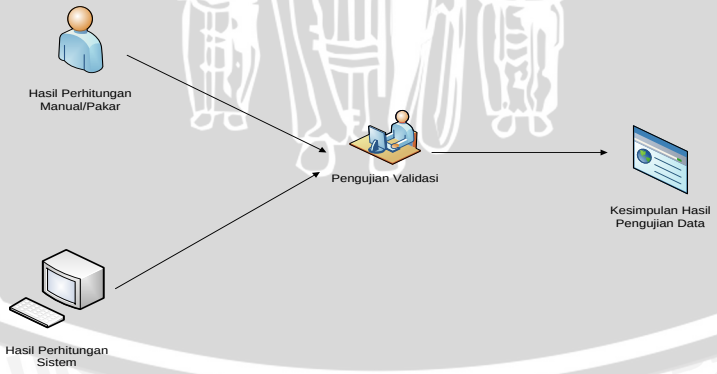
Implementasi perangkat lunak dilakukan dengan mengacu pada perancangan aplikasi. Berikut merupakan blok diagram implementasi sistem yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Blok Diagram Implementasi Sistem

3.6 Pengujian Sistem

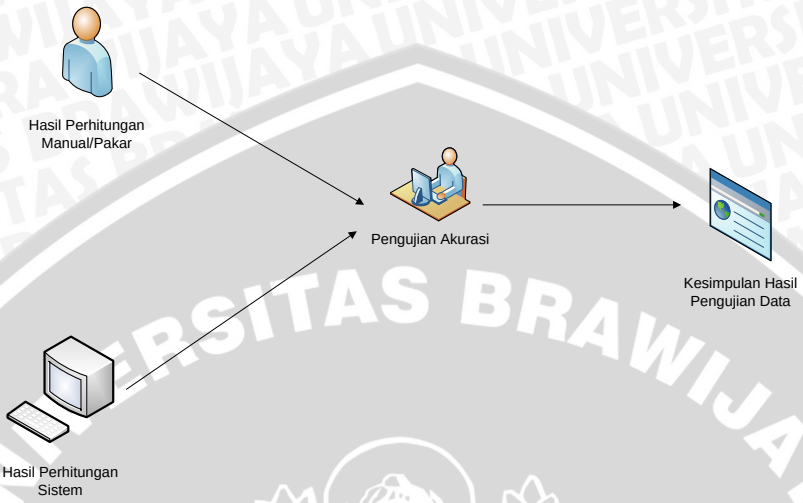
Pada tahap ini dilakukan pengujian keberhasilan dan akurasi sistem yang telah dibuat pada tahap implementasi. Pengujian dilakukan dengan cara memeriksa sistem apakah sudah bisa beroprasi dengan baik atau masih ada *error* atau *bug* yang perlu diperbaiki. Gambar 3.4 merupakan proses pengujian sistem yang dilakukan untuk menghasilkan kesimpulan sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 3.4 Blok Diagram Pengujian Sistem

Selain itu dilakukan pula pengujian akurasi.Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil dari aplikasi dengan data yang didapatkan dari observasi dengan algoritma *Certainty Factor*. Pengujian juga dapat dilakukan

dengan menguji kinerja atau tingkat keakuratan sistem dengan cara menghitung nilai akurasi tiap data yang telah diuji. Diagram blok pengujian akurasi sistem ditunjukan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Blok Diagram Pengujian Akurasi Sistem

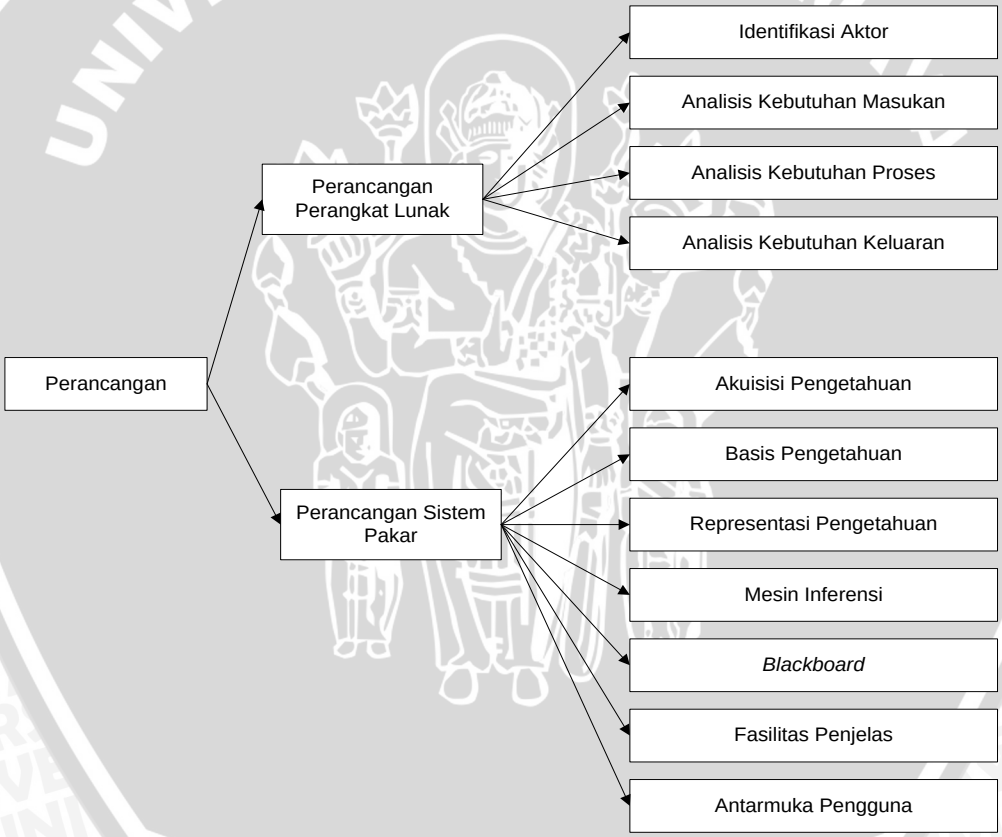
3.7 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan dibuat setelah semua tahapan perancangan, pengolahan data, implementasi dan pengujian sistem terhadap metode yang digunakan selesai diterapkan. Kesimpulan disusun berdasarkan hasil pengujian dan analisis sistem yang telah dibuat. Isi dari kesimpulan diharapkan dapat menjadi acuan pada penelitian lain untuk mengembangkan sistem diagnosis penyakit tanaman apel. Selain itu, pada akhir penulisan terdapat saran yang bertujuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB 4 PERANCANGAN

PERANCANGAN

Perancangan dilakukan meliputi tiga tahap, yaitu proses analisis kebutuhan perangkat, perancangan sistem pakar dan perancangan perangkat lunak. Pada tahap analisis kebutuhan perangkat lunak terdiri atas identifikasi aktor, analisis kebutuhan masukan, analisis kebutuhan proses, dan analisis kebutuhan keluaran. Perancangan pada sistem pakar sendiri terdiri dari perancangan akuisisi, pengetahuan, basis pengetahuan, representasi pengetahuan, basis pengetahuan, mesin inferensi, *blackboard*, fasilitas penjelas, dan *interface pengguna*. Model *Tree* dari perancangan sistem pakar dapat dilihat lebih jelasnya pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pohon Perancangan

4.1 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak ini diawali dengan identifikasi aktor-aktor yang terlibat dalam sistem pakar, penjabaran kebutuhan masukan, proses, dan keluaran. Perancangan ini ditujukan untuk menggambarkan kebutuhan-

kebutuhan yang harus disediakan oleh sistem agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna.

4.1.1 Identifikasi Aktor

Identifikasi aktor bertujuan untuk mengetahui aktor yang terlibat dalam penggunaan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman apel. Aktor yang berinteraksi dengan sistem pakar tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Identifikasi Aktor

Aktor	Deskripsi proses
Pengguna	• Melihat informasi jenis-jenis penyakit pada tanaman apel • Melakukan diagnosis gejala penyakit tanaman apel
Pakar	• *Login* • Tambah, hapus, Ubah data gejala • Mengubah nilai CF • Mengakses informasi

4.1.1 Analisis Kebutuhan Masukan

Pada tahap ini pakar memberikan masukan antara lain berupa :

- Data gejala baru yang belum terdapat dalam sistem. Data gejala meliputi id gejala dan nama gejala.
- Data aturan ditambahkan sesuai dengan nama gejala dan jenis penyakit pada tanaman apel.

Pengguna memberikan masukan berupa:

- Data pengguna yang berisi kode apel

Dari masukan pakar, dapat digunakan sebagai basis pengetahuan dari sistem dalam mendiagnosis penyakit tanaman apel. Selain masukan dari pakar, juga terdapat daftar kebutuhan. Daftar kebutuhan ini meliputi sebuah tabel yang menguraikan kebutuhan fungsional dari perangkat lunak. Tabel kebutuhan fungsional memiliki penjelasan kebutuhan yang harus disediakan oleh sistem, aktor yang berperan pada kebutuhan tersebut, serta nama proses yang menunjukkan fungsionalitas. Pada tabel 4.2 ditunjukkan daftar kebutuhan fungsional keseluruhan sistem.

Tabel 4.2 Daftar Kebutuhan Fungsional

ID	Persyaratan	Aktor	Keterangan

FO_01	Sistem bisa menampilkan informasi jenis-jenis penyakit pada tanaman apel	Pengguna, pakar/admin	Lihat informasi
FO_02	Sistem bisa melakukan *login* (pakar)	Pakar/admin	*Login*
FO_03	Sistem bisa menerima data gejala yang diinputkan oleh pengguna untuk melakukan proses diagnosis	Pengguna	Proses Diagnosis
FO_04	Sistem bisa menampilkan hasil diagnosis penyakit tanaman apel yang berdasarkan gejala yang diinputkan oleh seorang *pengguna*.	Pengguna	Lihat Hasil Diagnosis
FO_05	Sistem bisa menyediakan antarmuka untuk memasukkan data gejala oleh seorang pakar.	Pakar/Admin	Input Data Gejala
FO_06	Sistem bisa melakukan perubahan data gejala.	Pakar/Admin	Memperbaruhi Data Gejala
FO_07	Sistem bisa menyediakan antarmuka untuk memasukkan nilai CF.	Pakar/Admin	Input Nilai CF
FO_08	Sistem mampu menambahkan data tentang penyakit tanaman apel	Pakar/Admin	Input Data penyakit
FO_9	Sistem mampu melakukan perubahan data penyakit tanaman apel	Pakar/Admin	Memperbaruhi Data penyakit
FO_10	Sistem mampu menghapus data Penyimpangan	Pakar/Admin	Menghapus Data penyakit
FO_11	Sistem mampu mengedit data gejala	Pakar/Admin	Memperbauhi Data Gejala
FO_12	Sistem mampu mengedit nilai CF	Pakar/Admin	Memperbauhi nilai CF
FO_13	Sistem menyediakan antarmuka logout	Pakar/Admin	*Logout*

- Selain kebutuhan fungsional terdapat juga kebutuhan non-fungsional pada
- pemodelan sistem penyakit tanaman apel. Berikut kebutuhan non fungsional meliputi Compatibility, Usability, Reliability, Safety, Security. Deskripsi penjelasan kebutuhan non-fungsional yang terdapat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Daftar Kebutuhan Non – Fungsional

Parameter	**Deskripsi Kebutuhan**
Compatibility	Sistem harus dapat dijalankan di berbagai *PC*
Usability	Sistem harus memiliki *pengguna interface* yang mudah dan nyaman untuk dioperasikan oleh pengguna, dan harus sesuai dengan tujuan dari pembuatan sistem.
Reliability	Sistem harus dapat diandalkan dan memiliki performa yang baik
Safety	Keselamatan data harus terjamin pada sistem ini dengan selalu memberikan konfirmasi saat pengguna ingin melakukan operasi seperti edit dan hapus.
Security	Sistem informasi ini harus dapat mem-*filter pengguna* yang berhak untuk mengakses sistem atau tidak.

