

**SISTEM PAKAR PENDETEKSI HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN
MANGGA DENGAN METODE *DEMPSTER-SHAFER*
SKRIPSI**

LABORATORIUM KOMPUTASI DAN SISTEM CERDAS

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai gelar Sarjana Komputer



Disusun oleh:

SILVIHANNI VIONITA

NIM. 105060807111056

**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA/ILMU KOMPUTER**

MALANG

2015

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

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 dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam 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).

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran dan penuh tanggung jawab dan digunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 27 Januari 2015

Yang menyatakan,

Silvihanni Vionita

NIM. 105060807111056

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Mangga dengan Metode Dempster-Shafer”** dengan baik. Melalui kesempatan ini, Penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama pengerjaan skripsi, diantaranya:

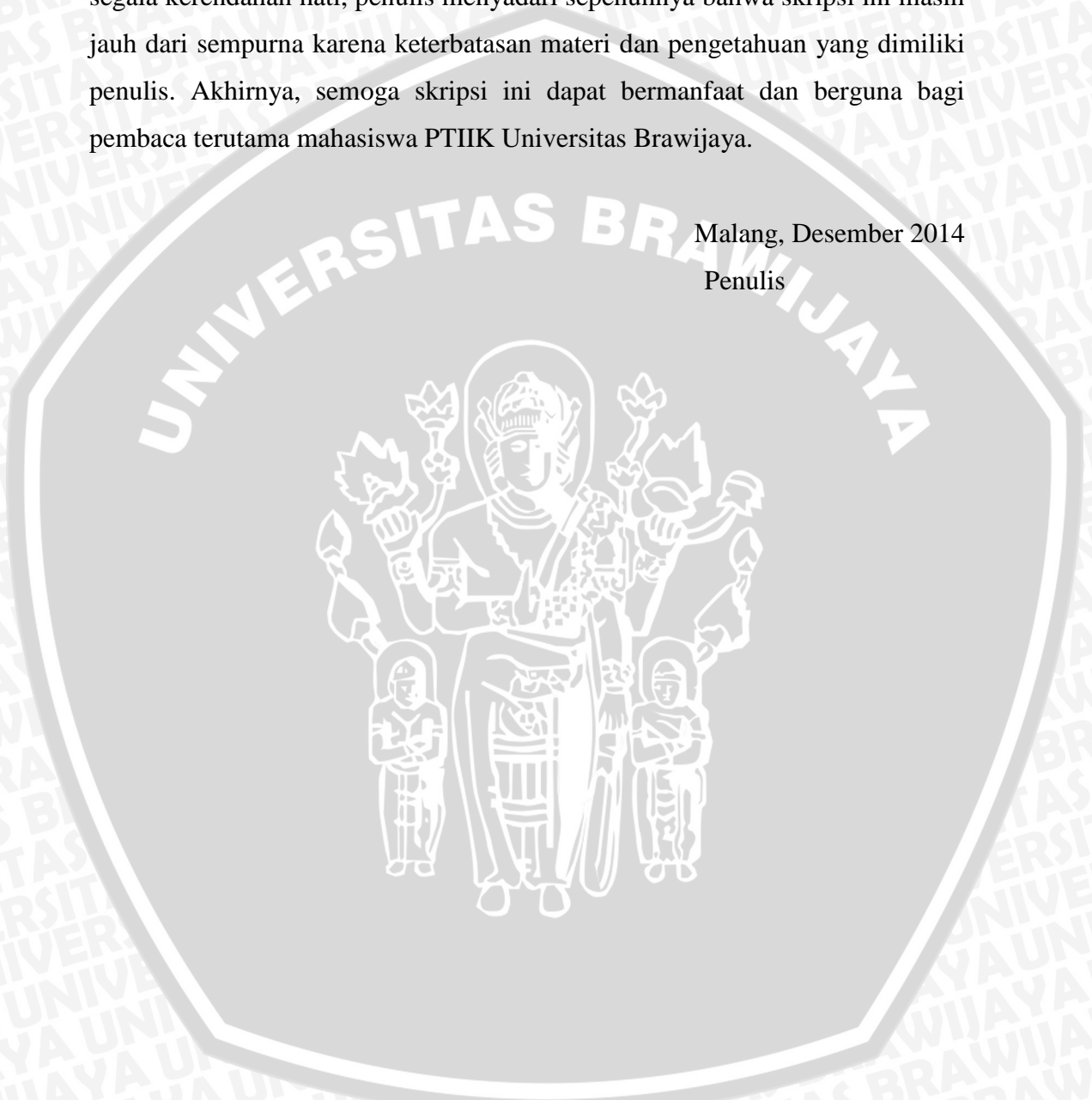
1. Bapak Arief Andy S., S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan ilmu dan saran selama penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Muhammad Tanzil Furqon, S.Kom., M.Comp.Sc. selaku dosen pembimbing II yang juga telah banyak memberikan ilmu dan saran selama penyusunan skripsi ini.
3. Kedua orang tua Ahmad Nurhan dan Wenny Widawati yang telah memberi motivasi, kasih sayang serta dukungan moril dan materil. Adik-adik saya tercinta Firman Wahyu Hidayat dan Ahmad Rizkyko Hanafi yang telah memberikan semangat dari awal sampai akhir pengerjaan skripsi ini.
4. Segenap bapak dan ibu dosen yang telah mendidik dan mengajarkan ilmunya kepada Penulis selama menempuh pendidikan di Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
5. Dyah Ayu M.G.W, Tika Rahmadian, Austin Buya Oryza, Nike Dyah Permata, Lale Shintya Wuri, kawan yang selalu mendengarkan cerita dan keluhan saya.
6. Bernadeta Linda, Daria Anggraeni, Nurul Fitria, Fennia Maghfiroh, Rachmadian Trihatmaja, Mury Fajar, Yulis Raga, kawan saya yang menjadi tempat berbagi keluh kesah mengerjakan skripsi.
7. Nurlia Puspitasari, Fridha Agustina, Arinta Asesanti, Innes Yunia, teman-teman yang selalu memberikan dukungan.
8. Semua teman-teman PTIIK, khususnya Informatika/Ilmu Komputer angkatan 2010 terima kasih atas segala bantuan dan dukungannya selama ini.

9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung demi terselesaikannya skripsi ini.

Semoga jasa dan amal baik mendapatkan balasan dari Allah SWT. Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan materi dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi pembaca terutama mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya.

Malang, Desember 2014

Penulis



ABSTRAK

Silvihanni Vionita. 2014. Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Mangga dengan Metode Dempster-Shafer. Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang. Dosen Pembimbing: Arief Andy S., S.T., M.Kom. dan Muhammad Tanzil Furqon, S.Kom., M.Comp.Sc.

Deteksi secara dini dapat meminimalisir resiko gagal panen tanaman mangga serta untuk penentuan upaya pengendalian secara strategis. Proses deteksi yang ada selama ini masih manual, hal ini sangat tergantung pada pengamat hama penyakit tanaman (PHPT) yang jumlahnya terbatas. Jumlah hama penyakit tanaman mangga juga cukup banyak dan membuat PHPT cukup kesulitan untuk mendeteksi hama penyakit yang menyerang. Pemanfaatan sistem pakar proses deteksi menjadi lebih mudah dan cepat. PHPT juga dapat melakukan deteksi hama dan penyakit secara dini dan mandiri. Pada penelitian ini jenis hama penyakit yang dapat dideteksi sebanyak 12 hama penyakit menggunakan metode *Dempster-shafer* dengan masukan gejala dari pengguna. Metode tersebut digunakan untuk mengolah data hama penyakit tanaman mangga dalam hasil perhitungan presentase sebesar 100%, sedangkan hasil pengujian akurasi sistem antara deteksi dengan hasil perhitungan metode *Dempster-Shafer* menggunakan 15 data kasus memiliki tingkat keakurasian sebesar 86,67 % dan ketidakakurasian sebesar 13,33%.

Kata Kunci: *Dempster-Shafer*, Hama Penyakit Tanaman Mangga, Sistem Pakar.

ABSTRACT

Silvihanni Vionita. 2014. *Expert System For Pest and Disease Detection Of Mango Corp Using Dempster-Shafer Method.* Information Technology and Computer Science Program, Brawijaya University, Malang. Advisor: Arief Andy S., S.T., M.Kom. and Muhammad Tanzil Furqon, S.Kom., M.Comp.Sc.

Early detection can minimize the risk of crop failure and can be the determinant of the strategic control efforts. The detection that existed so far is still done manually, which means it really depends on the limited human resources of the mango farmers experts. The number of plant disease pests of mango is also quite a lot and make enough trouble for PHPT detect that attacks. The utilization of the expert system detection process becomes easier and faster. The PHPT can detect pest and plant disease early and independently as well. On the research of this kind of disease pest that can be detected as many as 12 pests diseases using methods of Dempster-shafer with input from users of symptoms. The method is used to analyze the data of pest and plant disease of mango crops in the scale of 100%, whereas the result of system accuracy test between the detection and the result of Dempster-Shafer method calculation with 15 case data has the accuracy level of 86,67% and inaccuracy level of 13,33%.

Keyword : *Dempster-Shafer, Mango Pest and Plant Disease, Eexpert Ssystem*



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR PERSAMAAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Sistem Pakar (<i>Expert System</i>)	10
2.2.1 Konsep Dasar Sistem Pakar	10
2.2.2 Tujuan Sistem Pakar	11
2.2.3 Bentuk Sistem Pakar	11
2.2.4 Ciri-ciri Sistem Pakar	12
2.2.5 Keuntungan sistem pakar	12
2.2.6 Kelemahan sistem pakar	12
2.2.7 Struktur Sistem Pakar	13
2.2.8 Tahapan-tahapan Untuk Membuat Sistem Pakar	15
2.2.9 Representasi Pengetahuan	16
2.2.10 Basis Pengetahuan	17
2.2.11 Metode Inferensi	18
2.2.12 Ketidakpastian	19
2.3 Tanaman Mangga	20
2.4 Hama dan Penyakit Tanaman Mangga	21
2.4.1 Jenis Hama yang Menyerang Tanaman Mangga	21
2.4.2 Jenis Penyakit yang Menyerang Tanaman Mangga	24

2.5	<i>Teori Dempster-Shafer</i>	27
2.6	<i>Data Flow Diagram (DFD)</i>	33
2.7	<i>Entity-Relationship Diagram (ERD)</i>	39
2.8	Akurasi	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		42
3.1	Studi Literatur.....	43
3.2	Pengumpulan Data	43
3.3	Analisa Kebutuhan	44
3.4	Preproses Data.....	44
3.5	Perancangan Sistem.....	45
3.5.1	Diagram Blok Sistem	46
3.5.2.	Arsitektur Sistem Pakar.....	47
3.6.	Implementasi	48
3.7.	Pengujian Sistem	48
3.8.	Pengambilan Kesimpulan.....	49
BAB IV PERANCANGAN		50
4.1	Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak	51
4.1.1	Identifikasi Pengguna.....	51
4.1.2	Daftar Kebutuhan Masukkan	52
4.1.3	Analisa Kebutuhan Proses	54
4.1.4	Analisa Kebutuhan Keluaran	54
4.2	Perancangan Perangkat Lunak Sistem Pakar Pendeteksian Hama dan Penyakit Tanaman Mangga	54
4.2.1	Entity Relationship Diagram (ERD).....	54
4.2.2	<i>Physical Diagram</i>	55
4.2.3	Perancangan <i>Data Flow Diagram (DFD)</i>	59
4.3	Perancangan Sistem Pakar.....	64
4.3.1	Akuisisi Pengetahuan	65
4.3.2	Basis Pengetahuan.....	71
4.3.3	Mesin Inferensi.....	72
4.3.4	<i>Blackboard</i> (Daerah Kerja)	83
4.3.5	Fasilitas Penjelaras	84
4.3.6	Perancangan Algoritma Perhitungan Proses Deteksi Hama Penyakit Tanaman Mangga	85



4.3.7	Antarmuka.....	91
BAB V IMPLEMENTASI.....		100
5.1	Spesifikasi Sistem.....	101
5.1.1	Spesifikasi Perangkat Keras.....	101
5.1.2	Spesifikasi Perangkat Lunak.....	101
5.2	Batasan Implementasi.....	101
5.3	Implementasi Mesin Inferensi.....	102
5.3.1	Implementasi Algoritma dengan Metode <i>Plausibility</i>	102
5.3.2	Implementasi Algoritma dengan Metode <i>Dempster-Shafer</i>	104
5.4	Implementasi Antarmuka.....	107
5.4.1	Implementasi Antarmuka Halaman <i>Login</i>	107
5.4.2	Implementasi Antarmuka Halaman Utama <i>Knowledge Engineer</i> (KE).....	108
5.4.3	Implementasi Antarmuka Halaman Utama Pakar (PK).....	108
5.4.4	Implementasi Antarmuka Halaman Deteksi Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	109
5.4.5	Implementasi Antarmuka Halaman Tambah/Ubah Data Pengguna	109
5.4.6	Implementasi Antarmuka Halaman Tambah/Ubah Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	110
5.4.7	Implementasi Antarmuka Halaman Detail Pengguna.....	111
5.4.8	Implementasi Antarmuka Halaman Detail Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	111
BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISA.....		113
6.1.1	Skenario Pengujian Fungsionalitas.....	114
6.1.2	Analisis Hasil Skenario Pengujian Fungsionalitas.....	136
6.2	Pengujian Tingkat Akurasi.....	137
6.2.1	Skenario Pengujian Akurasi.....	137
6.2.2	Hasil Pengujian Akurasi.....	141
BAB VII PENUTUP.....		143
7.1	Kesimpulan.....	143
7.2	Saran.....	143
DAFTAR PUSTAKA.....		144
LAMPIRAN.....		146

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sruktur Sistem Pakar	14
Gambar 2.2 Alur Metode Forward Chaining	18
Gambar 2.4 Tanaman Mangga	21
Gambar 2.5 Hama Kutu Putih	22
Gambar 2.6 Hama Ulat Perusak Daun	22
Gambar 2.7 Hama Wereng Mangga	22
Gambar 2.8 Hama Trip Mangga	23
Gambar 2.9 Hama Lalat Buah	23
Gambar 2.10 Hama Penggerek Buah	24
Gambar 2.11 Penyakit Layuh Benih	24
Gambar 2.12 Penyakit Busuk Akar	25
Gambar 2.13 Serangan Antaroksa pada Buah Mangga	25
Gambar 2.14 Penyakit Embun Jelaga	26
Gambar 2.15 Kudis Buah	26
Gambar 2.16 Penyakit Diplodia	27
Gambar 2.17 Simbol Terminator	34
Gambar 2.18 Jenis Terminator	35
Gambar 2.19 Simbol Proses	35
Gambar 2.20 Jenis Proses	36
Gambar 2.21 Simbol Data store	36
Gambar 2.22 Jenis Data store	37
Gambar 2.23 Simbol Data flow	38
Gambar 2.24 Konsep Data flow	38
Gambar 2.25 Simbol ERD	40
Gambar 2.26 Macam Relasi	41
Gambar 3.1 Diagram Blok Metodologi Penelitian	42
Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Sistem	45
Gambar 3.3 Diagram Blok Proses Sistem Pakar DS	46
Gambar 3.4 Arsitektur Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Mangga	47
Gambar 3.5 Diagram Blok Pengujian Akurasi	49



Gambar 4.1 Pohon Perancangan	50
Gambar 4.2 Entity Relationship Diagram Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit pada Tanaman Mangga	55
Gambar 4.3 Physical Diagram pada Sistem Pakar	56
Gambar 4.5 DFD Level 0	62
Gambar 4.6 DFD Level 1 Proses Kelola Data Pengguna	63
Gambar 4.7 DFD Level 1 Proses Kelola Data Gejala	63
Gambar 4.8 DFD Level 1 Deteksi dan Solusi	64
Gambar 4.9 Kerangka Konsep Arsitektur Sistem Pakar Pendeteksian dan Penanganan Hama dan Penyakit Tanaman Mangga	65
Gambar 4.10 Mesin Inferensi Forward Chaining dengan Metode Dempster-Shafer	73
Gambar 4.11 Aturan kombinasi untuk m3 Kasus 3	79
Gambar 4.12 Aturan kombinasi untuk m5 Kasus 3	80
Gambar 4.13 Aturan kombinasi untuk m7 Kasus 3	81
Gambar 4.14 Aturan kombinasi untuk m9 Kasus 3	82
Gambar 4.15 Diagram Alir Perhitungan Deteksi Hama Penyakit Tanaman Mangga	86
Gambar 4.16 Diagram Alir Perhitungan Plausibility	87
Gambar 4.17 Rancang Algoritma Perhitungan Plausibility	87
Gambar 4.18 Diagram Alir Perhitungan Dempster-Shafer	88
Gambar 4.19 Rancangan Algoritma Proses Diagnosa Hama Dan Penyakit Tanaman Mangga	89
Gambar 4.20 Sitemap Halaman Pengguna	91
Gambar 4.21 Perancangan Antarmuka Halaman Login	92
Gambar 4.22 Perancangan Antarmuka Halaman Utama Knowledge Engineer (KE)	93
Gambar 4.23 Perancangan Antarmuka Halaman Utama Knowledge Engineer (KE)	94
Gambar 4.24 Perancangan Antarmuka Halaman Deteksi Hama Penyakit	95
Gambar 4.25 Perancangan Antarmuka Halaman Tambah/Ubah Data Pengguna	96



Gambar 4.26 Perancangan Antarmuka Halaman Tambah/Ubah Data Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	97
Gambar 4.27 Perancangan Antarmuka Halaman Detail Pengguna	98
Gambar 4.28 Perancangan Antarmuka Halaman Detail Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	98
Gambar 5.1 Pohon Implementasi	100
Gambar 5.2 Implementasi Algoritma dengan Metode <i>Plausibility</i>	104
Gambar 5.3 Implementasi Algoritma dengan Metode <i>Dempster-Shafer</i>	107
Gambar 5.4 Implementasi Antarmuka Halaman <i>Login</i>	108
Gambar 5.5 Implementasi Antarmuka Halaman <i>Knowledge Engineer (KE)</i>	108
Gambar 5.6 Implementasi Antarmuka Halaman Utama Pakar (PK).....	109
Gambar 5.7 Implementasi Antarmuka Halaman Deteksi Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	109
Gambar 5.8 Implementasi Antarmuka Halaman Tambah/Ubah Data Pengguna	110
Gambar 5.9 Implementasi Antarmuka Halaman Tambah/Ubah Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	111
Gambar 5.10 Implementasi Antarmuka Halaman Detail Pengguna	111
Gambar 5.11 Implementasi Antarmuka Detail Hama Penyakit Tanaman Mangga	112
Gambar 6.1 Pohon Pengujian dan Analisa.....	113

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian Pustaka..... 7

Tabel 2.2 Aturan Kombinasi untuk m3 Contoh 1 29

Tabel 2.3 Aturan Kombinasi untuk m5 Contoh 1 30

Tabel 2.4 Aturan Kombinasi untuk m3 Contoh 2 32

Tabel 2.5 Aturan Kombinasi untuk m5 Contoh 2 33

Tabel 3.1 Penentuan Kebutuhan Data Penelitian 43

Tabel 4.1 Deskripsi Pengguna..... 51

Tabel 4.2 Daftar Kebutuhan Fungsional. 52

Tabel 4.3 Daftar Kebutuhan Non-Fungsional 53

Tabel 4.4 Struktur Tabel Pengguna..... 56

Tabel 4.5 Struktur Tabel HPT 57

Tabel 4.6 Struktur Tabel Hama Penyakit 57

Tabel 4.7 Struktur Tabel Solusi 59

Tabel 4.8 Akuisisi Nilai Densitas Gejala Hama dan Penyakit Tanaman Mangga 67

Tabel 4.9 Data Aturan 71

Tabel 4.10 Aturan kombinasi untuk m3 Kasus 2 76

Tabel 4.11 Aturan kombinasi untuk m5 Kasus 2 77

Tabel 4.12 Tampilan tabel matrik perhitungan m_1 dan m_2 84

Tabel 4.13 Contoh Hama Penyakit yang Memiliki Gejala Sama 86

Tabel 4.14 Aturan kombinasi untuk m_3 Kasus 2..... 89

Tabel 5.1 Spesifikasi Perangkat Keras..... 101

Tabel 5.2 Spesifikasi Perangkat Lunak 101

Tabel 6.1 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Login..... 114

Tabel 6.2 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Login 115

Tabel 6.3 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Kelola Data Pengguna 116

Tabel 6.4 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Kelola Data Pengguna..... 117

Tabel 6.5 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Tambah Data Pengguna
..... 117

Tabel 6.6 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Tambah Data Pengguna .. 118

Tabel 6.7 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Ubah Data Pengguna . 119

Tabel 6.8 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Ubah Data Pengguna..... 120

Tabel 6.9 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Hapus Data Pengguna 121



Tabel 6.10 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Hapus Data Pengguna ...	121
Tabel 6.11 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Lihat Detail Pengguna	122
Tabel 6.12 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Lihat Detail Pengguna...	123
Tabel 6.13 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Kelola Data Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	123
Tabel 6.14 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Kelola Data Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	124
Tabel 6.15 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Tambah Data Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	124
Tabel 6.16 Skenario Pengujian Fungsionalitas Tambah Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	125
Tabel 6.17 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Ubah Data Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	126
Tabel 6.18 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Ubah Gejala Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	127
Tabel 6.19 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Hapus Data Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	128
Tabel 6.20 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Hapus Data Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	129
Tabel 6.21 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Lihat Detail Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	130
Tabel 6.22 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Lihat Detail Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	130
Tabel 6.23 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Deteksi Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	131
Tabel 6.24 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Lihat Detail Hama Penyakit Tanaman Mangga.....	131
Tabel 6.25 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Logout.....	132
Tabel 6.26 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Logout	132
Tabel 6.27 Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem	133
Tabel 6.28 Tabel Pengujian Akurasi Hasil Deteksi Sistem dengan Pakar.....	138



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2-1 Dempster-Shafer secara umum.....	27
Persamaan 2-2 Notasi Plausibility Dempster-Shafer	27
Persamaan 2-3 Fungsi kombinasi m_1 dan m_2	28
Persamaan 2-4 Rumus Perhitungan akurasi.....	41



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mangga termasuk salah satu jenis tanaman yang sudah tumbuh di Indonesia sejak lama serta sangat populer [17:1-2]. Tanaman ini banyak dibudidayakan terutama di daratan rendah. Sebagian besar produksi dan mutu buah di Indonesia saat ini masih rendah dikarenakan keterbatasan pengetahuan para petani dalam pemeliharaan tanamannya dari serangan hama penyakit [19:1]. Deteksi secara dini dapat meminimalisir resiko gagal panen serta untuk penentuan upaya pengendalian secara strategis. Proses deteksi yang ada selama ini masih manual, hal ini sangat tergantung pada pengamat hama penyakit tanaman (PHPT) yang jumlahnya terbatas. Jumlah hama penyakit tanaman mangga pun juga cukup banyak dan membuat PHPT cukup kesulitan untuk mendeteksi hama penyakit yang menyerang. Di era kemajuan teknologi saat ini, deteksi hama dan penyakit pada tanaman mangga dapat menggunakan bantuan aplikasi komputer seperti sistem pakar. Pemanfaatan sistem pakar proses deteksi menjadi lebih mudah dan cepat [9:115]. PHPT juga dapat melakukan deteksi hama dan penyakit secara dini dan mandiri.

Beberapa penelitian terkait sistem pakar diagnosa hama dan penyakit pada tanaman mangga dilakukan oleh Kidung Hudha Candra Bumi dan Sri Mulyana [5]. Mereka telah melakukan penelitian dengan membuat suatu sistem pakar diagnosa hama dan penyakit tanaman mangga dengan menggunakan metode *Certainty Faktor*. Sistem pakar ini mampu mendiagnosa hama penyakit pada tanaman mangga berdasarkan gejala yang dimasukkan serta memberikan solusi seperti layaknya seorang pakar. Penelitian selanjutnya aplikasi sistem pakar untuk pendeteksi dan penanganan dini penyakit sapi dengan metode *Dempster-Shafer* berbasis web telah dilakukan Mustikadewi P, Arief Andy Soebroto, dan Rekyan Regasari [13:1]. Sistem pakar ini membuat lebih mudah dalam menentukan jenis penyakit yang sesuai dengan gejala-gejala yang ditimbulkan. Sistem ini membuat proses identifikasi penyakit serta pengambilan kesimpulan diagnosa dihitung menggunakan metode *Dempster-shafer* dengan menggunakan masukkan gejala fakta dari pengguna. Hasil dari perhitungan *Dempster-Shafer* ini memiliki tingkat keakurasian 88,89% dengan proses manual [13:9-10].

Teori *Dempster-Shafer* adalah suatu teori matematika untuk pembuktian berdasarkan *belief functions* dan *plausible reasoning* (fungsi kepercayaan dan pemikiran yang masuk akal), yang digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi yang terpisah (bukti) untuk mengkalkulasi kemungkinan dari suatu peristiwa. Hal ini menunjukkan bahwa metode *Dempster-Shafer* cukup baik diimplementasikan dengan sistem pakar pada penyakit yang menyebabkan rusaknya tanaman mangga. Berdasarkan paparan yang telah dijelaskan, penulis mengusulkan penelitian yang berjudul “Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Mangga dengan Metode *Dempster-Shafer*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Merancang Sistem Pakar untuk menentukan hama dan penyakit pada tanaman mangga berdasarkan gejala-gejala yang ditimbulkan menggunakan metode *Dempster-Shafer*.
2. Mengimplementasikan metode *Dempster-Shafer* untuk menentukan hama dan penyakit pada tanaman mangga berdasarkan gejala-gejala yang ditimbulkan.
3. Menguji tingkat akurasi dari implementasi metode *Dempster-Shafer* dalam sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit pada tanaman manga.

1.3 Batasan Masalah

Dari permasalahan yang ada maka diperlukan adanya sebuah batasan untuk memudahkan dalam melakukan penyelesaian masalah. Batasan-batasan yang digunakan yaitu:

1. Data yang digunakan sebagai dasar pengambilan deteksi dalam penelitian ini diperoleh dari Pakar HPT (Hama dan Penyakit Tanaman).
2. Proses perangkaian yang dilakukan pada sistem pakar ini hanyalah memasukkan inputan gejala penyakit tanaman mangga.
3. Proses ini mendeteksi 12 jenis hama dan penyakit tanaman mangga.
4. Algoritma yang digunakan adalah algoritma *Dempster-Shafer*.
5. Output dari sistem pakar ini adalah deteksi hama dan penyakit tanaman mangga berdasarkan *Dempster-Shafer* beserta pengendaliannya.

1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk membangun Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Mangga dengan Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*, sekaligus melakukan pengujian terhadap sistem ini.

1.5 Manfaat

Berdasarkan penjelasan yang telah dipaparkan, maka manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Memberikan kontribusi dalam menambah pengetahuan tentang penerapan metode *Dempster-Shafer* pada sistem pakar untuk menentukan hama dan penyakit pada tanaman berdasarkan gejala-gejala yang ditimbulkan.
2. Menjadi salah satu alternatif dalam penentuan hama dan penyakit pada tanaman mangga berdasarkan gejala-gejala yang ditimbulkan.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam menyusun laporan ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan laporan terkait Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Mangga dengan Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan kajian pustaka yang berhubungan dengan penelitian skripsi ini serta teori dasar tentang Hama dan Penyakit Tanaman Mangga, Sistem Pakar, *Dempster-Shafer*, dan teori-teori lainnya yang berhubungan dengan skripsi ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metodologi yang digunakan dalam penelitian Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Mangga dengan Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*. Metodologi yang digunakan antara lain studi literatur, pengumpulan data, preproses data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, pengambilan kesimpulan.

BAB IV PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan tentang proses analisa kebutuhan dan perancangan sistem yang akan diterapkan dalam Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Mangga dengan Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*.

BAB V IMPLEMENTASI

Bab ini menjelaskan proses implementasi Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Mangga dengan Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*. Implementasi ini diterapkan berdasarkan analisa dan perancangan sistem yang dibahas pada bab analisa dan perancangan sistem.

BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini menjelaskan tentang pengujian dan hasil akurasi dari Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Mangga dengan Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*.

BAB VII PENUTUP

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran yang didapatkan dari proses pengembangan Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Mangga dengan Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan pembahasan tentang kajian pustaka dan dasar teori yang berhubungan dengan pengembangan Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit dengan Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*. Kajian pustaka membahas penelitian yang telah ada sebelumnya dan juga penelitian yang diusulkan. Penelitian tersebut antara lain dilakukan oleh Mustikadewi, dkk [13], Sulistiyohati, dkk [16], Yuliati, dkk [22], Kidung, dkk [5] serta Wijayanti, dkk [21]. Dasar teori berisi tentang teori-teori dan metode yang akan digunakan dalam penelitian. Dasar teori yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Sistem Pakar, Hama dan Penyakit Tanaman Mangga, *Demster-Shafer*.

2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka dilakukan dengan cara melakukan analisa perbandingan terhadap beberapa penelitian sebelumnya terkait sistem pakar dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Selain itu, juga akan dibahas penelitian terkait tentang penggunaan objek yang sama dengan penelitian yang diusulkan. Analisa perbandingan beberapa penelitian terkait sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Penelitian pertama adalah penelitian yang dilakukan oleh Mustikadewi, dkk. Penelitian yang berjudul Aplikasi Sistem Pakar Untuk Pendeteksian dan Penanganan Dini Pada Penyakit Sapi dengan Metode *Dempster-Shafer* Berbasis Web bertujuan untuk deteksi penyakit sapi menggunakan metode *Dempster-Shafer* dengan memasukkan gejala dari pengguna. Masukkan gejala-gejala akan diproses dengan menggunakan algoritma *Dempster-Shafer* dan akan mengeluarkan hasil deteksi penyakit sapi. Tingkat keakurasian hasil keluaran sistem adalah 88,89% dengan tingkat keyakinan (densitas) pakar yang berbeda-beda setiap diagnosa [13:8-10].

Penelitian kedua adalah penelitian yang dilakukan oleh Aprilia Sulistiyohati, dkk. Penelitian yang berjudul Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ginjal Dengan Metode *Dempster-Shafer*. Penelitian ini bertujuan untuk

diagnosa penyakit ginjal menggunakan metode *Dempster-Shafer* dengan memasukkan gejala dari pengguna. Pada sistem ini tidak dimungkinkan adanya nama gejala atau nama penyakit yang sama, sehingga dokter tidak khawatir dengan adanya data yang ganda. Nilai kepercayaan yang dihasilkan dari sistem adalah 68% sama dengan hasil perhitungan manual menggunakan teori *Dempster-shafer*. Keakuratan hasilnya sudah sesuai dengan yang diharapkan. Penelitian tersebut melakukan uji coba keakuratan dengan membandingkan nilai kepercayaan yang hasil sistem dengan perhitungan secara manual menggunakan teori *Dempster-Shafer*[16:3-6].

Penelitian ketiga adalah penelitian yang dilakukan oleh Nina Yulianti,dkk. Penelitian yang berjudul Perancangan dan Implementasi Sistem Pakar untuk Memprediksi Penyakit Apendisitis dengan Metode *Dempster-Shafer*. Penelitian ini bertujuan untuk diagnosa penyakit ginjal menggunakan metode *Dempster-Shafer* dengan memasukkan gejala dan penyebab penyakit dari pengguna[22:2-6].

Penelitian keempat adalah penelitian yang dilakukan oleh Reni Wijayanti,dkk. Penelitian yang berjudul Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit pada Buah-buahan Pascapanen. Penelitian ini bertujuan untuk diagnosa penyakit buah-buahan pascapanen menggunakan metode *Theorema Bayes*. Perhitungan dilakukan dengan nilai-nilai gejala penyakit yang sudah dimasukkan oleh pengguna[21:7-10].

Penelitian kelima adalah penelitian yang dilakukan oleh Kidung Hudha,dkk. Penelitian yang berjudul Sistem Pakar Diagnosa Hama dan Penyakit Pada Tanaman Mangga. Penelitian ini bertujuan untuk diagnosa hama penyakit pada tanaman mangga menggunakan metode *Certainty Factor*. Perhitungan dilakukan dengan nilai-nilai keyakinan yang diberikan oleh pakar. Setiap rule yang ada dalam sistem memiliki tingkat keyakinan yang berbedabeda-beda, tergantung tingkat keyakinan pakar terhadap gejala-gejala yang mempengaruhi suatu penyakit[5:33-34].

Berdasarkan penelitian yang telah ada, maka penulis mengusulkan penelitian yang memiliki keterkaitan objek ataupun metode yang sama pada penelitian sebelumnya. Penelitian yang akan dilakukan pada Tanaman Mangga yang akan dideteksi Hama dan Penyakitnya sesuai dengan memasukkan gejala. Dasar teori yang akan diperlukan untuk penelitian ini adalah Hama dan Penyakit Tanaman Mangga, Sistem Pakar, dan *Dempster-Shafer*.

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

No	Judul	Objek dan Input	Metode (Proses)	Hasil (Output)
1	Aplikasi Sistem Pakar untuk Pendeteksian dan Penanganan Dini pada Penyakit Sapi dengan Metode <i>Dempster-Shafer</i> Berbasis Web[13:8-10].	Data nama penyakit sapi dan gejala penyakit pada sapi.	Metode <i>Dempster-Shafer</i> Langkah-langkah: <ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan pengambilan nilai <i>comparison matrix</i> dari masukkan gejala penyakit. 2. Melakukan perhitungan nilai <i>pairwise comparison</i> dengan menyusun menjadi matriks dua dimensi. 3. Melakukan perhitungan nilai <i>priority vektor</i>. 4. Melakukan tahapan perhitungan <i>Dempster's Rulers of Combination</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Output hasil kesimpulan penyakit sapi dan rekomendasi penanganan dini. ○ Tingkat keakurasian hasil keluaran sistem adalah 88,89% dengan tingkat keyakinan (densitas) pakar yang berbeda-beda setiap diagnosa.
2	Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ginjal Dengan Metode <i>Dempster-Shafer</i> [16:3-6].	Data nama penyakit ginjal dan gejala penyakit ginjal.	Metode <i>Dempster-Shafer</i> Langkah-langkah: <ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan pengambilan nilai <i>comparison matrix</i> dari masukkan gejala penyakit. 2. Melakukan perhitungan nilai <i>pairwise comparison</i> dengan menyusun menjadi matriks dua dimensi. 3. Melakukan perhitungan nilai <i>priority vektor</i>. 4. Melakukan tahapan perhitungan <i>Dempster's Rulers of Combination</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Output hasil diagnosa penyakit ginjal. ○ Nilai kepercayaan yang dihasilkan dari 7system ini adalah 68% sama dengan hasil perhitungan secara manual dengan menggunakan teori <i>Dempster-Shafer</i>. Sehingga keakuratan hasilnya sudah sesuai dengan perhitungan yang diharapkan .

No	Judul	Objek dan Input	Metode (Proses)	Hasil (Output)
3	Perancangan dan Implementasi Sistem Pakar untuk Memprediksi Penyakit Apendisitis dengan Metode <i>Dempster-Shafer</i> [22:2-6].	Data nama dan gejala penyakit dan penyebab apendisitis.	<p>Metode <i>Dempster-Shafer</i></p> <p>Langkah-langkah:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan pengambilan nilai <i>comparison matrix</i> dari masukkan gejala penyakit. 2. Melakukan perhitungan nilai <i>pairwise comparison</i> dengan menyusun menjadi matriks dua dimensi. 3. Melakukan perhitungan nilai <i>priority vektor</i>. 4. Melakukan tahapan perhitungan <i>Dempster's Rulers of Combination</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Output hasil diagnosa penyakit apendisitis.
4	Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit pada Buah-buahan Pascapanen[21:7-10].	Data nama dan gejala penyakit buah-buahan pascapanen.	<p>Metode <i>Theorema Bayes</i></p> <p>Langkah-langkah:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mencari probabilitas yang menunjukkan kemungkinan sesuatu akan terjadi atau tidak 2. Mencari Probabilitas hipotesis (menurut hasil sebelumnya) tanpa memandang <i>evidence</i> (fakta) apapun 3. Mencari probabilitas munculnya <i>evidence</i> (fakta) jika diketahui hipotesis yang benar. 4. Menjumlah hipotesis yang mungkin. 5. Mencari probabilitas hipotesis benar jika diberikan <i>evidence</i> (fakta) . 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Output hasil diagnosa pemyakit buah-buahan pascapanen.
5	Sistem Pakar Diagnosa Hama dan Penyakit	Data nama dan gejala tanaman mangga dan hama penyakit tanaman mangga.	<p>Metode <i>Certainty Factor</i></p> <p>Langkah-langkah:</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Output hasil diagnosa hama

No	Judul	Objek dan Input	Metode (Proses)	Hasil (Output)
	Pada Tanaman Mangga[5:33-34].		<ol style="list-style-type: none"> 1. Mencari faktor kepastian dari fakta. 2. Mencari kepastian dalam hipotesa. 3. Menggabungkan beberapa faktor kepastian dalam satu aturan. 4. Menggabungkan dua atau lebih aturan dengan cara kombinasi. 	penyakit tanaman mangga.

Sumber: [[13:8-10] [16:3-6] [22:2-6] [21:7-10] [5:33-34]]



2.2 Sistem Pakar (*Expert System*)

Sistem Pakar adalah salah satu bagian dari kecerdasan buatan yang mengandung pengetahuan dan pengalaman yang dimasukkan oleh satu atau banyak pakar ke dalam satu area pengetahuan tertentu sehingga setiap orang dapat menggunakannya untuk memecahkan berbagai masalah yang bersifat spesifik [2:1-2].

Dengan sistem pakar, orang awam pun dapat menyelesaikan masalahnya atau sekedar mencari suatu informasi berkualitas yang sebenarnya hanya dapat diperoleh dengan bantuan para ahli di bidangnya. Seorang pakar yang dimaksud disini adalah orang yang mempunyai keahlian dalam bidang tertentu, yaitu pakar yang mempunyai knowledge atau kemampuan khusus yang tidak dimiliki oleh orang lain [2:1-4].

2.2.1 Konsep Dasar Sistem Pakar

Konsep dasar dari sistem pakar yaitu meliputi keahlian (*expertise*), ahli (*experts*), pemindahan keahlian (*transferring expertise*), inferensi (*inferencing*), aturan (*rules*) dan kemampuan memberikan penjelasan (*explanation capability*)[3].

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

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

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

2.2.2 Tujuan Sistem Pakar

Tujuan dari sistem pakar adalah untuk memindahkan kemampuan (*transferring expertise*) dari seorang ahli atau sumber keahlian yang lain ke dalam komputer dan kemudian memindahkannya dari komputer kepada pemakai yang tidak ahli (bukan pakar). Proses ini meliputi empat aktivitas yaitu [3]:

- a. Akuisi pengetahuan (*knowledge acquisition*) yaitu kegiatan mencari dan mengumpulkan pengetahuan dari para ahli atau sumber keahlian yang lain.
- b. Representasi pengetahuan (*knowledge representation*) adalah kegiatan menyimpan dan mengatur penyimpanan pengetahuan yang diperoleh dalam komputer. Pengetahuan berupa fakta dan aturan disimpan dalam komputer sebagai sebuah komponen yang disebut basis pengetahuan.
- c. Inferensi pengetahuan (*knowledge inferencing*) adalah kegiatan melakukan inferensi berdasarkan pengetahuan yang telah disimpan didalam komputer. Pemindahan pengetahuan (*knowledge transfer*) adalah kegiatan pemindahan pengetahuan dari komputer ke pemakai yang tidak ahli.