4.1.2 Analisis Kebutuhan Proses

Inti proses dari sistem ini adalah penalaran. Sistem ini melakukan penalaran untuk menentukan hasil berdasarkan gejala yang dimasukkan oleh pengguna. Pada sistem telah disediakan aturan basis pengetahuan untuk gejala-gejala penelusuran penyakit tanaman apel.

4.1.3 Analisis Kebutuhan Keluaran

Data keluaran dari sistem ini adalah hasil proses diagnosis menggunakan model perhitungan dari metode certainty factor. Hasil diagnosis tersebut berdasarkan fakta gejala yang dimasukkan pengguna berdasarkan gejala yang dialaminya. Hasil output sistem terdiri nama penyakit dan nilai prosentase jenis penyakit yang ada pada tanaman apel**.**

4.2 Perancangan Sistem Pakar

Sistem pakar pada penelitian ini digunakan untuk mendiagnosis penyakit tanaman apel. Metode yang diterapkan yaitu *Certainty Factor* yang digunakan untuk proses pengambilan kesimpulan, sedangkan penelusuran jawaban untuk mencari nilai kepercayaan terbesar dari hasil perhitungan metode *Certainty Factor* menggunakan metode inferensi *Backward Chaining*.

Sistem ini membutuhkan masukan data berupa kode buah apel serta gejala-gejala yang dialami tanaman apel. Hasil akhir berupa penyakit yang diderita tanaman apel beserta persentase tingkat keyakinan CF dan informasi tentang penyakit tanaman apel tersebut.

4.2.1 Akuisisi pengetahuan

Akuisisi pengetahuan merupakan akumulasi, transfer, dan transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari sumber pengetahuan kedalam komputer dan meletakkannya dalam basis pengetahuan dengan format tertentu. Bahan pengetahuan dapat diperoleh dengan beberapa cara, seperti dari buku internet, maupun pengetahuan yang berasal dari pakar. Pada penelitian ini proses akuisisi pengetahuan diperoleh dari wawancara dengan pakar.

Tujuan dari wawancara ini adalah memperoleh wawasan dari pakar untuk domain masalah tertentu. Wawancara ini berkaitan dengan penyusunan perancangan aturan dan mesin inferensi. Dari wawancara ini terkumpul semua informasi yang dibutuhkan untuk membangun pemodelan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman apel. Informasi tersebut antara lain.

- Macam-macam penyakit tanaman apel terdapat 16 Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Jenis Penyakit Pada Tanaman Apel

Kode	Nama Penyakit
P01	Kutu hijau (Aphis pomi Geer)
P02	Tungau, Spinder mite, cambuk merah (panonychus Ulmi)
P03	Penyakit Trips

Kode	Nama Penyakit
P04	Penyakit Ulat daun (Spodoptera litura)
P05	Penyakit embun tepung (Powdery Mildew)
P06	Penyakit bercak daun (Marssonina coronaria J.J. Davis)
P07	Penyakit kanker (Botryosphaeria Sp.)
P08	Busuk buah (Gloeosporium Sp.)
P09	Busuk akar (Armilliaria Melea)
P10	Penyakit CVPD
P11	Penyakit Blendok
P12	Penyakit Buah Gugur Prematur
P13	Penyakit Penghisap Daun (Helopheltis sp)
P14	Lalat Buah (Rhagoletis pomonella)
P15	Penyakit Kudis
P16	Penyakit Woody Gall

- Gejala-gejala dari penyakit tanaman apel terdapat 35 gejala dari 16 penyakit tanaman apel. Gejala-gejala yang ditentukan oleh pakar disebutkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4 5 Gejala Penyakit Tanaman Apel

Kode	Gejala
G01	Permukaan daun tumbuh bintik hitam
G02	Buah-buah muda gugur
G03	Terlambat berbunga
G04	Daun bentuk mengkerut
G05	Daun menjadi bewarna kuning
G06	Daun timbul warna coklat
G07	Daun terlihat berbintik-bintikputih
G08	Sisi daun menggulung ke atas
G09	Pertumbuhan daun tidak teratur
G10	Daun pada ujung tunas mengering dan gugur
G11	Daun meninggalkan bekas luka berwarna coklat abu-abu

Kode	Gejala
G12	Daun berlubang-lubang
G13	Pada daun atas tampak putih
G14	Tunas tidak normal
G15	Berkutil coklat
G16	Daun berguguran
G17	Daun umur 4-6 minggu terlihat bercak putih tidak beratur
G18	Buah membusuk
G19	Bintik warna coklat dibuah
G20	Terdapat bercak kecil jernih
G21	Buah menjadi benjol-benjol
G22	Buah terlihat pecah
G23	Buah tiba-tiba jatuh dari pohonya
G24	Mengelupas
G25	Kulit batang mongering
G26	Warna batang menjadi keabu-abuan
G27	Rasa buah yang sangat masam
G28	Buah mempunyai ukuran kecil
G29	Kulit akar membusuk
G30	Daun layu
G31	Buah menjadi berwarna orange
G32	Warna buah pucat
G33	Menggelembung
G34	Buah menjadi timbul lubang-lubang
G35	Mengeluarkan cairan

- Bobot nilai CF tiap gejala untuk masing-masing defisiensi sehingga dapat dijadikan sebagai data dalam perhitungan metode. Pakar memberikan nilai tiap gejala dengan mengacu pada sumber dan ketetapan yang relevan sehingga akan diperoleh nilai bobot tiap gejala. Pada Tabel 4.6 dijelaskan akuisisi penyakit tanaman apel.

Tabel 4.6 Akuisis Penyakit Tanaman Apel

Gejala		Jenis Penyakit Tanaman Apel															
		P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
G01	Permukaan daun tumbuh bintik hitam	V					V		V								
G02	Buah-buah muda gugur	V															
G03	Terlambat berbunga	V															
G04	Daun bentuk mengkerut	v															
G05	Daun menjadi bewarna kuning		V														V
G06	Daun timbul warna coklat		V			V	V	V	V					V	V		
G07	Daun terlihat berbintik-bintikputih			V													
G08	Sisi daun menggulung ke atas			V													
G09	Pertumbuhan daun tidak teratur			V	V								v				
G10	Daun pada ujung tunas mengering dan gugur			V													
G11	Daun meninggalkan bekas luka berwarna coklat abu-abu			v													
G12	Daun berlubang-lubang				V												
G13	Pada daun atas tampak putih					V											
G14	Tunas tidak normal					V											
G15	Berkutil coklat					v											
G16	Daun berguguran						V			V							
G17	Daun umur 4-6 minggu terlihat bercak putih tidak beratur						V										
G18	Buah membusuk							V								V	
G19	Bintik warna coklat dibuah							V									
G20	Terdapat bercak kecil jernih																V
G21	Buah menjadi benjol-benjol															V	
G22	Buah terlihat pecah														v		
G23	Buah tiba-tiba jatuh dari pohonya													V			

Gejala		Jenis Penyakit Tanaman Apel															
		P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
G24	Mengelupas											v					
G25	Kulit batang mengering											V					
G26	Warna batang menjadi keabu-abuan											V					
G27	Rasa buah yang sangat masam										v						
G28	Buah mempunyai ukuran kecil										V						
G29	Kulit akar membusuk									V							
G30	Daun layu									V							
G31	Buah menjadi berwarna orange								v								V
G32	Warna buah pucat							v									
G33	Mengeluarkan cairan							V									
G34	Menggelembung							V									
G35	Buah timbul lubang-lubang															v	

Tabel 4.7 Nilai Bobot CF Gejala Penyakit Tanaman Apel dari Petani di Kota Batu

Gejala		Jenis Penyakit Tanaman Apel															
		P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
G01	Permukaan daun tumbuh bintik hitam	0.8					0.6		0.6								
G02	Buah-buah muda gugur	0.6															
G03	Terlambat berbunga	0.4															
G04	Daun bentuk mengkerut	0.6															
G05	Daun menjadi bewarna kuning		0.6														0.4
G06	Daun timbul warna coklat		0.8			0.6	0.6	0.5	0.5					0.6	0.7		
G07	Daun terlihat berbintik-bintikputih			0.6													
G08	Sisi daun menggulung ke atas			0.7													
G09	Pertumbuhan daun tidak teratur			0.6	0.8								0.8				
G10	Daun pada ujung tunas mengering dan gugur			0.5													
G11	Daun meninggalkan bekas luka berwarna coklat abu-abu			0.4													
G12	Daun berlubang-lubang				0.6												
G13	Pada daun atas tampak putih					0.7											
G14	Tunas tidak normal					0.5											
G15	Berkutil coklat					0.6											
G16	Daun berguguran						0.7			0.4							
G17	Daun umur 4-6 minggu terlihat bercak putih tidak beratur						0.6										
G18	Buah membusuk							0.6								0.8	
G19	Bintik warna coklat dibuah							0.6									
G20	Terdapat bercak kecil jernih																0.8
G21	Buah menjadi benjol-benjol															0.6	
G22	Buah terlihat pecah														0.8		
G23	Buah tiba-tiba jatuh dari pohonya													0.8			

Gejala		Jenis Penyakit Tanaman Apel															
		P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
G24	Mengelupas											0.7					
G25	Kulit batang mongering											0.8					
G26	Warna batang menjadi keabu-abuan											0.5					
G27	Rasa buah yang sangat masam										0.8						
G28	Buah mempunyai ukuran kecil										0.8						
G29	Kulit akar membusuk									0.8							
G30	Daun layu									0.4							
G31	Buah menjadi berwarna orange								0.7								0.6
G32	Warna buah pucat							0.8									
G33	Mengeluarkan cairan							0.6									
G34	Menggelembung							0.8									
G35	Buah timbul lubang-lubang															0.6	

4.2.2 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan berisi tentang pemikiran, fakta, maupun prosedur untuk merumuskan dan memecahkan suatu permasalahan. Basis pengetahuan tersebut terdiri dari dua pendekatan berbasis aturan yang direpresentasikan dalam bentuk fakta dan pendekatan berbasis kasus berisi tentang pencapaian solusi. Dalam penggunaan metode *certainty factor* pengambilan data sebagai pengetahuan yang dibutuhkan terutama pada gejala-gejala dalam menentukan penyakit dalam tanaman apel, nilai bobot yang diberikan pakar akan dijadikan sebagai bahan perhitungan metode *certainty factor*.