2.2.3 Bentuk Sistem Pakar

Sistem pakar dikelompokkan ke dalam empat bentuk yaitu [3]:

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

2.2.4 Ciri-ciri Sistem Pakar

Sistem pakar mempunyai ciri-ciri, diantaranya adalah [16]:

1. Terbatas pada bidang yang spesifik.
2. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang tidak lengkap atau tidak pasti.
3. Dapat mengemukakan rangkaian alasan yang diberikannya dengan cara yang dapat dipahami.
4. Berdasarkan pada *rule* atau kaidah tertentu.
5. Dirancang untuk dapat dikembangkan secara bertahap.
6. Outputnya bersifat nasihat atau anjuran.
7. Output tergantung dari dialog dengan user.
8. *Knowledge base* dan *inference engine* terpisah.

2.2.5 Keuntungan sistem pakar

Sistem pakar mempunyai keuntungan, diantaranya adalah [3]:

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

2.2.6 Kelemahan sistem pakar

Sistem pakar seperti halnya sistem lainnya, juga memiliki kelemahan, diantaranya adalah [16]:

1. Masalah dalam mendapatkan pengetahuan dimana pengetahuan tidak selalu bisa didapatkan dengan mudah, karena kadang kala pakar dari masalah yang

kita buat tidak ada, dan walaupun ada kadang-kadang pendekatan yang dimiliki oleh pakar berbeda-beda.

2. Untuk membuat sistem pakar yang benar-benar berkualitas tinggi sangatlah sulit dan memerlukan biaya yang sangat besar untuk pemeliharaan dan pengembangannya.
3. Boleh jadi sistem tak dapat membuat keputusan.
4. Sistem pakar tidaklah 100% menguntungkan, walaupun seorang tetap tidak sempurna atau tidak selalu benar. Oleh karena itu perlu diuji ulang secara teliti sebelum digunakan. Dalam hal ini peran manusia tetap merupakan faktor dominan.

2.2.7 Struktur Sistem Pakar

Sistem pakar disusun oleh dua bagian utama, yaitu lingkungan pengembang (*development environment*) dan lingkungan konsultasi (*consultation environment*). Lingkungan pengembangan sistem pakar digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam lingkungan sistem pakar, sedangkan lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna yang bukan pakar guna memperoleh pengetahuan pakar.

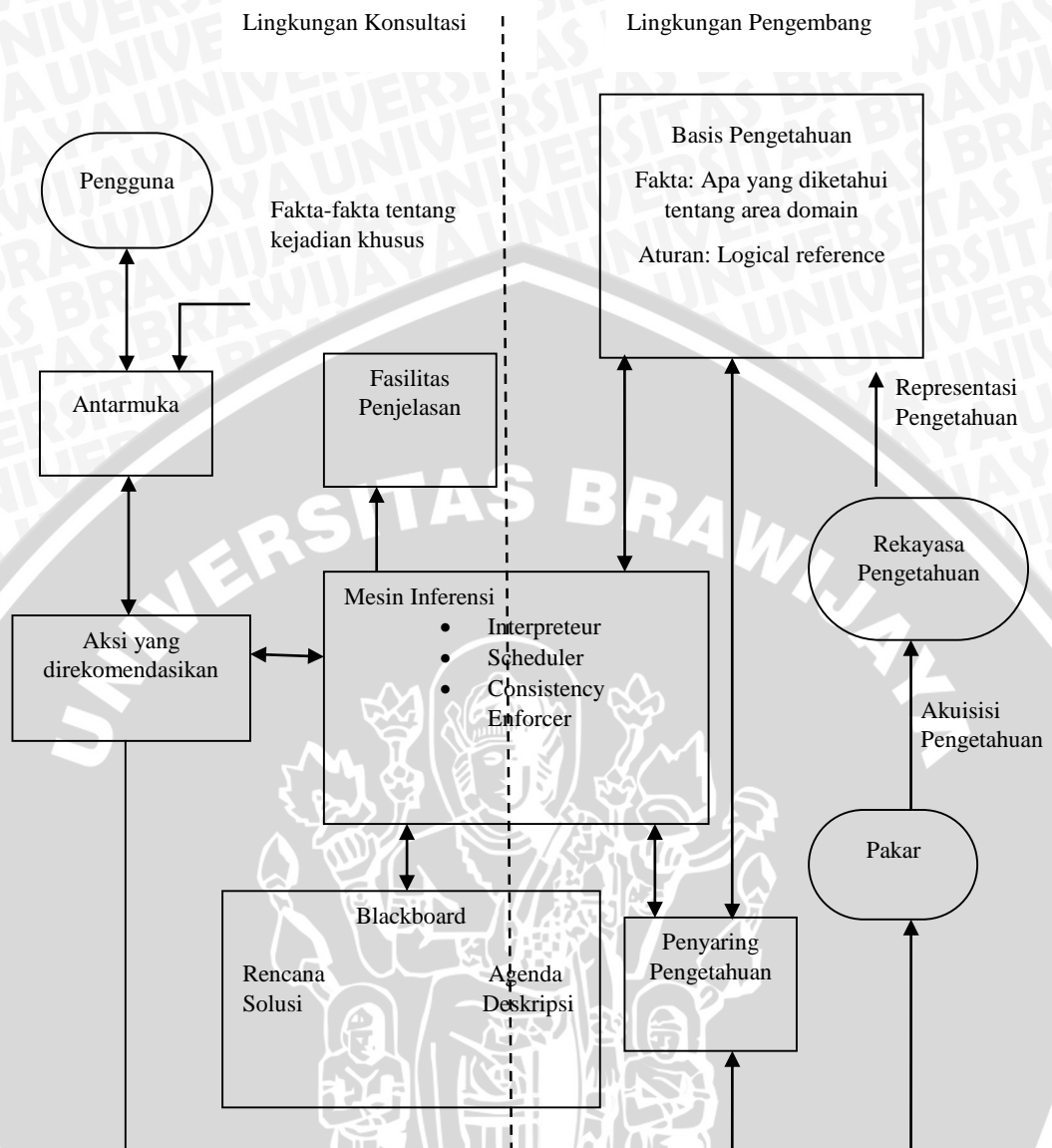
Komponen-komponen sistem pakar dalam kedua bagian tersebut dapat dilihat dalam gambar 2.1 [16].

1. Pengguna (*User*)

Pada umumnya pengguna sistem pakar adalah orang awam yang membutuhkan solusi, saran, atau pelatihan (*training*) dari berbagai permasalahan yang ada [16].

2. Antarmuka Pengguna (*User Interface*)

Merupakan mekanisme yang digunakan oleh pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi. Antarmuka menerima informasi dari pemakai dan mengubahnya ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem. Selain itu antarmuka menerima informasi dari sistem dan menyajikannya ke dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pemakai [16].



Gambar 2.1 Sruktur Sistem Pakar
Sumber: [16]

3. Mesin Inferensi (*Inference Engine*)

Sebuah program yang berfungsi untuk memandu proses penalaran terhadap suatu kondisi berdasarkan basis pengetahuan yang ada, manipulasi dan mengarahkan kaidah, model, dan fakta yang disimpan hingga dicapai suatu kesimpulan[16].

4. Daerah Kerja (*Blackboard*)

Merekam hasil sementara untuk dijadikan keputusan dan untuk menjelaskan masalah yang terjadi. Tiga tipe keputusan yang direkam pada Blackboard meliputi: rencana, agenda, dan solusi[16].

5. Fasilitas Penjelasan (*Explanation Subsystem*)

Fasilitas penjelasan adalah komponen tambahan yang akan meningkatkan kemampuan sistem pakar. Komponen ini menggambarkan penalaran sistem kepada pemakai. Fasilitas penjelas dapat menjelaskan perilaku sistem pakar dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan[16].

6. Sistem Perbaikan Pengetahuan (*Knowledge Refining System*)

Memiliki kemampuan menganalisa pengetahuan yang diperlukan dari seorang pakar dan juga untuk mengevaluasi diri sehingga mengetahui alasan kesuksesan dan kegagalan dalam mengambil keputusan[16].

2.2.8 Tahapan-tahapan Untuk Membuat Sistem Pakar

Dalam pembuatan sistem pakar ada beberapa langkah atau tahapan-tahapan yang perlu diperhatikan [6:9-10]:

1. Identifikasi masalah dan kebutuhan

Langkah pertama yang harus dilakukan mengkaji situasi dan memutuskan dengan pasti tentang masalah yang akan dikomputerisasi dan apakah dengan sistem pakar bisa lebih membantu atau tidak. Didalam identifikasi dibahas tentang prosedur-prosedur seperti memahami keadaan gangguan, pengandaian blok-blok yang rusak serta membagi sebuah blok yang rusak dan menemukan bagian-bagian yang rusak serta pencarian gangguan kerusakan/kesalahan utama dan pakar yang terlibat.

2. Menentukan kesesuaian masalah

Langkah kedua melakukan pengkajian lebih mendalam untuk mengetahui apakah tepat menggunakan sistem pakar atau tidak. Hal penting yang harus diingat adalah hanya masalah tertentu yang bisa dipecahkan secara baik dengan menggunakan sistem pakar.

3. Mempertimbangkan alternatif

Langkah ketiga, apabila sudah bisa mendapatkan masalah yang dianggap cocok untuk diterapkan dalam sistem pakar, perlu adanya pengkajian terlebih dahulu tentang alternatif-alternatif lain yang lebih mudah, cepat dan sesuai dengan masalah yang ingin diselesaikan.

4. Menghitung pengembalian investasi
Langkah keempat adalah menentukan apakah sistem pakar lebih menguntungkan atau tidak. Perhitungan kembali tidaknya investasi dengan jalan menganalisis biaya dan kemungkinan keuntungan. Hal ini akan membantu dalam investasi pembuatan sistem pakar dan menentukan apakah biaya yang dikeluarkan itu akan sesuai dengan hasil yang akan dicapai.
5. Menyeleksi alat pembuatan
Alat pengembangan sistem pakar adalah paket software dan hardware yang memungkinkan dan cocok untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam komputer. Yakni melalui suatu proses analisis dan desain yang kemudian dilanjutkan dengan pembuatan suatu prototipe. Hampir semua alat pengembang sistem pakar menggunakan pangkalan kaidah, beberapa diantaranya menggunakan jaringan semantik atau matrik.
6. Melaksanakan rekayasa pengetahuan
Pada langkah ini melakukan pengembangan sistem pakar dimulai dengan merekayasa pengetahuan, yaitu bagaimana caranya memperoleh pengetahuan. Seperti kita ketahui, pengetahuan dapat diperoleh dengan berbagai cara, yaitu melalui buku-buku, artikel-artikel ilmiah atau acuan lainnya yang bisa diperoleh dengan mudah dan cepat.
7. Merancang sistem
Langkah terakhir adalah dengan menggunakan pengetahuan yang sudah didapatkan beserta alatnya yaitu software dan hardware, maka sekarang dapat dilakukan tahap merancang sistem pakar. Pertama yaitu memilih alat representasi pengetahuan (misalnya matriks), kemudian mengembangkan matriks tersebut dengan membuat diagram pohon klasifikasi yang nantinya akan membantu dalam mengorganisasi dan memahami pengetahuan itu.

2.2.9 Representasi Pengetahuan

Representasi pengetahuan merupakan metode yang digunakan untuk mengkodekan pengetahuan dalam sebuah sistem pakar[16:3]. Metode representasi yang cocok untuk pengetahuan bersifat deklaratif.

1. Logika (*Logic*)

Logika merupakan suatu pengkajian ilmiah tentang serangkaian penalaran, sistem kaidah, dan prosedur yang membantu proses penalaran[16:3].

2. Jaringan Semantik (*Semantic Nets*)

Jaringan semantik merupakan teknik representasi kecerdasan buatan klasik yang digunakan untuk informasi proposional. Yang dimaksud dengan informasi proposional adalah pernyataan yang mempunyai nilai benar atau salah[16:3].

3. Bingkai (*Frame*)

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

Representasi yang cocok untuk pengetahuan prosedural (ada aksi dan reaksi) adalah kaidah produksi (*Production Rule*). Dimana kaidah produksi adalah kaidah yang menyediakan cara formal untuk mempresentasikan rekomendasi, arahan, atau strategi. Kaidah produksi dituliskan dalam bentuk jika-maka (*if-then*). Kaidah *if-then* menghubungkan antiseden (*antecedent*) dengan konsekuensi yang diakibatkannya[16:3].

2.2.10 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan berisi pengetahuan-pengetahuan dalam penyelesaian masalah, tentu di dalam domain tertentu. Ada dua bentuk pendekatan basis pengetahuan yang sangat umum digunakan, yaitu [16:3-4] :

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

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

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

Pada penalaran berbasis kasus, basis pengetahuan akan berisi solusi-solusi yang telah dicapai sebelumnya, kemudian akan diturunkan suatu solusi untuk

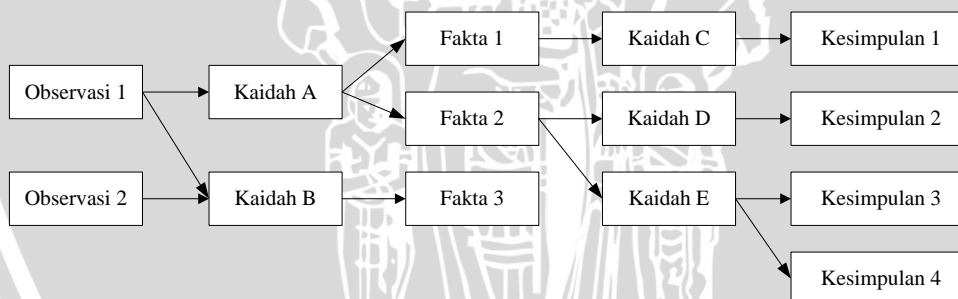
keadaan yang terjadi sekarang (fakta yang ada). Bentuk ini akan digunakan apabila user menginginkan untuk tahu lebih banyak lagi pada kasus-kasus yang hampir sama (mirip). Selain itu, bentuk ini juga digunakan apabila kita telah memiliki sejumlah situasi atau kasus tertentu dalam basis pengetahuan.

2.2.11 Metode Inferensi

Inferensi merupakan proses untuk menghasilkan informasi dari fakta yang diketahui atau diasumsikan. Proses inferensi dalam sistem pakar disebut mesin inferensi. Berikut adalah dua jenis metode inferensi [4].

2.2.11.1 *Forward Chaining*

Teknik pencarian yang dimulai dengan fakta yang diketahui, kemudian dicocokkan fakta-fakta tersebut dengan bagian *IF* dari aturan *IF-THEN*. Bila ada aturan yang cocok dengan bagian *IF*, maka aturan tersebut dieksekusi. Bila aturan dieksekusi maka sebuah fakta baru (bagian *THEN*) ditambahkan kedalam basis data. Pencocokan dimulai dari aturan teratas dan setiap aturan hanya boleh dieksekusi sekali. Alur metode inferensi *Forward Chaining* terlihat seperti Gambar 2.2.

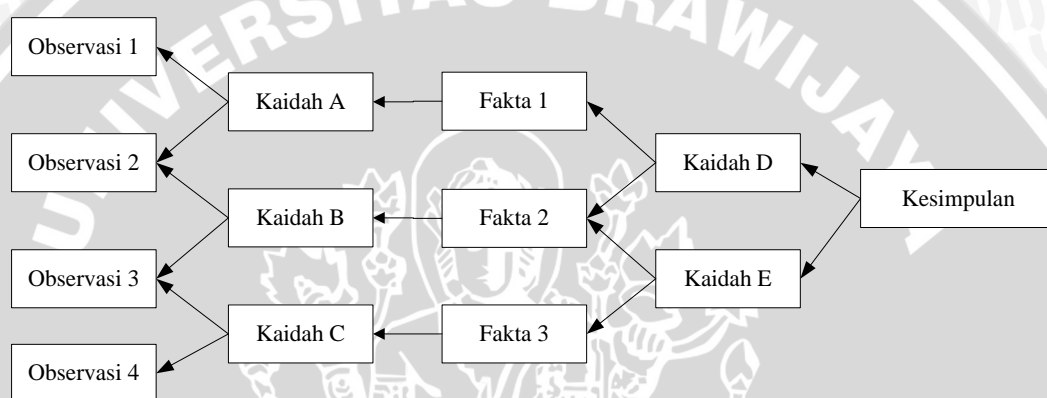


Gambar 2.2 Alur Metode Forward Chaining
Sumber: [4]

Berdasarkan Gambar 2.2 Observasi adalah kegiatan para pakar tanaman mangga untuk melihat gejala (kaidah) secara fisik pada tanaman mangga yang diteliti. Penelitian menghasilkan bahwa tanaman mangga terserang hama dan penyakit (fakta). Para pakar tanaman mangga akan menyempurnakan observasi dengan melakukan pemeriksaan gejala (kaidah) agar mendapatkan hasil/informasi penyebab hama dan penyakit yang menyerang tanaman mangga (Kesimpulan).

2.2.11.2 *Backward Chaining*

Metode inferensi yang bekerja mundur ke arah kondisi awal. Proses diawali dari *goal* (yang berada pada bagian *THEN* dari aturan *IF-THEN*), kemudian pencarian mulai dijalankan untuk mencocokkan apakah fakta-fakta yang ada cocok dengan premis-premis di bagian *IF*. Jika cocok, maka aturan dieksekusi, kemudian hipotesis di bagian *THEN* ditempatkan di basis data sebagai fakta baru. Jika tidak cocok simpan premis di bagian *IF* ke dalam *subgoal*. Proses berakhir jika *goal* ditemukan atau tidak ada aturan yang bisa membuktikan kebenaran *subgoal* atau *goal*. Alur metode inferensi *Backward Chaining* terlihat seperti Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Alur Metode *Backward Chaining*
Sumber :[4]

Berdasarkan Gambar 2.3 ketika para pakar tanaman mangga mengetahui (kesimpulan) hama dan penyakit yang menyerang tanaman mangga maka setelah itu melakukan penelitian terhadap gejala (kaidah) hama dan penyakit yang ditimbulkan pada tanaman mangga. Dari penelitian tersebut para pakar tanaman mangga akan mendapatkan fakta terhadap bagaimana hama dan penyakit menyerang tanaman mangga. Dari fakta tersebut para pakar tanaman mangga dapat melakukan observasi ke lapangan dan memberikan arahan bagaimana menjaga tanaman mangga agar tidak terserang hama dan penyakit.

2.2.12 Ketidakpastian

Jika sistem kecerdasan buatan yang dikembangkan memiliki pengetahuan yang lengkap tentang permasalahan yang akan ditanganinya, maka sistem tersebut dapat dengan mudah memberikan solusi dengan menggunakan pendekatan logika. Akan tetapi, sistem hampir tidak pernah dapat mengakses seluruh fakta yang ada

dalam lingkungan permasalahan yang akan ditanganinya, sehingga sistem harus bekerja dalam ketidakpastian dan kesamaran. Untuk itu, sistem harus menggunakan teknik-teknik khusus yang dapat menangani ketidakpastian dan kesamaran dalam menyelesaikan permasalahan yang ditanganinya [15].

Ada tiga teknik yang dapat digunakan untuk menangani ketidakpastian dan kesamaran pengetahuan, yaitu [15]:

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

2.3 Tanaman Mangga

Tanaman mangga termasuk ke dalam tumbuhan berbiji (*Spermatophyta*) dengan biji tertutup (*Angiospermae*) dan berkeping dua (*Dicotyledoneae*). Tanaman mangga dalam sistematika (*taksonomi*) tumbuhan dapat diklasifikasikan sebagai berikut[17:8]:

Devisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub devisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledoneae</i>
<i>Ordo</i>	: <i>Sapindales</i>
<i>Famili</i>	: <i>Anacardiaceae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Mangifera</i>
Spesies	: <i>Mangifera Indica L.</i>



Gambar 2.4 Tanaman Mangga

Sumber: [20]

Tanaman mangga merupakan kelompok tumbuhan biji yang berupa pohon yang batangnya keras dan berkayu[17:9]. Tanaman mangga mempunyai toleransi tumbuh yang tinggi, baik pada daerah dataran rendah maupun pada daerah dataran tinggi, baik dengan curah hujan sedikit maupun banyak. Untuk membudidayakan tanaman mangga dengan optimal harus dilakukan pada daerah dengan temperatur, curah hujan, keadaan awan dan angin yang sesuai[17:34].

2.4 Hama dan Penyakit Tanaman Mangga

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai hama dan penyakit tanaman mangga yang dapat didiagnosa oleh sistem. Daftar jenis hama dan penyakit yang bisa dideteksi oleh sistem adalah hama yang disebabkan oleh hama serangga, hama ulat, penyakit buah, penyakit daun, dan pembusukan akar[18].

2.4.1 Jenis Hama yang Menyerang Tanaman Mangga

Hama merupakan salah satu penghalang terbesar dalam panen. Jumlah hama cukup banyak jumlahnya, antara lain[18:54-65]:

2.4.1.1 Kutu Putih (*Rastrococcus Spinosus*)

Hama ini menghisap cairan sel. Daun yang terserang mengering dan gugur. Kutu mengeluarkan cairan madu yang menjadi makanan cendawan penyebab penyakit embun jelaga dan umumnya menyerang pada musim penghujan[18:54-55].



Gambar 2.5 Hama Kutu Putih
Sumber: [18:55]

2.4.1.2 Ulat Perusak Daun (*Orthega Melanoporalis Hampson*)

Hama ini merusak daun dan kadang kala pucuk muda. Akibat serangan ini daun menjadi patah, layu, dan akhirnya mati. Hama/ulat biasanya membuat sarang dari daun mangga dan pucuk muda, biasanya menyerang pada masa peralihan musim hujan dan musim kemarau[18:56].



Gambar 2.6 Hama Ulat Perusak Daun
Sumber: [12]

2.4.1.3 Wereng Mangga (*Idiocerus Niveosparsus*)

Hama ini menghisap cairan pada daun mangga, pucuk-pucuk muda, tangkai muda dan buah muda, sehingga mudah rontok. Hama ini muncul pada saat peralihan musim kemarau ke musim hujan dan umumnya menyerang tanaman mangga yang sudah berproduksi[18:58].



Gambar 2.7 Hama Wereng Mangga
Sumber: [18:59]

2.4.1.4 Trips (*Tripidae* ; *Thysanoptera*)

Hama ini menyerang permukaan bawah daun, malai bunga dan buah mudah. Sehingga daun menjadi berkerut-kerut (keriting) dan mengakibatkan proses pembungaan sering gagal. Hama ini biasanya menyerang pada saat peralihan musim hujan ke musim kemarau[18:60].



Gambar 2.8 Hama Trip Mangga

Sumber: [18: 61]

2.4.1.5 Lalat Buah (*Dacus Dorsalis*)

Hama ini menyerang permukaan kulit buah. Sehingga pada permukaan kulit buah terdapat titik-titik hitam, titik hitam tersebut akibat tusukan lalat buah. Daging buah menjadi busuk, akibatnya buah tidak dapat dipanen karena rusak atau gugur[18:61].



Gambar 2.9 Hama Lalat Buah

Sumber: [18:63]

2.4.1.6 Penggerek Buah (*Noorda Albizonalis Hampson*)

Hama ini menyerang permukaan buah. Sehingga pada permukaan buah terdapat bintik-bintik, yang diakibatkan isapan hama. Pada saat hama menghisap buah bersamaan dengan meletakkan telurnya. Larva menggerek buah dan memakan jaringan dibawah kulit buah. Area yang dirusak larva menjadi busuk dan buah gugur. Penggerek buah biasanya menyerang pada saat buah sebesar bola pingpong (55-60 hari setelah induksi bunga)[a18:64].



Gambar 2.10 Hama Penggerek Buah
Sumber: [18:65]

2.4.2 Jenis Penyakit yang Menyerang Tanaman Mangga

Penyakit yang menyerang merupakan salah satu penghalang terbesar dalam panen. Jenis penyakit yang menyerang cukup banyak jumlahnya, antara lain [18:66-74]:

2.4.2.1 Penyakit Layu Benih (*Phythium Vexans.*)

Penyakit ini menyerang tanaman pada saat dipembibitan (*polybag*). Penyakit diakibatkan serangan cendawan (*Phythium Vexans.*). Gejala yang terlihat daun menjadi lembek dan lemah, berwarna hijau terang. Pada gejala lanjut daun akan mengering dan adanya bercak coklat pada pangkal daun. Selanjutnya tanaman mati. Apabila diperiksa akar menjadi busuk [18:66].



Gambar 2.11 Penyakit Layu Benih
Sumber: [1]

2.4.2.2 Penyakit Busuk Akar (*Rigidoporus Microporus*)

Penyakit ini menyerang permukaan akar. Permukaan akar akan berwarna hitam, pada permukaan akar terdapat benang-benang jamur berwarna putih kotor kemudian leher akar mengelupas kemudian akar busuk. Penyakit ini dapat menyebabkan kematian pada tanaman. Penyakit ini sering dijumpai pada saat musim hujan [18:67].



Gambar 2.12 Penyakit Busuk Akar

Sumber: [11]

2.4.2.3 Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum Gloeosporioides*)

Penyakit ini menyerang permukaan daun. Pada permukaan daun terdapat bercak bulat sehingga angular berwarna coklat dan kelabu ditengahnya, kadang-kadang kekuningan di tepi atau berlubang (shot hole). Pada malai bunga terdapat bercak kecil pada pucuk, panikle dan tangkai. Selanjutnya bunga menjadi kehitaman, pada buah terdapat bercak berwarna coklat hingga berwarna gelap, pada buah yang sudah matang akan menjadi busuk. Kerusakan pada awalnya terjadi pada daun muda dan mengakibatkan terminal cabang tidak produktif, bunga mengering, gagalnya pembentukan pentil buah, buah gugur dan menjadi busuk. Penyakit ini biasanya menyerang pada awal musim hujan[18:68].

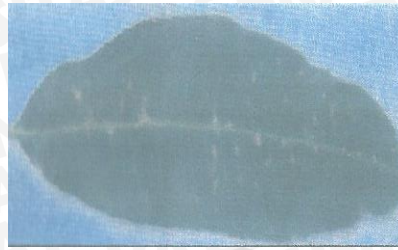


Gambar 2.13 Serangan Antaroksa pada Buah Mangga

Sumber: [18:69]

2.4.2.4 Embun Jelaga (*Capnodium Mangiferae*)

Penyakit ini menyerang permukaan dan dan ranting. Pada permukaan daun dan ranting terdapat lapisan tipis berwarna hitam. Lapisan berwarna hitam merupakan cendawan yang memperoleh makanan karena cairan madu yang dikeluarkan oleh hama seperti : wereng mangga, kutu sisik, dan kutu putih. Embun jelaga biasanya menyerang pada musim hujan[18:70-71].



Gambar 2.14 Penyakit Embun Jelaga
Sumber: [18:70]

2.4.2.5 Kudis Buah (*Elsinoe Mangiferae*)

Penyakit ini menyerang permukaan buah. Pada permukaan buah terdapat sruktur yang tidak beraturan berwarna coklat tua. Setelah buah di panen meninggalkan bercak coklat yang keras dan mengering sehingga mengurangi penampilan buah. Penyakit ini biasanya menyerang pada musim hujan, ketika buah sebesar kelereng[18:71].



Gambar 2.15 Kudis Buah
Sumber: [1]

2.4.2.6 Penyakit Diplodia (*Diplodia Natalensis*)

Penyakit ini menyerang batang atau cabang. Tanaman yang terserang mengeluarkan blendok yang berwarna kuning emas dari batang atau cabang, pada kulit terjadi luka yang tidak teratur. Cendawan berkembang diantara kulit dan kayu serta merusak lapisan kambium tanaman. Kayu yang mati berwarna hijau sampai hitam. Serangan diplodia kering umumnya lebih berbahaya karena gejala permukaan sukar diketahui. Kulit batang atau cabang tanaman yang terserang mengering, terdapat celah-celah kecil pada permukaan kulit, pada bagian kulit dan batang yang ada dibawahnya berwarna hitam kehijauan. Pada bagian celah-celah kulit terlihat adanya masa spora cendawan berwarna putih atau hitam. Penyakit ini biasanya menyerang pada musim hujan[18:72-7].



Gambar 2.16 Penyakit Diplodia
Sumber: [10]

2.5 Teori Dempster-Shafer

Ada berbagai macam penalaran dengan model yang lengkap dan sangat konsisten, tetapi pada kenyataannya banyak permasalahan yang tidak dapat terselesaikan secara lengkap dan konsisten. Ketidakkonsistenan tersebut adalah akibat adanya penambahan fakta baru. Penalaran yang seperti itu disebut dengan penalaran *non monotonis*. Untuk mengatasi ketidakkonsistenan tersebut maka dapat menggunakan penalaran dengan teori *Dempster-Shafer*.

Secara Umum teori *Dempster-Shafer* ditulis dalam suatu interval seperti pada Persamaan 2.1 dan 2.2 [7: 102-104]:

$$[Belief, Plausibility] \dots\dots\dots (2-1)$$

Persamaan 2-1 Dempster-Shafer secara umum

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

$$Pl(s) = 1 - Bel(\neg s) \dots\dots\dots (2-2)$$

Persamaan 2-2 Notasi *Plausibility* Dempster-Shafer

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

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

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

Dengan : A = Alergi; B = Bronkitis.
 F = Flu;



D = Demam;

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

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

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

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

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

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

Apabila diketahui X adalah subset dari θ , dengan m_1 sebagai fungsi densitasnya, dan Y juga merupakan subset dari θ dengan m_2 sebagai fungsi densitasnya, maka dapat dibentuk fungsi kombinasi m_1 dan m_2 sebagai m_3 sehingga didapatkan Persamaan 2-3, yaitu :

$$m_i(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X).m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X).m_2(Y)} \dots \dots \dots (2-3)$$

Persamaan 2-3 Fungsi kombinasi m_1 dan m_2

Keterangan :

m = Nilai Densitas (Kepercayaan)

XYZ = Himpunan *Evidence*

\emptyset = Himpunan Kosong

a) Contoh 1[7:104-106]:

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

- Gejala-1: panas

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

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

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



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

- Gejala-2: hidung buntu

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

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

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

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

Tabel 2.2 Aturan Kombinasi untuk m_3 Contoh 1

m_1		m_2			
		$\{A,F,D\}$	$(0,9)$	\emptyset	$(0,1)$
$\{F,D,B\}$	$(0,8)$	$\{F,D\}$	$(0,72)$	$\{F,D,B\}$	$(0,08)$
\emptyset	$(0,2)$	$\{A,F,D\}$	$(0,18)$	\emptyset	$(0,02)$

Sumber : [7:104]

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

Sehingga dapat dihitung:

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

Keterangan :

m = Nilai Densitas (Kepercayaan)

XYZ = Himpunan *Evidence*

\emptyset = Himpunan Kosong

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

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

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

- Gejala-3 : piknik

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

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

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

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

Tabel 2.3 Aturan Kombinasi untuk m_5 Contoh 1

m_3		m_4			
		$\{A\}$	$(0,6)$	\emptyset	$(0,4)$
$\{F,D\}$	$(0,72)$	\emptyset	$(0,432)$	$\{F,D\}$	$(0,288)$
$\{A,F,D\}$	$(0,18)$	$\{A\}$	$(0,108)$	$\{A,F,D\}$	$(0,072)$
$\{F,D,B\}$	$(0,08)$	\emptyset	$(0,048)$	$\{F,D,B\}$	$(0,032)$
\emptyset	$(0,02)$	$\{A\}$	$(0,012)$	\emptyset	$(0,008)$

Sumber: [7:106]

- $\{F,D\} \cap \{A\} = \{\emptyset\}$
 $0,72 * 0,6 = 0,432$
 $\{\emptyset\} = 0,432$
- $\{A,F,D\} \cap \{A\} = \{A\}$
 $0,18 * 0,6 = 0,108$
 $\{A\} = 0,108$
- $\{F,D,B\} \cap \{A\} = \{\emptyset\}$
 $0,08 * 0,6 = 0,048$
 $\{\emptyset\} = 0,048$
- $\{\emptyset\} \cap \{A\} = \{A\}$
 $0,02 * 0,6 = 0,012$
 $\{\emptyset\} = 0,012$
- $\{F,D\} \cap \{\emptyset\} = \{F,D\}$
 $0,72 * 0,4 = 0,288$
 $\{F,D\} = 0,288$
- $\{A,F,D\} \cap \{\emptyset\} = \{A,F,D\}$
 $0,18 * 0,4 = 0,072$
 $\{A,F,D\} = 0,072$
- $\{F,D,B\} \cap \{\emptyset\} = \{F,D,B\}$
 $0,08 * 0,4 = 0,032$
 $\{F,D,B\} = 0,032$
- $\{\emptyset\} \cap \{\emptyset\} = \{\emptyset\}$
 $0,002 * 0,4 = 0,008$
 $\{\emptyset\} = 0,008$

Sehingga dapat dihitung:

$$mi(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m1(X) \cdot m2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m1(X) \cdot m2(Y)}$$

Keterangan :

m = Nilai Densitas (Kepercayaan)

XYZ = Himpunan *Evidence*

\emptyset = Himpunan Kosong

- $m5\{A\} = \frac{0,18+0,012}{1-(0,432+0,048)} = 0,231$
- $m5\{F, D\} = \frac{0,288}{1-(0,432+0,048)} = 0,554$
- $m5\{A, F, D\} = \frac{0,072}{1-(0,432+0,048)} = 0,138$
- $m5\{F, D, B\} = \frac{0,032}{1-(0,432+0,048)} = 0,062$
- $m5\{\emptyset\} = \frac{0,008}{1-(0,432+0,048)} = 0,015$

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

b) Contoh 2[7:107-108]:

Ada 3 jurusan yang diminati oleh Si Ali, yaitu Teknik Informatika (I), Psikologi (P), atau Hukum (H). untuk itu dia mencoba mengikuti beberapa tes

ujicoba. Ujicoba pertama adalah tes logika, hasil tes menunjukkan bahwa probabilitas densitas: $m1\{I,P\} = 0,75$. Tes kedua adalah tes matematika, hasil tes menunjukkan bahwa probabilitas densitas: $m2\{I\} = 0,8$.

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

$$m1\{I,P\} = 0,75 \quad m1\{\theta\} = 1 - 0,75 = 0,25;$$

$$m2\{I\} = 0,8 \quad m2\{\theta\} = 1 - 0,8 = 0,2;$$

Tabel 2.4 Aturan Kombinasi untuk $m3$ Contoh 2

		m2			
		{I}	(0,8)	θ	(0,2)
{I,P}	(0,75)	{I}	(0,60)	{I,P}	(0,15)
	θ	(0,25)	{I}	(0,20)	θ

Sumber: [7: 107]

- $\{I,P\} \cap \{I\} = \{I\}$
 $0,75 * 0,8 = 0,60$
 $\{I\} = 0,60$
- $\{I,P\} \cap \{\theta\} = \{I,P\}$
 $0,75 * 0,2 = 0,15$
 $\{I,P\} = 0,15$
- $\{\theta\} \cap \{I\} = \{I\}$
 $0,25 * 0,8 = 0,20$
 $\{I\} = 0,20$
- $\{\theta\} \cap \{\theta\} = \{\theta\}$
 $0,25 * 0,2 = 0,05$
 $\{\theta\} = 0,05$

Sehingga dapat dihitung:

$$mi(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m1(X) \cdot m2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m1(X) \cdot m2(Y)}$$

Keterangan :

m = Nilai Densitas (Kepercayaan)

XYZ = Himpunan *Evidence*

\emptyset = Himpunan Kosong

- $m3\{I\} = \frac{0,6+0,2}{1-0} = 0,8$
- $m3\{I,P\} = \frac{0,15}{1-0} = 0,15$
- $m3\{\theta\} = \frac{0,05}{1-0} = 0,05$

Di hari berikutnya, Si Ali mengikuti tes ketiga yaitu tes wawancara kewarganegaraan. Hasil tes menunjukkan bahwa probabilitas densitas $m4\{H\} = 0,3$.

Dengan demikian probabilitas densitas yang baru untuk $\{I,P\}$, $\{I\}$, dan $\{H\}$ adalah sebagai berikut:

$$m_4\{H\} = 0,3$$

$$m_4\{\theta\} = 1 - 0,3 = 0,7$$

Tabel 2.5 Aturan Kombinasi untuk m_5 Contoh 2

m3		m4			
		{H}	(0,3)	θ	(0,7)
{I}	(0,80)	\emptyset	(0,240)	{I}	(0,560)
{I,P}	(0,15)	\emptyset	(0,045)	{I,P}	(0,105)
θ	(0,05)	{H}	(0,015)	θ	(0,035)

Sumber: [7 :107]

- $\{I\} \cap \{H\} = \{\emptyset\}$
 $0,80 * 0,3 = 0,240$
 $\{\emptyset\} = 0,240$
- $\{I,P\} \cap \{H\} = \{\emptyset\}$
 $0,15 * 0,3 = 0,045$
 $\{\emptyset\} = 0,045$
- $\{\theta\} \cap \{H\} = \{H\}$
 $0,05 * 0,3 = 0,015$
 $\{H\} = 0,015$
- $\{I\} \cap \{\theta\} = \{I\}$
 $0,80 * 0,7 = 0,560$
 $\{I\} = 0,560$
- $\{I,P\} \cap \{\theta\} = \{I,P\}$
 $0,15 * 0,7 = 0,105$
 $\{I,P\} = 0,105$
- $\{\theta\} \cap \{\theta\} = \{\theta\}$
 $0,05 * 0,7 = 0,035$
 $\{\theta\} = 0,035$

Sehingga dapat dihitung:

- $m_5\{I\} = \frac{0,560}{1-(0,240+0,045)} = 0,783$
- $m_5\{I, P\} = \frac{0,105}{1-(0,240+0,045)} = 0,147$
- $m_5\{H\} = \frac{0,015}{1-(0,240+0,045)} = 0,021$
- $m_3\{\theta\} = \frac{0,035}{1-0,240+0,045} = 0,049$

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

2.6 Data Flow Diagram (DFD)

DFD adalah metode yang digunakan dalam pemodelan sistem yang berguna untuk menggambarkan sistem secara terstruktur. DFD digambarkan dalam bentuk

diagram yang menghubungkan antar proses fungsional dengan aliran data yang terjadi pada sistem [22:1]. Proses aliran data dapat dijelaskan dengan menggunakan simbol maupun notasi tertentu. DFD juga dapat digunakan untuk menjelaskan proses aliran data yang terperinci atau proses dekomposisi [8: 85]. Berikut ini adalah symbol-simbol yang digunakan dalam DFD [14: 2-8].

- Terminator / Entitas Luar

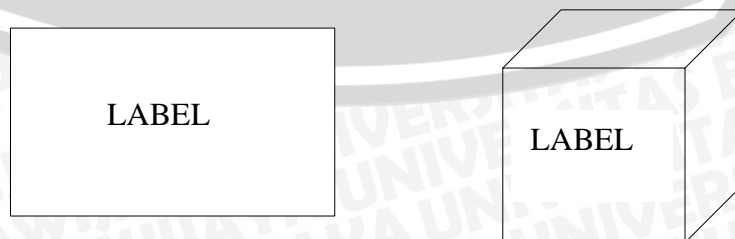
Terminator / Entitas Luar adalah entitas yang berkomunikasi dengan sistem yang dibangun, simbol terminator dapat dilihat pada Gambar 2.17.

Terminator dapat dibedakan menjadi 2 jenis [14:2].

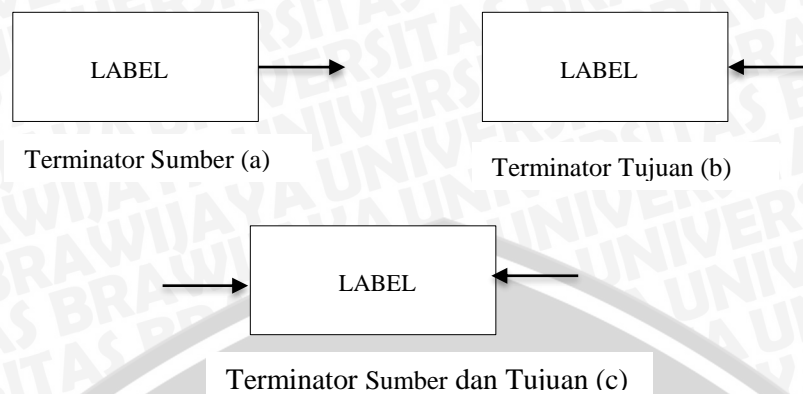
- Terminator Sumber (source) adalah terminator yang menjadi sumber sistem, ditunjukkan pada Gambar 2.18 (a).
- Terminator Tujuan (sink) adalah terminator yang menjadi tujuan data / informasi sistem, ditunjukkan pada Gambar 2.18 (b).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan simbol terminator ini antara lain [8: 87-88]:

- Terminator merupakan entitas sumber/tujuan dari aliran data eksternal
- Terminator merupakan entitas yang hanya dapat mengirim/menerima data.
- Terminator merupakan entitas yang harus diberi label yang menggunakan kata benda.
- Terminator merupakan bagian/lingkungan luar sistem berupa orang, sekelompok orang, organisasi atau lainnya yang dapat berinteraksi dengan sistem.
- Terminator merupakan entitas yang menerima informasi dari sistem, memberikan informasi baru dalam sistem, dan menjalankan sistem.



Gambar 2.17 Simbol Terminator
Sumber: [8: 88]



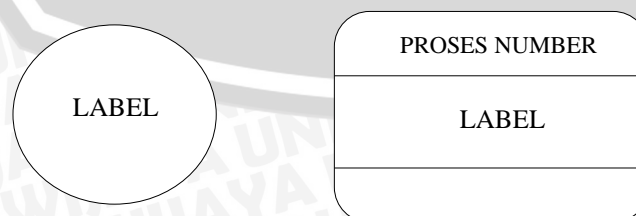
Gambar 2.18 Jenis Terminator
Sumber: [14: 2]

o Proses

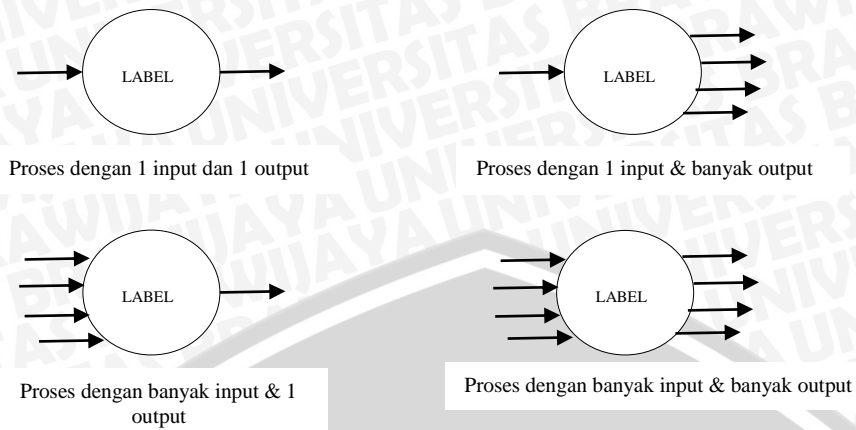
Proses adalah komponen yang menggambarkan bagian dari sistem yang dibangun dengan mengubah input menjadi *output*, simbol proses dapat dilihat pada Gambar 2.19. Proses dapat dibedakan menjadi 4 kemungkinan terjadinya proses yang dapat dilihat pada Gambar 2.20 [14: 3].

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan simbol proses ini antara lain [8:86]:

- o Proses harus menerima aliran data sebagai input dan menghasilkan aliran data sebagai *output*.
- o Proses dapat dibagi menjadi beberapa proses yang lebih detail (sub-proses).
- o Proses merupakan komponen yang harus diberi label berupa kata kerja.
- o Proses merupakan internal sistem yang dapat dihubungkan dengan komponen terminator, data store atau proses melalui alur data.
- o Terdapat paling sedikit 1 input aliran data dan 1 output aliran data.



Gambar 2.19 Simbol Proses
Sumber: [8: 86]



Gambar 2.20 Jenis Proses

Sumber: [14: 2]

o Data Store

Data store adalah komponen yang digunakan untuk model kumpulan data pada sistem yang dibangun, simbol proses dapat dilihat pada Gambar 2.21. Berdasarkan aliran data yang ada data store dapat dibedakan menjadi 2 jenis [14:5].

- o Alur data dari data store, yang merupakan pembacaan atau pengaksesan data dalam sistem, ditunjukkan pada Gambar 2.22 (a).
- o Alur data ke data store, yang merupakan pengupdatean data dalam sistem seperti menghapus atau mengubah data dalam sistem, ditunjukkan pada Gambar 2.22(b).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan simbol data store ini antara lain [8: 87-88]:

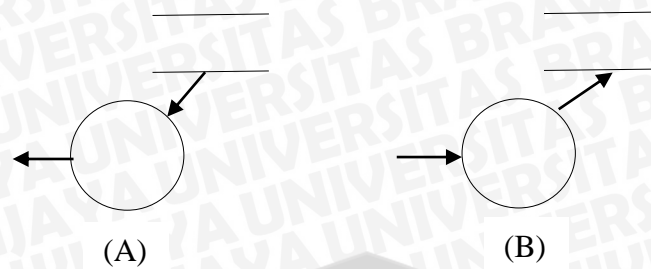
- o Data store hanya dihubungkan dengan komponen proses.
- o Data store merupakan komponen yang harus diberi label berupa kata benda jamak.
- o Data store merupakan internal sistem yang dapat dihubungkan dengan komponen proses melalui alur data.



Gambar 2.21 Simbol Data store

Sumber : [8: 87]





Gambar 2.22 Jenis Data store
Sumber : [14: 2]

- Data Flow / Alur Data

Data Flow adalah komponen yang digunakan sebagai model aliran data yang digambarkan dengan anak panah, sekaligus menunjukkan arah aliran data menuju atau keluar dari proses, simbol data flow dapat dilihat pada Gambar 2.23. Terdapat 4 konsep yang digunakan dalam penggambaran alur data [14: 6-8].

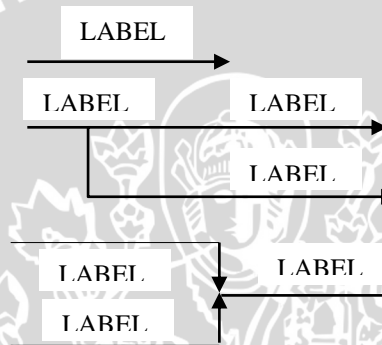
- Konsep paket data, merupakan alur data yang menggabungkan beberapa data berhubungan menjadi satu paket data yang sama. Dengan ketentuan alur data tersebut mempunyai sumber dan tujuan yang sama. Contohnya, terdapat data pribadi siswa yang terdiri dari Nama, Nomer Induk, Tempat Tanggal Lahir, Alamat dan lainnya. Data-data tersebut dapat diringkas menjadi satu paket data yaitu paket Data Siswa. Penggambaran konsep paket data dapat dilihat pada Gambar 2.24 (a).
- Konsep alur data menyebar, merupakan alur data yang mempunyai sumber sama dan menyebar ke tujuan yang berbeda. Penggambaran konsep alur data menyebar dapat dilihat pada Gambar 2.24 (b).
- Konsep alur data mengumpul, merupakan alur data dari beberapa sumber data yang berbeda dan mengumpul ke tujuan yang sama. Penggambaran konsep alur data mengumpul dapat dilihat pada Gambar 2.24 (c).
- Konsep sumber atau tujuan alur data, merupakan alur data dengan ketentuan harus mengandung minimal satu proses. Terdapat beberapa contoh penggunaannya diantaranya :
 - Alur data yang bersumber atau bertujuan pada suatu proses.

- Alur data yang bersumber pada suatu proses dan bertujuan pada suatu proses.

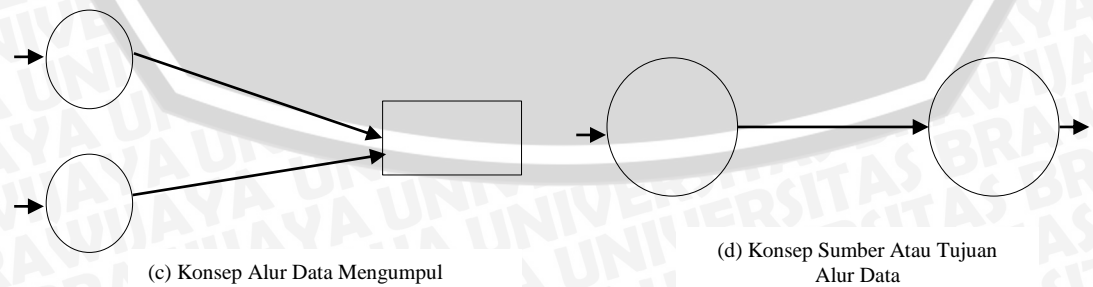
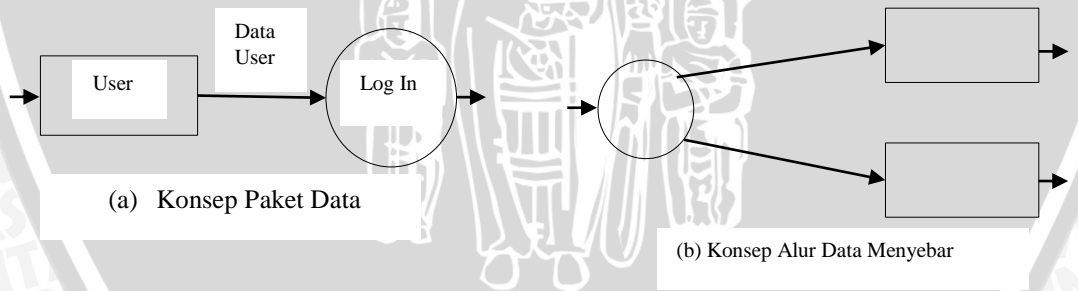
Penggambaran konsep sumber atau tujuan alur data dapat dilihat pada Gambar 2.24 (d).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan simbol data flow [8: 87-88].

- o Data flow merupakan konektor yang berfungsi untuk menghubungkan proses, data store, dan terminator.
- o Data flow merupakan komponen yang harus diberi label berupa kata benda



Gambar 2.23 Simbol Data flow
Sumber : [21: 87]



Gambar 2.24 Konsep Data flow
Sumber: [14: 6-8]



Penggambaran DFD yang konsisten, memiliki beberapa garis besar langkah-langkah dalam pembuatannya yaitu [8][14]:

- 1) Mengidentifikasi entitas yang akan digunakan pada sistem.
- 2) Mengidentifikasi input dan output yang akan digunakan oleh entitas.
- 3) Membuat Diagram Konteks (*diagram context*), yang menggambarkan sistem dan merupakan diagram level tertinggi dari DFD.
- 4) Membuat Diagram Level Zero, yang merupakan penjabaran detail dari diagram konteks dengan ketentuan masuk/keluar alur data pada masing-masing proses memperhatikan konsep keseimbangan dengan diagram level sebelumnya. Penomeran dilakukan dengan cara memberi nomer pada proses utama (urutan tidak mempengaruhi).
- 5) Membuat Diagram Level Satu, yang merupakan dekomposisi dari diagram level zero dengan membagi proses ke sub proses dengan ketentuan masuk/keluar alir data pada proses memperhatikan konsep keseimbangan dengan diagram level sebelumnya. Penomeran dilakukan dengan cara mengikuti nomer proses level sebelumnya ditambah nomer sub proses itu sendiri.
- 6) DFD Level Dua, Tiga, dst, yang merupakan dekomposisi dari level sebelumnya dengan aturan yang sama dengan level satu.

2.7 Entity-Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) adalah teknik penggambaran secara umum untuk struktur data dan desain sistem database. ERD digunakan untuk mendeskripsikan hubungan antara tabel penyimpanan (data) atau dapat dikatakan pemodelan data. [8:125-127]. ERD menggunakan sejumlah notasi dan simbol untuk menggambarkan struktur dan hubungan antar data. Ada tiga komponen utama pada ERD yaitu [8:127-133]:

- *Entity* (Entitas)

Entity merupakan perwakilan dari orang, tempat, benda, peristiwa, atau konsep yang dibutuhkan untuk menyimpan data. Simbol dari entitas ditunjukkan pada Gambar 2.25 (a).

- Atribut

Atribut merupakan element yang dimiliki oleh *entity*. Atribut terdapat beberapa macam seperti *primary key*, *foreign key*, *candidate key*, *group*, dan *subsetting* kriteria. Simbol dari atribut ditunjukkan pada Gambar 2.25 (b).

- Relasi

Relasi merupakan hubungan antara entitas yang ada, baik antar satu entitas atau lebih entitas. Relasi ini mewakili suatu peristiwa antar entitas atau hanya sebagai relasi logis antar entitas. Simbol dari relasi ditunjukkan pada Gambar 2.25 (c).

Dalam ERD terdapat macam-macam relasi yang memungkinkan dalam pemodelan data, diantaranya [8:130-133] :

- Satu Ke Satu (*One to One*)

Relasi antara entitas A dengan entitas B, dimana entitas A mempunyai satu hubungan dengan entitas B dan begitu sebaliknya, yang digambarkan pada Gambar 2.26 (a).

- Satu Ke Banyak (*One to Many*)

Relasi antara entitas A dengan entitas B, dimana entitas A mempunyai banyak hubungan dengan entitas B, sedangkan entitas B hanya mempunyai satu hubungan dengan antitas A, yang digambarkan pada Gambar 2.26 (b).

- Banyak ke Banyak (*Many to Many*)

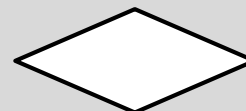
Relasi antara entitas A dengan entitas B, dimana entitas A mempunyai banyak hubungan dengan entitas B dan begitu sebaliknya, yang digambarkan pada Gambar 2.26 (c).



(a) Entity



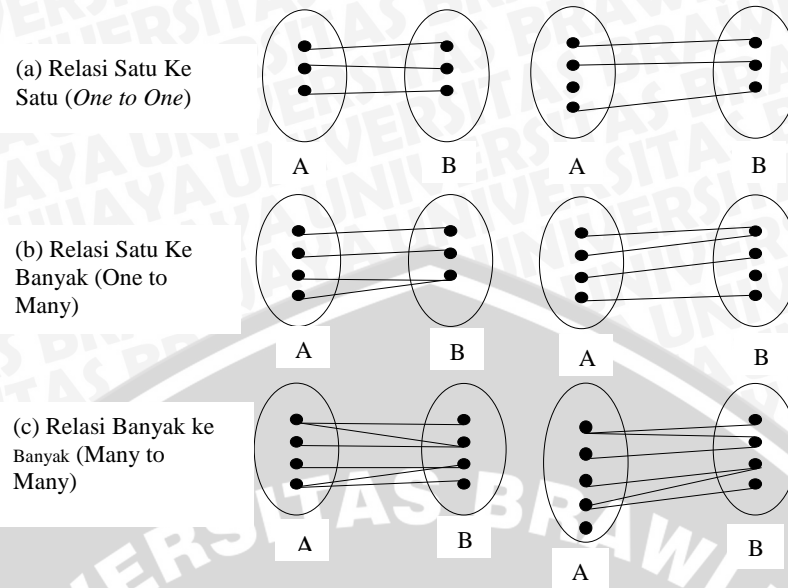
(b) Atribut



(c) Relasi

Gambar 2.25 Simbol ERD

Sumber : [8:128]



Gambar 2.26 Macam Relasi
Sumber : [8: 130]

2.8 Akurasi

Akurasi merupakan seberapa dekat suatu angka hasil pengukuran terhadap angka sebenarnya (*true value / reference value*). Dalam penelitian ini pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui performa dari sistem pakar dalam memberikan kesimpulan diagnosa. Pengujian akurasi diagnosa dihitung dari jumlah diagnosa yang tepat dibagi dengan jumlah data. Secara umum perhitungan akurasi seperti pada Persamaan 2.4 [21]:

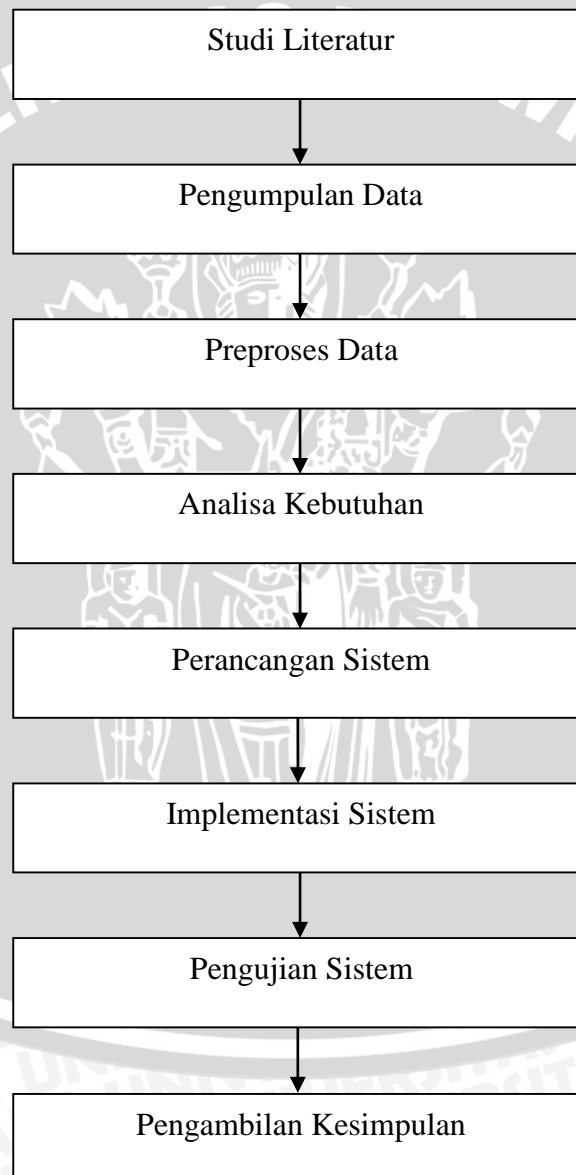
$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{\text{Jumlah data akurat}}{\text{Jumlah seluruh data}} \times 100\% \dots\dots\dots (2-4)$$

Persamaan 2-4 Rumus Perhitungan akurasi



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian. Penelitian dilakukan dengan melakukan tahapan-tahapan yaitu studi literatur, pengumpulan data, preproses data, analisa kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, serta pengambilan kesimpulan dari perangkat lunak yang akan dibuat. Berikut ini merupakan langkah-langkah pengerjaan yang diilustrasikan dalam diagram blok metode penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Blok Metodologi Penelitian
Sumber: [Perancangan]

3.1 Studi Literatur

Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan dasar-dasar teori dan sumber acuan untuk pembuatan sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit tanaman mangga dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer*, diantaranya:

1. Sistem Pakar
2. Metode Teori *Dempster-Shafer*
3. Berbagai jenis hama dan penyakit

Literatur tersebut diperoleh dari buku, jurnal *e-book*, penelitian sebelumnya dan dokumentasi proyek.

3.2 Pengumpulan Data

Lokasi penelitian ini di Dinas Pertanian yang terletak di Jawa Timur. Penelitian ini menggunakan data *training* yang digunakan sebagai acuan untuk pengembangan aplikasi ini. Data *training* yang digunakan terdiri dari 37 jenis gejala dari 12 jenis hama dan penyakit tanaman mangga. Data-data tersebut digunakan untuk menghitung tingkat keberhasilan dari aplikasi yang akan dibangun menggunakan metode *Dempster-Shafer*.

Cara pengumpulan data untuk kegiatan penelitian terdapat dua jenis data yaitu data sekunder dan data primer. Data sekunder adalah data yang telah dikumpulkan oleh orang lain dan tidak dipersiapkan untuk kegiatan penelitian tetapi dapat digunakan untuk tujuan penelitian seperti melalui buku literatur. Data primer adalah data yang didapatkan langsung dari responden penelitian. Metode pengumpulan data primer yang bersifat kuantitatif dapat menggunakan instrumen kuisioner dan wawancara.

Tabel 3.1 Penentuan Kebutuhan Data Penelitian

No.	Kebutuhan Data	Sumber Data	Metode	Kegunaan Data
1.	Data mengenai hama dan penyakit tanaman mangga.	Pakar Hama dan Penyakit.	Wawancara	Sebagai data pengetahuan mengenai jenis hama dan penyakit tanaman mangga.
2.	Data kasus tanaman mangga yang terkena hama/penyakit.	Dinas Pertanian Jawa Timur	Observasi	Data yang didapat akan digunakan untuk proses perhitungan menggunakan

No.	Kebutuhan Data	Sumber Data	Metode	Kegunaan Data
				metode <i>Dempster-Shafer</i> .
3.	Pengujian kasus secara manual mendeteksi jenis hama/penyakit pada tanaman mangga	Data kasus tanaman mangga yang terkena hama/penyakit dari pakar	Kuisisioner	Pengujian proses untuk menentukan jenis hama/penyakit apa yang menyerang tanaman mangga

3.3 Analisa Kebutuhan

Analisis kebutuhan merupakan sebuah fase yang berfungsi untuk merumuskan kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan dalam mengembangkan sistem pakar. Analisa kebutuhan harus sesuai dengan lokasi penelitian, variabel penelitian dan mempersiapkan kebutuhan penelitian.

Secara keseluruhan, kebutuhan yang digunakan dalam pembuatan Sistem Pakar ini meliputi:

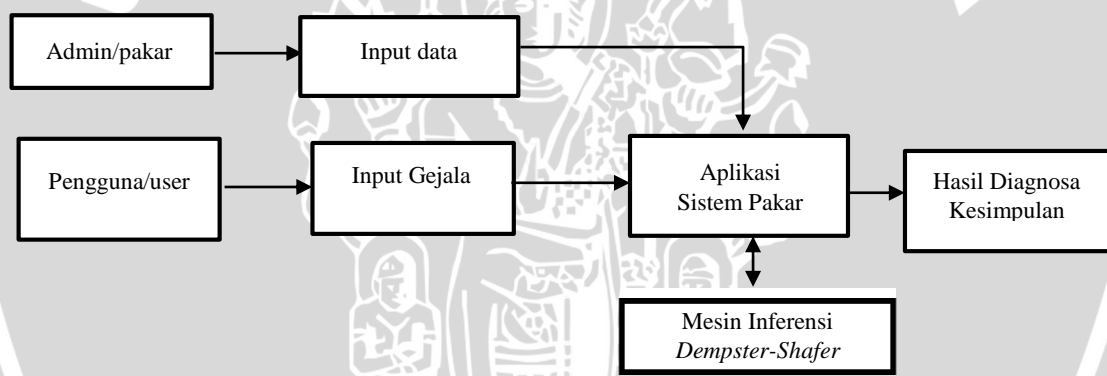
- Spesifikasi kebutuhan *hardware*, meliputi:
 - Laptop Asus
 - Memory 4GB
- Spesifikasi kebutuhan *software*, meliputi:
 - Windows 8.1 64bit sebagai sistem operasi.
 - XAMPP sebagai server localhost, MySQL termasuk didalamnya sebagai *database management system* (DBMS).
- Data yang dibutuhkan, meliputi:
 - Data nilai densitas gejala hama penyakit tanaman manga
 - Data gejala hama penyakit tanaman mangga
 - Data hama penyakit tanaman mangga

3.4 Preproses Data

Preproses data merupakan tahapan yang dilakukan untuk menyeleksi data dari semua alternatif yang telah terkumpul dalam tahap pengumpulan data. Alternatif data yang telah diseleksi kemudian dipisahkan sesuai dengan kriteria-kriteria yang telah ditentukan.

3.5 Perancangan Sistem

Sistem pakar yang akan dibangun digunakan untuk mendeteksi hama dan penyakit pada tanaman mangga. *Admin* atau pakar sebagai pihak yang memasukkan data master utama pada aplikasi. Pengguna sebagai pihak yang melakukan kegiatan diagnosa hama dan penyakit dengan memasukkan gejala yang terjadi pada tanaman mangga ke dalam aplikasi. Metode *Dempster-Shafer* digunakan sebagai mesin inferensi untuk melakukan perhitungan densitas gejala hama dan penyakit sesuai dengan yang dimasukkan oleh pengguna pada aplikasi sistem pakar. Pengambilan kesimpulan didapat dari nilai perhitungan densitas hama dan penyakit tertinggi yang kemudian akan dipilih sebagai hasil diagnosa penyakitnya. Hasil keluaran sistem terdiri dari: keterangan tentang hama dan penyakit, serta densitas kepercayaan terhadap kesimpulan yang telah diambil. Perancangan aplikasi sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit tanaman mangga dapat dilihat lebih jelas arsitektur perancangan blok diagram pada Gambar 3.2.

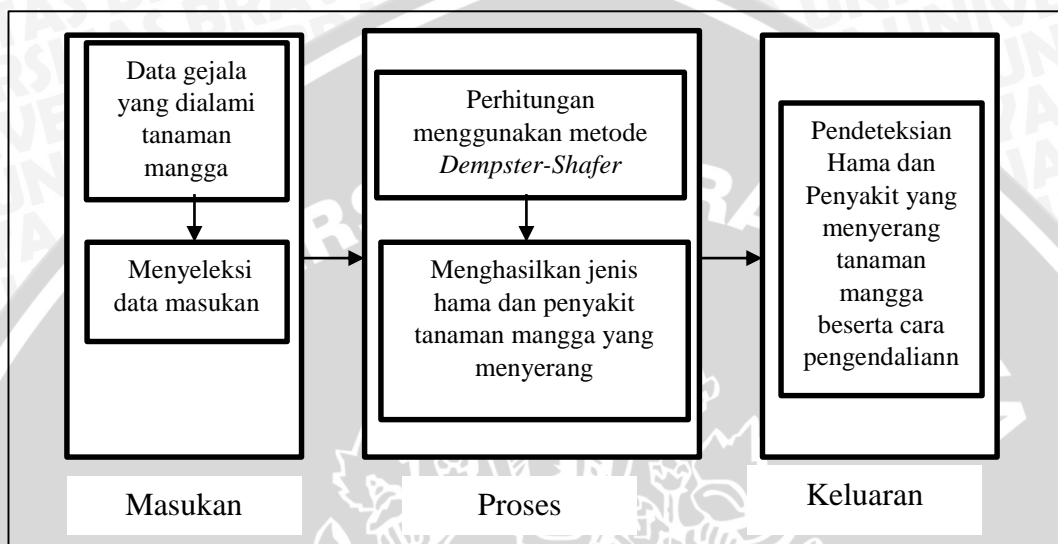


Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Sistem
Sumber: [Perancangan]

Pada Gambar 3.2 dijelaskan bagaimana cara aplikasi ini bekerja. Pertama, admin atau pakar memasukkan nilai densitas gejala hama dan penyakit pada sistem. Setelah data dari pakar tersimpan maka akan dijadikan acuan dari perhitungan diagnosa menggunakan metode *Dempster-Shafer* pada sistem. Pengguna kemudian dapat melakukan pendeteksian atau diagnosa hama dan penyakit dengan memasukkan gejala yang terjadi pada tanaman mangga ke dalam aplikasi. Sistem kemudian akan memproses nilai densitas berdasarkan gejala-gejala yang dimasukkan oleh pengguna melalui proses perhitungan densitas Dempster-Shafer yang sudah ada. Hasil kesimpulan sistem akan didapat melalui perhitungan nilai densitas tertinggi sebagai hama dan penyakit yang menyerang tanaman mangga.

3.5.1 Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem adalah diagram yang berbentuk blok-blok yang menggambarkan aliran proses dari komponen-komponen sistem yang memuat fungsi matematis. Diagram blok sistem menjelaskan cara kerja sistem yang dimulai dari masukan sampai keluaran yang dihasilkan. Diagram blok sistem yang akan digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Blok Proses Sistem Pakar DS
Sumber: [Metodologi]

Proses yang terjadi dalam Gambar 3.3 yaitu:

1. Masukan

Sistem ini nantinya akan menerima masukan berupa data gejala yang dialami tanaman mangga dengan mencentang gejala-gejala hama dan penyakit tanaman mangga yang diberikan oleh sistem. Data tersebut kemudian dipisahkan sesuai dengan jenis hama dan penyakit yang menyerang tanaman mangga yang paling berpeluang besar untuk proses selanjutnya.

2. Proses

Proses perhitungan pada sistem ini menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Langkah-langkah perhitungan dengan menggunakan metode ini antara lain:

- Melakukan pengambilan nilai *comparison matrix* dari masukan gejala penyakit.
- Melakukan perhitungan nilai *pairwise comparison* dengan menyusun menjadi matriks dua dimensi.

- Melakukan perhitungan nilai *priority vektor*.
- Melakukan tahapan perhitungan *Dempster's Rulers of Combination*.

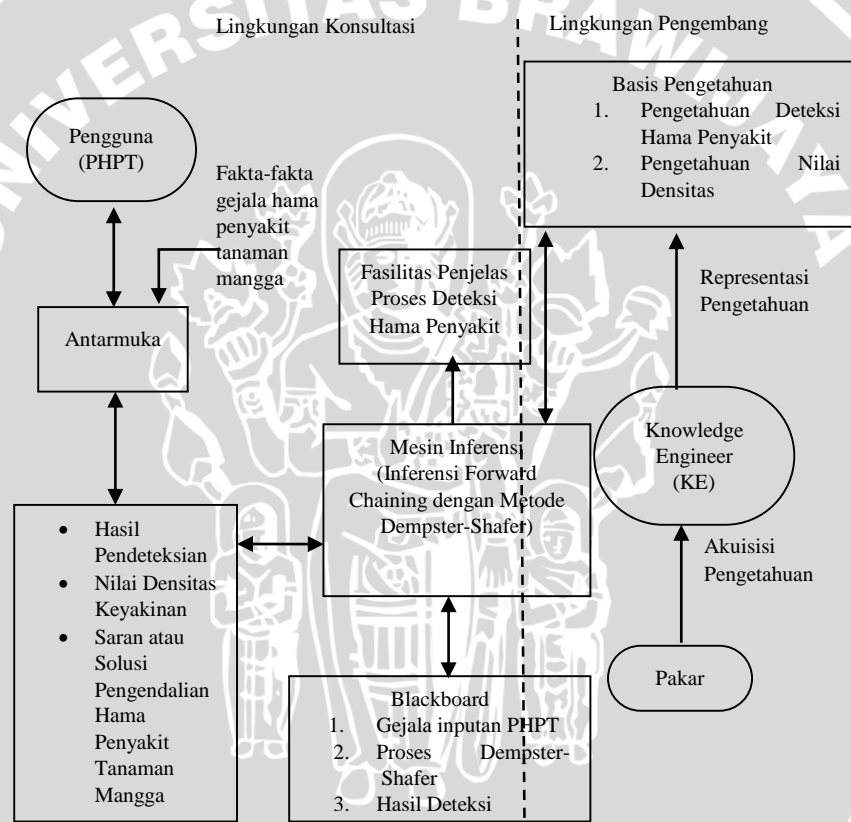
3. Keluaran

Hasil dari sistem ini adalah jenis hama dan penyakit yang menyerang tanaman mangga beserta cara pengendaliannya.

3.5.2. **Arsitektur Sistem Pakar**

Perancangan arsitektur sistem terbagi menjadi beberapa bagian yang saling terkait satu sama lain. Arsitektur sistem yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.4.

3.4.



Gambar 3.4 Arsitektur Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Mangga
Sumber: [Metodologi]

Gambar 3.4 menjelaskan arsitektur sistem pakar yang mewakili beberapa komponen sistem pakar. Pada subsistem basis pengetahuan menjelaskan proses pembetulan alternatif sesuai dengan kriteria yang telah dibentuk pada basis pengetahuan organisasional. Subsistem manajemen data pada Gambar 3.4 diwakili oleh data eksternal yang berfungsi untuk pengelolaan data gejala hama dan

penyakit. Subsistem manajemen model pada Gambar 3.4 terlihat pada penggunaan metode *Dempster-Shafer* yang berfungsi menganalisa dan menyelesaikan permasalahan. Antarmuka pengguna berfungsi sebagai perantara antara sistem dan pengguna.

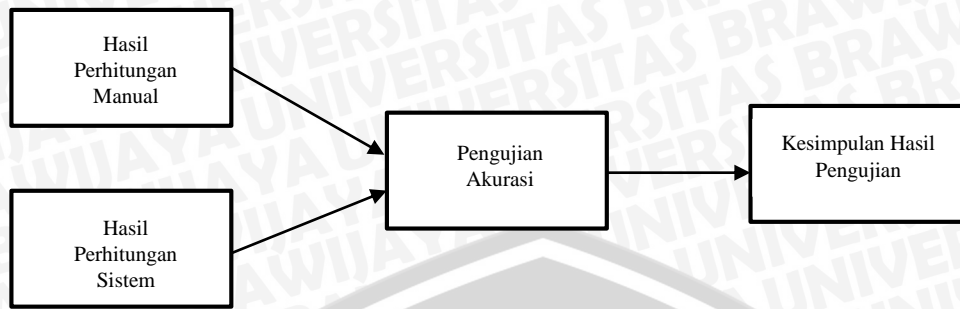
3.6. Implementasi

Implementasi perangkat lunak yang menerapkan algoritma *Dempster-Shafer* dilakukan dengan mengacu pada perancangan sistem. Implementasi sistem tersebut meliputi:

1. Implementasi *interface*, menggunakan *software Visual Studio C#*.
2. Implementasi basis data, dengan menggunakan sebuah DBMS MySQL pada Server localhost (XAMPP) yang bertujuan untuk memudahkan manipulasi dan penyimpanan data.
3. Implementasi algoritma, melakukan perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer* kedalam bahasa pemrograman C# dan menggunakan *software Visual Studio C#*.
4. Implementasi ini akan menghasilkan pendeteksian hama dan penyakit yang menyerang tanaman mangga melalui masukkan gejala penyakit.

3.7. Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini dilakukan agar dapat memastikan bahwa aplikasi yang telah dibangun dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi dari kebutuhan yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil dari aplikasi dengan data yang didapatkan dari observasi dengan algoritma *Dempster-Shafer*. 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 dapat dilihat pada gambar 3.5.

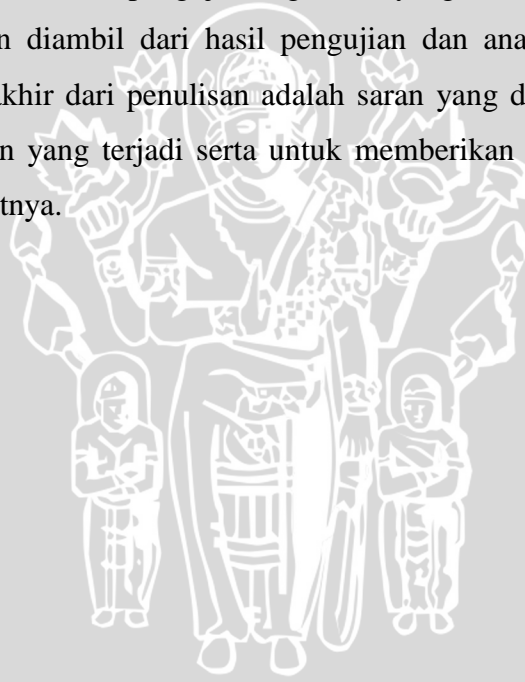


Gambar 3.5 Diagram Blok Pengujian Akurasi

Sumber: [Perancangan]

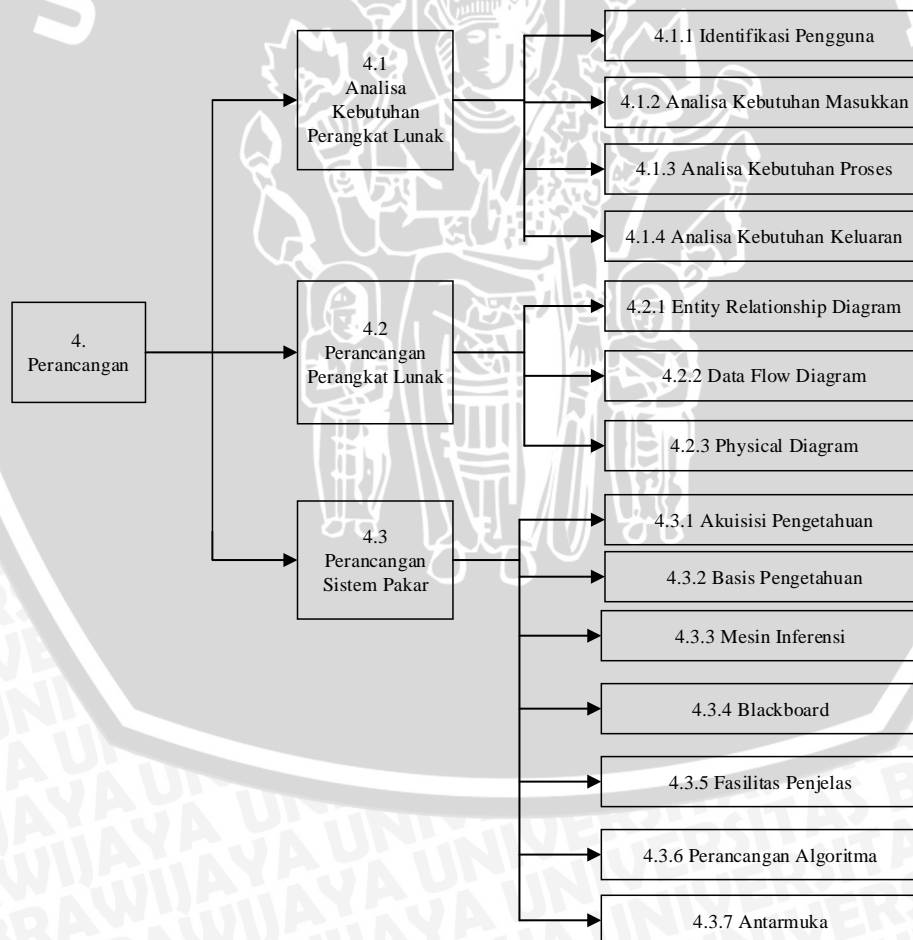
3.8. Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan dilakukan setelah semua tahapan perancangan, implementasi algoritma Dempster-Shafer, dan pengujian algoritma yang diterapkan telah selesai dilakukan. Kesimpulan diambil dari hasil pengujian dan analisis metode yang diterapkan. Tahap terakhir dari penulisan adalah saran yang dimaksudkan untuk memperbaiki kesalahan yang terjadi serta untuk memberikan pertimbangan atas pengembangan selanjutnya.



BAB IV PERANCANGAN

Bab ini membahas tentang perancangan pada aplikasi “Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Mangga dengan Menggunakan Metode *Dempster-Shafer*”. Pohon perancangan sistem pakar meliputi tiga tahapan yaitu analisa kebutuhan perangkat lunak, perancangan perangkat lunak, dan perancangan sistem pakar. Analisa kebutuhan perangkat lunak terdiri dari identifikasi aktor, analisa kebutuhan masukan, analisa kebutuhan proses, dan analisa kebutuhan keluaran. Perancangan perangkat lunak terdiri dari *entity relationship diagram* dan *data flow diagram*. Sistem pakar terdiri dari akuisisi pengetahuan, basis pengetahuan, mesin inferensi, *blackboard*, fasilitas penjelas, perancangan *algoritma* dan antarmuka. Pohon perancangan sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pohon Perancangan
Sumber : [Perancangan]

4.1 Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak

Pada analisa kebutuhan ini diawali dengan identifikasi aktor-aktor yang terlibat di dalam sistem pakar dan penjabaran daftar kebutuhan. Analisis kebutuhan ini ditujukan untuk menggambarkan kebutuhan-kebutuhan yang harus disediakan oleh sistem agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Berikut adalah kebutuhan yang digunakan dalam pembuatan sistem pakar:

1. Kebutuhan Hardware, meliputi:
 - Komputer
2. Kebutuhan Software, meliputi:
 - Sistem Operasi Windows 8.1
 - Windows 8.1 64-bit sebagai sistem operasi.
 - XAMPP sebagai server localhost, MySQL termasuk didalamnya sebagai *database management system (DBMS)*.
3. Data yang dibutuhkan meliputi:
 - Data nilai densitas tiap gejala hama dan penyakit tanaman mangga
 - Deskripsi info dan pengendalian hama dan penyakit tanaman mangga

4.1.1 Identifikasi Pengguna

Tahap ini mempunyai tujuan untuk melakukan identifikasi terhadap aktor-aktor yang akan berinteraksi dengan sistem pakar. Pada Tabel 4.1 memperlihatkan empat buah *user* beserta penjelasannya masing-masing yang merupakan hasil dari proses identifikasi aktor.