4.2.3 Representasi Pengetahuan

Pengetahuan yang telah diuraikan, direpresentasikan ke dalam aturan yang menghasilkan solusi dari tiap gejala yang mempengaruhinya. Dari kombinasi data gejala yang menjadi penyebab penyakit pada tanaman apel, maka dapat disimpulkan ada 16 aturan atau *rule* yang bisa dijelaskan dengan Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Rule (Aturan)

No	Aturan (*Rule*)
R1	IF Permukaan Daun Tumbuh Bintik Hitam AND Buah-Buah Muda Gugur AND Terlambat Berbunga AND Daun Bentuk Mengkerut THEN Penyakit Kutu Hijau (Aphis Pomi Geer)
R2	IF Buah Menjadi Berwarna Kuning AND Buah Timbul Warna Coklat THEN Penyakit Tungau (Panonychus Ulmi)
R3	IF Daun Terlihat Berbintik-Bintik Putih AND Sisi Daun Menggulung Ke Atas ANDTulang-Tulang Daun Tidak Teratur AND Daun Pada Ujung Tunas Mengering Dan Gugur AND Daun Meninggalkan Bekas Luka Berwarna Coklat Abu-Abu THEN Penyakit Trips
R4	IF Daun Berlubang-Lubang AND Pertumbuhan Daun Tidak Teratur THEN Penyakit Ulat Daun (Spodoptera Litura)
R5	IF Pada Daun Atas Tampak Putih AND Tunas Tidak Normal AND Daun Timbul Warna Coklat AND Berkutil Coklat

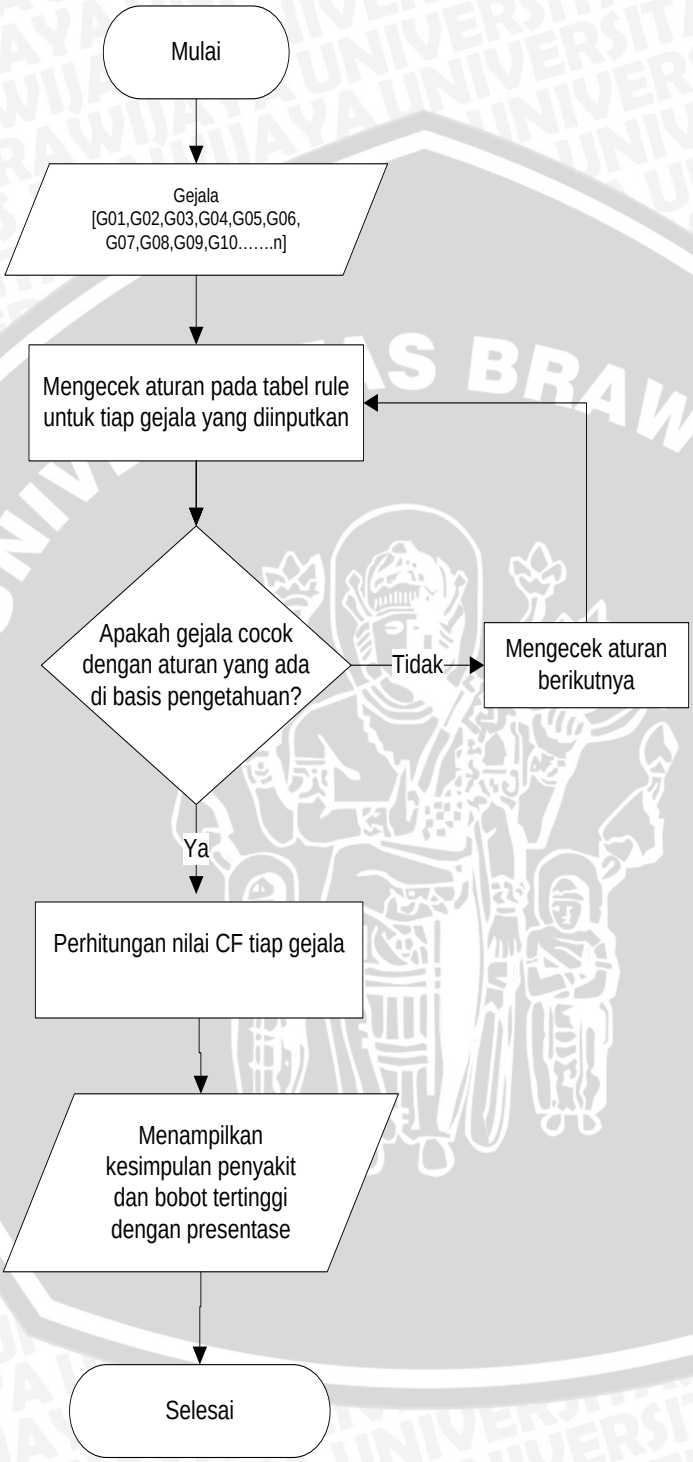
	THEN Penyakit Embun Tepung (Powdery Mildew)
R6	IF Daun Umur 4-6 MingguTerlihat Bercak Putih Tidak Teratur AND Daun Timbul Warna Coklat AND Permukaan Daun Tumbuh Titik Hitam AND Daun Berguguran THEN Penyakit Bercak Daun
R7	IF Buah Membusuk AND Buah Timbul Warna Coklat AND Bintik warna coklat dibuah AND Mengeluarkan Cairan AND Mengelembung AND Warna Buah Pucat THEN Penyakit Kanker (Botryosphaeria Sp.)
R8	IF Daun Timbul Warna Coklat AND Permukaan Daun Tumbuh Bintik Hitam AND Buah Berubah Menjadi Orange THEN Busuk Buah (Gloeosporium Sp.)
R9	IF Daun Layu AND Daun Berguguran AND Kulit Akar Membusuk THEN Busuk Akar (Armilliaria Melea)
R10	IF Buah Mempunyai Ukuran Yang Kecil AND Rasa Buah Yang Sangat Masam THEN Penyakit CVPD
R11	IF Warna Batang Yang Menjadi Kebau-Abuan AND Kulit Batang Kering ANDMengelupas THEN Penyakit Blendok
R12	IF Pertumbuhan Daun Tidak Teratur THEN Penyakit Woody Gall

R13	IF Buah Tiba-Tiba Jatuh Dari Pohonya AND Daun Timbul Warna Coklat THEN Penyakit Buah Gugur Prematur
R14	IF Daun Timbul Warna Coklat AND Buah Terlihat Pecah THEN Penyakit Serangga Penghisap Daun (Helopheltis Sp)
R15	IF Buah Menjadi Benjol-Benjol AND Buah Timbul Lubang-Lubang AND Buah Membusuk THEN Penyakit Lalat Buah (Rhagoletis Pomonella)
R16	IF Buah Menjadi Berwarna Kuning AND BuahBerubah Berwarna Orange AND Terdapat Bercak Kecil Jernis THEN Penyakit Kudis

4.2.4 Mesin Inferensi

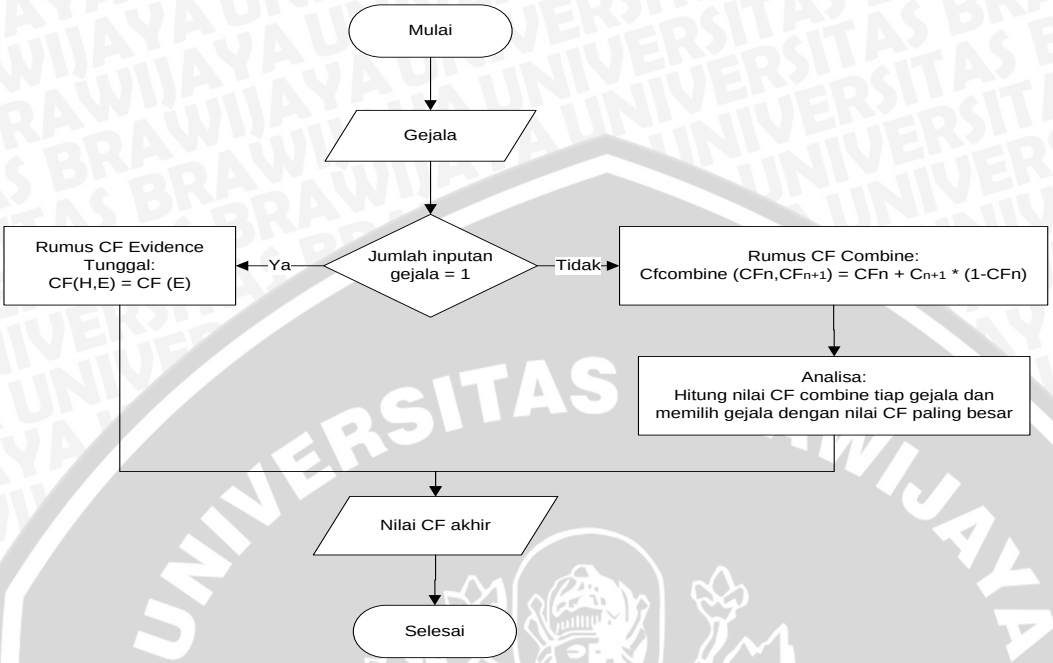
Pembuatan sebuah pemodelan sistem pakar, dibutuhkan mesin inferensi yang merupakan program komputer yang memberikan metodologi untuk penalaran tentang informasi yang ada dalam basis pengetahuan dan dalam *workplace*, dan untuk memformulasikan kesimpulan. *Backward chaining* termasuk teknik inferensi yang efektif dan banyak diterapkan di berbagai aplikasi sistem pakar. *Backward chaining* disebut juga sebagai teknik inferensi yang dikendalikan oleh target (goal driven). *Backward chaining* merupakan metode kebalikan dari *forward chaining*. Dalam *Backward Chaining* hal yang pertama ditentuk adalah targetnya terlebih dahulu, yaitu fakta yang merupakan bagian simpulan dari suatu aturan. Berangkat dari target tersebut, mesin inferensi mencari aturan-aturan yang fakta bagian kondisinya memenuhi kriteria sesuai dengan himpunan fakta masukan yang bergerak ke belakang. Apabila fakta-fakta bagian kondisi tersebut memenuhi kriteria, maka aturan tersebut dapat digunakan. Dari fakta-fakta baru yang didapat, selanjutnya mesin inferensi mencari lagi fakta-fakta lainnya dengan bergerak ke belakang, dari bagian simpulan ke bagian kondisi suatu aturan. Keuntungan dari *backward chaining* ini adalah dapat membuat kesimpulan-kesimpulan baru meskipun fakta-fakta yang ada tidak memenuhi kriteria, karena mesin akan memproses terus fakta-fakta yang ada ke belakang atau bagian kondisi suatu aturan. Dalam pengambilan keputusan terkadang muncul sebuah ketidakpastian dalam pengambilan keputusan. Metode *Certainty Factor* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mengatasi ketidakpastian dalam pengambilan keputusan. *Certainty*

Factor dapat terjadi dengan berbagai kondisi. Diantara kondisi yang terjadi adalah terdapat beberapa antensenden (dalam rule yang berbeda) dengan satu konsekuen yang sama. Flowchart sistem dengan metode *certainty factor* ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 *Flowchart* Sistem Dengan Metode Certainty Factor

Sedangkan untuk detail proses perhitungan *certainty factor* dijelaskan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 *Flowchart* Perhitungan Nilai *Certainty Factor* tiap Penyimpangan

- Perhitungan Manual

  Pada Tabel 4.7 terdapat nilai bobot dari pakar untuk setiap gejala penyakit tanaman apel. Perhitungan ini dimaksudkan untuk hasil *output* CF mendekati maksimal dan juga untuk mengetahui persentase diagnosis saat pengguna memilih gejala yang sama dengan data gejala yang terdapat pada sistem.