Tabel 4.1 Deskripsi Pengguna

Aktor	Deskripsi Pengguna
Pengamat Hama Penyakit Tanaman (PHPT)	<i>User</i> yang dapat menggunakan sistem pakar untuk mendeteksi hama dan penyakit tanaman mangga. Pengguna dapat melakukan proses login, melakukan deteksi hama dan penyakit tanaman mangga.
Pakar (PK) Dinas Pertanian JATIM	<i>User</i> yang memiliki pengetahuan untuk memecahkan suatu permasalahan. Pakar dapat melakukan proses login, mengelola data penyakit maupun data mengenai informasi lainnya. Selain itu pakar juga bisa mengubah data nilai densitas dengan didampingi atau dibantu oleh <i>knowledge engineer</i> .

Aktor	Deskripsi Pengguna
<i>Knowledge Engineer (KE)</i>	<i>User yang menyerap sumber pengetahuan dari pakar kemudian ditransformasikan ke basis pengetahuan. Admin dapat melakukan proses login dan mengelola manajemen user.</i>

Sumber: [Perancangan]

4.1.2 Daftar Kebutuhan Masukan

Pakar memberikan masukan berupa :

- Data HPT meliputi id HPT dan nama gejala.
- Data hama penyakit berupa id hama penyakit, nama hama penyakit, densitas gejala penyakit.
- Data solusi berisi id solusi dan solusi.

Dari keempat masukan pakar di atas digunakan sebagai basis pengetahuan dari sistem dalam mendeteksi hama dan penyakit. Selain masukan dari pakar juga terdapat daftar kebutuhan. Daftar kebutuhan ini terdiri dari sebuah kolom yang menguraikan kebutuhan sistem maupun *interface* yang harus disediakan oleh sistem, dan pada kolom yang lain akan menunjukkan nama proses yang akan menunjukkan fungsionalitas masing-masing kebutuhan tersebut. Daftar kebutuhan fungsional keseluruhan sistem ditunjukkan pada Table 4.2.

Tabel 4.2 Daftar Kebutuhan Fungsional.

ID	Kebutuhan	Pengguna	Aksi
KF_01	Sistem menyediakan antarmuka untuk melakukan <i>login</i>	PK, PHPT, KE	<i>Login</i>
KF_02	Sistem menyediakan antarmuka untuk mengolah data pengguna	KE	Mengolah data pengguna
KF_03	Sistem menyediakan proses untuk memasukkan data pengguna baru	KE	Memasukkan data pengguna
KE_04	Sistem menyediakan proses untuk mengubah data pengguna	KE	Mengubah data pengguna
KE_05	Sistem menyediakan proses untuk menghapus data pengguna	KE	Menghapus data pengguna
KE_06	Sistem menyediakan antarmuka untuk menampilkan detail dari pengguna	KE	Melihat detail dari pengguna
KF_07	Sistem menyediakan antarmuka untuk mengolah data hama penyakit tanaman mangga	KE, PK	Mengolah data hama penyakit tanaman mangga

ID	Kebutuhan	Pengguna	Aksi
KF_08	Sistem menyediakan proses untuk mengubah data hama penyakit tanaman mangga	KE, PK	Mengubah data hama penyakit tanaman mangga
KF_09	Sistem menyediakan proses untuk menghapus data hama penyakit tanaman mangga	KE, PK	Menghapus data hama penyakit tanaman mangga
KF_10	Sistem menyediakan antarmuka untuk menampilkan detail dari hama penyakit tanaman mangga	KE, PK	Melihat detail dari hama penyakit tanaman mangga
KF_11	Sistem menyediakan antarmuka untuk proses deteksi hama penyakit tanaman mangga	KE, PK, PHPT	Memasukan data gejala yang menyerang
KE_12	Sistem menyediakan antarmuka untuk melakukan <i>logout</i>	PK, KE, PHPT	<i>Logout</i>
KE_13	Sistem mampu menampilkan informasi bantuan penggunaan aplikasi dan informasi aplikasi	PGA, PHPT, PK	<i>Help, About</i>

Sumber: [Perancangan]

Selain daftar kebutuhan fungsioanal juga terdapat daftar kebutuhan non fungsional. Daftar kebutuhan non fungsional dilakukan untuk mengetahui spesifikasi kebutuhan untuk sistem. Daftar kebutuhan nonfungsional aplikasi sistem pakar ini dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Daftar Kebutuhan Non-Fungsional

Aktor	Deskripsi Aktor
<i>Avaliability</i>	Aplikasi ini dapat beroperasi selama waktu yang ditentukan. Aplikasi ini berbentuk desktop sehingga dapat diakses oleh PHPT, PK, dan KE selama 24 jam.
<i>Response Time</i>	Aplikasi ini diharapkan cepat dalam melakukan proses penyimpanan data, pengubahan data, pencarian data, penghapusan data, dan penghitungan data. Tujuan dari response time yang cepat agar tidak mempengaruhi konsentrasi dari PHPT, PK dan KE.
<i>Security</i>	Aplikasi ini harus aman, karena terdapat data penting. Security pada sistem ini menggunakan fungsi login. Setiap PK, PHPT maupun KE akan diberikan hak akses untuk keamanan data berupa <i>username</i> dan <i>password</i> .

Sumber: [Perancangan]

4.1.3 Analisa Kebutuhan Proses

Proses inti dari sistem ini adalah proses penalaran. Sistem akan melakukan penalaran untuk menentukan jenis hama dan penyakit tanaman mangga yang menyerang berdasarkan gejala yang dimasukkan oleh pengguna. Pada sistem telah disediakan aturan basis pengetahuan untuk penelusuran jenis hama dan penyakit tanaman mangga.

4.1.4 Analisa Kebutuhan Keluaran

Output dari sistem ini adalah berupa hasil deteksi hama penyakit menggunakan perhitungan metode *Dempster-Shafer*. Hasil deteksi tersebut berdasarkan fakta gejala pada tanaman mangga yang pengguna inputkan saat melakukan deteksi. Hasil output sistem terdiri dari jenis hama penyakit yang menyerang, solusi dari permasalahan, dan prosentasi kepercayaan penyakit yang menyerang tanaman mangga.

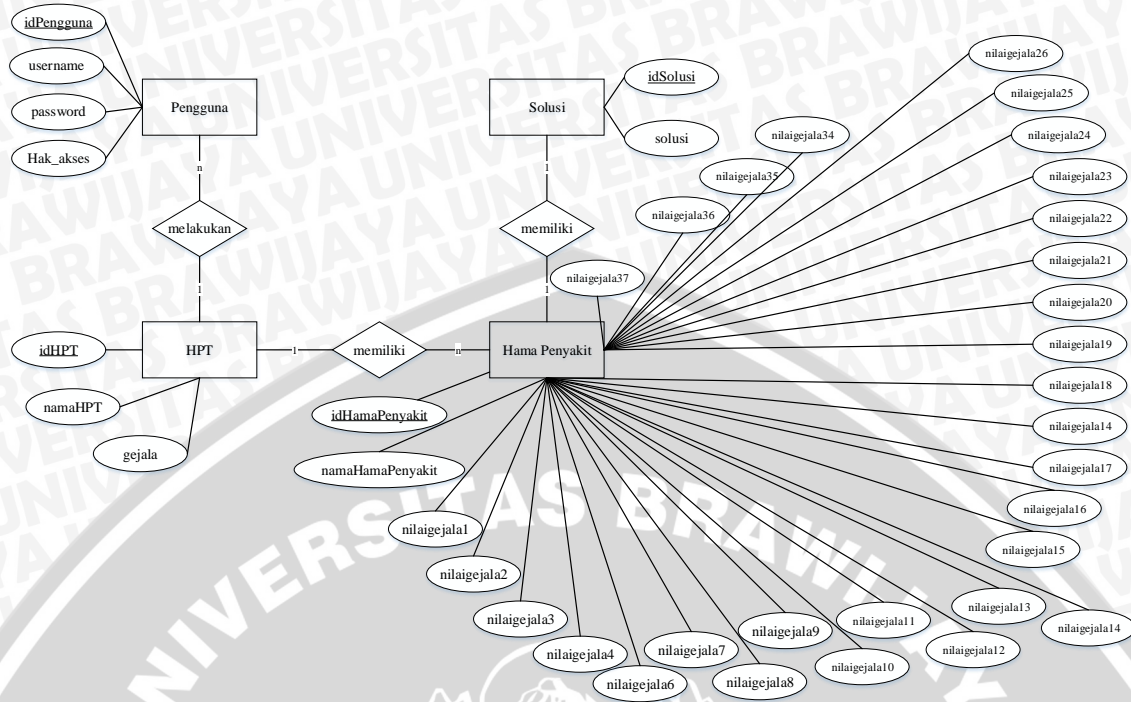
4.2 Perancangan Perangkat Lunak Sistem Pakar Pendeteksian Hama dan Penyakit Tanaman Mangga

Perancangan perangkat lunak ini menjelaskan mengenai pola hubungan antar komponen-komponen detail sehingga mampu membentuk sebuah fungsi yang mampu memberikan pelayanan terhadap kebutuhan pengguna. Perancangan perangkat lunak menggunakan *Entity Relation diagram* (ERD), *Data Flow Diagram* (DFD), dan *Physical diagram*.

4.2.1 Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) adalah diagram yang dipakai untuk mendokumentasikan data dengan pendeteksian jenis entitas dan hubungannya. ERD berisi komponen-komponen himpunan entitas dan himpunan relasi yang masing-masing dilengkapi dengan atribut yang merepresentasikan seluruh fakta yang ditinjau dari keadaan nyata.

Pada ERD aplikasi sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit tanaman mangga ini terdapat 4 entitas yang digunakan, yaitu entitas pengguna, hpt(hama penyakit tanaman), hama penyakit, solusi. ERD sistem pakar ditunjukkan pada Gambar 4.2

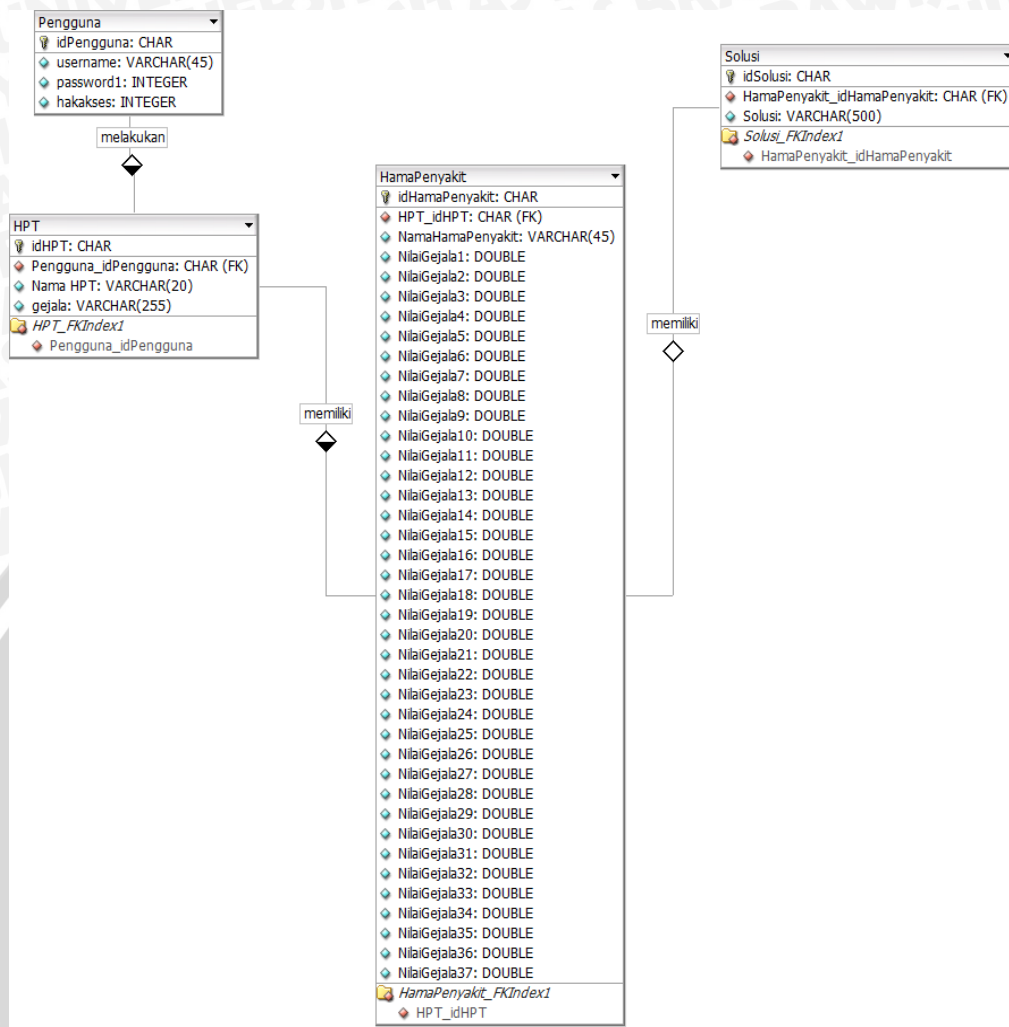


Gambar 4.2 Entity Relationship Diagram Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit pada Tanaman Mangga

Pada Gambar 4.2 ERD terdapat entitas pengguna yang terdiri dari idPengguna, *username*, *password*, dan hak akses. Pengguna memasukkan gejala yang dimiliki kedalam entitas hpt. Entitas hpt (gejala) terdiri dari idHPT, namaHPT, dan gejala. Terdapat entitas hama penyakit yang memiliki data nilai gejala-gejala tiap penyakit untuk perhitungan metode. Entitas hama penyakit berisi idHamaPenyakit, nama hama penyakit, dan nilai gejala. Setelah penyakit diketahui maka akan diberikan solusi dari entitas solusi. Entitas solusi terdiri atas idSolusi dan solusi.

4.2.2 Physical Diagram

Sebelum membuat query *Data Definition Language* (DDL) maka dibuat *Physical Diagram* terlebih dahulu. *Physical Diagram* merupakan desain nyata (struktur fisik) dari basis data berdasarkan kebutuhan. Rancangan *Physical Diagram* sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit tanaman mangga ditunjukkan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Physical Diagram pada Sistem Pakar

1. Tabel Pengguna

Tabel pengguna ini digunakan untuk menyimpan data pengguna dan melakukan sistem sesuai dengan hak aksesnya. Tabel pengguna dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Struktur Tabel Pengguna

No	Nama Field	Tipe	Lebar	Keterangan
1	idPengguna	CHAR	5	Kode pengguna
2	username	VARCHAR	45	Username pengguna
3	password	INTEGER		Password pengguna
4	hakakses	VARCHAR	45	Hak akses pengguna

Sumber: [Perancangan]



2. Tabel HPT

Tabel HPT ini digunakan untuk menyimpan gejala-gejala yang dimasukkan oleh pengguna. Tabel HPT dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Struktur Tabel HPT

No	Nama Field	Tipe	Lebar	Keterangan
1	idHPT	CHAR	5	Kode HPT
2	namaHPT	VARCHAR	45	Nama HPT
3	gejala	VARCHAR	45	Gejala yang menyerang

Sumber: [Perancangan]

3. Tabel Hama Penyakit

Tabel hama penyakit digunakan untuk menyimpan data nama hama penyakit dan nilai densitas dari gejala tanaman mangga. Tabel hama penyakit dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Struktur Tabel Hama Penyakit

No	Nama Field	Tipe	Lebar	Keterangan
1	idHamaPenyakit	CHAR	5	Kode hama penyakit tanaman mangga
2	namaHamaPenyakit	VARCHAR	45	Nama hama penyakit tanaman mangga
3	NilaiGejala1	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
4	NilaiGejala2	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
5	NilaiGejala3	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
6	NilaiGejala4	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
7	NilaiGejala5	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
8	NilaiGejala6	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
9	NilaiGejala7	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
10	NilaiGejala8	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
11	NilaiGejala9	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
12	NilaiGejala10	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
13	NilaiGejala11	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
14	NilaiGejala12	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
15	NilaiGejala13	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala

No	Nama Field	Tipe	Lebar	Keterangan
16	NilaiGejala14	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
17	NilaiGejala15	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
18	NilaiGejala16	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
19	NilaiGejala17	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
20	NilaiGejala18	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
21	NilaiGejala19	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
22	NilaiGejala20	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
23	NilaiGejala21	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
24	NilaiGejala22	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
25	NilaiGejala23	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
26	NilaiGejala24	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
27	NilaiGejala25	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
28	NilaiGejala26	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
29	NilaiGejala27	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
30	NilaiGejala28	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
31	NilaiGejala29	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
32	NilaiGejala30	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
33	NilaiGejala31	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
34	NilaiGejala32	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
35	NilaiGejala33	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
36	NilaiGejala34	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
37	NilaiGejala35	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
38	NilaiGejala36	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala
39	NilaiGejala37	DOUBLE		Nilai dari tiap gejala

Sumber: [Perancangan]

4. Tabel Solusi

Tabel solusi ini digunakan untuk menyimpan solusi dari tiap hama penyakit yang menyerang tanaman mangga. Tabel solusi dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Struktur Tabel Solusi

No	Nama Field	Tipe	Lebar	Keterangan
1	idSolusi	CHAR		Kode solusi tiap hama penyakit tanaman mangga
2	Solusi	VARCHAR	500	Solusi tiap hama penyakit tanaman mangga

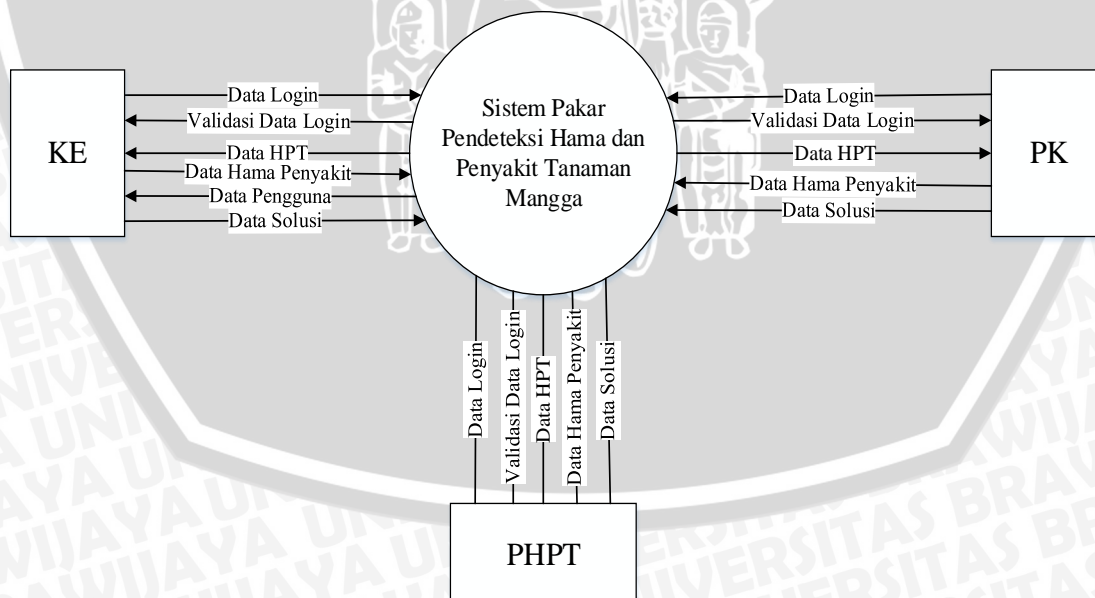
Sumber: [Perancangan]

4.2.3 Perancangan Data Flow Diagram (DFD)

Proses yang terjadi antara pengguna dengan sistem digambarkan dengan menggunakan diagram-diagram dibawah ini, yang dibagi menjadi beberapa bagian yaitu diagram konteks, DFD level 0 dan DFD level 1.

4.2.3.1 Diagram Konteks

Diagram konteks merupakan gambaran umum aliran data yang terdapat pada sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit tanaman mangga menggunakan metode Dempster-Shafer. Terdapat empat proses aliran data yaitu aliran data yang berasal dari PHPT (Pengamat Hama Penyakit Tanaman), KE (*Knowledge Engineer*) dan aliran data yang berasal dari PK (Pakar) seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Diagram Konteks

Terdapat beberapa penggunaan paket data pada diagram konteks diatas,
diantaranya :

- Paket Data Login yaitu paket data yang digunakan saat proses Login, berisi data Username dan data Password.
- Paket Data Validasi Login yaitu paket data yang dihasilkan oleh proses login, berisi data username dan data hak akses.
- Paket Data Pengguna yaitu paket data yang digunakan untuk menyimpan data user yang berisi :
 - Data Username
 - Data Password
 - Data Hak Akses
- Paket Data HPT yaitu paket data yang digunakan untuk menyimpan masukkan data gejala yang berisi :
 - Data Nama HPT (Hama Penyakit Tanaman)
 - Data Gejala
- Paket Data Hama Penyakit yaitu paket data yang digunakan untuk menyimpan data nama hama penyakit dan nilai densitas. Berisi:
 - Data Nama Hama Penyakit
 - Data Nilai Gejala
- Paket Data Solusi yaitu paket data yang digunakan untuk menyimpan solusi pengendalian tiap hama penyakit, berisi:
 - Data Solusi

Sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit tanaman mangga ini memiliki 3 pengguna antara lain:

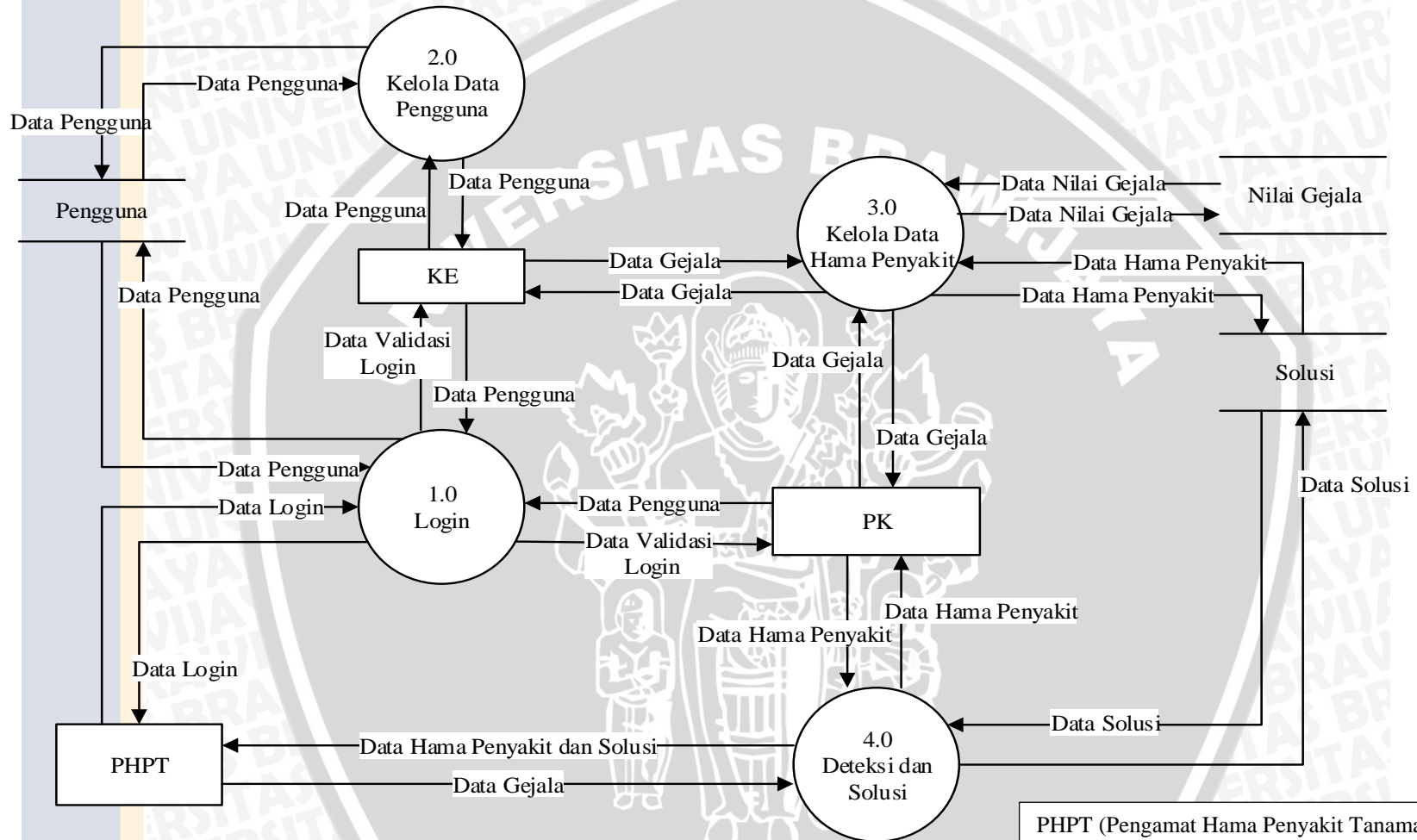
- PHPT (Pengamat Hama Penyakit Tanaman) adalah pengguna sistem yang memiliki hak untuk mengelola data gejala yang dimasukkan ke dalam sistem sebagai acuan pemrosesan.
- KE (*Knowledge Engineer*) adalah pengguna sistem yang memiliki hak untuk mengelola akun pengguna dan data gejala dalam proses metode DS pada sistem pakar ini.

- PK (Pakar) adalah pengguna sistem yang memiliki hak untuk mengelola data gejala dan nilai densitas yang digunakan pada sistem ini dalam proses pendeteksian.

4.2.3.2 DFD Level 0

Proses aliran data pada level 0 ini merupakan gambaran lebih spesifik dari diagram konteks sebelumnya. Proses pengolahan data pada sistem ini terdiri dari enam proses yang dapat dilihat pada Gambar 4.5.

- 1.0 **Proses Login** merupakan suatu proses yang dilakukan oleh semua pengguna sistem, yaitu KE (*Knowledge Engineer*), PK (Pakar), dan PHPT (Pengamat Hama Penyakit Tanaman). Proses login dilakukan dengan cara memasukkan *username* dan *password* kemudian sistem akan memeriksa masukan dan akan memberikan hak akses sesuai dengan hak akses masing-masing pengguna.
- 2.0 **Proses Kelola Data Pengguna** merupakan proses yang dilakukan oleh *admin* untuk mengelola data pengguna sistem. Sistem akan memberikan antarmuka untuk proses melihat, menambah, mengubah, dan menghapus data pengguna dalam sistem. Data-data pengguna dalam sistem disimpan dalam tabel pengguna.
- 3.0 **Proses Kelola Data Hama Penyakit** merupakan proses yang dapat dilakukan oleh PK dan KE untuk mengelola data hama penyakit yang ada. Sistem akan memberikan antarmuka untuk proses melihat, menambah, mengubah, dan menghapus data hama penyakit dalam sistem. Data hama penyakit dalam sistem disimpan dalam tabel hama penyakit.
- 4.0 **Proses Deteksi dan solusi** merupakan proses yang dapat dilakukan oleh PK dan PHPT untuk mendapatkan hasil deteksi beserta solusinya. Proses ini dilakukan dengan cara memasukkan gejala dan nilai gejala kemudian sistem akan mengolah untuk mendapatkan deteksi hama penyakit dan solusi sesuai dengan hasil perhitungan metode.



Gambar 4.5 DFD Level 0

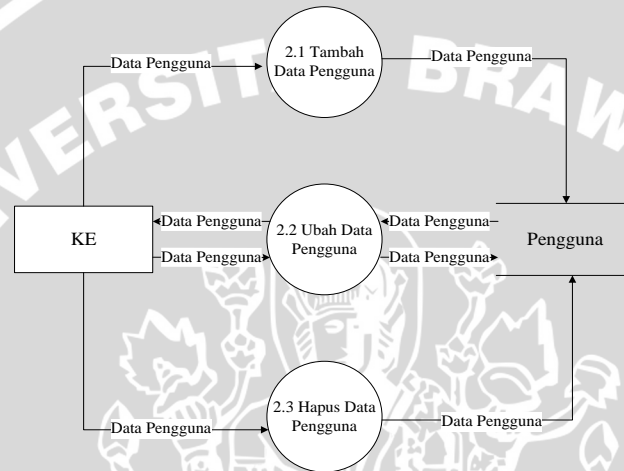
PHPT (Pengamat Hama Penyakit Tanaman)
 PK (Pakar)
 KE (Knowledge Engineer)

4.2.3.3 DFD Level 1

Proses aliran data pada level 1 ini merupakan lanjutan dari DFD level 0 sebelumnya. Beberapa proses pengolahan data akan dijelaskan lebih spesifik pada tiap proses yang terdapat pada aliran data dilevel sebelumnya.

a. DFD Level 1 Proses Kelola Data Pengguna

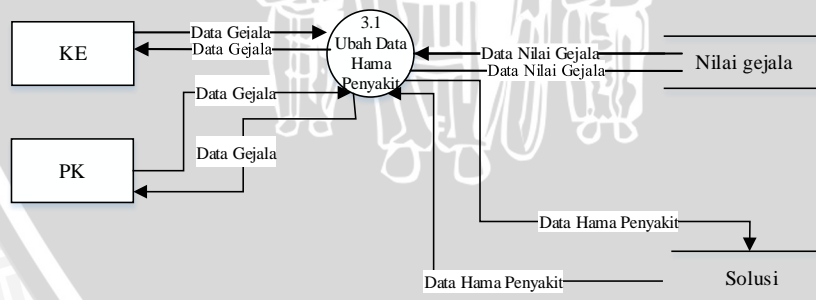
Pada proses ini KE dapat melakukan manajemen akun pengguna yang akan menggunakan sistem ini. KE dapat menambahkan data user, mengubah data user dan menghapus data user seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 DFD Level 1 Proses Kelola Data Pengguna

b. DFD Level 1 Proses Kelola Data Hama Penyakit

Pada Gambar 4.7 menjelaskan bahwa proses ini dilakukan oleh KE dan PK. Pada proses ini PK dan KE dapat menambahkan data gejala.

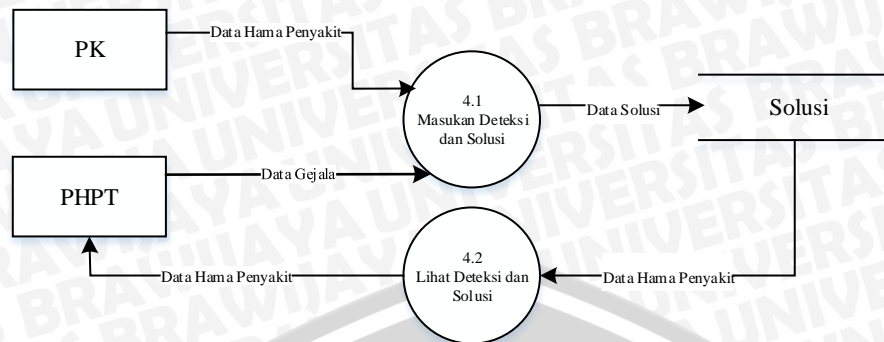


Gambar 4.7 DFD Level 1 Proses Kelola Data Gejala

a. DFD Level 1 Proses Kelola Deteksi dan Solusi

Pada Gambar 4.8 menjelaskan bahwa proses ini dilakukan oleh PK dan PHPT. Pada proses ini PK dan PHPT dapat memasukan data untuk dilakukan proses deteksi dan PHPT dapat melihat hasil deteksi dan solusinya.





Gambar 4.8 DFD Level 1 Deteksi dan Solusi

4.3 Perancangan Sistem Pakar

Sistem pakar akan dibangun digunakan untuk mendeteksi hama dan penyakit tanaman mangga beserta penanganannya. Metode *Dempster-Shafer* digunakan untuk proses pengambilan kesimpulan, sedangkan penelusuran jawaban untuk mencari nilai kepercayaan terbesar dari hasil perhitungan metode *Dempster-Shafer* menggunakan metode *forward chaining*.

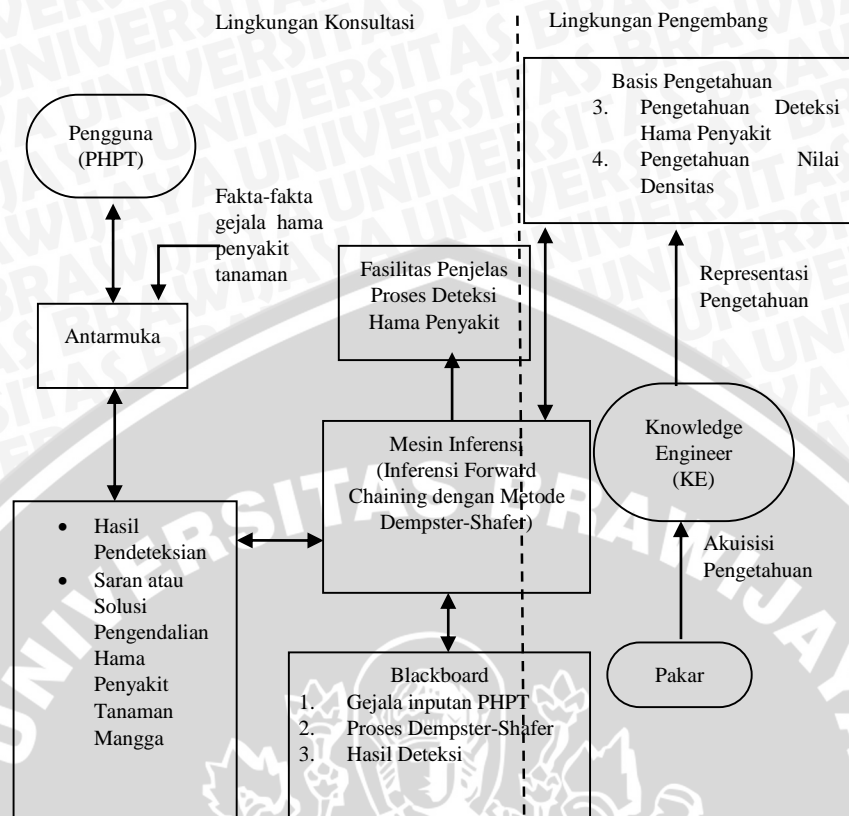
Tahap yang biasa dilakukan baik oleh orang awam maupun seorang pakar dalam bidang hama dan penyakit dalam melakukan deteksi adalah dengan melihat gejala fisik yang tampak pada tanaman mangga tersebut. Semakin spesifik gejala yang diamati, maka semakin besar tingkat keyakinannya.

Konsep sistem pakar yang akan dibangun dengan metode *Dempster-Shafer* merupakan sistem yang melakukan pengambilan kesimpulannya berdasarkan data densitas gejala yang sudah disimpan oleh pakar.

Sistem menerima masukan dari Pengguna terhadap fakta gejala yang telah diamati pada tanaman mangga tersebut. Kemudian hasil dari masukan Pengguna tersebut akan dilakukan proses perhitungan dengan menggunakan rumus *Dempster-Shafer* dengan menghitung jumlah gejala yang muncul. Dari hasil perhitungan tersebut dilakukan perbandingan nilai densitas tertinggi setiap hasil perhitungan penyakit untuk mendapatkan kesimpulannya.

Hasil akhir berupa kesimpulan hama dan penyakit yang terdeteksi dan solusi untuk penanganan/pengendaliannya.

Pada Gambar 4.9 menjelaskan secara singkat dengan menggunakan arsitektur sistem pakar yang mengacu pada konsep peancagan yang telah disebutkan sebelumnya.



Gambar 4.9 Kerangka Konsep Arsitektur Sistem Pakar Pendeteksian dan Penanganan Hama dan Penyakit Tanaman Mangga.

4.3.1 Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan adalah akumulasi, transfer, dan transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari sumber pengetahuan kedalam komputer dan menaruhnya dalam basis pengetahuan dengan format tertentu. Pada tahap ini knowledge engineer berusaha menyerap pengetahuan untuk selanjutnya ditransfer kedalam basis pengetahuan. Pengetahuan yang ada dapat diperoleh dari buku, internet, serta pengetahuan yang berasal dari pakar. Metode yang digunakan dalam akuisisi pengetahuan, yaitu :

1. Wawancara

Wawancara adalah metode akuisisi yang paling banyak digunakan. Metode ini melibatkan pembicaraan dengan pakar secara langsung dalam suatu wawancara. Tujuan wawancara ini adalah memperoleh wawasan pakar untuk domain masalah tertentu.

Pada wawancara ini, knowledge engineer mengumpulkan informasi tentang hama dan penyakit tanaman mangga. Informasi yang dikumpulkan

meliputi macam-macam hama dan penyakit yang menyerang tanaman mangga, langkah-langkah pakar dalam pendeteksian hama dan penyakit khususnya melalui gejala klinis yang terjadi pada tanaman mangga dan solusi pengendaliannya.

Informasi mengenai macam-macam hama dan penyakit tanaman mangga diperoleh dari buku-buku referensi hama dan penyakit tanaman mangga yang didapatkan dari Dinas Pertanian maupun toko buku. Sedangkan pengetahuan tentang gejala klinis yang terjadi di setiap hama dan penyakit tanaman mangga secara lebih detail diberikan penjelasan oleh Staff Dinas Pertanian Jawa Timur.

2. Analisa Protokol (Aturan)

Pada analisa protokol ini, pakar diminta untuk melakukan suatu pekerjaan dan mengungkapkan proses pemikirannya dengan menggunakan kata-kata. Proses ini aka dijadikan sebagai acuan pembuatan aturan basis pengetahuan untuk melakukan pendeteksian hama dan penyakit tanaman mangga. Informasi dari hasil pemikiran pakar tersebut nantinya akan digunakan sebagai pengetahuan tentang bagaimana mendeteksi hama dan penyakit tanaman mangga berdasarkan gejala yang ada.

Pada proses akuisisi ini, staff Dinas Pertanian diminta untuk memberikan pengetahuan dan nilai kepercayaan (densitas) pada gejala-gejala hama dan penyakit tanaman mangga berdasarkan pengetahuan pakar yang dimiliki. Nilai kepercayaan pada gejala penyakit tersebut yang nantinya dijadikan sebagai dasar perhitungan metode *Dempster-Shafer* dan pengambilan kesimpulan deteksi pada aplikasi yang akan dibuat. Hasil akuisisi pengetahuan gejala hama dan penyakit tanaman mangga yang diperoleh dalam proses wawancara dan analisa protokol pada dilihat pada Tabel 4.8 Akuisisi Nilai Densitas Gejala Hama dan Penyakit.

Tabel 4.8 Akuisisi Nilai Densitas Gejala Hama dan Penyakit Tanaman Mangga

No.	Gejala	Nilai Densitas Gejala Tiap Hama dan Penyakit											
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
1	Daun mengering	0,3	0,6	0,5	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0
2	Daun gugur	0,4	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Daun terlapisi oleh jamur	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Daun mudah patah	0	0,5	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Daun layu	0	0,5	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Daun berwarna coklat	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Pucuk-pucuk muda gugur	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Tangkai bunga gugur	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Buah mudah gugur	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Daun berkerut-kerut (keriting)	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0
11	Pembungaan sering gagal	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0
12	Permukaan buah terdapat titik-titik hitam	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0
13	Buah membusuk	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0,9	0	0	0

14	Didalam buah terdapat larva	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0
15	Daun melembek dan melemah	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0
16	Daun berwarna hijau terang	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0
17	Bercak coklat pada pangkal daun	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0
18	Tanaman mati	0	0	0	0	0	0	0,8	0,9	0	0	0	0
19	Akar busuk	0	0	0	0	0	0	0,8	0,9	0	0	0	0
20	Permukaan akar berwarna hitam	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0
21	Permukaan akar terdapat benang-benang jamur berwarna putih kotor	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0
22	Leher akar mengelupas	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0
23	Daun terdapat bercak bulat hingga angular berwarna coklat dan kelabu ditengahnya	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0
24	Malai bunga terdapat bercak kecil	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0
25	Bunga berwarna kehitaman	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0
26	Buah terdapat bercak berwarna coklat hingga berwarna gelap	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0

27	Permukaan daun terdapat lapisan tipis berwarna hitam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0
28	Permukaan ranting terdapat lapisan tipis berwarna hitam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0
29	Permukaan buah terdapat struktur yang tidak beraturan berwarna coklat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0
30	Setelah buah panen meninggalkan bercak coklat yang keras dan mengering	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0
31	Tanaman mengeluarkan blendok yang berwarna kuning emas dari batang atau cabang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
32	Pada kulit terjadi luka yang tidak teratur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3
33	Cendawan berkembang diantara kulit dan kayu serta merusak lapisan kambium kayu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6
34	Kayu yang telah mati berwarna hijau sampai hitam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6
35	Terdapat celah-celah kecil pada permukaan kulit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3

36	Pada bagian kulit dan batang yang ada dibawahnya berwarna hitam kehijauan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3
37	Pada bagian celah-celah kulit terlihat adanya masa spora cendawan berwarna putih atau hitam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5

Sumber: [Observasi dan Wawancara]

Keterangan:

A1 : Kutu Putih

A2 : Ulat Perusak Daun

A3 : Kepik Penghisap Daun

A4 : Wereng Mangga

A5 : Trips

A6 : Lalat Buah

A7 : Penyakit Layu Benih

A8 : Penyakit Busuk Akar

A9 : Penyakit Antraknosa

A10 : Embun Jelaga

A11 : Kudis Buah

A12 : Penyakit Diplodia



4.3.2 Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan berisi tentang pengetahuan yang relevan yang diperlukan untuk memahami, merumuskan, dan memecahkan persoalan. Basis pengetahuan tersebut mencakup dua elemen dasar yaitu fakta dan aturan khusus yang mengarahkan pengguna pengetahuan untuk memecahkan persoalan khusus dalam domain tertentu. Basis pengetahuan merupakan inti program dari sistem pakar dimana basis pengetahuan ini merupakan representasi pengetahuan dari seorang pakar. Pada Tabel 4.8 adalah akuisisi representasi pengetahuan pakar sebelumnya yang menjadi acuan untuk basis pengetahuan pada penelitian ini dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.9 data aturan hama dan penyakit tanaman mangga.

Tabel 4.9 Data Aturan

Aturan	Hama Penyakit	Gejala
R1	Kutu Putih	Daun mengering, Daun gugur, dan Daun terlapisi oleh jamur.
R2	Ulat Perusak Daun	Daun mudah patah, Daun layu, dan Daun mengering.
R3	Kepik Perusak Daun	Daun berwarna coklat, Daun layu dan kering, dan Daun gugur.
R4	Wereng Mangga	Daun gugur, Pucuk-pucuk bunga gugur, dan Buah muda mudah gugur.
R5	<i>Trips</i>	Daun berkerut-kerut (keriting) dan Pembungaan sering gagal.
R6	Lalat Buah	Permukaan kulit buah terdapat titik-titik hitam, Buah membusuk, dan Didalam buah terdapat larva.
R7	Penyakit Layuh Benih	Daun melembek dan melemah, Daun berwarna hijau terang, Daun mengering, Bercak coklat pada pangkal daun, Tanaman mati, dan Akar membusuk.
R8	Penyakit Busuk Akar	Permukaan akar berwarna hitam, Permukaan akar terdapat benang-benang jamur berwarna putih kotor, Leher akar mengelupas, Akar busuk, dan Tanaman mati.

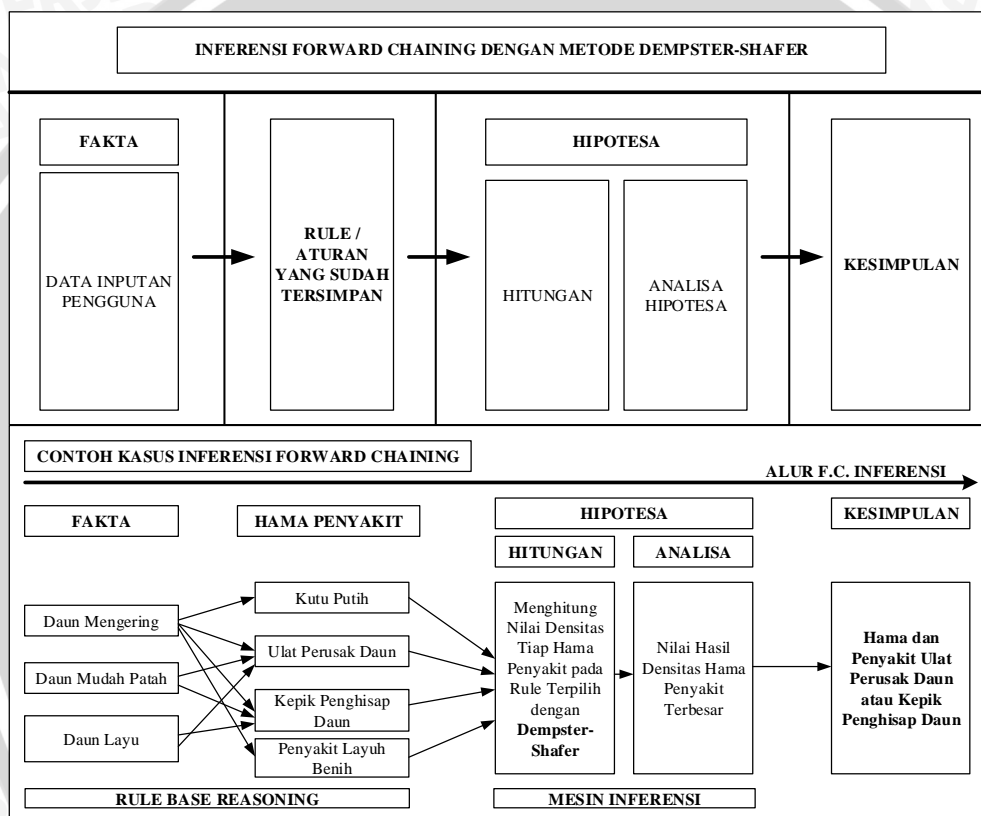
Aturan	Hama Penyakit	Gejala
R9	Penyakit <i>Antraknosa</i>	Daun terdapat bercak bulat hingga angular berwarna coklat dan kelabu ditengahnya, Malai bunga terdapat bercak kecil, Bunga berwarna kehitaman, Buah terdapat bercak berwarna coklat hingga berwarna gelap, dan Buah matang menjadi busuk.
R10	Embun Jelaga	Permukaan daun terdapat lapisan tipis berwarna hitam, dan Permukaan ranting terdapat lapisan tipis berwarna hitam.
R11	Kudis Buah	Permukaan buah terdapat struktur yang tidak beraturan berwarna coklat tua, dan Buah panen meninggalkan bercak coklat yang keras dan mengering.
R12	Penyakit <i>Diplodia</i>	Tanaman mengeluarkan blendok yang berwarna kuning emas dari batang atau cabang, Kulit terjadi luka yang tidak teratur, Cendawan berkembang diantara kulit dan kayu serta merusak kambium kayu, Kayu yang telah mati berwarna hijau sampai hitam, Terdapat celah-celah kecil pada permukaan kulit, Kulit dan batang yang ada dibawahnya berwarna hitam kehijauan, dan Bagian celah-celah kulit terdapat adanya masa spora cendawan berwarna putih atau hitam.

Sumber : [Observasi dan Wawancara]

4.3.3 Mesin Inferensi

Metode penelusuran jawaban menggunakan metode *forward chaining*, yaitu dimulai dari sekumpulan fakta-fakta tentang suatu gejala yang diberikan oleh pengguna sebagai masukan pada sistem. Kemudian dilakukan proses pelacakan dari masukan gejala dengan gejala yang tersimpan pada basis data untuk kemudian

diambil nilai kepercayaan (densitas) tiap hama penyakit yang sesuai. Setelah didapat nilai densitasnya maka dapat dilakukan hipotesa yang terdiri dari 2 bagian yaitu proses perhitungan dengan menggunakan metode *Dempster-Shafer* dan analisa hipotesa hasil dari perhitungan akhir yang kemudian dijadikan sebagai kesimpulan. Kesimpulan yaitu berupa diagnosis kemungkinan hama dan penyakit tanaman mangga yang menyerang dan nilai kepercayaannya. Hipotesa Blok diagram alur proses metode inferensi *forward chaining* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Mesin Inferensi *Forward Chaining* dengan Metode *Dempster-Shafer*

Sumber : [Perancangan]

Perhitungan dimulai dengan memasukkan nilai densitas tiap gejala hama dan penyakit oleh pakar yang kemudian disimpan di basis data sebagai dasar perhitungan. Kemudian pengguna memasukkan gejala-gejala fakta yang terjadi pada tanaman mangga kedalam program. Di dalam program akan dilakukan proses pencocokan gejala yang dimasukkan pengguna dengan gejala yang terdapat pada basis data sehingga didapatkan kemungkinan nama hama penyakit dan nilai densitasnya untuk kemudian dihitung nilai *belief* dan *plausibility*-nya. Setelah



didapatkan nilainya, kemudian dilihat jika banyaknya gejala adalah 1, maka dari hasil kemungkinan nama hama penyakit yang sesuai dengan gejala tersebut dan memiliki nilai *belief* tertinggi yang akan dijadikan solusinya.

Tetapi, jika gejala yang dimasukkan lebih dari 1, maka hasil dari nama hama penyakit dan nilai *belief*, *plausibility* gejala ke-1 akan disimpan sementara pada *blackboard*. Untuk gejala ke-2 dilakukan tahapan yang sama dengan gejala ke-1 dan hasilnya juga disimpan sementara. Setelah didapatkan nilai 2 gejala yang ada maka dapat dilakukan perhitungan untuk mencari nilai densitas gabungan atau nilai densitas ke-3 yang berasal dari nilai gejala 1 dan 2 serta kemungkinan nama hama penyakitnya yang dimasukkan kedalam persamaan 2.3. Dari hasil nilai densitas ke-3 akan didapatkan kemungkinan nama hama penyakit dengan nilai densitas baru yang kemudian disimpan kedalam *blackboard*.

Jika setelah mendapatkan nilai densitas ke-3 dan masih terdapat gejala lain yang masukkan, maka dilakukan perhitungan nilai densitas gabungan baru antara nilai densitas ke-3 dengan nilai dari gejala ke-3 seperti tahapan sebelumnya. Perhitungan tersebut terus berulang dilakukan selama gejala yang dimasukkan pengguna belum habis dihitung semua.

Jika sudah tidak ada gejala dari pengguna yang dihitung, maka solusinya akan didapatkan dari hasil nilai densitas gabungan yang paling terakhir dihitung. Jika nilai densitas yang didapat dari perhitungan terakhir lebih dari 1 kemungkinan penyakit, maka akan dipilih kemungkinan hama dan penyakit yang memiliki nilai densitas tertinggi yang kemudian dijadikan solusinya.

4.3.3.1 Perhitungan Kasus Secara Manual

Perhitungan manual berfungsi untuk memberikan gambaran umum perancangan sistem yang akan dibangun. Contoh manualisasi akan dibagi menjadi 3 kasus, yaitu kasus 1 dengan perhitungan 1 gejala dimasukkan, kasus 2 dengan perhitungan 3 gejala, kasus 3 dengan perhitungan 5 gejala. Dengan kasus 2 dan 3 adalah perkembangan penambahan gejala dari perhitungan kasus 1.

a. 1 Kasus (Perhitungan 1 Gejala)

Pada kasus 1 ini akan diberikan contoh masukan 1 gejala yang terjadi pada salah satu penyakit, misalkan daun mengering. Pada perhitungan ini diibaratkan sebuah tanaman mangga terserang gejala daun mengering dengan deteksi petani, penyakit

yang mungkin menyerang adalah kutu putih, ulat perusak daun, kepik penghisap daun, atau penyakit layuh benih.

- **Gejala 1: Daun Mengering**

Apabila setelah dilakukan observasi daun mengering sebagai gejala dari penyakit dengan densitas: $m\{A1\} = 0,3$; $m\{A2\} = 0,6$; $m\{A3\} = 0,5$; $m\{A4\} = 0,9$ untuk m_1 nilai densitas yg dipilih adalah yg tertinggi, maka :

$$m_1\{A1,A2,A3,A7\} = 0,9$$

$$m_1\{\emptyset\} = 1-0,9 = 0,1$$

Kemudian jika diurutkan penyakitnya dari nilai densitas gejala tertinggi, yaitu:

$$m\{A7\} = 0,9$$

$$m\{A2\} = 0,6$$

$$m\{A3\} = 0,5$$

$$m\{A1\} = 0,3$$

Dari hasil perhitungan dengan metode Dempster-shafer karena gejala yang diketahui hanya 1 dan diagnosis penyakitnya lebih dari 1, maka kesimpulan diagnosisnya dapat diurutkan dari nilai densitas yang tertinggi. Sehingga hasil diagnosisnya dapat disimpulkan bahwa tanaman mangga pada user terserang penyakit layuh benih, ulat penghisap daun, kepik penghisap daun, dan kutu putih.

- **Kasus 2 (Perhitungan 3 Gejala)**

Pada kasus 2 ini akan diberikan contoh dengan memasukan 3 gejala. Pada perhitungan ini diibaratkan seorang petani memiliki tanaman mangga yang terserang gejala daun mongering, daun gugur, dan daun terlapisi oleh jamur. Perhitungan deteksi hama penyakit ini mengacu pada nilai densitas yang ada pada Tabel akuisisi nilai densitas hama penyakit pada Tabel 4.9.

- **Gejala 1: Daun Mengering**

Pada perhitungan ini diketahui jika gejala daun mengering memiliki kemungkinan penyakit yaitu kutu putih, ulat perusak daun, kepik penghisap daun, atau penyakit layuh benih.

Apabila setelah dilakukan observasi daun mengering sebagai gejala dari penyakit dengan densitas: $m\{A1\} = 0,3$; $m\{A2\} = 0,6$; $m\{A3\} = 0,5$; $m\{A4\} = 0,9$ untuk m_1 nilai densitas yg dipilih adalah yg tertinggi, maka :

$$m_1\{A1,A2,A3,A7\} = 0,9$$

$$m_1 \{\Theta\} = 1 - 0,9 = 0,1$$

• **Gejala 2: Daun Gugur**

Pada perhitungan ini diketahui jika gejala daun mengering memiliki kemungkinan penyakit yaitu kutu putih dan wereng mangga.

Kemudian gejala yang selanjutnya adalah daun gugur sebagai gejala dari hama penyakit dengan densitas: $m\{A1\} = 0,4$; $m\{A4\} = 0,3$ untuk m_2 nilai densitas yg dipilih adalah yg tertinggi, maka :

$$m_2 \{A1,A4\} = 0,4$$

$$m_2 \{\Theta\} = 0,6$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas m_3 dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Aturan kombinasi untuk m_3 Kasus 2

		m₂			
		{A1,A4} (0,4)	θ (0,6)		
m₁	{A1,A2,A3,A7} (0,9)	{A1} (0,36)	{ A1,A2,A3,A7} (0,54)		
	θ (0,1)	{A1,A4} (0,04)	θ (0,06)		

Sumber: [Perhitungan]

- $\{A1,A2,A3,A7\} \cap \{A1, A4\} = \{A1\}$
 $0,9 * 0,4 = 0,36$
 $\{A1\} = 0,36$
- $\{A1,A2,A3,A7\} \cap \{\theta\} = \{A1,A2,A3,A7\}$
 $0,9 * 0,6 = 0,54$
 $\{A1,A2,A3,A7\} = 0,54$
- $\{\theta\} \cap \{A1,A4\} = \{A1,A4\}$
 $0,1 * 0,4 = 0,04$
 $\{A1,A4\} = 0,04$
- $\{\theta\} \cap \{\theta\} = \{\theta\}$
 $0,1 * 0,6 = 0,06$
 $\{\theta\} = 0,06$

Sehingga dapat dihitung :

$$mi(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m1(X).m2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m1(X).m2(Y)}$$

Keterangan :

m = Nilai Densitas (Kepercayaan)

XYZ = Himpunan Evidence

∅ = Himpunan Kosong



$$m_3\{A1\} = \frac{0,36}{1-0} = 0,36$$

$$m_3\{A1, A4\} = \frac{0,04}{1-0} = 0,04$$

$$m_3\{A1, A2, A3, A7\} = \frac{0,54}{1-0} = 0,54 \quad m_3\{\theta\} = \frac{0,06}{1-0} = 0,06$$

• **Gejala 3: Daun Terlapisi oleh Jamur**

Pada perhitungan ini diketahui jika gejala daun mengering memiliki kemungkinan penyakit yaitu kutu putih.

Kemudian gejala ketiga adalah daun terlapisi oleh jamur sebagai gejala dari hama penyakit dengan densitas: $m\{\text{Kutu Putih}\} = 0,3$, untuk m_4 nilai densitas yang dipilih adalah:

$$m_4\{A1\} = 0,3$$

$$m_4\{\theta\} = 0,7$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas m_5 dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Aturan kombinasi untuk m_5 Kasus 2

		m_4				
		$\{A1\}$	$(0,3)$	θ	$(0,7)$	
m_3	$\{A1\}$	$(0,36)$	$\{A1\}$	$(0,108)$	$\{A1\}$	$(0,252)$
	$\{A1,A2,A3,A7\}$	$(0,04)$	$\{A1\}$	$(0,012)$	$\{A1,A2,A3,A7\}$	$(0,028)$
	$\{A1,A4\}$	$(0,54)$	$\{A1\}$	$(0,162)$	$\{A1,A4\}$	$(0,378)$
	θ	$(0,06)$	$\{A1\}$	$(0,018)$	θ	$(0,042)$

Sumber: [Perhitungan]

- $\{A1\} \cap \{A1\} = \{A1\}$
 $0,36 * 0,3 = 0,108$
 $\{A1\} = 0,108$
- $\{A1,A2,A3,A7\} \cap \{A1\} = \{A1\}$
 $0,04 * 0,3 = 0,012$
 $\{A1\} = 0,012$
- $\{A1,A4\} \cap \{A1\} = \{A1\}$
 $0,54 * 0,3 = 0,162$
 $\{A1\} = 0,162$
- $\{\theta\} \cap \{A1\} = \{A1\}$
- $\{A1\} \cap \{\theta\} = \{A1\}$
 $0,36 * 0,7 = 0,252$
 $\{A1\} = 0,252$
- $\{A1,A2,A3,A7\} \cap \{\theta\} = \{A1.A2.A3.A7\}$
 $0,04 * 0,7 = 0,028$
 $\{A1,A2,A3,A7\} = 0,028$
- $\{A1,A4\} \cap \{\theta\} = \{A1,A4\}$
 $0,54 * 0,7 = 0,378$
 $\{A1,A4\} = 0$
- $\{\theta\} \cap \{\theta\} = \{\theta\}$

$$0,06 * 0,3 = 0,018$$

$$\{A1\} = 0,018$$

$$0,06 * 0,7 = 0,042$$

$$\{\theta\} = 0,042$$

Sehingga dapat dihitung :

$$mi(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m1(X).m2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m1(X).m2(Y)}$$

Keterangan :

m = Nilai Densitas (Kepercayaan)

XYZ = Himpunan *Evidence*

\emptyset = Himpunan Kosong

$$m5\{A1\} = \frac{0,108 + 0,012 + 0,162 + 0,018}{1 - 0} = 0,552$$

$$m5\{A1, A2, A3, A7\} = \frac{0,028}{1 - 0} = 0,028$$

$$m5\{A1, A4\} = \frac{0,378}{1 - 0} = 0,378$$

$$m5\{\theta\} = \frac{0,042}{1 - 0} = 0,042$$

Dari hasil perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer*, nilai densitas paling tinggi adalah pada hama penyakit Kutu Putih. Maka dapat disimpulkan bahwa tanaman mangga pengguna terserang hama penyakit Kutu Putih.

c. Kasus 3 (Perhitungan 5 Gejala)

Pada kasus 3 ini akan diberikan contoh dengan memasukan 5 gejala. Pada perhitungan ini diibaratkan seseorang memiliki tanaman mangga yang terserang gejala penyakit layuh benih, tanaman mati, akar busuk permukaan berwarna hitam, permukaan akar terdapat benang-benang jamur berwarna putih polos, leher akar mengelupas. Perhitungan deteksi hama penyakit ini mengacu pada nilai densitas yang ada pada tabel akuisisi nilai densitas hama penyakit pada Tabel 4.9.

- **Gejala 1: Tanaman Mati**

Pada perhitungan ini diketahui jika gejala daun mengering memiliki kemungkinan penyakit yaitu penyakit layuh benih dan penyakit busuk akar.

Apabila setelah dilakukan observasi tanaman mati sebagai gejala dari hama penyakit dengan densitas: $m\{A7\} = 0,8$; $m\{A8\} = 0,9$ untuk m_1 nilai densitas yg dipilih adalah yg tertinggi, maka :

$$m_1\{A7,A8\} = 0,9$$

$$m_1\{\emptyset\} = 1-0,9 = 0,1$$

- **Gejala 2: Akar Busuk**

Pada perhitungan ini diketahui jika gejala daun mengering memiliki kemungkinan penyakit yaitu penyakit layuh benih dan penyakit busuk akar.

Kemudian gejala yang selanjutnya adalah daun gugur sebagai gejala dari hama penyakit dengan densitas: $m\{A7\} = 0,8$; $m\{A8\} = 0,9$ untuk m_2 nilai densitas yg dipilih adalah yg tertinggi, maka :

$$m_2\{A7,A8\} = 0,9$$

$$m_2\{\emptyset\} = 0,1$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas m_3 dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Gambar 4.11 Aturan kombinasi untuk m_3 Kasus 3

		m_2			
		$\{A7,A8\}$	$(0,9)$	\emptyset	$(0,1)$
m_1	$\{A7,A8\}$	$\{A7,A8\}$	$(0,81)$	$\{A7,A8\}$	$(0,09)$
	\emptyset	$\{A7,A8\}$	$(0,09)$	\emptyset	$(0,01)$

Sumber: [Perhitungan]

- $\{A7,A8\} \cap \{A7,A8\} = \{A7,A8\}$
 $0,9*0,9 = 0,81$
 $\{A7,A8\} = 0,81$
- $\{A7,A8\} \cap \{\emptyset\} = \{A7,A8\}$
 $0,1*0,9 = 0,09$
 $\{A7,A8\} = 0,09$
- $\{\emptyset\} \cap \{A7,A8\} = \{A7,A8\}$
 $0,1*0,91 = 0,09$
 $\{A7,A8\} = 0,09$
- $\{\emptyset\} \cap \{\emptyset\} = \{\emptyset\}$
 $0,1 * 0,1 = 0,01$
 $\{\emptyset\} = 0,01$

Sehingga dapat dihitung :

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

Keterangan :

m = Nilai Densitas (Kepercayaan)

XYZ = Himpunan *Evidence*

\emptyset = Himpunan Kosong

$$m_3\{A7, A8\} = \frac{0,81 + 0,09 + 0,09}{1 - 0} = 0,99 \quad m_3\{\emptyset\} = \frac{0,01}{1 - 0} = 0,01$$

- **Gejala 3: Permukaan Berwarna Hitam**

Pada perhitungan ini diketahui jika gejala daun mengering memiliki kemungkinan penyakit yaitu penyakit busuk akar.

Kemudian gejala ketiga adalah permukaan berwarna hitam sebagai gejala dari hama penyakit dengan densitas: $m\{A8\} = 0,5$, untuk m_4 nilai densitas yang dipilih adalah:

$$m_4\{A8\} = 0,5$$

$$m_4\{\emptyset\} = 1 - 0,5 = 0,5$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas m_5 dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Gambar 4.12 Aturan kombinasi untuk m_5 Kasus 3

		m_4			
		$\{A8\}$	$(0,5)$	\emptyset	$(0,5)$
m_3	$\{A7, A8\}$	$\{A8\}$	$(0,495)$	$\{A7, A8\}$	$(0,495)$
	\emptyset	$\{A8\}$	$(0,005)$	\emptyset	$(0,005)$

Sumber: [Perhitungan]

- $\{A7, A8\} \cap \{A8\} = \{A8\}$
 $0,99 * 0,5 = 0,495$
 $\{A8\} = 0,495$
- $\{A7, A8\} \cap \{\emptyset\} = \{A7, A8\}$
 $0,99 * 0,5 = 0,495$
 $\{A7, A8\} = 0,495$
- $\{\emptyset\} \cap \{A8\} = \{A8\}$
 $0,01 * 0,5 = 0,005$
 $\{A8\} = 0,005$
- $\{\emptyset\} \cap \{\emptyset\} = \{\emptyset\}$
 $0,01 * 0,5 = 0,005$
 $\{\emptyset\} = 0,005$

Sehingga dapat dihitung :

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

Keterangan :

m = Nilai Densitas (Kepercayaan)

XYZ = Himpunan *Evidence*

\emptyset = Himpunan Kosong

$$m_5\{A_8\} = \frac{0,005 + 0,495}{1 - 0} = 0,5$$

$$m_5\{\emptyset\} = \frac{0,005}{1 - 0} = 0,005$$

$$m_5\{A_7, A_8\} = \frac{0,495}{1 - 0} = 0,495$$

• **Gejala 4: Permukaan Akar Terdapat Benang- benang Jamur Berwarna Putih Kotor**

Pada perhitungan ini diketahui jika gejala daun mengering memiliki kemungkinan penyakit yaitu penyakit busuk akar.

Kemudian gejala yang selanjutnya adalah permukaan akar terdapat benang- benang jamur berwarna putih kotor sebagai gejala dari hama penyakit dengan densitas: $m\{A_8\} = 0,3$ untuk m_6 nilai densitas yg dipilih adalah yg tertinggi, maka:

$$m_6\{A_8\} = 0,3$$

$$m_6\{\emptyset\} = 0,7$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas m_7 dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Gambar 4.13 Aturan kombinasi untuk m_7 Kasus 3

		m_6			
		$\{A_8\}$	$(0,3)$	\emptyset	$(0,7)$
m_5	$\{A_8\}$	$\{A_8\}$	$(0,15)$	$\{A_8\}$	$(0,35)$
	$\{A_7, A_8\}$	$\{A_8\}$	$(0,1485)$	$\{A_7, A_8\}$	$(0,3465)$
	\emptyset	$\{A_8\}$	$(0,0015)$	\emptyset	$(0,0035)$

Sumber: [Perhitungan]

- $\{A_8\} \cap \{A_8\} = \{A_8\}$
 $0,5 * 0,3 = 0,15$
 $\{A_8\} = 0,15$
- $\{A_7, A_8\} \cap \{A_8\} = \{A_8\}$
 $0,495 * 0,3 = 0,1485$
 $\{A_8\} = 0,1485$
- $\{\emptyset\} \cap \{A_8\} = \{A_8\}$
 $0,005 * 0,3 = 0,0015$
 $\{A_8\} = 0,0015$
- $\{A_8\} \cap \{\emptyset\} = \{A_8\}$
 $0,5 * 0,7 = 0,35$
 $\{A_8\} = 0,35$
- $\{A_7, A_8\} \cap \{\emptyset\} = \{A_7, A_8\}$
 $0,495 * 0,7 = 0,3465$
 $\{A_7, A_8\} = 0,3465$
- $\{\emptyset\} \cap \{\emptyset\} = \{\emptyset\}$
 $0,005 * 0,7 = 0,0035$
 $\{\emptyset\} = 0,0035$

Sehingga dapat dihitung :

$$mi(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m1(X).m2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m1(X).m2(Y)}$$

Keterangan :

m = Nilai Densitas (Kepercayaan)

XYZ = Himpunan Evidence

∅ = Himpunan Kosong

$$m7\{A8\} = \frac{0,15 + 0,1485 + 0,0015 + 0,35}{1 - 0} = 0,65$$

$$m7\{A7, A8\} = \frac{0,3465}{1 - 0} = 0,3465$$

$$m7\{\emptyset\} = \frac{0,0035}{1 - 0} = 0,0035$$

- **Gejala 5: Leher Akar Mengelupas**

Pada perhitungan ini diketahui jika gejala daun mengering memiliki kemungkinan penyakit yaitu penyakit busuk akar.

Kemudian gejala yang selanjutnya adalah permukaan akar terdapat leher akar mengelupas sebagai gejala dari hama penyakit dengan densitas: $m\{A8\} = 0,6$ untuk $m8$ nilai densitas yg dipilih adalah yg tertinggi, maka :

$$m8\{A8\} = 0,6$$

$$m8\{\emptyset\} = 0,4$$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas $m9$ dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Gambar 4.14 Aturan kombinasi untuk $m9$ Kasus 3

		m8			
		{A8}	(0,6)	∅	(0,4)
m7	{A8}	(0,65)	{A8} (0,39)	{A8}	(0,26)
	{A7,A8}	(0,3465)	{A8} (0,2079)	{A7,A8}	(0,1386)
	∅	(0,0035)	{A8} (0,0021)	∅	(0,0014)

Sumber: [Perhitungan]

- $\{A8\} \cap \{A8\} = \{A8\}$
 $0,65 * 0,6 = 0,39$
 $\{A8\} = 0,39$
- $\{A7, A8\} \cap \{A8\} = \{A8\}$
 $0,3465 * 0,6 = 0,2079$
 $\{A8\} = 0,2079$
- $\{\emptyset\} \cap \{A8\} = \{A8\}$
 $0,0035 * 0,6 = 0,0021$
 $\{A8\} = 0,0021$
- $\{A8\} \cap \{\emptyset\} = \{A8\}$
 $0,65 * 0,7 = 0,26$
 $\{A8\} = 0,26$
- $\{A7, A8\} \cap \{\emptyset\} = \{A7, A8\}$
 $0,3465 * 0,4 = 0,1386$
 $\{A7, A8\} = 0,1386$
- $\{\emptyset\} \cap \{\emptyset\} = \{\emptyset\}$
 $0,0035 * 0,4 = 0,0014$
 $\{\emptyset\} = 0,0014$

Sehingga dapat dihitung :

$$mi(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m1(X) \cdot m2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m1(X) \cdot m2(Y)}$$

Keterangan :

m = Nilai Densitas (Kepercayaan)

XYZ = Himpunan *Evidence*

\emptyset = Himpunan Kosong

$$m9\{A8\} = \frac{0,39 + 0,2079 + 0,0021 + 0,26}{1 - 0} = 0,86$$

$$m9\{A7, A8\} = \frac{0,1386}{1 - 0} = 0,1386$$

$$m9\{\emptyset\} = \frac{0,0014}{1 - 0} = 0,0014$$

Dari hasil perhitungan dengan metode *Dempster-Shafer*, nilai densitas paling tinggi adalah pada hama penyakit Busuk Daun. Maka dapat disimpulkan bahwa tanaman mangga pengguna terserang hama penyakit Busuk Daun.

4.3.4 Blackboard (Daerah Kerja)

Blackboard merupakan area memori yang berfungsi sebagai basis data untuk merekam hasil sementara. *Blackboard* berisi rencana solusi yang berupa data yang digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam memberikan kesimpulan akhir. Pada aplikasi hama penyakit tanaman mangga ini, data yang disimpan pada area ini adalah data gejala masukan dari pengguna, nilai perhitungan *belief* dan *plausibility*

tiap gejala, hasil perhitungan densitas baru dan hasil akhirnya, serta hasil diagnosa hama penyakit.

4.3.5 Fasilitas Penjelas

Pada umumnya, fasilitas penjelasan berisi bagaimana sebuah kesimpulan dapat diambil. Fasilitas penjelas yang akan diberikan dalam aplikasi ini yaitu menjelaskan proses deteksi hama penyakit tanaman mangga yang dimulai dari masukkan gejala-gejala yang terjadi pada tanaman mangga oleh PHPT, kemudian bagaimana proses perhitungannya sehingga didapatkan kesimpulan hama penyakitnya beserta nilai densitasnya (nilai kepercayaan). Fasilitas penjelas ini penting untuk memberikan informasi kepada para pengguna mengenai proses bagaimana kesimpulan deteksi hama penyakit tanaman mangga tersebut dihasilkan. Berikut ini adalah contoh tampilan fasilitas penjelasan yang akan dibuat. Misalkan gejala yang dimasukkan ada 2, yaitu buah mudah gugur dan daun berwarna hijau terang maka proses deteksinya adalah:

- Gejala 1: Buah mudah gugur
Hama dan penyakit yang memungkinkan yaitu Wereng Mangga (A4)
 $m_1 \{A4\} = 0,6$
 $m_1 \{ \emptyset \} = 0,4$
- Gejala 2: Daun berwarna hijau terang
Hama dan penyakit yang memungkinkan yaitu Penyakit Layuh Benih (A7)
 $m_2 \{A7\} = 0,4$
 $m_2 \{ \emptyset \} = 0,6$
- Hitungan kombinasi m_3

Tabel 4.12 Tampilan tabel matrik perhitungan m_1 dan m_2

		m2				
		{A7}	(0,4)	\emptyset	(0,6)	
m1	{A4}	(0,6)	{ \emptyset }	(0,24)	{A4}	(0,36)
	{ \emptyset }	(0,4)	{A7}	(0,12)	{ \emptyset }	(0,18)

Sumber: [Perhitungan]

- $\{A4\} \cap \{A7\} = \{\emptyset\}$
 $0,6 * 0,4 = 0,24$
 $\{\emptyset\} = 0,24$
- $\{\emptyset\} \cap \{A4\} = \{A4\}$
 $0,4 * 0,6 = 0,36$
 $\{A4\} = 0,36$

- $\{\emptyset\} \cap \{A7\} = \{A7\}$
- $\{0,4\} * 0,4 = 0,12$
- $\{A7\} = 0,12$
- $\{\emptyset\} \cap \{\emptyset\} = \{\emptyset\}$
- $0,4 * 0,6 = 0,18$
- $\{\emptyset\} = 0,18$

Sehingga dapat dihitung :

$$mi(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m1(X) \cdot m2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m1(X) \cdot m2(Y)}$$

Keterangan :

m = Nilai Densitas (Kepercayaan)

XYZ = Himpunan *Evidence*

\emptyset = Himpunan Kosong

$$m3\{A4\} = \frac{0,36}{(1 - 0,24)} = 0,47$$

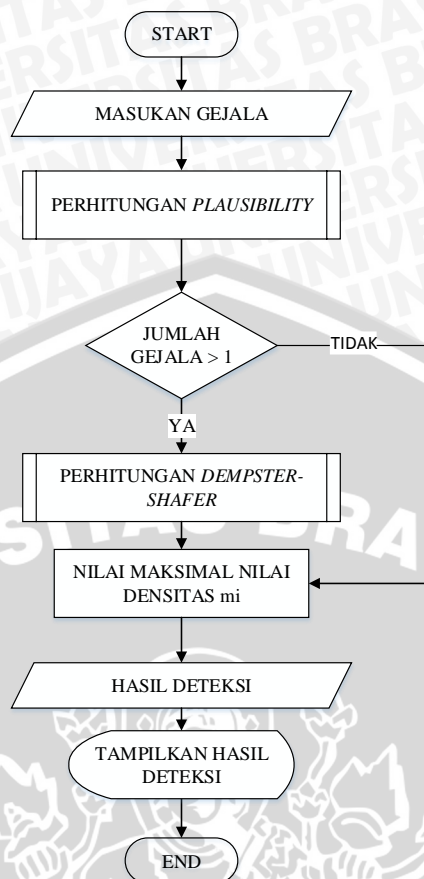
$$m3\{A7\} = \frac{0,12}{(1 - 0,24)} = 0,16$$

$$m3\{\emptyset\} = \frac{0,18}{(1 - 0,24)} = 0,24$$

- Hasil Deteksi mendekati Hama Penyakit Layuh Benih
- Solusi pengendalian Hama Penyakit Layuh Benih

4.3.6 Perancangan Algoritma Perhitungan Proses Deteksi Hama Penyakit Tanaman Mangga

Proses deteksi hama penyakit tanaman mangga dilakukan dengan memasukkan data gejala-gejala hama penyakit tanaman mangga yang sudah tersimpan pada *database* pada menu dengan memilih gejala-gejala yang ada di interface menu deteksi. Setelah selesai memasukkan gejala dan menekan tombol *submit*, maka dapat dilakukan proses deteksi perhitungan dengan menggunakan *Dempster-Shafer* dan akan keluar kesimpulan hasil hama penyakit beserta pengendaliannya.



Gambar 4.15 Diagram Alir Perhitungan Deteksi Hama Penyakit Tanaman Mangga

Sumber: [Perancangan]

Langkah 1: Mencocokkan masukkan gejala dengan database

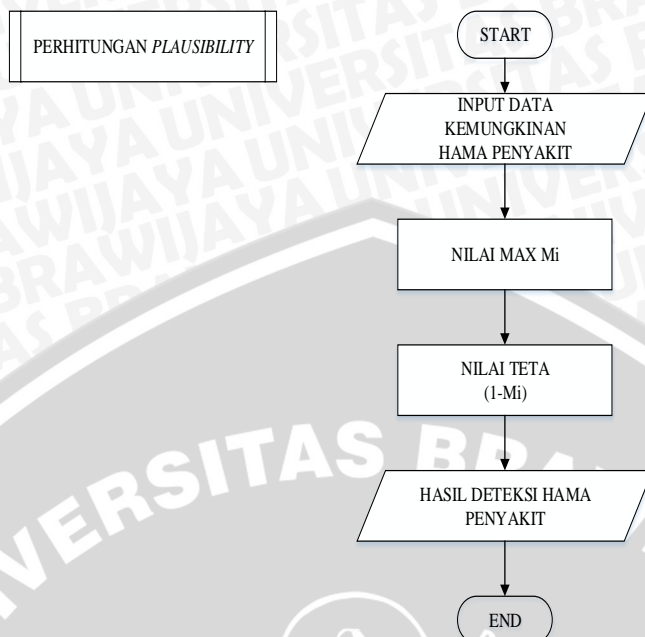
Proses mencocokkan gejala dilakukan dengan menyamakan id gejala yang dipilih oleh pengguna dengan id yang ada di *database*. Setelah pencocokan maka akan mendapatkan penyakit yang memiliki gejala yang sama pada *database*. Penjabaran dari penyakit yang memiliki gejala yang sama terdapat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Contoh Hama Penyakit yang Memiliki Gejala Sama

id	Gejala	Penyakit
1	Daun mengering	Kutu Putih, Ulat Penghisap Daun, Kepik Penghisap Daun, Penyakit Layuh Benih
2	Daun gugur	Kutu Putih, Wereng Mangga
3	Daun terlapisi oleh jamur	Kutu Putih

Sumber: [Perancangan]

Langkah 2: Perhitungan *Plausibility*



Gambar 4.16 Diagram Alir Perhitungan *Plausibility*
Sumber: [Perancangan]

Nama Algoritma : Proses perhitungan *plausibility*
Deklarasi :

- String : gejala, hamapenyakit, hasil, pengendalian
- Double : perhitungan, data nilai

Deskripsi :

- Input : gejala.
- Proses :
 - a. Mengecek checkbox yang dipilih.
 - b. Mengambil gejala dari checkbox.
 - c. Data gejala disimpan pada variabel array gejala.
 - d. Menghitung nilai m_i dari gejala masukan terdapat pada baris.
 - e. Mengitung nilai teta dari gejala masukan.
- Output : menampilkan hasil kesimpulan hama penyakit dan pengendaliannya.