  CONTOH KASUS

  Misalnya salah satu pengguna menginputkan gejala – gejala berikut:

- Daun Timbul Warna Coklat
- Tunas Tidak Normal
- Pada Daun Atas Tampak Putih
- Daun Berguguran
- Buah Membusuk
- Mengelupas
- Buah-Buah Muda Berguguran
- Mengeluarkan Cairan

  Dengan menggunakan metode *certainty factor* nantinya dapat diketahui penyakit yang diderita tanaman apel. Dengan merujuk pada tabel bobot CF pakar maka akan di hitung diagnosis yang cocok dengan gejala yang telah dimasukkan pengguna. Dimana perhitungannya sebagai berikut.Gejala yang dimasukkan pengguna dicocokkan dengan gejala penyakit tanaman apel yang tersimpan pada sistem, didapatkan hasil seperti Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Pencocokan Gejala Masukan Pengguna dengan Gejala pada Sistem

Kode	Gejala	Nilai CF					
		P01	P05	P06	P07	P11	P15
G02	Buah-buah yang masih muda berguguran	0.6					
G06	Daun timbul warna coklat		0.6	0.6	0.5		
G13	Pada daun tampak putih		0.7				
G14	Tunas tidak normal		0.5				
G16	Daun berguguran			0.7			
G18	Buah membusuk				0.5		
G24	Mengelupas					0.7	
G35	Mengeluarkan cairan						0.6

1) Penyakit Kutu Hijau
Hasil pencocokan gejala yang dimasukan pengguna dengan gejala yang dimiliki penyakit tanaman apel didapatkan 1 data gejala yang sama seperti pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Gejala dan Nilai CFPenyakit kutu Hijau

Kode	Gejala	Nilai CF
G02	Buah-buah yang masih muda berguguran	0.6

Kesimpulan: CF dari gejala yang dimasukkan Pengguna untuk Penyakit kutu Hijau kemungkinan bernilai 0.6 atau 60%.

2) Penyakit Embun Tepung
Hasil pencocokan gejala yang dimasukan pengguna dengan gejala yang dimiliki penyakit tanaman apel didapatkan 3 data gejala yang sama seperti pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Gejala dan Nilai CFPenyakit embun tepung (*Powdery Mildew*)

Kode	Gejala	Nilai CF
G06	Daun timbul warna coklat	0.6
G13	Pada daun tampak putih	0.7
G14	Tunas tidak normal	0.5

Proses Perhitungan CF Combine adalah sebagai berikut :

CF(a) = CF1 + [CF2 * (1 – CF1)]
= 0.6 + [0.7 * (1 – 0.6)]
= 0.88
CF(b) = CF(a) + [CF3 * (1 – CF(a))]
= 0.88 + [0.5 * 1- 0.88)]
= 0.94

Kesimpulan: CF dari gejala yang dimasukkan pengguna untuk Penyakit embun tepung kemungkinan Bernilai 0.94 atau 94%.

3) Penyakit Bercak Daun
Hasil pencocokan gejala yang dimasukkan pengguna dengan gejala yang dimiliki penyakit tanaman apel didapatkan 2 data gejala yang sama seperti pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Gejala dan Nilai CFPenyakit Bercak Daun

Kode	Gejala	Nilai CF
G06	Daun timbul warna coklat	0.6
G16	Daun berguguran	0.7

CF(a) = CF1 + [CF2 * (1 – CF1)]
= 0.6 + [0.6 * (1 – 0.6)]
= 0.88
Kesimpulan: CF dari gejala yang dimasukkan pengguna untuk Penyakit bercak daun kemungkinan bernilai 0.88 atau 88%.

4) Penyakit Kanker
Hasil pencocokan gejala inputan pengguna dengan gejala yang dimiliki penyakit tanaman apel didapatkan 2 data gejala yang sama seperti pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Gejala dan Nilai CF Penyakit kanker

Kode	Gejala	Nilai CF
G06	Daun timbul warna coklat	0.5
G18	Buah membusuk	0.5

CF(a) = CF1 + [CF2 * (1 – CF1)]
= 0.5 + [0.5 * (1 – 0.5)]
= 0.75
Kesimpulan: CF dari gejala yang dimasukkan pengguna untuk Penyakit kanker kemungkinan sebesar 0.75 atau 75%.

5) Penyakit Blendok
Hasil pencocokan gejala inputan pengguna dengan gejala yang dimiliki penyakit tanaman apel didapatkan 1 data gejala yang sama seperti pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Gejala dan Nilai CF Penyakit Blendok

Kode	Gejala	Nilai CF
G24	Mengelupas	0.7

Kesimpulan: CF dari gejala yang dimasukkan pengguna untuk Penyakit blendok kemungkinan bernilai 0.7 atau 70%.

6) Penyakit Kudis

Hasil pencocokan gejala inputan pengguna dengan gejala yang dimiliki penyakit tanaman apel didapatkan 1 data gejala yang sama seperti pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Gejala dan Nilai CFPenyakit Kudis

Kode	Gejala	Nilai CF
G35	Mengeluarkan cairan	0.6

Kesimpulan: CF dari gejala yang dimasukkan pengguna untukPenyakit kudis kemungkinan bernilai 0.6 atau 60%.

Dari perhitungan CF masung-masing penyakit tanaman apel, diperoleh nilai CF terbesar adalah 0.94 atau 94% pada Penyakit embun tepung (Powdery Mildew) pada tanaman apel. Sehingga hasil diagnosisnya adalah penyakit Penyakit embun tepung (Powdery Mildew).

4.2.5 Blackboard

Blackboard merupakan area memori yang berfungsi sebagai basis data untuk merekam hasil sementara. Blackboard berisi rencana solusi berupa data yang digunakan sebagai bahan hasil pertimbangan dalam memberikan kesimpulan akhir. Pada aplikasi ini, data yang disimpan pada area ini adalah data gejala masukan dari pengguna. Nilai CF tiap gejala, hasil perhitungan CF total dan hasil akhirnya, serta hasil akhir diagnose jenis penyakit yang diderita pada tanaman apel.

4.2.6 Fasilitas Penjelas

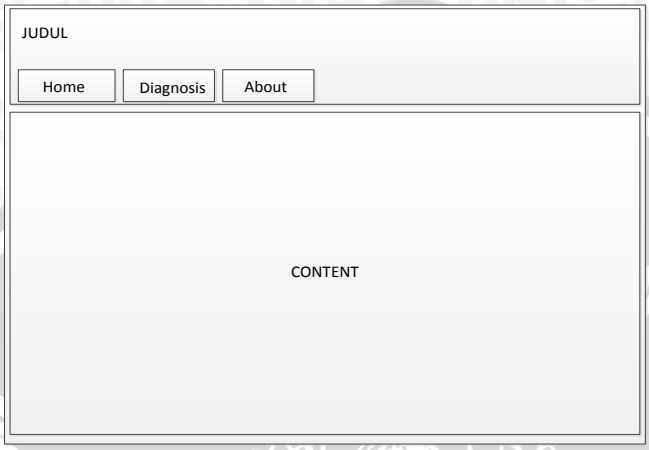
Fasilitas penjelas merupakan penjelasan dari hasil diagnose dari tanaman apel. Fasilitas penjelas ini merupakan hasil kesimpulan darimana diagnosis akhir itu diperoleh berdasarkan metode *certainty factor.* Fasilitas penjelas dapat memberikan keterangan berupa hasil perhitungan atau penalaran sistem, sehingga pengguna dapat mengetahui bagaimana sistem pakar menghasilkan kesimpulan.

4.2.7 Antar Muka (*Interface*)

Aplikasi sistem pakar diagnosis penyakit tananaman apel merupakan aplikasi berbasis web. Pengguna dibagi 2 yaitu, pengguna/pengguna umumdan admin(pakar). pengguna disini bisa lagsung melakukan diagnosis tanpa memasukan *Username* dan *Password*. Jadi pengguna bisa langsung mengetahui jenis penyakit tanaman apel dengan cara memasukan gejala-gelaja yang ada pada tanaman apel.

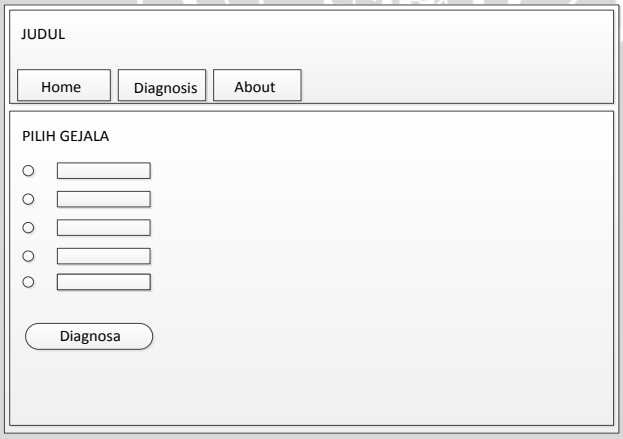
Dan admin/ pakar dapat melakukan semua inputan data utama dan melakukan manajemen data.

- Tampila Program Halaman Utama
  Gambar 4.4 merupakan rancangan antarmuka halaman utama yang terdiri dari menu home, diagnosis, dan About. Halaman ini dapat diakses oleh semua pengguna.



Gambar 4.4 Tampilan Form Program Utama

- Form Diagnosis gejala Penyakit
  Gambar 4.5 merupakan rancangan form diagnosis penyakit. Form ini bisa diakses oleh semua pengguna, form ini untuk memudahkan pengguna dalam mendiagnosis penyakit pada tanaman apel. Pengguna bisa memilih gejala-gejala pada form ini.



Gambar 4.5 Form diagnosis penyakit

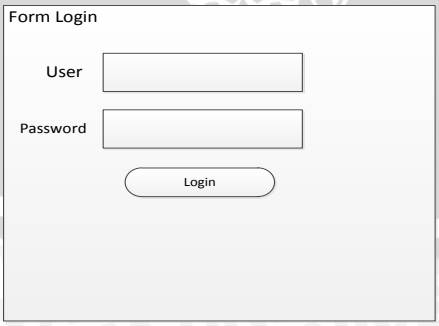
- Form Hasil Diagnosis Penyakit
  Gambar 4.6 merupakan rancangan form hasil diagnosis penyakit. Form ini bisa diakses oleh semua pengguna, form ini menampilkan hasil diagnosis penyakit dan menampilkan nilai presentase penyakit.

Gambar 4.6 Form Hasil Diagnosis Penyakit

- Form detail penyakit
  Gambar 4.7 merupakan rancangan form detail penyakit. Form ini bisa diakses oleh semua pengguna, form ini menampilkan detail penyakit yang di derita oleh tanaman apel. Form ini terdiri dari keterangan, solusi dan gambar penyakit yang diderita pada tanaman apel.