Gambar 4.17 Rancang Algoritma Perhitungan *Plausibility*
Sumber: [Perancangan]

- **Gejala : Daun Mengering**

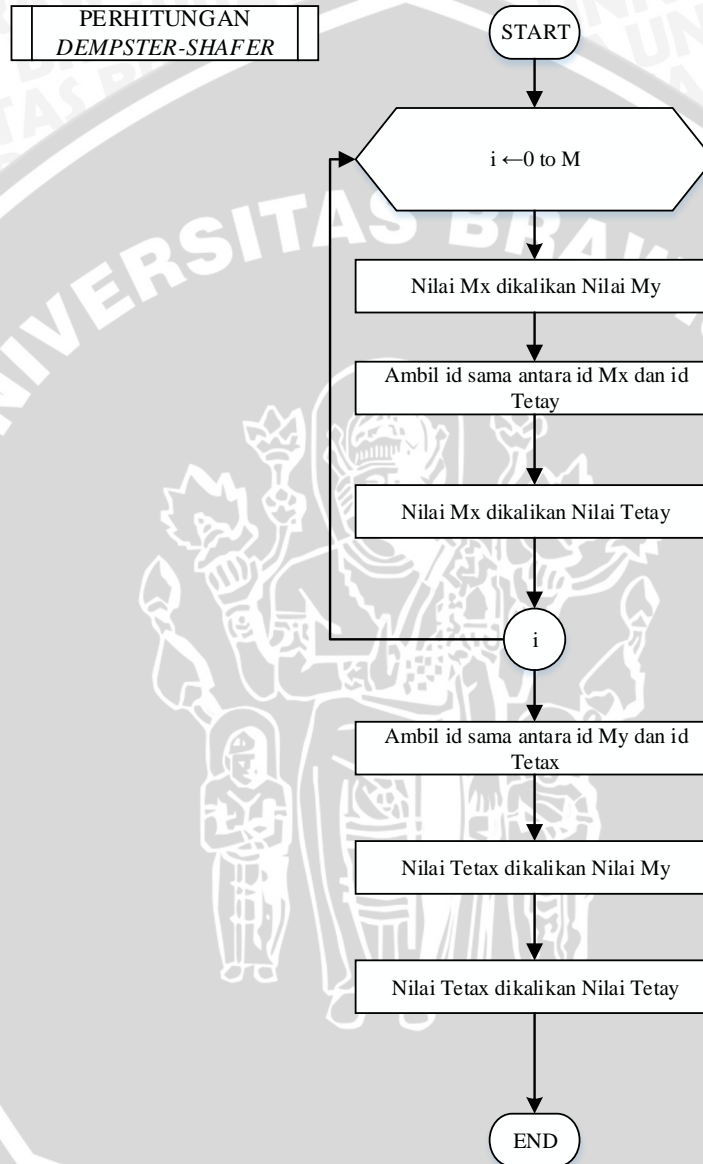
Apabila setelah dilakukan observasi daun mengering sebagai gejala dari penyakit dengan densitas: $m\{\text{kutu putih}\} = 0,3$; $m\{\text{ulat perusak daun}\} = 0,6$;

$m\{\text{kepek penghisap daun}\} = 0,5$; $m\{\text{penyakit layuh benih}\} = 0,9$ untuk m_1 nilai densitas yg dipilih adalah yg tertinggi, maka :

$$m_1\{A_1, A_2, A_3, A_7\} = 0,9$$

$$m_1\{\emptyset\} = 1 - 0,9 = 0,1$$

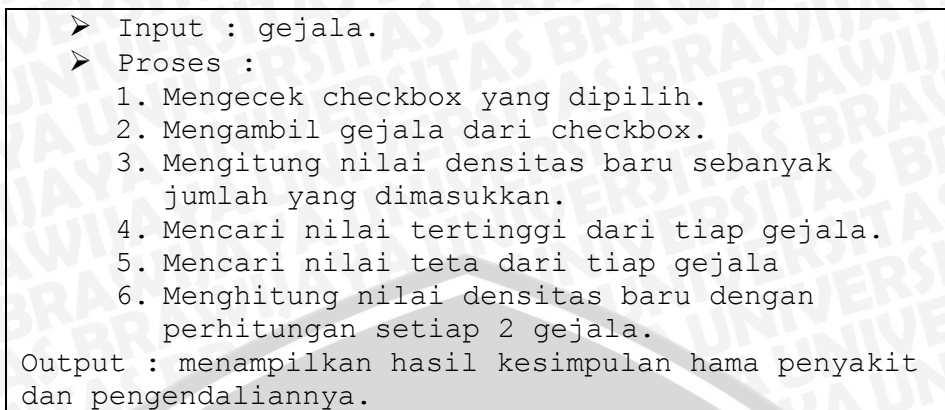
Langkah 3: Perhitungan Dempster-Shafer



Gambar 4.18 Diagram Alir Perhitungan *Dempster-Shafer*
Sumber: [Perancangan]

Nama Algoritma : Proses perhitungan dempster-shafer
 Deklarasi :
 ➤ String : gejala, hamapenyakit, hasil, pengendalian
 ➤ Double : perhitungan, data nilai
 Deskripsi :





Gambar 4.19 Rancangan Algoritma Proses Diagnosa Hama Dan Penyakit Tanaman Mangga
Sumber: [Perancangan]

- **Gejala 1 : Daun Mengering**

$m\{\text{kutu putih (A1)}\} = 0,3$

$m\{\text{ulat perusak daun (A2)}\} = 0,6$

$m\{\text{kepik penghisap daun (A3)}\} = 0,5$

$m\{\text{penyakit layuh benih (A7)}\} = 0,9$

untuk m_1 nilai densitas yg dipilih adalah yg tertinggi, maka :

$m_1\{A1,A2,A3,A7\} = 1$

$m_1\{\emptyset\} = 1-1 = 0$

- **Gejala 2: Daun Gugur**

$m\{\text{kutu putih (A1)}\} = 0,4$

$m\{\text{wereng manga (A4)}\} = 0,3$

untuk m_1 nilai densitas yg dipilih adalah yg tertinggi, maka :

$m_2\{A1,A4\} = 0,4$

$m_2\{\emptyset\} = 0,6$

Maka dihitung nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi dengan fungsi densitas m_3 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.14 Aturan kombinasi untuk m_3 Kasus 2

		m_2			
		$\{A1,A4\}$ (0,4)	\emptyset (0,6)	$\{A1,A2,A3,A7\}$ (0,9)	\emptyset (0,1)
m_1	$\{A1,A2,A3,A7\}$ (0,9)	$\{A1\}$ (0,36)	$\{A1,A2,A3,A7\}$ (0,54)		
	\emptyset (0,1)	$\{A1,A4\}$ (0,04)	\emptyset (0,06)		

Sumber: [Perhitungan]

- $\{A1, A2, A3, A7\} \cap \{A1, A4\} = \{A1\}$
 $0,9 * 0,4 = 0,36$
 $\{A1\} = 0,36$
- $\{0\} \cap \{A1, A4\} = \{A1, A4\}$
 $0,1 * 0,4 = 0,04$
 $\{A1, A4\} = 0,04$
- $\{A1, A2, A3, A7\} \cap \{0\} = \{A1, A2, A3, A7\}$
 $0,9 * 0,6 = 0,54$
 $\{A1, A2, A3, A7\} = 0,54$
- $\{0\} \cap \{0\} = \{0\}$
 $0,1 * 0,6 = 0,06$
 $\{0\} = 0,06$

Sehingga dapat dihitung :

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

Keterangan :

m = Nilai Densitas (Kepercayaan)

XYZ = Himpunan *Evidence*

\emptyset = Himpunan Kosong

$$m_3\{A1\} = \frac{0,36}{1 - 0} = 0,36$$

$$m_3\{A1, A4\} = \frac{0,04}{1 - 0} = 0,04$$

$$m_3\{A1, A2, A3, A7\} = \frac{0,54}{1 - 0} = 0,54$$

$$m_3\{0\} = \frac{0,06}{1 - 0} = 0,06$$

Langkah 4: Hasil deteksi

Proses Hasil deteksi diambil dari nilai penyakit tertinggi yang sudah dilakukan perhitungan. Misal masukkan gejala lebih dari satu, maka hasil deteksi adalah nilai kombinasi penyakit paling tinggi.

$$m_3\{A1\} = \frac{0,36}{1 - 0} = 0,36$$

$$m_3\{A1, A2, A3, A7\} = \frac{0,54}{1 - 0} = 0,54$$

$$m_3\{A1, A4\} = \frac{0,04}{1 - 0} = 0,04$$

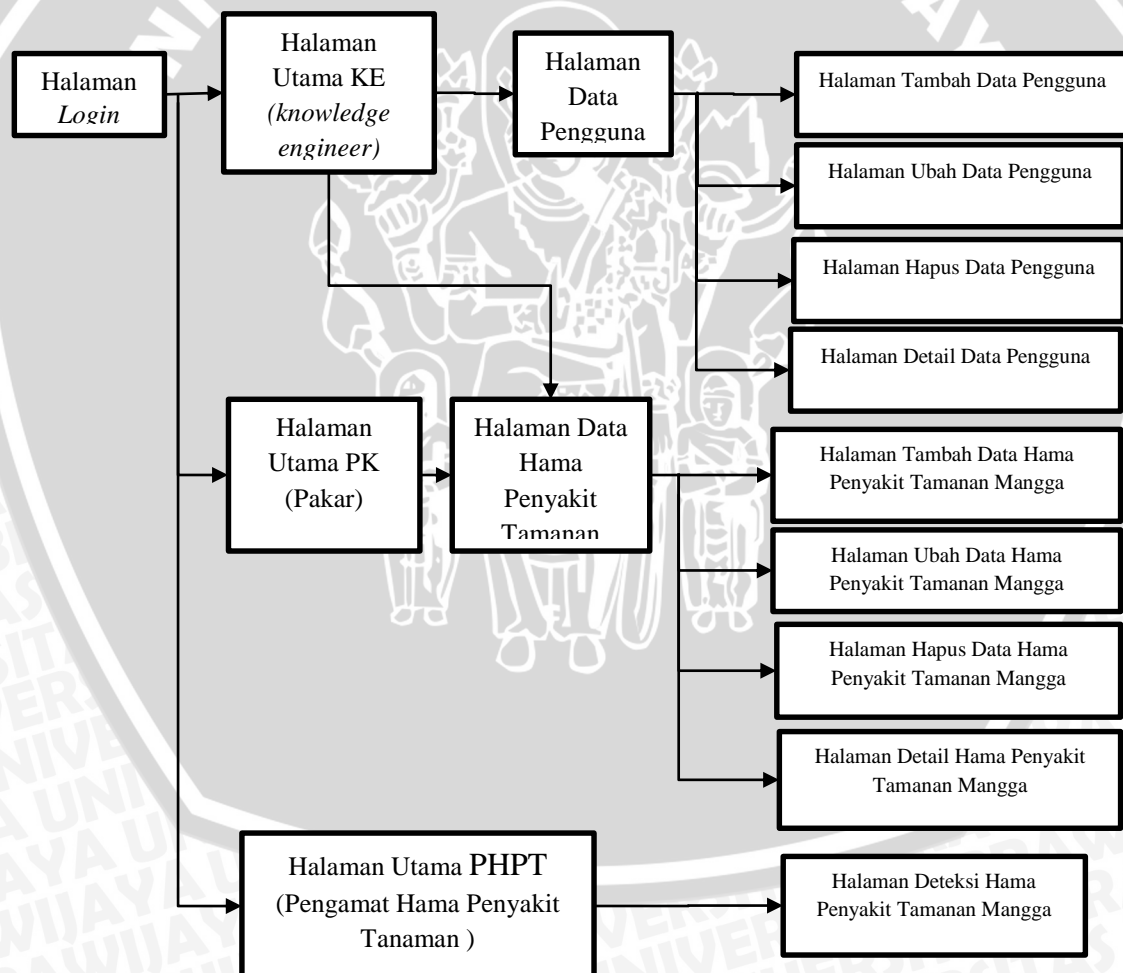
$$m_3\{0\} = \frac{0,06}{1 - 0} = 0,06$$

Nilai maksimal dari $m_3\{A_1\} = 0,36$; $m_3\{A_1, A_2, A_3, A_4\} = 0,54$; $m_3\{A_1, A_4\} = 0,04$; $m_3\{\theta\} = 0,06$. Hama penyakit yang memiliki nilai densitas paling tinggi adalah Kutu Putih, Ulat Penghisap Daun, Kepik Penghisap Daun, Penyakit Layuh Benih.

4.3.7 Antarmuka

Antarmuka merupakan mekanisme yang berfungsi untuk menjadi sarana komunikasi pengguna dengan sistem. Perancangan antarmuka dari sistem ini akan dijelaskan melalui sitemap dan desain antarmuka tiap halaman. Antarmuka ini dibuat untuk menggambarkan aplikasi yang akan dibuat.

Sistem pakar ini dibagi menjadi 3 halaman utama berdasarkan hak akses dari pengguna yaitu KE, PK, dan PHPT. Gambar 4.20 merupakan *sitemap* dari sistem.

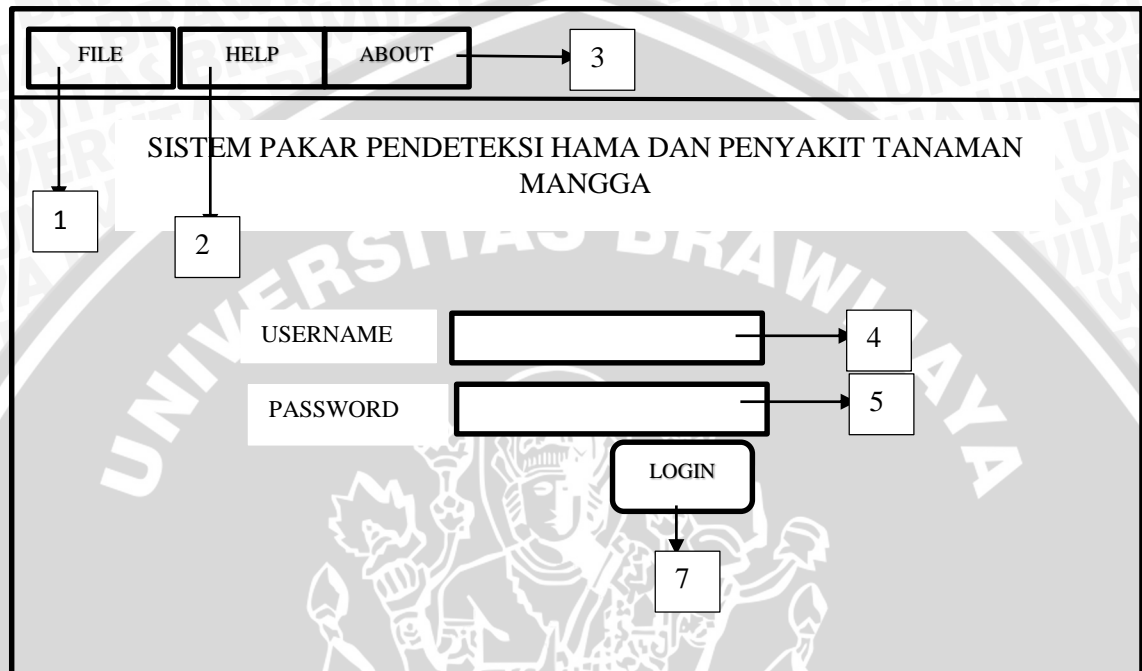


Gambar 4.20 Sitemap Halaman Pengguna

Sumber : [Perancangan]

4.3.7.1 Halaman Login

Pada halaman *login* merupakan halaman awal dari aplikasi sistem pakar pendeteksi hama penyakit tanaman mangga. Halaman ini berfungsi untuk menentukan hak akses dari setiap aktor. Perancangan tampilan halaman *login* ditunjukkan pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Perancangan Antarmuka Halaman *Login*

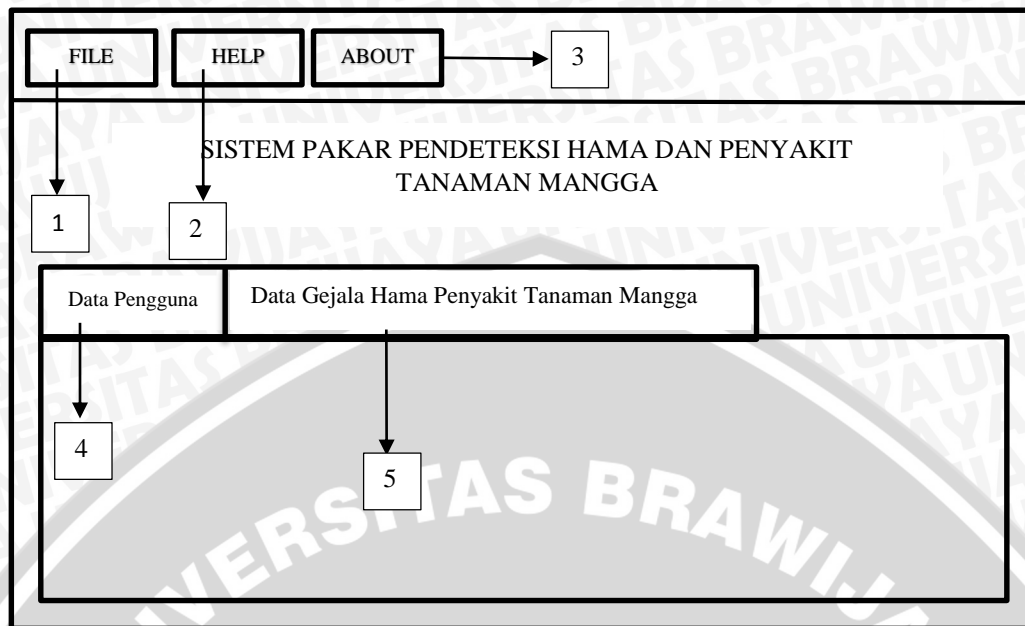
Sumber : [Perancangan]

Keterangan Gambar:

- b. Menu *File* untuk membuka submenu yang berisi menu *Exit* yang berfungsi untuk keluar dari sistem.
- c. Menu *Help* untuk membuka menu *Help*.
- d. Menu *About* untuk membuka menu *About*.
- e. *Field* untuk memasukkan *username*.
- f. *Field* untuk memasukkan *password*.
- g. Tombol *Login*.

4.3.7.2 Halaman Utama *Knowledge Engineer (KE)*

Halaman utama KE merupakan antarmuka yang digunakan oleh KE berfungsi untuk melihat data user dan data gejala hama penyakit. Perancangan tampilan utama KE ditunjukkan pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Perancangan Antarmuka Halaman Utama *Knowledge Engineer* (KE)

Sumber : [Perancangan]

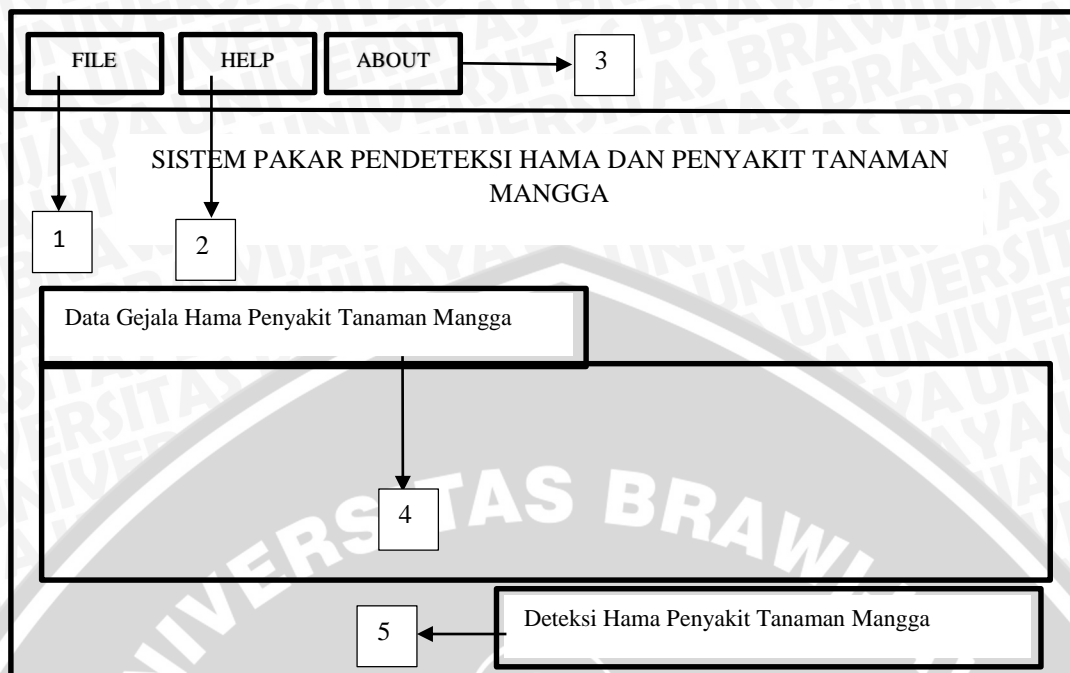
Keterangan Gambar:

1. Menu *File* untuk membuka submenu yang berisi menu *Logout*, dan Informasi Tanaman Mangga..
2. Menu *Help* untuk membuka menu *Help*.
3. Menu *About* untuk membuka menu *About*.
4. Tab untuk menuju halaman Data Pengguna.
5. Tab untuk menuju halaman Data Gejala Hama Penyakit Tanaman Mangga.

4.3.7.3 Halaman Utama Pakar (PK)

Halaman utama pakar merupakan antarmuka yang digunakan oleh pakar yang berfungsi untuk melihat data hama penyakit tanaman mangga.

Perancangan tampilan halaman utama pakar ditunjukkan pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23 Perancangan Antarmuka Halaman Utama *Knowledge Engineer* (KE)

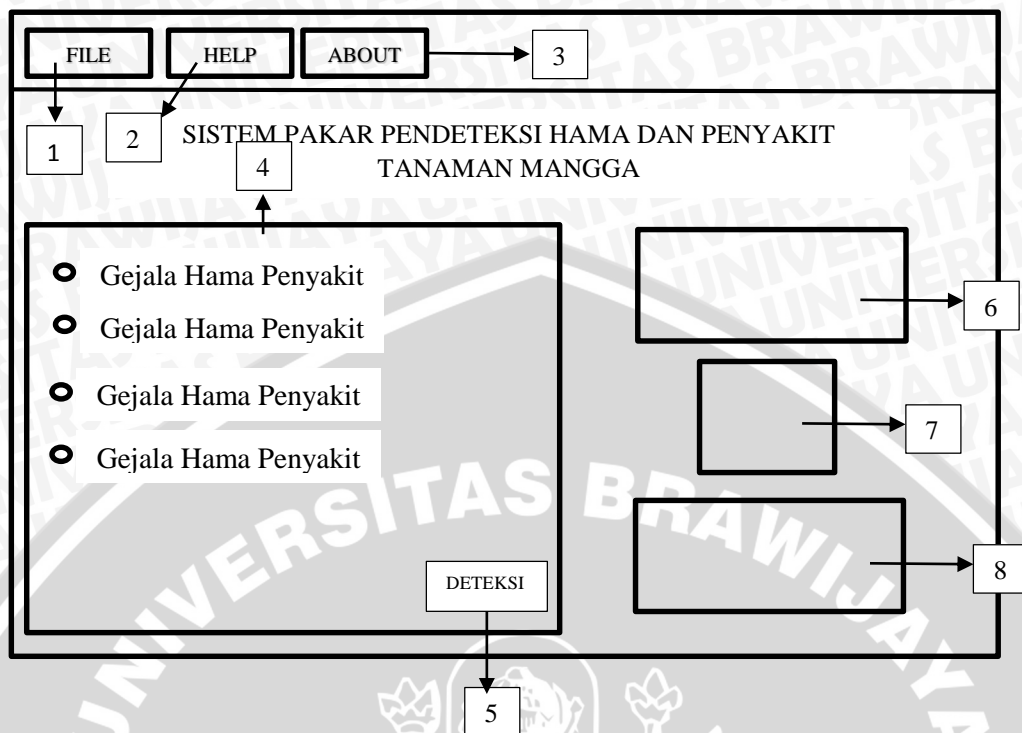
Sumber : [Perancangan]

Keterangan Gambar:

1. Menu *File* untuk membuka submenu yang berisi menu *Logout*, dan Informasi Tanaman Mangga.
2. Menu *Help* untuk membuka menu *Help*.
3. Menu *About* untuk membuka menu *About*.
4. Tab untuk halaman Data Gejala Hama Penyakit Tanaman Mangga.
5. Tombol untuk menuju halaman Deteksi Hama Penyakit Tanaman Mangga.

4.3.7.4 Halaman Deteksi Hama Penyakit Tanaman Mangga

Halaman Deteksi Hama Penyakit Tanaman Mangga merupakan antarmuka yang digunakan oleh pengguna yang berfungsi untuk melakukan deteksi untuk mendapatkan hama penyakit. Perancangan tampilan halaman pencarian rekomendasi di tunjukkan pada Gambar 4.24.



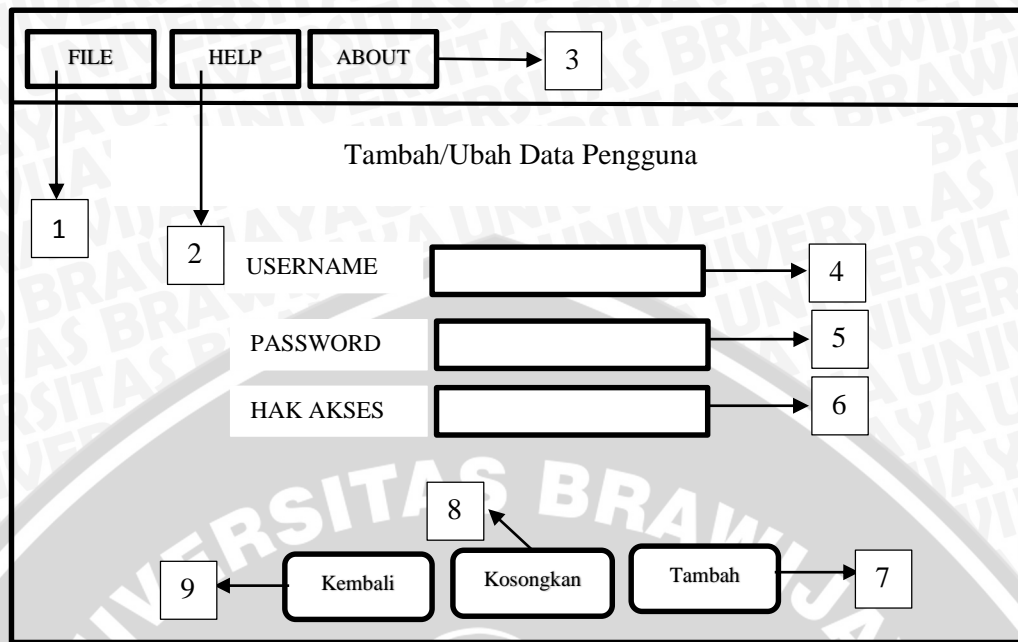
Gambar 4.24 Perancangan Antarmuka Halaman Deteksi Hama Penyakit

Keterangan Gambar:

1. Menu *File* untuk membuka submenu yang berisi menu *Logout*, dan Informasi Tanaman Mangga.
2. Menu *Help* untuk membuka menu *Help*.
3. Menu *About* untuk membuka menu *About*.
4. *Form* untuk memilih gejala hama penyakit tanaman mangga.
5. Tombol untuk deteksi hama penyakit tanaman mangga.
6. *Field* untuk melihat hasil deteksi hama penyakit tanaman mangga.
7. *Field* untuk melihat gambar hama penyakit tanaman mangga.
8. *Field* untuk melihat hasil solusi dari hama penyakit tanaman mangga yang terdeteksi.

4.3.7.5 Halaman Tambah/Ubah Data Pengguna

Halaman ini merupakan halaman yang digunakan KE untuk menambah atau mengubah data penggun. Halaman ini ditampilkan pada saat KE memilih menu Data Pengguna dan menekan tombol tambah atau tombol ubah. Perancangan tampilan halaman Tambah atau Ubah Data Pengguna pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Perancangan Antarmuka Halaman Tambah/Ubah Data Pengguna
Sumber: [Perancangan]

Keterangan Gambar:

1. Menu *File* untuk membuka submenu yang berisi menu *Logout* dan Informasi Tanaman Mangga.
2. Menu *Help* untuk membuka menu *Help*.
3. Menu *About* untuk membuka menu *About*.
4. *Field* untuk memasukkan *username*.
5. *Field* untuk memasukkan *password*.
6. *Field* untuk memasukkan hak akses.
7. Tombol untuk menyimpan data pengguna baru.
8. Tombol untuk mengembalikan *field* ke tampilan awal.
9. Tombol untuk kembali halaman sebelumnya atau membatalkan perintah.

4.3.7.6 Halaman Tambah/Ubah Hama Penyakit Tanaman Mangga

Halaman ini merupakan halaman yang digunakan KE dan pakar untuk menambah atau mengubah data hama penyakit tanaman mangga baru. Halaman ini ditampilkan pada saat KE atau pakar memilih menu Data Hama Penyakit Tanaman Mangga dan menekan tombol Tambah atau Ubah. Perancangan tampilan halaman Tambah atau Ubah Data Hama Penyakit Tanaman Mangga pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Perancangan Antarmuka Halaman Tambah/Ubah Data Hama Penyakit Tanaman Mangga

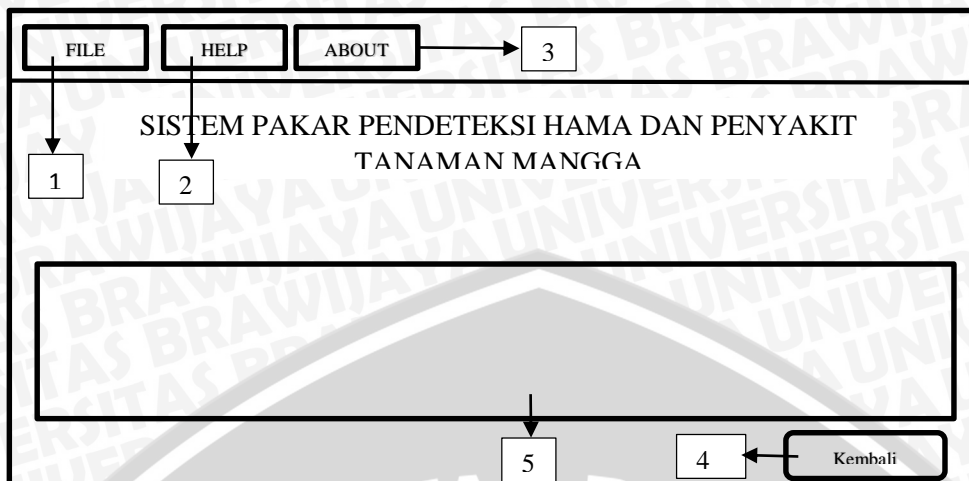
Sumber: [Perancangan]

Keterangan Gambar:

1. Menu *File* untuk membuka submenu yang berisi menu *Logout* dan Informasi Tanaman Mangga.
2. Menu *Help* untuk membuka menu *Help*.
3. Menu *About* untuk membuka menu *About*.
4. *Field* untuk melihat detail hama penyakit tanaman mangga.
5. Tombol untuk menyimpan data hama penyakit tanaman mangga baru.
6. Tombol untuk mengembalikan *field* ke tampilan awal.
7. Tombol untuk kembali halaman sebelumnya atau membatalkan perintah.

4.3.7.7 Halaman Detail Pengguna

Halaman ini merupakan halaman yang berfungsi untuk menampilkan detail dari pengguna. Perancangan tampilan halaman detail pengguna ditunjukkan pada Gambar 4.27.



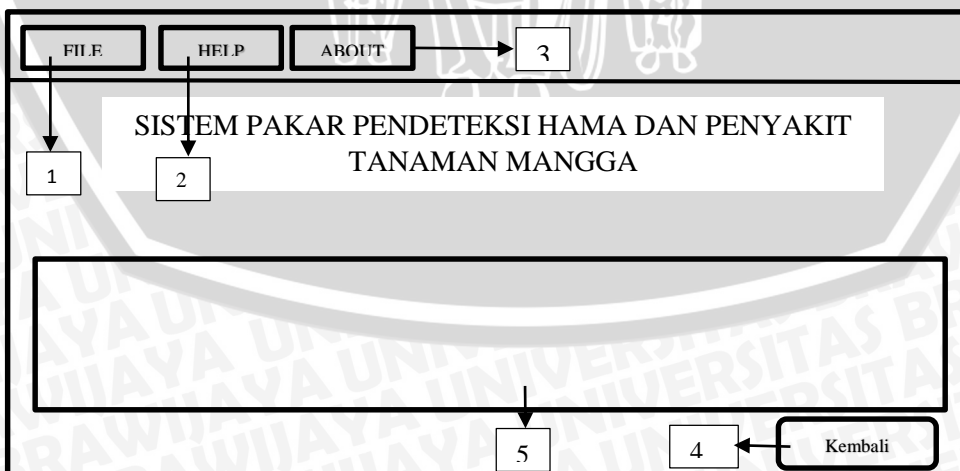
Gambar 4.27 Perancangan Antarmuka Halaman Detail Pengguna
Sumber : [Perancangan]

Keterangan Gambar:

1. Menu *File* untuk membuka submenu yang berisi menu *Logout* dan Informasi Tanaman Mangga.
2. Menu *Help* untuk membuka menu *Help*.
3. Menu *About* untuk membuka menu *About*.
4. Tombol yang digunakan untuk kembali ke menu utama.
5. *Field* untuk melihat detail pengguna.

4.3.7.8 Halaman Detail Hama Penyakit Tanaman Mangga

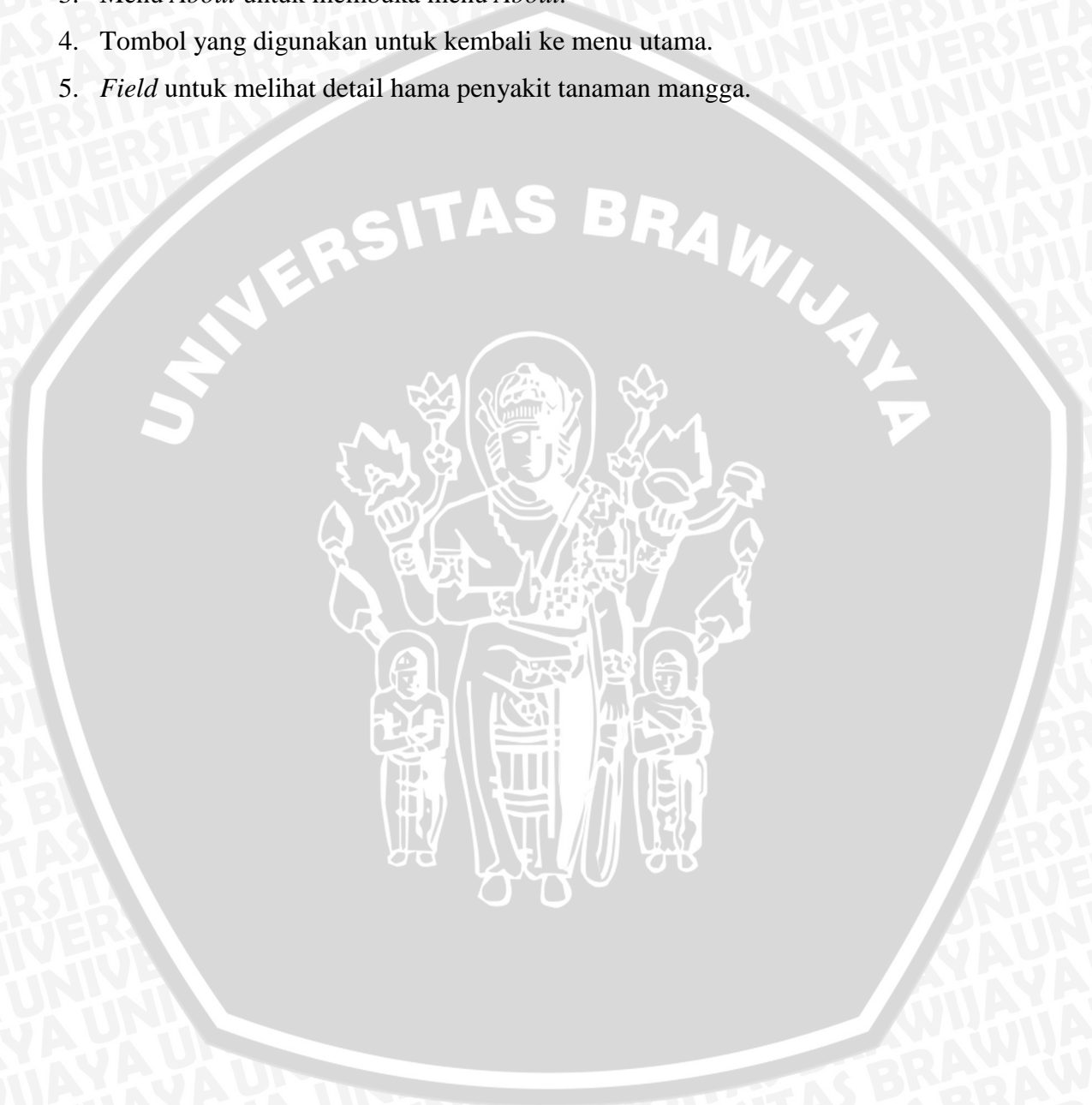
Halaman ini merupakan halaman yang berfungsi untuk menampilkan detail dari hama penyakit tanaman mangga yang telah dipilih. Perancangan tampilan halaman detail hama penyakit tanaman mangga ditunjukkan pada Gambar 4.27.