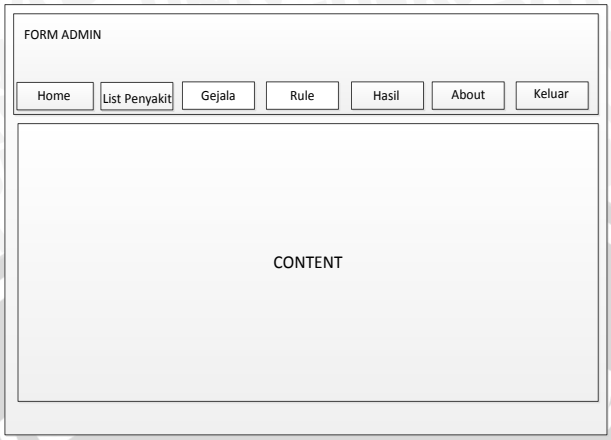
Gambar 4.7 Form Detail Penyakit

- Form Login Admin
  Gambar 4.8 merupakan rancangan antarmuka halaman login pada admin, dan halaman ini terdiri dari Pengguna dan password. Halaman ini hanya bias diakses oleh seorang admin.



Gambar 4.8 Form Login Admin

- Form Halaman Utama Admin
  Gambar 4.9 merupakan rancangan form halaman utama pada admin. Halaman ini hanya bisa diakses oleh admin. Form ini terdiri dari home, list penyakit, gejala, rule(aturan), lihat hasil, keluar dan about.



Gambar 4.9 Form Halaman Utama Admin

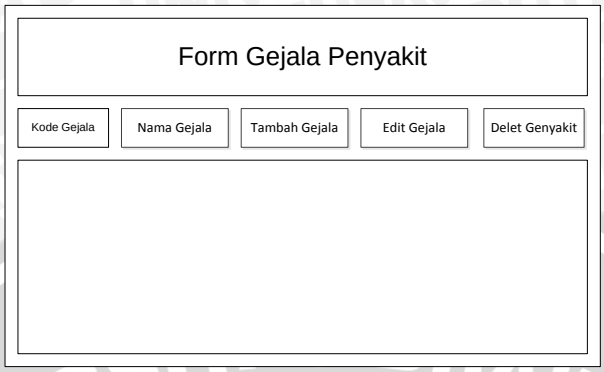
- Form Isi Penykit
  Gambar 4.10 merupakan rancangan form isi penyakit. Form ini hanya bisa diakses oleh admin. Form ini terdiri dari kode,solusi dan gambar.

Gambar 4.10 Form Isi Penyakit (admin)

- Form laporan penyakit
  Gambar 4.11 merupakan rancangan form laporan penyakit. Form ini hanya bisa diakses oleh admin. Form ini digunakan oleh admin untuk menambah penyakit, menghapus penyakit dan mengedit penyakit.

Gambar 4.11 Form Laporan Penyakit (admin)

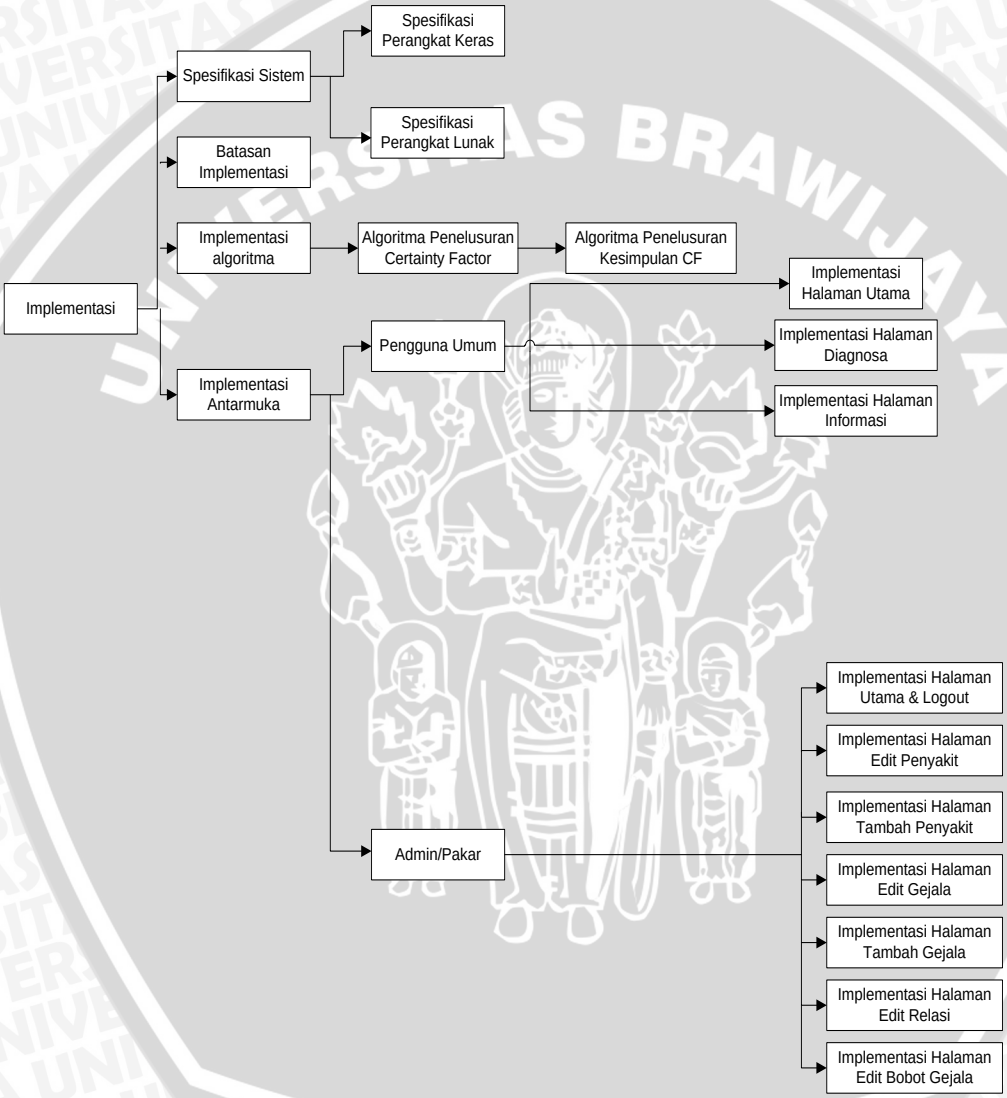
- Form GejalaPenyakit
  Gambar 4.12 merupakan rancangan form laporan penyakit. Form ini hanya bisa diakses oleh admin. Form ini digunakan oleh admin untuk menambah gejala, mengahapus gejala dan mengedit gejala.



Gambar 4.12 Form gejala Penyakit (admin)

BAB 5 IMPLEMENTASI

Bab ini membahas mengenai implementasi perangkat lunak berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari analisis kebutuhan dan proses perancangan perangkat lunak yang telah dibuat. Pembahasan terdiri dari penjelasan tentang spesifikasi sistem, batasan-batasan dalam implementasi, implementasi basis data, implementasi algoritma pada program, dan implementasi antarmuka. Pohon implementasi sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Pohon Implementasi

5.1 Sistem Spesifikasi

Hasil analisis kebutuhan dan perancangan perangkat lunak yang telah diuraikan pada Bab 4 menjadi acuan untuk melakukan implementasi menjadi sistem yang dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan. Spesifikasi sistem diimplementasikan pada spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak.

5.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Apliaksi Pemodelan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Apel menggunakan sebuah Komputer dengan spesifikasi perangkat keras yang dijelaskan pada Tabel 5.1.

Tablel 5.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Nama Komponen	**Spesifikasi**
Processor	Intel(R) Core™ 2 Duo-T6570 CPU @ 2.10 GHz
Memory (RAM)	4 GB
Harddisk	500 GB HDD

5.1.2 Spesifikasi perangkat Lunak

Apliaksi Pemodelan Sistem Pakar Diagnose Penyakit Tanaman Apel menggunakan perangkat lunak dengan spesifikasi yang dijelaskan pada Tabel 5.2.

Tablel 5.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Sistem Operasi	*Microsoft Windows 7 (64-bit)*
Bahasa Pemrograman	*PHP*
Tools Pemrograman	*Adobe Dreamweaver*
Server Localhost	*XAMPP 3.1.10*
DBMS	*MySQL*

5.2 Batasan-batasan Implementasi

Beberapa batasan dalam mengimplementasikan metode *Certainty Factor* pada Sistem Pakar Diagnosis penyakit tanaman apel adalah sebagai berikut:

1. Masukan yang diterima oleh sistem adalah berupa inputan dari gejala-gejala yang dipilih oleh pengguna.
2. Keluaran yang diterima oleh pengguna berupa hasil perhitungan berupa persentase dan kesimpulan hasil diagnosis jenis penyimpangan yang diderita beserta imformasi mengenai penyakit tanaman apel.
3. Aplikasi yang digunakan berbasis web dengan basis data penyimpanan menggunakan PHPMyAdmin.
4. Metode yang digunakan yaitu *Certainty Factor*.
5. Sistem ini bersifat dinamis, yaitu dapat melakukan penambahan dan pengubahan data aturam, jenis penyakit serta gejalanya.

5.3 Implementasi Algortime

Implementasi yang dibahas menggunakan bahasa pemrograman PHP dan menggunakan database *PHPMyAdmin*. Bahasa pemrograman PHP digunakan untuk membangun aplikasi. Database *PHPMyAdmin* digunakan untuk menyimpan data. Pada penulisan implementasi ini yang dicantumkan hanya algoritma proses perhitungan *certainty factor* dan proses pengambilan kesimpulan.

5.3.1 Proses Perhitungan *Certainty Factor*

Dalam *certainty factor* gejala dari masing-masing penyakit memiliki bobot. Dalam aplikasi pemodelan sistem pakar ini, pengguna harus memilih gejala yang dialami pada tanaman apel. Sistem akan mendapatkan bobot untuk setiap gejala dari inputan pengguna. Masing-masing gejala memiliki bobot yang berbeda pada masing-masing penyakit. Implementasi algoritma proses penelusuran nilai CF hingga perhitungannya dapat dilihat seperti Source Code 5.2.

```
1 ?>
2 }
3 function _hit_cf($kode_penyakit){
4       $sql="select gejala.nilai_cf from gejala,relasi where
5                   relasi.kode_penyakit='".$kode_penyakit."'                   AND
relasi.kode_gejala==gejala.ikode_gejala";
6       $result=mysql_query($sql)or die(mysql_error());
7       $tempnilai="";
8       $i=0;
9       //$jml_data=mysql_num_rows($result);
10      $hasil="";
11      $nilai="";
12      $hasil_akhir="";
13      while($data=mysql_fetch_array($result)){
14              $nilai[]=$data['nilai_cf'];
15
16      }
17
18      //print_r($nilai);
19      $jml_data=count($nilai)-1;
20
21      for($x=0;$x<=$jml_data;$x++){
22
23              if($x==0){
24                      $hasil_akhir[]=($nilai[$x]+$nilai[$x+1])*(1-$nilai[$x]);//nilai
awal
25              }else{
26                      $hasil_akhir[]=($nilai[$x]+$hasil_akhir[$x-1])*(1-
$nilai[$x]);
```

```
27              }
28      }
29
30      $nilai_final=0;
31      $jml_ar=count($hasil_akhir);
32      if($jml_ar<=1){
33              $nilai_final=$hasil_akhir[0];
34      }else{
35              $nilai_final=$hasil_akhir[$jml_ar-1];
36      }
37      //echo $nilai_final;
38      //echo $hasil;
39      return $nilai_final;
40 }
41
42 ?>
```

Sourcode 5.2 Implementasi algoritme perhitungan CF

5.4 Implementasi Antarmuka

Antarmuka Sistem Pakar Diagnosis penyakit tanaman apel ini digunakan oleh pengguna untuk berinteraksi dengan sistem perangkat lunak. Pada implementasi antarmuka perangkat lunak ini tidak semua halaman pada sistem ditampilkan, tetapi hanya antarmuka halaman tertentu saja.Beberapa antarmuka yang ditampilkan antara lain implementasi halaman utama, implementasi halaman diagnosis, implementasi halaman informasi, implementasi halaman login, implementasi halaman pengguna, implementasi halaman Ubah profil pengguna, implementasi halaman diagnosis, implementasi halaman riwayat diagnosis, implementasi halaman admin/pakar, implementasi halaman Ubah penyakit apel, implementasi halaman tambah penyakit apel, implementasi halaman edit gejala, implementasi halaman tambah gejala, implementasi halaman Ubah relasi, dan implementasi halaman edit bobot gejala.

5.4.1 Implementasi Halaman Utama

Halaman ini merupakan halaman awal dari pemodelan sistem pakar tanaman apel. Halaman ini berisi menu-menu yang menuju ke halaman berikutnya, yakni menu beranda, info apel, diagnosis, about. Tampilan halaman utama dapat dilihat pada Gambar 5.3.

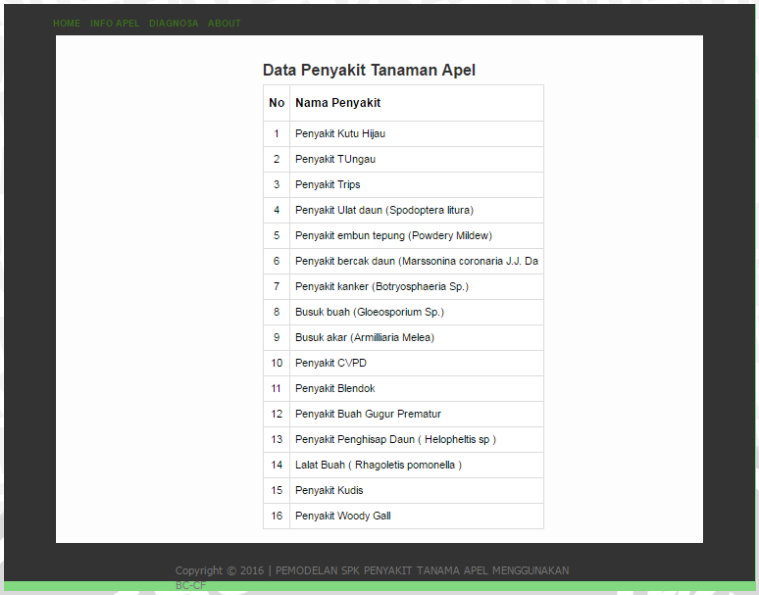
Gambar 5 3 Implementasi halaman utama

5.4.2 Implementasi Halaman Informasi

Halaman informasi berisi tentang informasi yang dapat dibaca oleh pengguna umum tentang macam-macam penyakit pada tanaman apel yang terdapat 16 penyakit. Tampilan halaman utama dapat dilihat pada Gambar 5.4.

Gambar 5.4 Implementasi Halaman Informasi

Jika pengguna ingin melihat informasi tentang jenis penyakit apel, maka pengguna perlu memilih info penyakit. Tampilan halaman informasi detail tentang penyakit tanaman apel dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Implementasi halaman informasi penyakit

5.4.3 Implementasi Halaman Diagnosis

Tampilan identifikasi merupakan menu inti dari sistem pakar ini. Melalui halaman ini pengguna dapat melakukan proses identifikasi hama dan penyakit tanaman apel. Pertama pengguna akan disajikan berbagai gejala-gejala yang disebabkan oleh hama dan penyakit tanaman apel berdasarkan bagian tanaman, yakni batang, buah dan daun. Kemudian sistem memberikan kesempatan kepada pengguna untuk memilih gejala-gejala yang sesuai. Setelah gejala-gejala yang sesuai terseleksi maka pengguna menginputkan data fakta gejala tersebut ke dalam sistem untuk diolah lebih lanjut. Lalu sistem akan memberikan informasi kepada pengguna mengenai berbagai kemungkinan hama dan penyakit yang menyerang tanaman apel berdasarkan gejala-gejala yang diinputkan oleh pengguna. Tampilan halaman diagnosis dapat dilihat pada Gambar 5.6.

Gambar 5.6 Implementasi Halaman Diagnosis

Setelah pengguna melakukan diagnosis, maka akan muncul hasil diagnosis penyakit tanaman apel. Halaman hasil diagnosis menampilkan hasil diagnosis , jenis penyakit, persentase, dan solusi. Adapun tampilan hasil diagnosis dapat dilihaat pada Gambar 5.7.

Gambar 5 7 Tampilan Hasil Diagnosis

5.4.4 Halaman Login Admin

Halaman ini digunakan oleh admin untuk masuk ke dalam halaman utama admin. Untuk masuk ke dalam halaman utama admin, admin harus memasukkan *Username* dan *Password*. Halaman ini juga memiliki banyak menu yang dapat diakses oleh pakar khususnya uang berkaitan dengan basis pengetahuan seperti pengolahan data jenis penyakit tanaman apel, pengolahan data gejala, pengolahan data relasi penyakit dan gejala, serta pengolahan data bobot gejala. Tampilan halaman admin dilihat pada Gambar 5.8.

Gambar 5.8 Tampilan Halaman login Admin

Jika proses login sukses, maka admin dapat mengakses halaman utama admin. Halaman ini berisi menu pengelolaan semua data yang ada dalam database sistem. Sedangkan menu logout dapat digunakan apabila pengguna ingin keluar dari halaman utama admin dan proses manipulasi data sudah selesai. Jika sudah melakukan proses Keluar, untuk masuk ke halaman utama admin, maka admin harus

melakukan proses login kembali. Tampilan halaman utama admin dilihat pada Gambar 5.9.

Gambar 5.9 Tampilan Halaman Utama Admin

5.4.5 Halaman Data Penyakit

Halaman data penyakit merupakan halaman untuk memanipulasi data yang ada pada tabel penyakit. Menu yang disediakan adalah tambah penyakit, edit penyakit dan hapus penyakit. Tampilan halaman data penyakit dilihat pada Gambar 5.10.

Gambar 5.10 Tampilan Halaman Data Penyakit

5.4.6 Halaman Tambah Penyakit

Halaman ini disediakan bagi admin untuk menambah data penyakit. Data tersebut berupa id penyakit, penyakit. Berikut tampilan halaman tambah penyakit dilihat pada Gambar 5.11.

Gambar 5.11 Tampilan Halaman Tambah Penyakit

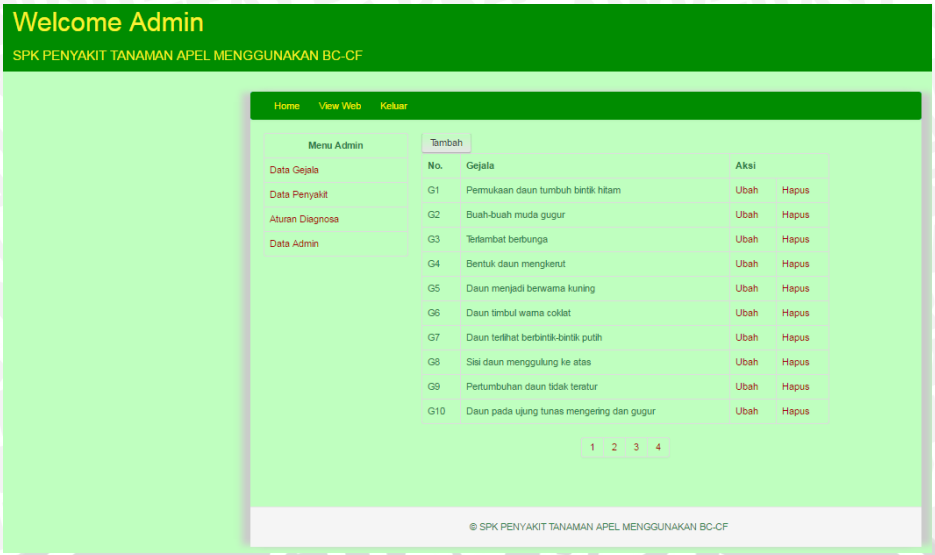
5.4.7 Halaman Ubah Penyakit

Halaman ini disediakan bagi admin untuk mengedit data penyakit. Data yang dapat dimanipulasi adalah data penyakit. Berikut tampilan halaman edit penyakit dapat dilihat pada Gambar 5.12.

Gambar 5.12 Tampilan Halaman Edit Penyakit

5.4.8 Halaman Data Gejala

Halaman data gejala merupakan halaman untuk mengubah data yang ada pada tabel gejala. Menu yang disediakan adalah tambah gejala, edit gejala dan hapus gejala. Berikut tampilan halaman data gejala dilihat pada Gambar 5.13.



Gambar 5.13 Tampilan Halaman Data Gejala

5.4.9 Halaman tambah gejala

Halaman ini disediakan bagi admin untuk menambah data gejala. Data tersebut berupa id gejala, gejala. Berikut tampilan halaman tambah gejala dapat dilihat pada Gambar 5.14.

Gambar 5.14 Tampilan Halaman Tambah Gejala

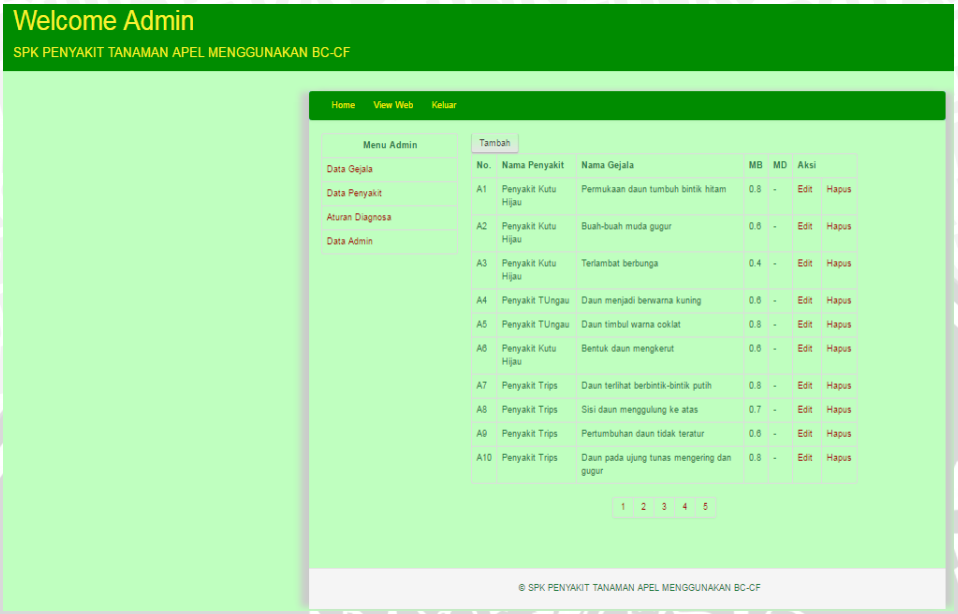
5.4.10 Halaman Ubah gejala

Halaman ini disediakan bagi admin untuk mengubah data gejala. Berikut tampilan halaman ubah gejala dapat dilihat pada Gambar 5.15.