Gambar 4.28 Perancangan Antarmuka Halaman Detail Hama Penyakit Tanaman Mangga
Sumber: [Perancangan]

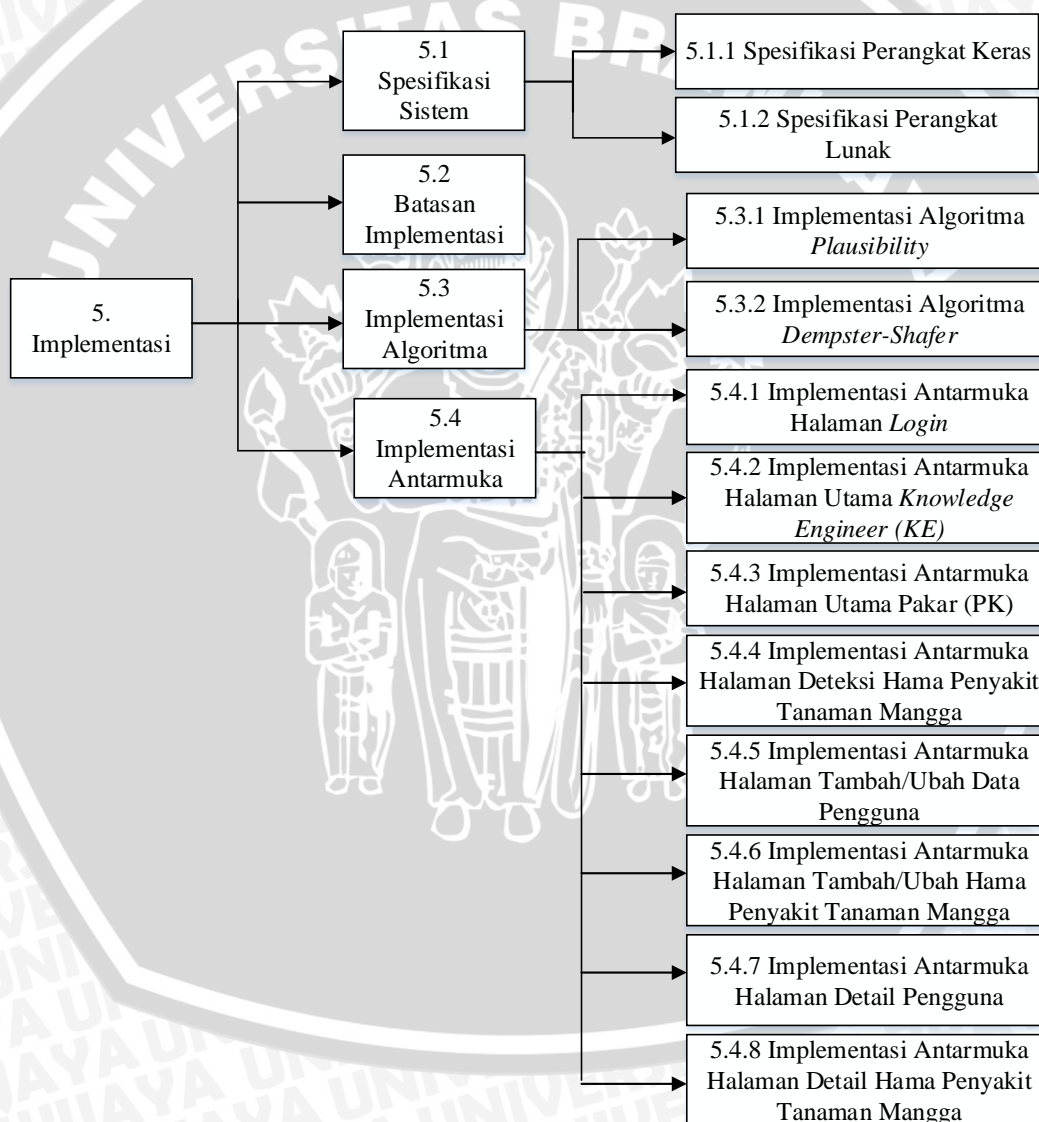
Keterangan Gambar:

1. Menu *File* untuk membuka submenu yang berisi menu *Logout* dan Informasi Tanaman Mangga.
2. Menu *Help* untuk membuka menu *Help*.
3. Menu *About* untuk membuka menu *About*.
4. Tombol yang digunakan untuk kembali ke menu utama.
5. *Field* untuk melihat detail hama penyakit tanaman mangga.



BAB V 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 algoritma pada program, dan implementasi antarmuka. Pohon implementasi sistem pakar dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut ini:



Gambar 5.1 Pohon Implementasi
Sumber : [Implementasi]



5.1 Spesifikasi Sistem

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

Pengembangan Aplikasi Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Mangga menggunakan komputer dengan spesifikasi perangkat keras yang dijelaskan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Spesifikasi Perangkat Keras

Nama Komponen	Spesifikasi
Processor	Intel(R) Core(TM) i5-3317U CPU @ 1.70GHz
Memory (RAM)	4,00 GB
Hardisk	300HDD

Sumber : [Implementasi]

5.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Pengembangan Aplikasi Sistem Pakar Penentuan Resiko Mengalami *Sudden Cardiac Death* menggunakan perangkat lunak dengan spesifikasi yang dijelaskan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

Sistem Operasi	Microsoft Windows 8.1 (64-bit)
Bahasa Pemrograman	C#
Tools Pemrograman	Visual C# 2010 Express
Server Localhost	XAMPP 3.2.1
DBMS	MySQL

Sumber : [Implementasi]

5.2 Batasan Implementasi

Beberapa batasan dalam mengimplementasikan Sistem Pakar Pendeteksi Hama dan Penyakit Tanaman Mangga ini adalah sebagai berikut :

1. Masukan yang diterima oleh sistem adalah masukan inputan gejala hama penyakit tanaman mangga.
2. Keluaran yang diterima oleh pengguna adalah deteksi hama penyakit tanaman mangga dan pengendaliannya.

3. Metode yang digunakan pada sistem pakar ini adalah *Dempster-Shafer*.
4. Proses ini mendeteksi 12 jenis hama dan penyakit tanaman mangga dan 37 gejala hama dan penyakit tanaman mangga.
5. Pengguna yang ingin mengakses beberapa menu yang ada dalam sistem pakar harus melakukan *login* terlebih dahulu.

5.3 Implementasi Mesin Inferensi

Implementasi mesin inferensi ini mengacu pada bab perancangan sub bab mesin inferensi dan algoritma yang mempunyai beberapa proses utama yang terbagi dalam beberapa fungsi. Pada penulisan implementasi ini hanya dicantumkan algoritma dari sebagian proses saja. Sehingga tidak semua algoritma akan dicantumkan. Proses algoritma yang dicantumkan yaitu implementasi algoritma *Plausibility* dan *Dempster-Shafer*.

5.3.1 Implementasi Algoritma dengan Metode *Plausibility*

Algoritma *plausibility* digunakan pada perhitungan 1 gejala. Perhitungan algoritma untuk 1 gejala hama penyakit ini dilakukan dengan terlebih dahulu memasukkan data-data nilai densitas gejala tiap hama penyakit dari pakar kedalam tabel hama penyakit dengan menggunakan skala 0 – 1 sebagai dasar perhitungan. Setelah semua nilai tersimpan pada basis data, maka perhitungan dapat dilakukan dengan mengisi 1 gejala penyakit pada form deteksi. Gambar 5.2 menjelaskan implementasi algoritma perhitungan 1 gejala hama penyakit dengan mengacu pada perancangan algoritma Gambar 4.12.

```
1  if (checkBox1.Checked == true)
2      {
3          keadaan = keadaan + ",nilaigejala1 as
4  'Daun mengering' ";
5          kondisi = kondisi + " gejalahpt1 = 1 ";
6
7          jmlBaris++;
8
9          Func_PerGejala("SELECT idHamaPenyakit,
10 NamaHamaPenyakit ,nilaigejala1 FROM nilaidensitashpt h,
11 hpt t WHERE t.idhpt = h.idHamaPenyakit and gejalahpt1 =
12 1");
13
14      }
15  else
16      {
17      keadaan = keadaan + "";
18      }
19
20  if (checkBox2.Checked == true)
```

```
21         {
22             if (kondisi != "AND ( ")
23             {
24                 kondisi = kondisi + "OR ";
25             }
26             keadaan = keadaan + ",nilaigejala2 as
27 'Daun gugur' ";
28             kondisi = kondisi + " gejalaht2 = 1 ";
29             jmlBaris++;
30
31             Func_PerGejala("SELECT idHamaPenyakit,
32 NamaHamaPenyakit ,nilaigejala2 FROM nilaidensitashpt h,
33 hpt t WHERE t.idhpt = h.idHamaPenyakit and gejalaht2 =
34 1");
35
36
37         }
38         else
39         {
40             keadaan = keadaan + "";
41         }
42
43         if (checkBox3.Checked == true)
44         {
45             if (kondisi != "AND ( ")
46             {
47                 kondisi = kondisi + "OR ";
48             }
49             keadaan = keadaan + ",nilaigejala3 as
50 'Daun terlapisi oleh jamur' ";
51             kondisi = kondisi + " gejalaht3 = 1 ";
52             jmlBaris++;
53
54             Func_PerGejala("SELECT idHamaPenyakit,
55 NamaHamaPenyakit ,nilaigejala3 FROM nilaidensitashpt h,
56 hpt t WHERE t.idhpt = h.idHamaPenyakit and gejalaht3 =
57 1");
58         }
59         else
60         {
61             keadaan = keadaan + "";
62         }
63         Data tempData = new Data();
64         List<int> id = new List<int>();
65         List<string> nama = new List<string>();
66         List<double> nilai = new List<double>();
67         try
68         {
69             conn.Open();
70             MySqlCommand cmd = new MySqlCommand(sql,
71 conn);
72             MySqlDataReader reader1 =
73 cmd.ExecuteReader();
74             while (reader1.Read())
75             {
76                 id.Add(reader1.GetInt32(0));
77                 nama.Add(reader1.GetString(1));
78                 nilai.Add(reader1.GetDouble(2));
79             }

```

```

80     }
81     catch (Exception er)
82     {
83         MessageBox.Show(er.Message);
84     }
85     conn.Close();
86
87     public void plausibility(Data _TempData)
88     {
89         spesificS sDunp = new spesificS();
90         sDunp.M = _TempData.M;
91         sDunp.id = _TempData.detail.id;
92
93         _combination.teta = _TempData.teta;
94
95         _combination._detail.Add(sDunp);
96     }
97

```

Gambar 5.2 Implementasi Algoritma dengan Metode *Plausibility*
Sumber : [Implementasi]

Penjelasan *source code* algoritma proses deteksi pada Gambar 5.2 yaitu :

1. Mengecek checkbox yang dipilih terdapat pada baris 1, 21, dan 46.
2. Mengambil gejala dari checkbox terdapat pada baris 3-31, 23-36, dan 47-60.
3. Data gejala diambil dari database terdapat pada baris 75-77.
4. Menghitung nilai mi dari gejala masukan data terdapat pada baris 88-89.
5. Mengitung nilai teta dari gejala masukan data terdapat pada baris 91.

5.3.2 Implementasi Algoritma dengan Metode *Dempster-Shafer*

Algoritma *Dempster-Shafer* digunakan pada saat ada lebih dari satu gejala masukan dan algoritma ini digunakan dengan cara kombinasi tiap 2 gejala. Perhitungan algoritma untuk lebih dari 1 gejala hama penyakit ini dilakukan dengan terlebih dahulu memasukkan data-data nilai densitas gejala tiap hama penyakit dari pakar kedalam tabel hama penyakit dengan menggunakan skala 0 – 1 sebagai dasar perhitungan. Setelah semua nilai tersimpan pada basis data, maka perhitungan dapat dilakukan dengan mengisi 1 gejala penyakit pada form deteksi. Gambar 5.3 menjelaskan implementasi algoritma perhitungan 1 gejala penyakit dengan mengacu pada perancangan algoritma Gambar 4.12 dan 4.13.

```

1     if (checkBox1.Checked == true)
2         {
3             keadaan = keadaan + ",nilaigejala1 as
4             'Daun mengering' ";
5             kondisi = kondisi + " gejalaht1 = 1 ";
6

```

```
7         jmlBaris++;
8
9         Func_PerGejala("SELECT idHamaPenyakit,
10 NamaHamaPenyakit ,nilaigejala1 FROM nilaidensitashpt h,
11 hpt t WHERE t.idhpt = h.idHamaPenyakit and gejalaht1 =
12 1");
13
14     }
15     else
16     {
17         keadaan = keadaan + "";
18     }
19
20     if (checkBox2.Checked == true)
21     {
22         if (kondisi != "AND ( ")
23         {
24             kondisi = kondisi + "OR ";
25         }
26         keadaan = keadaan + ",nilaigejala2 as
27 'Daun gugur' ";
28         kondisi = kondisi + " gejalaht2 = 1 ";
29         jmlBaris++;
30
31         Func_PerGejala("SELECT idHamaPenyakit,
32 NamaHamaPenyakit ,nilaigejala2 FROM nilaidensitashpt h,
33 hpt t WHERE t.idhpt = h.idHamaPenyakit and gejalaht2 =
34 1");
35
36     }
37     else
38     {
39         keadaan = keadaan + "";
40     }
41
42     if (checkBox3.Checked == true)
43     {
44         if (kondisi != "AND ( ")
45         {
46             kondisi = kondisi + "OR ";
47         }
48         keadaan = keadaan + ",nilaigejala3 as
49 'Daun terlapisi oleh jamur' ";
50         kondisi = kondisi + " gejalaht3 = 1 ";
51         jmlBaris++;
52
53     }
54     else
55     {
56         Func_PerGejala("SELECT idHamaPenyakit,
57 NamaHamaPenyakit ,nilaigejala3 FROM nilaidensitashpt h,
58 hpt t WHERE t.idhpt = h.idHamaPenyakit and gejalaht3 =
59 1");
60     }
61     else
62     {
63         keadaan = keadaan + "";
64     }
65     Data tempData = new Data();
66     List<int> id = new List<int>();
67     List<string> nama = new List<string>();
```



```
66         List<double> nilai = new List<double>();
67         try
68         {
69             conn.Open();
70             MySqlCommand cmd = new MySqlCommand(sql,
71 conn);
72             MySqlDataReader reader1 =
73 cmd.ExecuteReader();
74             while (reader1.Read())
75             {
76                 id.Add(reader1.GetInt32(0));
77                 nama.Add(reader1.GetString(1));
78                 nilai.Add(reader1.GetDouble(2));
79             }
80         }
81         catch (Exception er)
82         {
83             MessageBox.Show(er.Message);
84         }
85         conn.Close();
86
87         public void dempster(combination _dumpC, Data
88 _dumpD)
89         {
90             combination newComb = new combination();
91             List<spesificS> newSpec = new
92 List<spesificS>();
93
94             int counterM = _dumpC._detail.Count();
95
96             for (int i = 0; i < counterM; i++)
97             {
98
99                 List<int> dump1 =
100 cekForSameProblem(_dumpC._detail[i].id, _dumpD.detail.id);
101                 double dump2 = _dumpC._detail[i].M *
102 _dumpD.M;
103                 List<int> dump3 = _dumpC._detail[i].id;
104                 double dump4 = _dumpC._detail[i].M * _dumpD.teta;
105
106                 spesifikS _spe = new spesifikS();
107                 _spe.id = dump1;
108                 _spe.M = dump2;
109                 spesifikS _spe2 = new spesifikS();
110                 _spe2.id = dump3;
111                 _spe2.M = dump4;
112
113                 newSpec.Add(_spe);
114                 newSpec.Add(_spe2);
115
116             }
117
118             List<int> dump5 = _dumpD.detail.id;
119             double dump6 = _dumpC.teta * _dumpD.M;
120             spesifikS _spe3 = new spesifikS();
121             _spe3.id = dump5;
122             _spe3.M = dump6;
123             newSpec.Add(_spe3);
124             combination._detail.Clear();
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
```

```

135
136
137         newComb._detail = cekissame( newSpec);
138         newComb.teta = _dumpC.teta * _dumpD.teta;
139
140         _combination = newComb;
141         _combination._detail = newComb._detail ;
142
143     }

```

Gambar 5.3 Implementasi Algoritma dengan Metode *Dempster-Shafer*
Sumber : [Implementasi]

Penjelasan *source code* algoritma proses deteksi pada Gambar 5.3 yaitu :

1. Mengecek checkbox yang dipilih terdapat pada baris 1, 21, dan 46.
2. Mengambil gejala dari checkbox terdapat pada baris 3-31, 23-36, dan 47-60.
3. Data gejala diambil dari database terdapat pada baris 75-77.
4. Menghitung nilai mi dari gejala masukan data terdapat pada baris 99-103.
5. Mengitung nilai teta dari gejala masukan data terdapat pada baris 104.
6. Menghitung nilai densitas baru dengan perhitungan setiap 2 gejala terdapat pada baris 106-143.

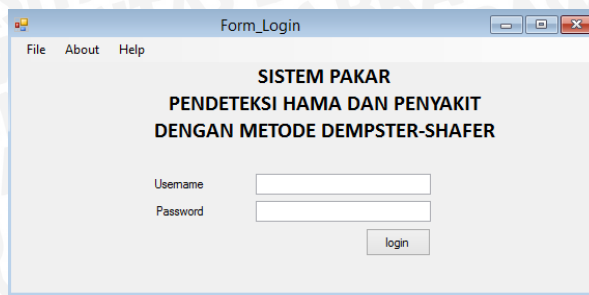
5.4 Implementasi Antarmuka

Antarmuka Aplikasi Sistem Pakar Pendeteksi Hama Penyakit Tanaman Mangga 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 yaitu implementasi *login*, implementasi main menu, implementasi halaman deteksi, dan implementasi halaman hasil deteksi.

5.4.1 Implementasi Antarmuka Halaman *Login*

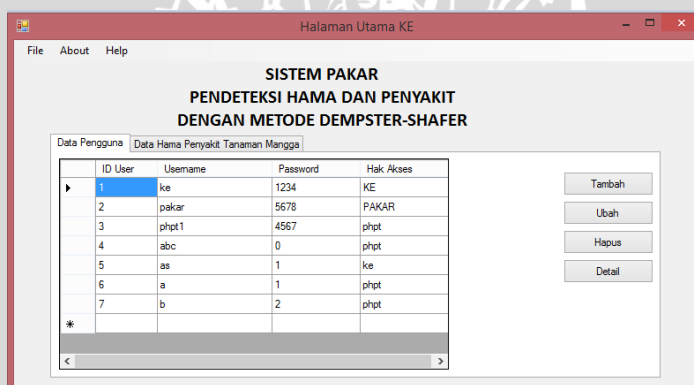
Halaman login merupakan halaman yang disediakan oleh sistem untuk mengidentifikasi pengguna sistem yang berhak untuk masuk dan menentukan hak akses dari pengguna. Pengguna dapat memulai proses *login* dengan cara memasukkan *username* dan *password* ke dalam *field* yang tersedia pada halaman *login*. Setelah *username* dan *password* dimasukan, maka sistem akan melakukan identifikasi apakah *username* dan *password* tersebut sesuai dengan data yang tersimpan dalam *database* sistem. Implementasi antarmuka halaman *login* terdapat pada Gambar 5.4



Gambar 5.4 Implementasi Antarmuka Halaman *Login*
Sumber: [Implementasi]

5.4.2 Implementasi Antarmuka Halaman Utama *Knowledge Engineer (KE)*

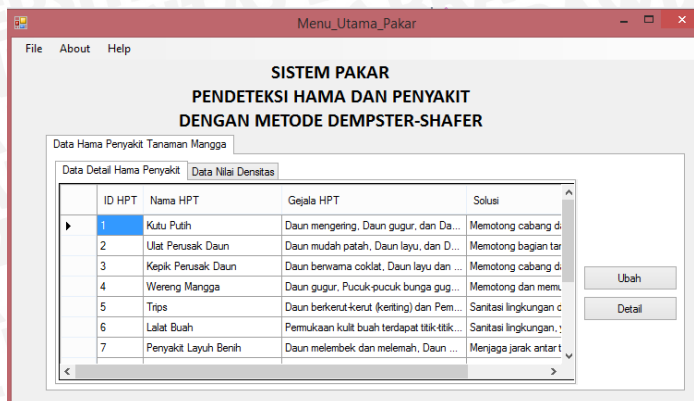
Halaman utama *knowledge engineer* merupakan halaman yang dapat diakses oleh pengguna dengan hak akses sebagai *knowledge engineer* setelah melakukan proses *login*. Halaman ini mempunyai beberapa menu utama diantaranya yaitu kelola data pengguna dan kelola data hama penyakit. Implementasi antarmuka halaman utama *knowledge engineer* terdapat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Implementasi Antarmuka Halaman *Knowledge Engineer (KE)*
Sumber : [Implementasi]

5.4.3 Implementasi Antarmuka Halaman Utama Pakar (PK)

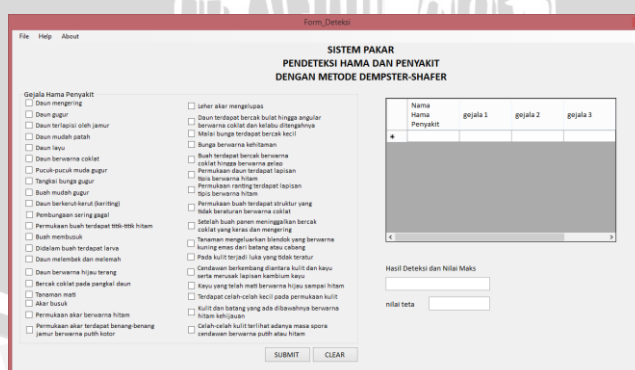
Halaman utama pakar merupakan halaman yang dapat diakses oleh pengguna dengan hak akses sebagai pakar setelah melakukan proses *login*. Halaman ini mempunyai beberapa menu utama diantaranya yaitu kelola hama penyakit tanaman mangga dan melakukan proses deteksi hama penyakit tanaman mangga. Implementasi antarmuka halaman utama pakar terdapat pada gambar 5.6.



Gambar 5.6 Implementasi Antarmuka Halaman Utama Pakar (PK)
Sumber : [Implementasi]

5.4.4 Implementasi Antarmuka Halaman Deteksi Hama Penyakit Tanaman Mangga

Halaman deteksi hama penyakit tanaman mangga merupakan halaman yang digunakan untuk mendapatkan hasil deteksi hama penyakit tanaman mangga. Pada halaman ini pengguna akan memasukkan gejala yang menyerang tanaman mangga. Hasil masukan pengguna nantinya akan digunakan sebagai perhitungan dan akan menghasilkan deteksi hama penyakit yang menyerang tanaman mangga tersebut. Selain itu hasil yang keluar adalah solusi untuk pengendalian hama penyakit yang menyerang tanaman mangga tersebut beserta gambarnya. Halaman ini dapat diakses oleh pengguna dengan hak akses sebagai *knowledge engineer* (KE), pakar, dan pengamat hama penyakit tanaman (PHPT). Implementasi antarmuka halaman deteksi hama penyakit ini terdapat pada Gambar 5.7.

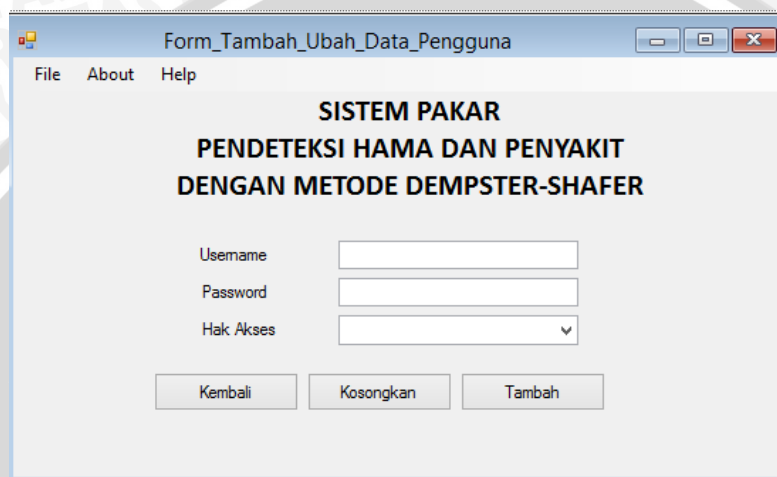


Gambar 5.7 Implementasi Antarmuka Halaman Deteksi Hama Penyakit Tanaman Mangga
Sumber : [Implementasi]

5.4.5 Implementasi Antarmuka Halaman Tambah/Ubah Data Pengguna



Halaman tambah atau ubah data pengguna merupakan halaman yang digunakan untuk menambah data pengguna atau mengubah data pengguna. Proses menambah dan mengubah data pengguna dapat dilakukan dengan mengisi data baru pada *field* yang ada kemudian sistem akan memasukkan data baru tersebut ke dalam *database*. Halaman ini dapat diakses oleh pengguna dengan hak akses sebagai *knowledge engineer*. Implementasi antarmuka halaman tambah atau ubah data pengguna terdapat pada Gambar 5.8.

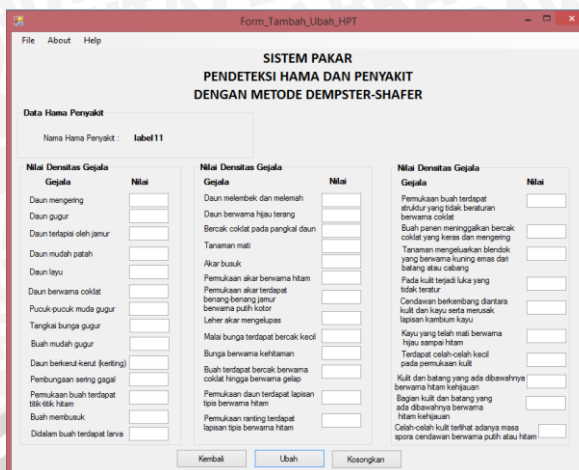


The image shows a web browser window with the title "Form_Tambah_Ubah_Data_Pengguna". The page content is centered and reads "SISTEM PAKAR PENDETEKSI HAMA DAN PENYAKIT DENGAN METODE DEMPSTER-SHAFER". Below the title, there are three input fields: "Username" (a text box), "Password" (a text box), and "Hak Akses" (a dropdown menu). At the bottom of the form, there are three buttons: "Kembali", "Kosongkan", and "Tambah".

Gambar 5.8 Implementasi Antarmuka Halaman Tambah/Ubah Data Pengguna
Sumber: [Implementasi]

5.4.6 Implementasi Antarmuka Halaman Tambah/Ubah Hama Penyakit Tanaman Mangga

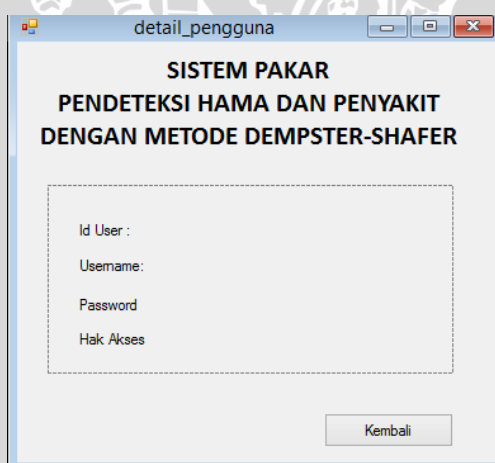
Halaman tambah atau ubah data hama penyakit tanaman mangga merupakan halaman yang digunakan untuk menambah data atau mengubah data hama penyakit. Proses menambah dan mengubah data hama penyakit dapat dilakukan dengan mengisi data baru pada *field* yang ada kemudian sistem akan memasukkan data baru tersebut ke dalam *database*. Halaman ini dapat diakses oleh pengguna dengan hak akses sebagai *knowledge engineer* dan pakar. Implementasi antarmuka halaman tambah atau ubah data hama penyakit terdapat pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Implementasi Antarmuka Halaman Tambah/Ubah Hama Penyakit Tanaman Mangga
Sumber: [Implementasi]

5.4.7 Implementasi Antarmuka Halaman Detail Pengguna

Halaman detail pengguna merupakan halaman yang berisi tentang detail dari seorang pengguna. Halaman ini akan menampilkan detail dari pengguna tertentu sesuai dengan data yang tersimpan dalam *database*. Implementasi antarmuka halaman pengguna terdapat pada Gambar 5.10.

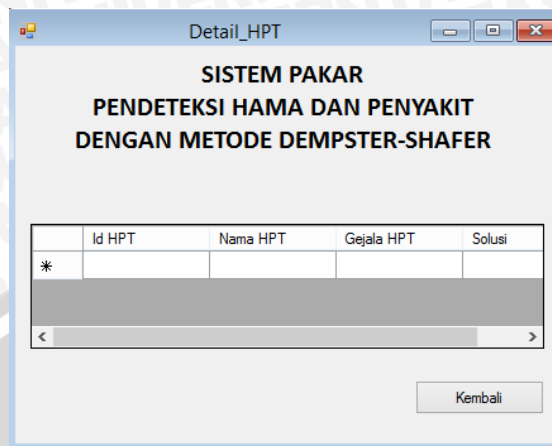


Gambar 5.10 Implementasi Antarmuka Halaman Detail Pengguna
Sumber: [Impelementasi]

5.4.8 Implementasi Antarmuka Halaman Detail Hama Penyakit Tanaman Mangga

Halaman detail hama penyakit tanaman mangga merupakan halaman yang berisi tentang detail dari hama penyakit tanaman mangga. Halaman ini akan menampilkan detail dari hama penyakit tanmana mangga sesuai dengan data yang

tersimpan dalam *database*. Implementasi antara halaman detail hama penyakit tanaman mangga terdapat pada Gambar 5.11.

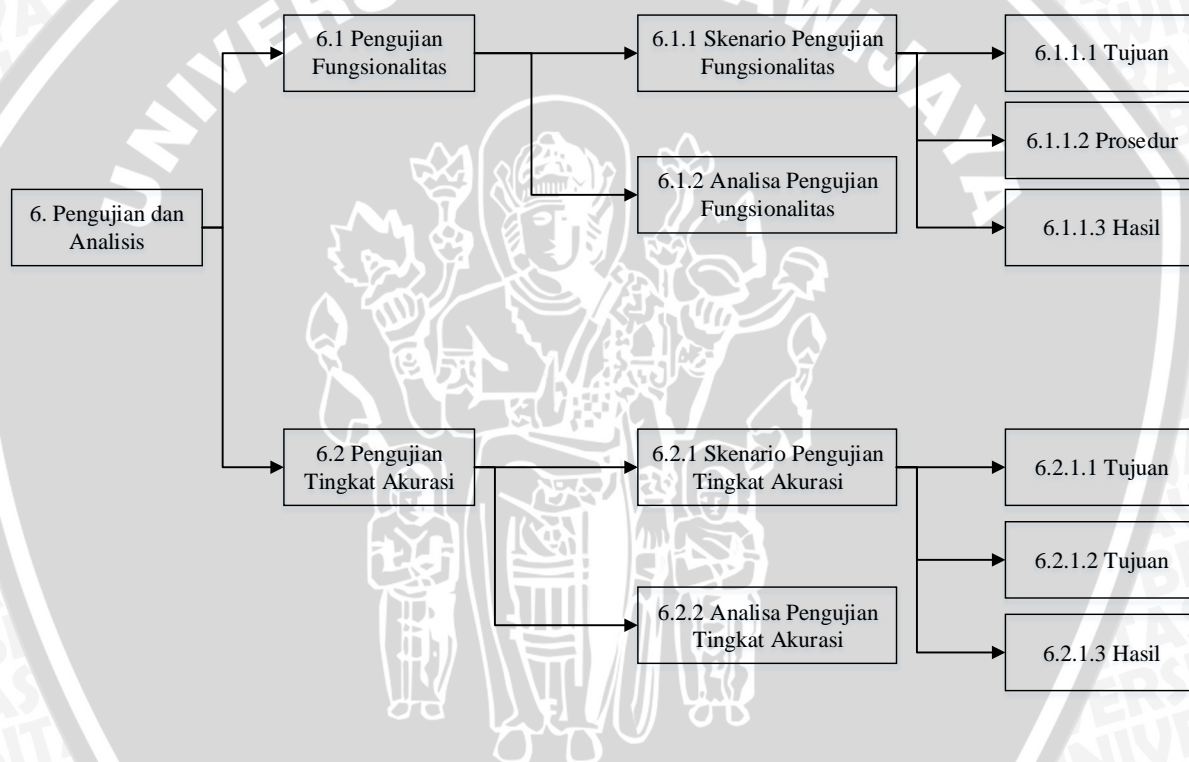


Gambar 5.11 Implementasi Antarmuka Detail Hama Penyakit Tanaman Mangga
Sumber: [Implementasi]



BAB VI PENGUJIAN dan ANALISA

Pada bab ini membahas mengenai proses pengujian sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit tanaman mangga. Proses pengujian dilakukan melalui dua tahapan pengujian, yaitu pengujian fungsionalitas dan pengujian akurasi. Pengujian fungsionalitas digunakan untuk menguji apakah sistem yang dibangun telah sesuai dengan kebutuhan sistem. Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil dari keluaran sistem hasil deteksi dari pakar. Diagram alir proses pengujian dan analisis ditunjukkan pada Gambar 6.1



Gambar 6.1 Pohon Pengujian dan Analisa
Sumber: [Pengujian]

6.1 Pengujian Fungsionalitas

Pada Bagian ini akan dijelaskan tentang skenario pengujian yang akan dilakukan pada skenario pengujian pertama yaitu pengujian fungsionalitas sistem berdasarkan daftar kebutuhan sistem. Pengujian fungsionalitas merupakan pengujian yang dilakukan terhadap sistem untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun telah sesuai dengan daftar kebutuhan sistem yang telah ditentukan. Daftar kebutuhan yang digunakan dalam proses pengujian fungsionalitas ditunjukkan pada



Tabel 4.2. pada tabel tersebut terdapat 14 kebutuhan yang harus terdapat pada sistem yang dibangun, 14 daftar kebutuhan yang telah diimplementasikan pada sistem tersebut nantinya akan diuji dengan pengujian fungsionalitas untuk mengetahui tingkat kesesuaian antara kinerja sistem dengan daftar kerja sistem yang telah disebutkan.

6.1.1 Skenario Pengujian Fungsionalitas

Sub bab berikut akan menjelaskan tentang tujuan, prosedur serta hasil akhir yang didapatkan dari skenario pengujian pertama yang merupakan skenario pengujian fungsionalitas.

6.1.1.1 Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun sudah sesuai dengan daftar kebutuhan sistem yang telah ditentukan.

6.1.1.2 Prosedur

Prosedur pengujian fungsionalitas dilakukan dengan cara membuat kasus uji pengetahuan untuk setiap daftar kebutuhan sistem yang telah ditentukan pada Tabel 4.2. Berdasarkan daftar kebutuhan yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 terdapat 13 daftar kebutuhan sistem yang nantinya akan diuji. Setiap kasus uji daftar kebutuhan sistem akan berisi tentang nama kasus uji yang dilakukan, tujuan pengujian, prosedur pengujian, dan hasil yang diharapkan. Adapun kasus uji yang digunakan untuk pengujian fungsionalitas adalah sebagai berikut:

a. Kasus Uji *Login*

Kasus uji *login* menjelaskan tentang pengujian fungsionalitas proses *login* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses *Login*

Nama Kasus Uji	Kasus Uji <i>Login</i>
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan fungsional untuk kebutuhan masuk ke dalam sistem dengan tujuan agar pengguna dapat masuk/menggunakan sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit tanaman mangga sesuai dengan hak akses.
Prosedur Uji	1. Sistem dijalankan ketika program dieksekusi

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Pengguna akan langsung dihadapkan kepada <i>login</i> 3. Pengguna mengisi <i>username</i> pengguna dan <i>password</i> ke dalam kolom yang telah disediakan 4. Pengguna menekan tombol <i>login</i>
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat mengakses <i>database</i> sistem 2. Sistem dapat melakukan pemeriksaan data <i>login</i> yang telah dimasukan oleh pengguna. 3. Sistem dapat menampilkan pesan peringatan ketika data <i>login</i> yang dimasukan tidak sesuai dengan data <i>login</i> yang tersimpan dalam <i>database</i> sistem 4. Sistem dapat menampilkan halaman utama sesuai dengan hak akses masing-masing pengguna ketika data <i>login</i> sesuai dengan data pada <i>database</i>

Sumber: [Pengujian]

Tabel 6.2 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji *login*.

Tabel 6.2 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses *Login*

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Mengosongkan semua <i>field</i> atau salah satu <i>field</i> lalu mengklik tombol 'Login'	Username: - Password: -	Sistem akan menolak akses <i>login</i> dan menampilkan pesan "Silahkan mengisi username dan password anda"	Sesuai harapan	Sukses
2.	Memasukan dengan salah satu data yang benar dan salah satu data salah lalu mengklik tombol 'Login'	Username: (benar) Password: (salah)	Sistem akan menolak akses <i>login</i> dan menampilkan pesan "Username atau Password salah"	Sesuai harapan	Sukses

3.	Memasukan dengan data yang benar lalu mengklik tombol 'Login'	Username: (benar) Password: (benar)	Sistem akan menerima akses <i>login</i> dan menampilkan halaman sesuai hak akses pengguna	Sesuai harapan	Sukses
----	---	--	---	----------------	--------

Sumber: [Pengujian]

b. Kasus Uji Kelola Data Pengguna

Kasus uji kelola data pengguna menjelaskan tentang pengujian fungsionalitas proses kelo data pengguna pada sistem yang hanya dapat dilakukan oleh pengguna dengan hak akses sebagai KE seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Kelola Data Pengguna

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Kelola Data Pengguna
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan fungsional untuk mengelola data pengguna.
Prosedur Uji	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai KE masuk ke dalam sistem pada halaman utama KE. 2. Pengguna memilih menu Data Pengguna 3. Pengguna dihadapkan pada halaman utama KE yang memuat data-data pengguna dengan menu-menu yang digunakan untuk menambah, mengubah, menghapus dan melihat detail dari pengguna.
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan data pengguna yang tersimpan dalam <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat menyediakan menu yang digunakan untuk menambah, mengubah, menghapus, ataupun melihat detail data pengguna pada sistem.

Sumber: [Pengujian]

Tabel 6.4 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji kelola data pengguna.

Tabel 6.4 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Kelola Data Pengguna

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Masuk ke dalam sistem dengan hak akses sebagai KE	Memilih menu data pengguna	Sistem akan menampilkan data pengguna dan menu-menu untuk mengelola data pengguna	Sesuai harapan	Sukses

Sumber: [Pengujian]

c. Kasus Uji Tambah Data Pengguna

Kasus uji tambah data pengguna menjelaskan tentang pengujian fungsionalitas proses menambah data pengguna pada sistem yang hanya dapat dilakukan oleh pengguna dengan hak akses KE seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.5

Tabel 6.5 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Tambah Data Pengguna

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Kelola Data Pengguna
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan fungsional untuk mengelola data pengguna.
Prosedur Uji	<ol style="list-style-type: none"> 4. Pengguna dengan hak akses sebagai KE masuk ke dalam sistem pada halaman utama KE. 5. Pengguna memilih menu Data Pengguna 6. Pengguna dihadapkan pada halaman utama KE yang memuat data-data pengguna dengan menu-menu yang digunakan untuk menambah, mengubah, menghapus dan melihat detail dari pengguna.
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 3. Sistem dapat menampilkan data pengguna yang tersimpan dalam <i>database</i> sistem. 4. Sistem dapat menyediakan menu yang digunakan untuk menambah, mengubah, menghapus, ataupun melihat detail data pengguna pada sistem.

Sumber: [Pengujian]

Tabel 6.6 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji tambah data pengguna.

Tabel 6.6 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Tambah Data Pengguna

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Mengosongkan <i>field username</i> dan <i>field password</i> lalu mengklik tombol 'Tambah'	Username: - Password: -	Sistem akan menolak proses dan menampilkan pesan "Username dan Password Harus Diisi"	Sesuai harapan	Sukses
2.	Mengosongkan <i>field username</i> dan mengisi <i>field password</i> lalu mengklik tombol „Tambah“.	Username : - Password : (isi)	Sistem akan menolak proses dan menampilkan pesan "Username Harus Diisi"	Sesuai harapan	Sukses
3.	Mengisi <i>field username</i> dan mengosongkan <i>field password</i> lalu mengklik tombol "Tambah"	Username : (isi) Password : -	Sistem akan menolak proses dan menampilkan pesan "Password Harus Diisi"	Sesuai harapan	Sukses
4.	<i>username</i> dengan data <i>username</i> yang sudah ada dalam <i>database</i> dan mengisi <i>field password</i> lalu mengklik tombol "Tambah".	Username : (isi data sudah ada dalam <i>database</i>) Password : (isi)	Sistem akan menolak proses dan menampilkan pesan "Username Sudah Ada"	Sesuai harapan	Sukses
5.	Mengisi <i>field username</i> dengan data <i>username</i> yang belum ada dalam <i>database</i> dan mengisi <i>field password</i> lalu mengklik	Username : (isi data belum ada dalam <i>database</i>) Password : (isi)	Sistem akan menerima proses tambah data pengguna dan menampilkan pesan "Data Berhasil Disimpan" kemudian	Sesuai harapan	Sukses

tombol "Tambah".		kembali ke halaman utama admin yang menampilkan data pengguna terbaru		
---------------------	--	---	--	--

Sumber: [Pengujian]

d. Kasus Ubah Data Pengguna

Kasus uji data pengguna menjelaskan tentang pengujian fungsionalitas proses mengubah data pengguna pada sistem yang hanya dapat dilakukan oleh pengguna dengan hak akses sebagai KE seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.7.