Gambar 5.15 Tampilan Halaman Ubah Gejala

5.4.11 Halaman Aturan Diagnosis

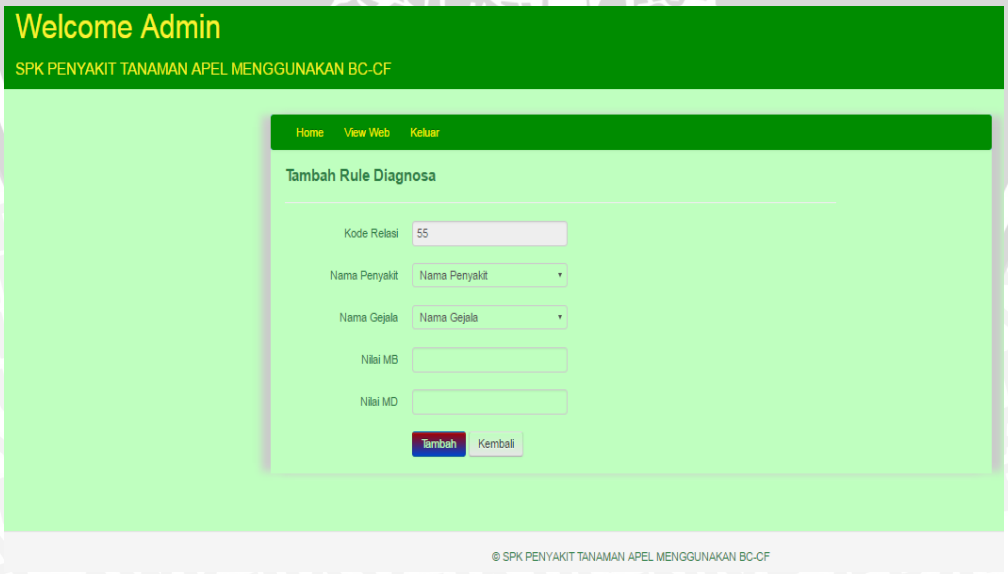
Halaman kelola aturan merupakan halaman untuk memanipulasi data yang ada pada tabel aturan. Menu yang disediakan adalah tambah aturan, edit aturan dan hapus aturan. Berikut tampilan halaman aturan diagnosis dapat dilihat pada Gambar 5.16.



Gambar 5.16 Tampilan Halaman Aturan Diagnosis

5.4.12 Halaman tambah aturan

Halaman ini disediakan bagi admin untuk menambah data aturan. Data tersebut berupa id aturan, id penyakit, id gejala dan nilai bobot gejala. Berikut tampilan halaman tambah aturan dilihat pada Gambar 5.17.



Gambar 5.17 Tampilan Halaman Tambah Aturan

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini membahas mengenai proses pengujian sistem pakar diagnosis Penyakit Tanaman Apel Manalagi yang telah dibangun. Proses pengujian yang dilakukan ialah pengujian akurasi. Pengujian akurasi digunakan untuk menguji tingkat akurasi antara perhitungan tes secara manual dengan perhitungan tes yang telah diimplementasikan menjadi sistem pakar.

6.1 Pengujian Validasi

Pengujian validasi digunakan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun sudah sesuai dengan yang dibutuhkan. Item-item yang telah dirumuskan dalam daftar kebutuhan akan menajdi acuan untuk melakukan pengujian validasi. Pengujian validasi menggunakan metode pengujian *black box*, Karena tidak difokuskan terhadap alurnya jalan algoritma program namun lebih ditekankan untuk menemukan kesesuaian antara kinerja sistem dengan daftar kebutuhan. Pada setiap kebutuhan dilakukan proses pengujian dengan kasus uji masing-masing untuk mengetahui kesesuaian antar kebutuhan dengan kinerja sistem. Pada Tabel 6.1 menunjukkan hasil pengujian validasi aplikasi pemodelan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman apel.

Tabel 6 1 Hasil Pengujian Validasi

No	Nama Kasus	Hasil yang diharapkan	Hasil yang didapatkan	Status Validasi
1	*Login* Admin	Sistem mampu menerima input *login*	Sistem dapat menerima inputan login admin sehingga dapat memanajemen data yang dibutuhkan	Valid
2	*Input* Data Penyakit Tanaman Apel	Sistem mampu menambahkan data penyakit tanaman apel	Sistem dapat menampilkan data penyakit tanaman apel	Valid
3	*Update* Data Penyakit Tanaman Apel	Sistem mampu melakukan perubahan data Penyakit Tanaman Apel	Sistem dapat menampilkan data baru yang telah diubah	Valid
4	*Delete* Data Penyakit Tanaman Apel	Sistem mampu menghapus data Penyakit Tanaman Apel	Sistem dapat menghilangkan data yang telah dihapus	Valid
5	*Input* Data Gejala	Sistem mampu menambahkan data gejala	Sistem dapat menampilkan data gejala Penyakit Tanaman Apel	Valid

No	Nama Kasus	Hasil yang diharapkan	Hasil yang didapatkan	Status Validasi
6	*Update* Data Gejala	Sistem mampu melakukan perubahan data gejala	Sistem dapat menampilkan data baru yang telah diubah	Valid
7	*Delete* Data Gejala	Sistem mampu menghapus data gejala	Sistem dapat menghilangkan data yang telah dihapus	Valid
8	Proses Diagnosis	Sistem mampu menerima data gejala yang diinputkan pengguna untuk proses diagnosis	Sistem dapat menerima data gejala yang diinputkan pengguna untuk proses diagnosis	Valid
9	Lihat Hasil Diagnosis	Sistem mampu menampilkan hasil diagnosis penyakit berdasarkan gejala yang diinputkan pengguna.	Sistem dapat menampilkan hasil diagnosis penyakit berdasarkan gejala yang diinputkan pengguna	Valid
10	*Input* Nilai CF	Sistem mampu menyediakan antarmuka untuk memasukkan nilai CF.	Sistem dapat melakukan masukan nilai CF	Valid
11	Ubah Nilai CF	Sistem mampu mengedit nilai CF	Sistem dapat mengedit nilai CF	Valid
12	Lihat Informasi	Sistem mampu menampilkan informasi penyakittanaman apel	Sistem dapat menampilkan informasi penyakit tanaman apel	Valid
13	*Logout*	Sistem menyediakan antarmuka logout untuk admin	Sistem dapat melakukan logout	Valid

Berdasarkan pengujian fungsionalitas terhadap 13 tindakan dalam daftar kebutuhan dengan metode *blackbox* testing menunjukkan bahwa sistem memiliki fungsionalitas sebagai berikut:

$$\text{Fungsionalitas} = \frac{jumlah\ tindakan\ yang\ dilakukan}{jumlah\ tindakan\ dalam\ daftar\ kebutuhan} \times 100\%$$

$$= \frac{13}{13} \times 100\%$$

= 100%

Dari 13 kasus uji yang telah dilakukan pengujian *black box* menunjukkan nilai valid sebesar 100% yang menandakan bahwa fungsionalitas sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan daftar kebutuhan.

Berdasarkan hasil perbandingan fungsional sistem dengan daftar kebutuhan fungsional dihasilkan nilai 100% sesuai pada Tabel 6.1. Nilai persentase 100% diperoleh dari pembagian data yang valid sebanyak 13 dari 13 daftar kebutuhan. Sehingga fungsional sistem sudah memenuhi kebutuhan yang diperlukan pada sistem ini.

6.2 Analisis Hasil

Analisis hasil terhadap pemodelan sistem pakar diagnosis penyakit secara keseluruhan dapat berjalan dengan baik. Pada sisi admin proses pengelolaan basis pengetahuan dan aturan yang meliputi penambahan, perubahan dan penghapusan data berjalan dengan baik. Pada sisi pengguna, pengguna dapat melakukan diagnosis dengan penelusuran data gejala yang dimasukkan, sehingga pengguna dapat mengetahui penyakit yang kemungkinan menyerang tanaman apel beserta nilai presentase akurasinya.

6.2 Pengujian akurasi

Pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui performa dari pemodelan sistem pakar untuk memberikan hasil diagnosis kesimpulan jenis penyakit yang ada pada tanaman apel. Data yang diuji berjumlah 30 sampel data analisis pakar. Hasil rekomendesi yang diperoleh dari perhitungan di sistem pakar, dicocokkan dengan hasil analisis dari pakar. Hasil pengujian akurasi sistem pakar dari 30 sampel yang telah diuji ditunjukkan pada Tabel 6.2.

Tabel 6 2 Hasil Pengujian Akurasi Hasil Diagnosis Sistem dengan Hasil Diagnosis Pakar

No	Gejala yang dialami tanaman apel	Hasil Diagnosis Sistem	Hasil Diagnosis Pakar	Akurasi Hasil
1	• Permukaan daun tumbuh bintik hitam • Buah-buah muda gugur • Terlambat berbunga • Bentuk daun mengkerut	Penyakit Kutu Hijau (CF=0.98)	Penyakit Kutu Hijau	1
2	• Daun menjadi berwarna kuning • Daun timbul warna coklat	Penyakit TUngau (CF=0.92)	Penyakit TUngau	1
3	• Daun pada ujung tunas mengering dan gugur • Daun meninggalkan bekas luka berwarna	Penyakit Trips (CF=0.90)	Penyakit Trips	1

	coklat abu-abu • Daun terlihat berbintik-bintik putih • Sisi daun menggulung ke atas • Pertumbuhan daun tidak teratur			
4	• Pada daun atas tampak putih • Berkutil coklat	Penyakit embun tepung (Powdery Mildew) (CF=0.92)	Penyakit embun tepung (Powdery Mildew)	1
5	• Buah-buah muda gugur • Daun berguguran	Penyakit bercak daun (CF=0.70)	Penyakit Kutu Hijau	0
6	• Pada daun atas tampak putih • Tunas tidak normal • Berkutil coklat • Daun timbul warna coklat	Penyakit embun tepung (Powdery Mildew) (CF=0.99)	Penyakit embun tepung (Powdery Mildew)	1
7	• Buah membusuk • Warna buah pucat • Menggelembung • Mengeluarkan cairan • Daun timbul warna coklat	Penyakit kanker (Botryosphaeria Sp.) (CF=0.98)	Penyakit kanker (Botryosphaeria Sp.)	1
8.	• Daun berguguran • Kulit akar membusuk • Daun layu	Busuk akar (Armilliaria Melea) (CF=0.93)	Busuk akar (Armilliaria Melea)	1
9	• Rasa buah yang sangat masam • Buah mempunyai ukuran kecil	Penyakit CVPD (CF=0.94)	Penyakit CVPD	1
10	• Permukaan daun tumbuh bintik hitam	Penyakit Kutu Hijau (CF=0.80)	Penyakit Kutu Hijau	1
11	• Buah menjadi berwarna orange • Daun menjadi berwarna kuning	Penyakit Kudis (CF=0.76)	Penyakit Kudis	1
12	• Permukaan daun tumbuh bintik hitam • Buah menjadi	Busuk buah (Gloeosporium	Busuk buah (Gloeosporium	1

	berwarna orange	Sp.) (CF=0.88)	Sp.)	
13	• Pertumbuhan daun tidak teratur	Penyakit Woody Gall (CF=0.90)	Penyakit Woody Gall	1
14	• Daun berguguran • Kulit akar membusuk • Daun layu	Busuk akar (Armilliaria Melea) (CF= 0.93)	Busuk akar (Armilliaria Melea)	1
15	• Buah terlihat pecah • Daun timbul warna coklat	Penyakit Penghisap Daun (Helopheltis sp) (CF=0.80)	Penyakit Penghisap Daun (Helopheltis sp)	1
16	• Buah tiba-tiba jatuh dari pohonya	Penyakit Buah Gugur Prematur (CF=0.80)	Penyakit Buah Gugur Prematur	1
17	• Buah menjadi benjol-benjol • Buah Timbul Lubang-Lubang • Buah Membusuk • Permukaan daun tumbuh bintik hitam • Buah-buah muda gugur • Daun bentuk mengkerut	Penyakit Kutu Hijau (CF=0.97)	Lalat buah (*Rhagoletis Pomonella)*	0
18	• Daun umur 4-6 minggu terlihat bercak putih tidak beratur	Penyakit bercak daun (Marssonina coronaria J.J. Da (CF=0.8)	Penyakit bercak daun (Marssonina coronaria J.J. Da	1
19	• Rasa buah yang sangat masam • Buah mempunyai ukuran kecil	Penyakit CVPD (CF=0.96)	Penyakit CVPD	1
20	• Daun pada ujung tunas mengering dan gugur • Sisi daun menggulung ke atas • Pertumbuhan daun tidak teratur	Penyakit Trips (CF=0.98)	Penyakit Trips	1
21	• Mengelupas • Kulit batang mongering	Penyakit Blendok	Penyakit Blendok	1

	• Warna batang menjadi keabu-abuan	(CF=0.93)		
22	• Daun berguguran • Kulit akar membusuk • Daun layu	Busuk akar (Armilliaria Melea) (CF=0.93)	Busuk akar (Armilliaria Melea)	1
23	• Permukaan daun tumbuh bintik hitam • Daun berguguran • Daun umur 4-6 minggu terlihat bercak putih tidak beratur	Penyakit bercak daun (Marssonina coronaria J.J. Da (CF=0.98)	Penyakit bercak daun (Marssonina coronaria J.J. Da	1
24	• Buah menjadi berwarna orange	Busuk buah (Gloeosporium Sp.) (CF=0.80)	Busuk buah (Gloeosporium Sp.)	1
25	• Pada daun atas tampak putih • Tunas tidak normal • Berkutil coklat • Daun timbul warna coklat	Penyakit embun tepung (Powdery Mildew) (CF=0.99)	Penyakit embun tepung (Powdery Mildew)	1
26	• Buah terlihat pecah • Buah menjadi berwarna orange	Penyakit Penghisap Daun (Helopheltis sp) (CF=0.98)	Penyakit Penghisap Daun (Helopheltis sp)	1
27	• Terdapat bercak kecil jernih • Berkutil coklat	Penyakit Kudis (CF=0.80)	Penyakit Kudis	1
28	• Daun berlubang-lubang • Pertumbuhan daun tidak teratur	Penyakit Ulat daun (Spodoptera litura) (CF=0.99)	Penyakit Ulat daun (Spodoptera litura)	1
29	• Permukaan daun tumbuh bintik hitam • Buah-buah muda gugur • Terlambat berbunga • Bentuk daun mengkerut	Penyakit Kutu Hijau (CF=0.98)	Penyakit Kutu Hijau	1
30	• Kulit akar membusuk	Busuk akar (Armilliaria Melea)	Busuk akar (Armilliaria Melea)	1

		(CF=0.80)		

Hasil dari akurasi pada penyakit yang ada pada tanaman apel bernilai 1 artinya diagnosis sistem sama dengan diagnosis pakar. Sebaliknya, hasil akurasi bernilai 0 artinya keluaran dari diagnosis sistem tidak sama dengan keluaran diagnosis pakar. Berdasarkan Tabel 6.2 telah dilakukan pengujian akurasi dengan 30 sampel data penyakit tanaman apel dan menghasilkan nilai akurasi sesuai perhitungan beriku:

$$\text{Nilai akurasi} = \frac{28}{30} \text{ x } 100\% = 93{,}3\%$$

Hasil dari akurasi pemodelan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman apel dengan menggunakan metode *Certaniy Factor* adalah 93,3 %.

6.3 Hasil pengujian akurasi

Proses analisis dari pengujian akurasi sistem diagnosis penyakit tanaman apel menggunakan metode *Certaniy Factor* dilakukan berdasarkan percocokan hasil diagnosis pakar dengan hasil diagnosis sistem pada Tabel 6.2 berdasarkan 30 data yang diuji adalah 93,3%. Nilai persentase tersebut diperoleh dari pembagian data yang benar sebanyak 28 dari 30 data kasus sebenarnya. Hasil perbedaan antara data sebenarnya dengan perhitungan karenaada beberapa hal yaitu :

1. Pada kasus no. 5 hasil diagnosis sistem saat pencocokan menemukan gejala Buah-buah muda gugur dan Daun berguguran, teridentifikasi pada 2 jenis penyakit. Lalu dilakukan perhitungan bobot dari masing-masing penyakit tersebut, sistem menghasilkan keluaran berupa *Penyakit Bercak Daun*. Sedangkan menurut identifikasi pakar, gejala yang dimasukkan pengguna lebih menjurus pada *Penyakit Kutu hijau*, karena gejala yang diinputkan hanya 2 gejala dan tidak ada gejala spesifikasi.
2. Pada kasus no. 17 hasil identifikasi sistem saat pencocokan menemukan 6 gejala pada diagnose penyakit. Lalu dilakukan perhitungan pembobotan dari masing-masing penyakit tersebut menghsilkan keluaran berupa *Penyakit Kutu Hijau*. Sedangkan diagnosis pakar, gejala yang di inputkan oleh pengguna menjurus pada Penyakit Lalat Buah (*Rhagoletis Pomonella)*. karena dilihat dari gejalanya yaitu Buah menjadi benjol-benjol, Buah Timbul Lubang-Lubang dan Buah Membusuk menurut pengetahuan pakar merupakan gejala yang dimilki Penyakit Lalat Buah (*Rhagoletis Pomonella)*.

BAB 7 PENUTUP

7.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang dilakukan pada Pemodelan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Apel dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemodelan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Apel Dengan Metode *Backward Chaining* Menggunakan *Cartainy Factor*. Sistem diimplementasikan dengan menggunakan gejala penyakit yang diberikan nilai kepercayaan. Sistem dapat mendiagnosis penyakit tanaman apel dengan kriteria yang digunakan 35 gejala berdasarkan hasil wawancara pada pakar dengan 16 jenis penyakit
2. Terdapat 3 tahapan pengujian yang merupakan kelanjutan dari system ini sebagai syarat memenuhi kebutuhan pembuatan system.
   a. Hasil pengujian *blackbox* pemodelan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman apel dengan metode *Backward Chaining* menggunakan *Cartainy Factor* untuk mendiagnosis tanaman apel memiliki tingkat kesesuaian validasi sebesar 100% dikarenakan pengujian sistem dengan memasukkan data ke dalam *form-form* yang disediakan dapat berfungsi dengan baik.
   b. Hasil pengujian fungsionalitas Pemodelan Sistem Pakar Diagnosis Penyaki Tanaman Apel Dengan Metode *Backward Chaining* Menggunakan *Certainy Factor* memiliki tingkat presentase sebesar 100% dikarenakan kasus uji pengetahuan kebutuhan dapat berfungsi dengan baik.
   c. Hasil pengujian akurasi Pemodelan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Apel Dengan Metode *Backward Chaining* Menggunakan *Certainy Factor* memiliki tingkat kesesuaian presentase 93,3 %, dikarenakan ada 2 data uji yang tidak sesuai dengan pakar sehingga menimbulkan asumsi pakar dengan sistem berbeda.

7.2 SARAN

Mengingat berbagai keterbatasan yang dialami penulis, pemodelan sistem pakar ini masih memiliki beberapa kekurangan. Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian dimasa yang akan datang adalah sebagai berikut:

1. Dapat dilakukan penentuan nilai bobot dengan mencari rata-rata bobot dari dua pakar atau lebih.
2. Sistem yang dibangun ini masih memiliki banyak kekurangan, baik dari segi fungsionalitas maupun data yang dimiliki. Oleh karena itu, sangat dibutuhkan berbagai pengembangan lebih lanjut agar dapat memberikan lebih banyak lagi manfaat bagi masyarakat luas.

DAFTAR PUSTAKA

Adhisty, Sherly. 2011. "Sistem Pakar Pendeteksian Penyakit Sistem Transportasi Tubuh Dengan Metode *Backward Chaining*". Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer. Yogyakarta.

Alvaliani, Wisha Wirata. "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Babi Dengan Metode Backward Chaining". Universitas Kristen Duta Wacana. Yogyakarta.

Fithria, Ana Mahfudho, 2013. "Kajian Bioekologi Serangga Hama Di Perkebunan Apel (Malus Sylvestris Mill) Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu". Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Malang. Malang.

Hidayati, Nur. 2012. "Sistem Pakar Berbasis web untuk identifikasi jenis hama dan penyakit pada budidaya tanaman jamur menggunakan metode *Certainty Factor"*. Universitas Brawijaya. Malang.

Irawan, Deni. 2007. Potensi Pengembangan Tanaman Apel (Malus Sylvestris Mill) Berdasarkan Aspek Agroklimat Di Jawa Timur. Institut Pertanian, Bogor.

Kantor Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. 2000. "Budidaya Apel" . Jakarta.

Kusumadewi, Sri. 2003. "*Artificial Intelligence* (Teknik dan Aplikasinya)". Graha Ilmu. Yogyakarta.

Ramadhaniar, Arienta. 2015. Implementasi Metode *Certainty Factor* Pada Sistem Pakar Diagnosis Penyimpangan Tumbuh Kembang Anak. Universitas Brawijaya, Malang.

Setiawan Anton, Honggowibowo. 2009. "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Padi Berbasis Web Dengan Forward Chaining Dan Bacward Chaining". Sekolah Tinggi Teknologi Adjisutjipto. Yogyakarta.

Sya'rudin, Muhammad. 2013. "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Tanaman Jamur Menggunakan Metode Backward Chaining". Universitas Muhammadiyah. Surakarta.

Tarigan, Feriani A. 2014. "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Ginjal dengan Metode Backward Chaining". Jurusan Sistem Informasi STMIK TIME. Medan.

Wicaksana, Son Arif. 2009. "Sistem Pakar Identifikasi Hama Dan Penyakit Tanaman Apel Berbasis Web". Universitas Islam Negeri, Malang.

Yastita, Sri .2012. "Sistem Pakar Penyakit Kulit Pada Manusia Menggunakan Metode *Certainty Factor* Berbasis Web" Politeknik Caltex, Riau.