Tabel 6.7 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Ubah Data Pengguna

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Ubah Data Pengguna
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan fungsionalitas dari proses ubah data pengguna.
Prosedur Uji	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses KE masuk ke dalam sistem pada halaman utama KE. 2. Pengguna memilih menu Data Pengguna dan memilih data pengguna yang ingin diubah kemudian memilih Ubah untuk mengubah data pengguna yang telah dipilih. 3. Pengguna mengisi data pengguna baru ke <i>form</i> yang telah disediakan. 4. Pengguna memilih menu ubah.
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menyimpan data pengguna baru yang telah dimasukkan ke dalam <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat menampilkan data pengguna terbaru pada halaman utama KE.

Sumber: [Pengujian]

Tabel 6.8 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji ubah data pengguna.

Tabel 6.8 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Ubah Data Pengguna

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Mengosongkan <i>field username</i> dan <i>field password</i> lalu mengeklik tombol “Ubah”.	Username : - Password : -	Sistem akan menolak proses dan menampilkan pesan “Username dan Password Harus Diisi”	Sesuai harapan	Sukses
2.	Mengosongkan <i>field username</i> dan mengisi <i>field password</i> lalu mengeklik tombol “Ubah”.	Username : - Password : (isi)	Sistem akan menolak proses dan menampilkan pesan “Username Harus Diisi”	Sesuai harapan	Sukses
3.	Mengisi <i>field username</i> dan mengosongkan <i>field password</i> lalu mengeklik tombol “Ubah”	Username : (isi) Password : -	Sistem akan menolak proses dan menampilkan pesan “Password Harus Diisi”		
4.	Mengisi <i>field username</i> dengan data <i>username</i> yang sudah ada dalam <i>database</i> dan mengisi <i>field password</i> lalu mengeklik tombol “Ubah”.	Username : (isi data sudah ada dalam <i>database</i>) Password : (isi)	Sistem akan menolak proses dan menampilkan pesan “Username Sudah Ada”	Sesuai harapan	Sukses
5.	Mengisi <i>field username</i> dengan data <i>username</i> yang belum ada dalam <i>database</i> dan mengisi <i>field password</i> lalu mengeklik tombol “Ubah”.	Username : (isi data belum ada dalam <i>database</i>) Password : (isi)	Sistem akan menerima proses ubah data pengguna dan menampilkan pesan “Data Berhasil Disimpan” kemudian kembali ke	Sesuai harapan	Sukses

			halaman utama admin yang menampilkan data pengguna terbaru	
--	--	--	--	--

Sumber: [Pengujian]

e. Kasus Uji Hapus Data Pengguna

Kasus uji hapus data pengguna menjelaskan tentang pengujian fungsionalitas proses menghapus data pengguna pada sistem yang hanya dapat dilakukan oleh pengguna dengan hak akses sebagai KE seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.9.

Tabel 6.9 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Hapus Data Pengguna

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Hapus Data Pengguna
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan fungsionalitas dari proses hapus data pengguna.
Prosedur Uji	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai KE masuk ke dalam sistem pada halaman utama KE. 2. Pengguna dapat menghapus Data Pengguna dan memilih data pengguna yang akan dihapus kemudian memilih Hapus untuk menghapus data pengguna yang telah dipilih.
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menghapus data pengguna yang tersimpan dalam <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat menampilkan data pengguna terbaru pada halaman utama KE.

Sumber: [Pengguna]

Tabel 6.10 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji hapus data pengguna.

Tabel 6.10 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Hapus Data Pengguna

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Memilih data pengguna	Memilih data pengguna	Sistem akan menerima proses hapus data	Sesuai harapan	Sukses



yang akan dihapus lalu mengeklik tombol “Hapus”.	yang akan dihapus.	pengguna dan menampilkan pesan “Data Berhasil Dihapus” kemudian menampilkan data pengguna terbaru.		
--	--------------------	--	--	--

Sumber: [Pengujian]

f. Kasus Uji Lihat Detail Pengguna

Kasus uji lihat detail data pengguna menjelaskan tentang pengujian fungsionalitas proses lihat detail data pengguna pada sistem yang hanya dapat dilakukan oleh pengguna dengan hak akses sebagai KE seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.11.

Tabel 6.11 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Lihat Detail Pengguna

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Lihat Detail Data Pengguna
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan fungsionalitas untuk proses lihat detail data pengguna.
Prosedur Uji	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai KE masuk ke dalam sistem pada halaman utama KE. 2. Pengguna memilih menu Data Pengguna dan memilih data pengguna yang ingin diketahui kemudian memilih Detail untuk melihat detail data pengguna yang telah dipilih.
Hasil yang diharapkan	Sistem dapat menampilkan detail data pengguna yang dipilih ada halaman detail data pengguna.

Sumber: [Pengujian]

Tabel 6.12 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji detail data pengguna.

Tabel 6.12 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Lihat Detail Pengguna

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Memilih data pengguna yang ingin diketahui lalu mengeklik tombol "Detail".	Memilih data pengguna yang ingin diketahui.	Sistem akan menampilkan detail dari data pengguna yang ingin diketahui.	Sesuai harapan	Sukses

Sumber: [Pengujian]

g. Kasus Uji Data Hama Penyakit Tanaman Mangga

Kasus uji kelola data gejala hama penyakit tanaman mangga menjelaskan tentang pengujian fungsionalitas proses kelola data hama penyakit tanaman mangga pada sistem yang dapat dilakukan oleh pengguna dengan hak akses sebagai KE atau pakar seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.13.

Tabel 6.13 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Kelola Data Hama Penyakit Tanaman Mangga

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Kelola Data Hama Penyakit Tanaman Mangga
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan fungsional untuk mengelola data gejala hama penyakit tanaman mangga.
Prosedur Uji	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai KE atau pakar masuk ke dalam sistem pada halaman utama KE atau halaman utama pakar. 2. Pengguna memilih menu Data Hama Penyakit Tanaman Mangga. 3. Pengguna dihadapkan pada halaman yang memuat data data gejala hama penyakit tanaman mangga dengan menu-menu yang digunakan untuk menambah, mengubah, menghapus, dan melihat detail dari pengguna.
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan data gejala hama penyakit tanaman mangga yang tersimpan dalam <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat menyediakan menu yang digunakan untuk menambah, mengubah ,

	menghapus, ataupun melihat detail gejala hama penyakit pada sistem.
--	---

Sumber: [Pengujian]

Tabel 6.14 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji kelola data hama penyakit tanaman mangga.

Tabel 6.14 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Kelola Data Hama Penyakit Tanaman Mangga

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Masuk ke dalam sistem dengan hak akses sebagai KE atau pakar	Memilih menu data gejala hama penyakit tanaman mangga	Sistem akan menampilkan data hama penyakit tanaman mangga dan menu-menu untuk mengelola data hama penyakit tanaman mangga	Sesuai harapan	Sukses

Sumber: [Perancangan]

h. Kasus Uji Tambah Data Hama Penyakit Tanaman Mangga

Kasus uji tambah data hama penyakit tanaman mangga menjelaskan tentang pengujian fungsionalitas proses menambah data hama penyakit tanaman mangga pada sistem yang dapat dilakukan oleh pengguna dengan hak akses sebagai KE atau pakar seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.15.

Tabel 6.15 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Tambah Data Hama Penyakit Tanaman Mangga

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Tambah Data Hama Penyakit Tanaman Mangga
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan fungsionalitas dari proses tambah data gejala hama penyakit tanaman mangga.
Prosedur Uji	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai KE atau pakar masuk ke dalam sistem pada halaman utama KE atau halaman utama pakar. 2. Pengguna memilih menu Data Hama Penyakit Tanaman Mangga dan memilih Tambah untuk menambah data hama penyakit tanaman mangga.

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Pengguna mengisi data hama penyakit baru ke form yang telah disediakan. 4. Pengguna memilih menu tambah.
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menyimpan data hama penyakit tanaman mangga baru yang telah dimasukkan ke dalam <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat menampilkan data hama penyakit tanaman mangga terbaru pada halaman KE atau halaman utama pakar.

Sumber: [Pengujian]

Tabel 6.16 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji tambah data hama penyakit tanaman mangga.

Tabel 6.16 Skenario Pengujian Fungsionalitas Tambah Hama Penyakit Tanaman Mangga

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Mengosongkan <i>field</i> nama hama penyakit, nilai densitas hama penyakit lalu mengklik tombol "Tambah"	Nama Hama Penyakit: - Nilai Densitas Hama Penyakit: -	Sistem akan menolak proses dan menampilkan pesan "Nama, dan Nilai Hama Penyakit Harus Diisi"	Sesuai harapan	Sukses
2.	Mengosongkan <i>field</i> nama hama penyakit, gejala hama penyakit, mengisi nilai densitas hama penyakit lalu mengklik tombol "Tambah"	Nama Hama Penyakit: - Nilai Densitas Hama Penyakit: (isi)	Sistem akan menolak proses dan menampilkan pesan "Nama, dan Nilai Hama Penyakit Harus Diisi"	Sesuai harapan	Sukses
3.	Mengosongkan <i>field</i> nama hama penyakit, mengosongkan nilai densitas hama penyakit lalu mengklik tombol "Tambah"	Nama Hama (isi) Nilai Densitas Hama Penyakit:-	Sistem akan menolak proses dan menampilkan pesan "Nama, dan Nilai Hama Penyakit Harus Diisi"	Sesuai harapan	Sukses
4.	Mengisi <i>field</i> nama hama penyakit, nilai	Nama Hama	Sistem akan menerima proses	Sesuai harapan	Sukses

	densitas hama penyakit lalu mengklik tombol “Tambah”	Penyakit: (isi) Nilai Densitas Hama Penyakit: (isi)	tambah data hama penyakit tanaman mangga dan menampilkan pesan “Data berhasil Disimpan” kemudian kembali ke halaman utama KE atau pakar yang menampilkan data hama penyakit tanaman mangga baru.		
--	--	--	--	--	--

Sumber: [Pengujian]

i. Kasus Uji Ubah Data Hama Penyakit Tanaman Mangga

Kasus uji ubah data hama penyakit tanaman mangga menjelaskan tentang pengujian fungsionalitas proses mengubah data hama penyakit tanaman mangga pada sistem yang dapat dilakukan oleh pengguna dengan hak akses sebagai KE atau spesialis seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.17

Tabel 6.17 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Ubah Data Hama Penyakit Tanaman Mangga

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Ubah Data Hama Penyakit Tanaman Mangga
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan fungsionalitas dari proses ubah data hama penyakit tanaman mangga.
Prosedur Uji	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai KE atau pakar masuk ke dalam sistem pada halaman utama KE atau halaman utama pakar. 2. Pengguna memilih menu Data Hama Penyakit Tanaman Mangga dan memilih Ubah data gejala hama penyakit tanaman mangga.

	<p>3. Pengguna mengisi data hama penyakit tanaman mangga baru ke <i>form</i> yang telah disediakan.</p> <p>4. Pengguna memilih menu ubah.</p>
Hasil yang diharapkan	<p>1. Sistem dapat menyimpan data hama penyakit tanaman mangga yang telah dimasukkan ke dalam <i>database</i> sistem.</p> <p>2. Sistem dapat menampilkan data hama penyakit tanaman mangga terbaru pada halaman utama KE atau halaman utama pakar.</p>

Sumber: [Pengujian]

Tabel 6.18 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji ubah data hama penyakit tanaman mangga.

Tabel 6.18 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Ubah Gejala Hama Penyakit Tanaman Mangga

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Mengosongkan <i>field</i> nama hama penyakit tanaman mangga dan <i>field</i> nilai densitas lalu mengklik tombol “Ubah”	Nama Hama Penyakit: - Nilai Densitas: -	Sistem akan menolak proses dan menampilkan pesan “Nama hama penyakit dan nilai densitas harus diisi”	Sesuai harapan	Sukses
2.	Mengosongkan <i>field</i> nama hama penyakit tanaman mangga dan mengisi <i>field</i> nilai densitas lalu mengklik tombol “Ubah”	Nama Hama Penyakit: - Nilai Densitas: (isi)	Sistem akan menolak proses dan menampilkan pesan “Nama hama penyakit dan nilai densitas harus diisi”	Sesuai harapan	Sukses
3.	Mengisi <i>field</i> nama hama penyakit tanaman mangga dan mengosongkan <i>field</i> nilai densitas lalu mengklik tombol “Ubah”	Nama Hama Penyakit: (isi) Nilai Densitas: -	Sistem akan menolak proses dan menampilkan pesan “Nama hama penyakit dan nilai densitas harus diisi”	Sesuai harapan	Sukses

4.	Mengosongkan <i>field</i> nama hama penyakit tanaman mangga dan <i>field</i> nilai densitas lalu mengklik tombol “Ubah”	Nama Hama Penyakit: (isi) Nilai Densitas: (isi)	Sistem akan menerima proses ubah data hama penyakit tanaman mangga dan menampilkan pesan “Data Berhasil Disimpan” kemudian kembali ke halaman utama KE atau halaman utama pakar yang menampilkan data hama penyakit baru terbaru	Sesuai harapan	Sukses
----	---	---	--	----------------	--------

Sumber: [Pengujian]

j. Kasus Uji Hapus Data Hama Penyakit Tanaman Mangga

Kasus uji hapus data hama penyakit tanaman mangga menjelaskan tentang pengujian fungsionalitas proses menghapus data hama penyakit tanaman mangga pada sistem yang hanya dapat dilakukan oleh pengguna dengan hak akses sebagai KE atau hak akses sebagai pakar seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.19.

Tabel 6.19 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Hapus Data Hama Penyakit Tanaman Mangga

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Hapus Data Hama Penyakit Tanaman Mangga
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan fungsionalitas dari proses hapus data hama penyakit tanaman mangga.
Prosedur Uji	1. Pengguna dengan hak akses sebagai KE atau hak akses sebagai pakar masuk ke dalam sistem pada halaman utama KE atau halaman utama pakar.

	2. Pengguna dapat menghapus Data Hama Penyakit Tanaman Mangga dan memilih data hama penyakit tanaman mangga yang akan dihapus kemudian memilih Hapus untuk menghapus data hama penyakit tanaman mangga yang telah dipilih.
Hasil yang diharapkan	1. Sistem dapat menghapus data hama penyakit tanaman mangga yang tersimpan dalam <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat menampilkan data hama penyakit tanaman mangga terbaru pada halaman utama KE atau halaman utama pakar.

Sumber: [Pengguna]

Tabel 6.20 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji hapus data hama penyakit tanaman mangga.

Tabel 6.20 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Hapus Data Hama Penyakit Tanaman Mangga

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Memilih data hama penyakit tanaman mangga yang akan dihapus lalu mengeklik tombol "Hapus".	Memilih data hama penyakit tanaman mangga yang akan dihapus.	Sistem akan menerima proses hapus data pengguna dan menampilkan pesan "Data Berhasil Dihapus" kemudian menampilkan data hama penyakit tanaman mangga terbaru.	Sesuai harapan	Sukses

Sumber: [Pengujian]

k. Kasus Uji Lihat Detail Hama Penyakit Tanaman Mangga

Kasus uji lihat detail data hama penyakit tanaman mangga menjelaskan pengujian fungsionalitas proses lihat detail data hama penyakit tanaman mangga pada sistem yang hanya dapat dilakukan oleh pengguna dengan hak akses sebagai KE atau hak akses sebagai pakar seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.21.



Tabel 6.21 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Lihat Detail Hama Penyakit Tanaman Mangga

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Lihat Detail Data Hama Penyakit Tanaman Mangga
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan fungsionalitas untuk proses lihat detail data hama penyakit tanaman mangga.
Prosedur Uji	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai KE atau hak akses sebagai pakar masuk ke dalam sistem pada halaman utama KE atau halaman utama pakar. 2. Pengguna memilih menu Data Hama Penyakit Tanaman Mangga dan memilih data hama penyakit yang ingin diketahui kemudian memilih Detail untuk memilih Detail untuk melihat detail data hama penyakit tanaman mangga yang telah dipilih.
Hasil yang diharapkan	Sistem dapat menampilkan detail data hama penyakit tanaman mangga yang dipilih ada halaman detail data hama penyakit tanaman mangga.

Sumber: [Pengujian]

Tabel 6.22 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji detail data hama penyakit tanaman mangga.

Tabel 6.22 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Lihat Detail Hama Penyakit Tanaman Mangga

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Memilih data hama apanyakit tanaman mangga yang ingin diketahui lalu mengeklik tombol "Detail".	Memilih data hama penyakit tanaman mangga yang ingin diketahui.	Sistem akan menampilkan detail dari data hama penyakit tanaman mangga yang ingin diketahui.	Sesuai harapan	Sukses

Sumber: [Pengujian]

1. Kasus Uji Proses Deteksi Hama Penyakit Tanaman Mangga

Kasus uji deteksi hama penyakit tanaman mangga menjelaskan pengujian fungsionalitas proses lihat detail data hama penyakit tanaman mangga pada sistem yang dapat dilakukan oleh pengguna dengan hak akses sebagai KE atau hak akses sebagai pakar atau hak akses sebagai PHPT seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.23.

Tabel 6.23 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Deteksi Hama Penyakit Tanaman Mangga

Nama Kasus Uji	Kasus Uji Deteksi Hama Penyakit Tanaman Mangga
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan fungsionalitas untuk proses deteksi hama penyakit tanaman mangga.
Prosedur Uji	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna dengan hak akses sebagai KE atau hak akses sebagai pakar atau hak akses sebagai PHPT masuk pada halaman utama deteksi hama penyakit tanaman mangga. 2. Pengguna memilih gejala yang menyerang tanaman mangga yang ada pada <i>form</i> yang telah disediakan.
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan hama penyakit tanaman mangga yang menyerang. 2. Sistem dapat menampilkan solusi dari hama penyakit yang menyerang.

Sumber: [Pengujian]

Tabel 6.22 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji detail data hama penyakit tanaman mangga.

Tabel 6.24 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Lihat Detail Hama Penyakit Tanaman Mangga

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Memilih data hama penyakit tanaman mangga yang ingin	Memilih data hama penyakit tanaman mangga	Sistem akan menampilkan detail dari data hama penyakit tanaman	Sesuai harapan	Sukses

diketahui lalu mengeklik tombol "Detail".	yang ingin diketahui.	mangga yang ingin diketahui.		
---	-----------------------	------------------------------	--	--

Sumber: [Pengujian]

m. Kasus Uji Logout

Kasus uji *logout* menjelaskan tentang pengujian fungsionalitas proses *logout* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.25.

Tabel 6.25 Penjelasan Kasus Uji untuk Pengujian Proses Logout

Nama Kasus Uji	Kasus Uji <i>Logout</i>
Tujuan Pengujian	Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan fungsional untuk kebutuhan keluar dari sistem
Prosedur Uji	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna sudah masuk ke dalam sistem 2. Pengguna memilih menu File dan submenu <i>Logout</i>
Hasil yang diharapkan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem akan menampilkan pesan peringatan bahwa pengguna keluar dari sistem. 2. Sistem dapat menampilkan halaman <i>login</i>.

Sumber: [Pengujian]

Tabel 6.26 merupakan tabel kasus pengujian fungsionalitas untuk kasus uji *logout*.

Tabel 6.26 Skenario Pengujian Fungsionalitas Proses Logout

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Memilih menu File dan sub menu <i>logout</i> .	Memilih submenu <i>logout</i> .	Sistem akan menampilkan pesan "Anda telah keluar dari sistem"	Sesuai harapan	Sukses

Sumber: [Pengujian]

6.1.1.3 Hasil Akhir

Berdasarkan kasus uji daftar kebutuhan sistem yang telah dijelaskan didapatkan hasil dari proses pengujian fungsionalitas sistem seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.27.

Tabel 6.27 Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem

No	Nama kasus uji	Hasil yang diharapkan	Hasil yang didapatkan	Kesimpulan
1.	Login	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat mengakses <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat melakukan pemeriksaan data <i>login</i> yang telah dimasukan oleh pengguna. 3. Sistem dapat menampilkan pesan peringatan ketika data <i>login</i> yang dimasukan tidak sesuai dengan data <i>login</i> yang tersimpan dalam <i>database</i> sistem. 4. Sistem dapat menampilkan halaman utama sesuai dengan hak akses masing-masing pengguna ketika data <i>login</i> sesuai dengan data pada <i>database</i>. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat mengakses <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat melakukan pemeriksaan data <i>login</i> yang telah dimasukan oleh pengguna. 3. Sistem dapat menampilkan pesan peringatan ketika data <i>login</i> yang dimasukan tidak sesuai dengan data <i>login</i> yang tersimpan dalam <i>database</i> sistem. 4. Sistem dapat menampilkan halaman utama sesuai dengan hak akses masing-masing pengguna ketika data <i>login</i> sesuai dengan data pada <i>database</i>. 	Sukses
2.	Kelola Data Pengguna	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan data pengguna yang tersimpan dalam <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat menyediakan menu yang digunakan untuk menambah, mengubah, menghapus, ataupun melihat detail data 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan data pengguna yang tersimpan dalam <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat menyediakan menu yang digunakan untuk menambah, mengubah, ataupun melihat detail data 	Sukses

		pengguna pada sistem.	pengguna pada sistem.	
3.	Tambah Data Pengguna	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menyimpan data pengguna baru yang telah dimasukkan ke dalam <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat menampilkan data pengguna terbaru pada halaman utama KE. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menyimpan data pengguna baru yang telah dimasukkan ke dalam <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat menampilkan data pengguna terbaru pada halaman utama KE 	Sukses
4.	Ubah Data Pengguna	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menyimpan data pengguna baru yang telah dimasukkan ke dalam <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat menampilkan data pengguna terbaru pada halaman utama KE. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menyimpan data pengguna baru yang telah dimasukkan ke dalam <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat menampilkan data pengguna terbaru pada halaman utama KE. 	Sukses
5.	Hapus Data Pengguna	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menghapus data pengguna yang tersimpan dalam <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat menampilkan data pengguna terbaru pada halaman utama KE. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menghapus data pengguna yang tersimpan dalam <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat menampilkan data pengguna terbaru pada halaman utama KE. 	Sukses
6.	Lihat Detail Data Pengguna	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan detail data pengguna yang dipilih pada halaman detail pengguna. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan detail data pengguna yang dipilih pada halaman detail data pengguna 	Sukses
7.	Kelola Data Hama Penyakit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan data hama penyakit tanaman mangga 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan data hama penyakit tanaman mangga 	Sukses

	Tanaman Mangga	<p>yang tersimpan dalam <i>database</i> sistem.</p> <p>2. Sistem dapat menyediakan menu yang digunakan untuk menambah, mengubah, menghapus, ataupun melihat detail data hama penyakit tanaman mangga pada sistem.</p>	<p>yang tersimpan dalam <i>database</i> sistem.</p> <p>2. Sistem dapat menyediakan menu yang digunakan untuk menambah, mengubah, menghapus, ataupun melihat detail data obat</p>	
8.	Tambah Data Hama Penyakit Tanaman Mangga	<p>1. Sistem dapat menyimpan data hama penyakit tanaman mangga baru yang telah dimasukkan ke dalam <i>database</i> sistem.</p> <p>2. Sistem dapat menampilkan data hama penyakit tanaman mangga terbaru pada halaman utama KE dan pakar.</p>	<p>1. Sistem dapat menyimpan data hama penyakit tanaman mangga baru yang telah dimasukkan ke dalam <i>database</i> sistem.</p> <p>2. Sistem dapat menampilkan data hama penyakit tanaman mangga terbaru pada halaman KE atau halaman utama pakar.</p>	Sukses
9.	Ubah Data Hama Penyakit Tanaman Mangga	<p>1. Sistem dapat menyimpan data hama penyakit tanaman mangga baru yang telah dimasukkan ke dalam <i>database</i> sistem.</p> <p>2. Sistem dapat menampilkan data hama penyakit tanaman mangga terbaru pada halaman utama KE atau halaman utama pakar</p>	<p>1. Sistem dapat menyimpan data hama penyakit tanaman mangga baru yang telah dimasukkan ke dalam <i>database</i> sistem.</p> <p>2. Sistem dapat menampilkan data hama penyakit tanaman mangga terbaru pada halaman utama KE atau halaman utama pakar.</p>	Sukses

10.	Hapus Data Hama Penyakit Tanaman Mangga	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menghapus data hama penyakit tanaman mangga yang tersimpan dalam <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat menampilkan data hama penyakit tanaman mangga terbaru pada halaman utama KE dan halaman utama pakar. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menghapus data hama penyakit tanaman mangga yang tersimpan dalam <i>database</i> sistem. 2. Sistem dapat menampilkan data hama penyakit tanaman mangga terbaru pada halama utama KE atau halaman utama pakar. 	Sukses
11.	Lihat Detail Data Hama Penyakit Tanaman Mangga	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan detail data hama penyakit tanaman mangga yang dipilih pada halaman detail data hama penyakit tanaman mangga. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan detail data hama penyakit tanaman mangga yang dipilih pada halaman detail data hama penyakit tanaman mangga 	Sukses
12.	Deteksi Hama Penyakit Tanaman Mangga	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan hasil deteksi hama penyakit tanaman mangga berdasarkan masukan gejala. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat menampilkan deteksi hama penyakit tanaman mangga. 	Sukses
13.	Logout	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem akan menampilkan pesan peringatan bahwa pengguna telah keluar dari sistem. 2. Sistem dapat menampilkan halaman login 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem akan menampilkan pesan peringatan bahwa pengguna telah keluar dari sistem. 2. Sistem dapat menampilkan halaman login 	Sukses

Sumber: [Pengujian]

6.1.2 Analisis Hasil Skenario Pengujian Fungsionalitas

Proses analisa terhadap hasil pengujian fungsionalitas dilakukan dengan melihat kesesuaian antara hasil yang diharapkan berdasarkan kebutuhan sistem

dengan hasil kinerja sistem ditunjukkan pada Tabel 6.27 memiliki kesesuaian 100%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa implementasi dan fungsionalitas dari sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit tanaman mangga dapat berjalan dengan daftar kebutuhan yang ada.

6.2 Pengujian Tingkat Akurasi

Pengujian tingkat akurasi dilakukan untuk mengetahui performa dari sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit tanaman mangga menggunakan metode *Dempster-Shafer*. Pengujian akurasi dilakukan dengan cara membandingkan data hasil deteksi sistem dengan data hasil deteksi pakar.

6.2.1 Skenario Pengujian Akurasi

Sub bab berikut akan menjelaskan tentang tujuan, prosedur, serta hasil akhir yang didapatkan dari skenario pengujian kedua yang merupakan skenario pengujian tingkat akurasi.

6.2.1.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian akurasi adalah untuk mengetahui seberapa banyak kecocokan data antara hasil deteksi sistem dengan hasil deteksi pakar. Pakar menetapkan 15 kasus beserta deteksi hama penyakit yang nantinya hasil deteksi tersebut akan dievaluasi dengan hasil keputusan sistem yang menggunakan metode *Dempster-Shafer*.

6.2.1.2 Prosedur

Prosedur pengujian tingkat akurasi dilakukan dengan cara mencocokkan hasil deteksi pakar dengan hasil deteksi sistem. Dalam pengujian ini terdapat 15 data kasus hama penyakit tanaman mangga beserta dengan deteksi pakar. Nilai yang digunakan sebagai acuan didapatkan dari wawancara dengan pakar yang terdapat pada Lampiran 1.

Hasil pengujian akurasi sistem pakar dari 15 data kasus yang telah diuji ditunjukkan pada Tabel 6.28.

Tabel 6.28 Tabel Pengujian Akurasi Hasil Deteksi Sistem dengan Pakar

Kasus	Gejala Yang diderita	Hasil Deteksi Sistem	Nilai Densitas Sistem	Hasil Deteksi Pakar	Akurasi Hasil
1	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Daun mengering ✓ Daun gugur ✓ Daun terlapisi oleh jamur 	Kutu putih	0,552	Kutu putih	1
2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Daun mudah patah ✓ Daun layu ✓ Daun mengering 	Ulat Perusak Daun	0,52	Ulat Perusak Daun	1
3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Daun berwarna coklat ✓ Daun layu dan kering ✓ Daun gugur 	Kepik Penghisap Daun	0,54	Kepik Penghisap Daun	1
4	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Daun gugur ✓ Pucuk-pucuk daun gugur ✓ Tangkai bunga gugur ✓ Buah muda mudah gugur 	Wereng Mangga	0,6	Wereng Mangga	1
5	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Daun berkerut-kerut (keriting) ✓ Pembungaan sering gagal 	Trips	0,7	Trips	1
6	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permukaan kulit buah terdapat titik-titik hitam ✓ Buah membusuk ✓ Didalam buah terdapat larva 	Lalat Buah	0,65	Lalat Buah	1
7	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Daun melembek dan melemah ✓ Daun berwarna hijau terang ✓ Daun mengering ✓ Bercak coklat pada pangkal daun ✓ Tanaman mati ✓ Akar busuk 	Penyakit Layuh Benih	0,67	Penyakit Layuh Benih	1

Kasus	Gejala Yang diderita	Hasil Deteksi Sistem	Nilai Densitas Sistem	Hasil Deteksi Pakar	Akurasi Hasil
8	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permukaan akar berwarna hitam ✓ Permukaan akar terdapat benang-benang jamur berwarna putih kotor ✓ Leher akar mengelupas ✓ Akar busuk ✓ Tanaman mati 	Penyakit Busuk Akar	0,86	Penyakit Busuk Akar	1
9	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Daun terdapat bercak bulat hingga angular berwarna coklat dan kelabu ditengahnya ✓ Malai bunga terdapat bercak kecil ✓ Bunga berwarna kehitaman ✓ Buah terdapat bercak berwarna coklat hingga berwarna gelap ✓ Buah matang menjadi busuk 	Penyakit Antraknosa	0,76	Penyakit Antraknosa	1
10	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permukaan daun terdapat lapisan tipis berwarna hitam ✓ Permukaan ranting terdapat lapisan tipis berwarna hitam 	Embun Jelaga	0,65	Embun Jelaga	1
11	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permukaan buah terdapat struktur yang tidak beraturan berwarna coklat tua ✓ Buah panen menengggalkan 	Kudis Buah	0,72	Kudis Buah	1

Kasus	Gejala Yang diderita	Hasil Deteksi Sistem	Nilai Densitas Sistem	Hasil Deteksi Pakar	Akurasi Hasil
	bercak coklat yang keras dan mengering				
12	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tanaman mengeluarkan blendok yang berwarna kuning emas dari batang hingga cabang ✓ Pada kulit terjadi luka yang tidak teratur ✓ Cendawan berkembang diantara kulit dan kayu serta merusak lapisan kambium kayu ✓ Kayu yang telah mati berwarna hijau sampai hitam ✓ Terdapat celah-celah kecil pada permukaan kulit ✓ Pada bagian kulit dan batang yang ada dibawahnya berwarna hitam kehijauan ✓ Pada bagian celah-celah kulit terlihat adanya masa spora cendawan berwarna putih atau hitam 	Penyakit Diplodia	0,95	Penyakit Diplodia	1
13	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Permukaan akar berwarna hitam ✓ Permukaan akar terdapat benang-benang jamur berwarna putih kotor 	Penyakit Busuk Akar	0,5	Penyakit Busuk Akar	1

Kasus	Gejala Yang diderita	Hasil Deteksi Sistem	Nilai Densitas Sistem	Hasil Deteksi Pakar	Akurasi Hasil
	✓ Leher akar mengelupas				
14	✓ Bercak coklat pada pangkal daun ✓ Tanaman mati ✓ Akar busuk	Penyakit Layuh Benih dan Penyakit Busuk Akar	0,723	Penyakit Layuh Benih	0
15	✓ Daun mengering ✓ Daun mudah patah	Ulat Penghisap Daun dan Kepik Penghisap Daun	0,7	Ulat Penghisap Daun	0

Sumber: [Pengujian]

Hasil akurasi bernilai 1 artinya keluaran dari perhitungan sistem sama dengan hasil deteksi pakar, sebaliknya, hasil akurasi bernilai 0 artinya keluaran dari deteksi sistem tidak sama dengan deteksi pakar. Berdasarkan Tabel 6.28 dilakukan perhitungan akurasi menggunakan persamaan 2.4 dan menghasilkan nilai akurasi sebagai berikut :

$$\text{Nilai akurasi} = \frac{13}{15} \times 100\% = 86,67\%$$

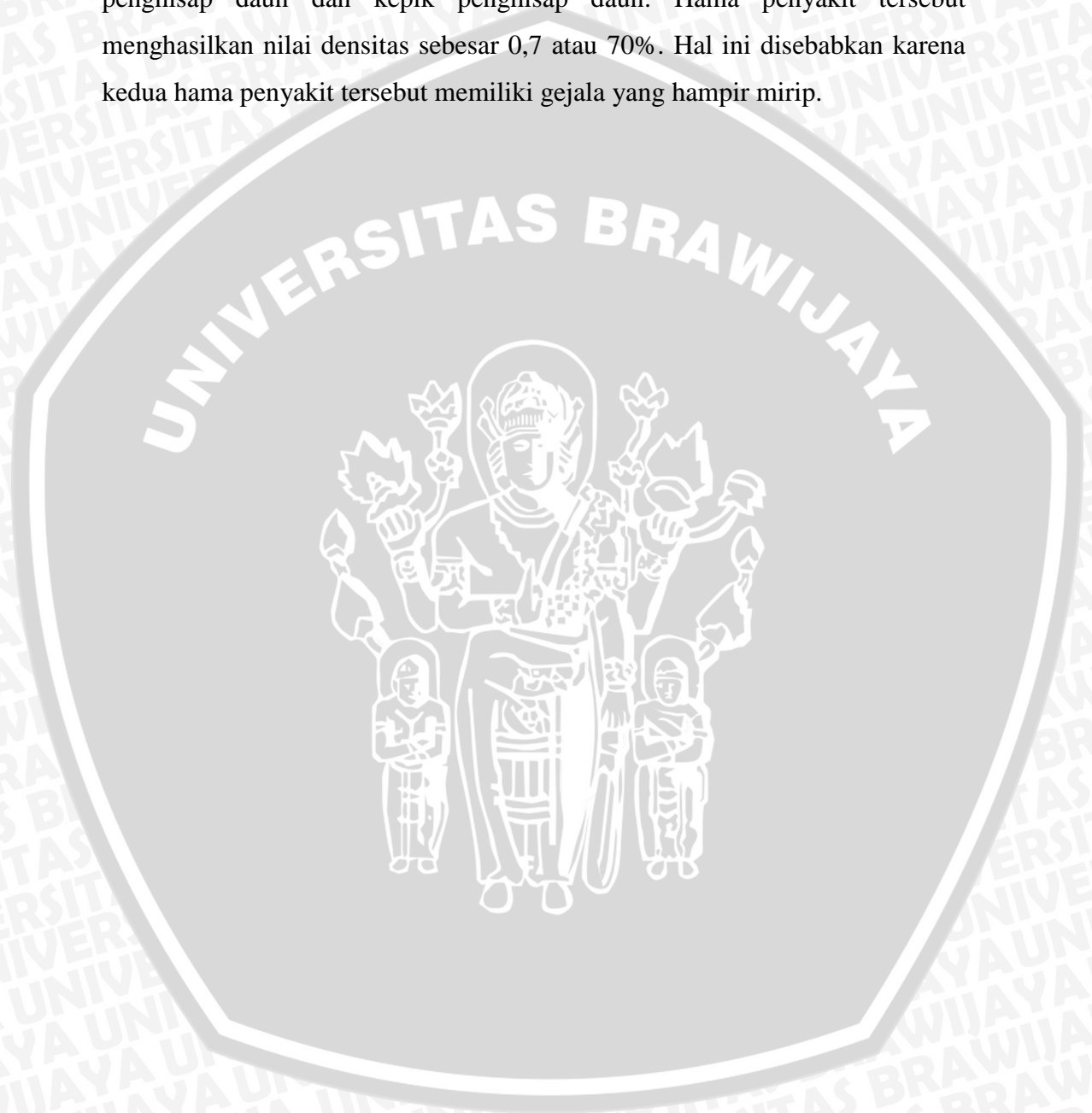
6.2.2 Hasil Pengujian Akurasi

Proses analisa dari hasil pengujian akurasi sistem pakar pendeteksi hama penyakit tanaman mangga dengan metode *Dempster-Shafer* dilakukan berdasarkan perbandingan hasil deteksi sistem dengan hasil deteksi pakar pada Tabel 6.28. berdasarkan 15 data yang diuji adalah 86,67%. Nilai prosentase tersebut diperoleh dari pembagian data yang benar sebanyak 13 dari 15 data kasus sebenarnya. Hasil perbedaan antara data sebenarnya dengan perhitungan karena beberapa hal yaitu:

1. Pada kasus 14 terjadi perbedaan deteksi dimana data pakar mendeteksi hama penyakit layuh benih, sedangkan hasil sistem mendeteksi hama penyakit layuh benih dan penyakit busuk akar. Hama penyakit tersebut menghasilkan nilai

densitas sebesar 0,723 atau 72,3%. Hal ini disebabkan karena kedua hama penyakit tersebut memiliki gejala yang hampir mirip.

2. Pada kasus 15 terjadi perbedaan deteksi dimana data pakar mendeteksi hama penyakit ulat penghisap daun, sedangkan hasil sistem mendeteksi ulat penghisap daun dan kepik penghisap daun. Hama penyakit tersebut menghasilkan nilai densitas sebesar 0,7 atau 70%. Hal ini disebabkan karena kedua hama penyakit tersebut memiliki gejala yang hampir mirip.



BAB VII

PENUTUP

Bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian sistem.

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan maka kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut:

- a. Sistem pakar pendeteksi hama penyakit tanaman mangga dengan metode *Dempster-Shafer* dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk mendeteksi hama penyakit tanaman mangga. Sistem diimplementasikan dengan menggunakan gejala hama penyakit tanaman mangga yang diberikan nilai densitas.
- b. Sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit tanaman mangga menggunakan metode *Dempster-Shafer* ini dapat digunakan untuk mendeteksi hama penyakit tanaman mangga pengujian 15 kasus hama penyakit dari 12 data hama penyakit yang ada pada sistem.
- c. Hasil pengujian fungsionalitas sistem pakar pendeteksi hama penyakit tanaman mangga dengan *Dempster-Shafer* memiliki tingkat presentase 100%. Sedangkan hasil pengujian akurasi sistem pakar pendeteksi hama dan penyakit tanaman mangga dengan metode *Dempster-Shafer* memiliki tingkat kesesuaian presentase sebesar 86,67%.

7.2 Saran

Saran yang diberikan untuk pengembangan sistem dalam penelitian selanjutnya adalah:

- a. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dalam nilai densitas tiap gejala hama penyakit tanaman mangga sehingga akurasi sistem menjadi lebih optimum.
- b. Pengujian akurasi juga dapat dilakukan dengan menambahkan jumlah kasus sehingga keakurasian sistem dari hasil perbandingan deteksi pakar dengan sistem menjadi lebih optimum. Selain itu sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan metode lain dalam proses perhitungan untuk membandingkan hasil akurasi mana yang lebih optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewan Atsiri Indonesia dan IPB. 2009. "Hama Penyakit Tanaman Mangga", Minyak Atsiri Indonesia, <http://minyakatsiriindonesia.files.wordpress.com/2009/06/0g102.jpg> (diakses 23 September 2014)
- [2] Fitrianti, Rakhma Indah. 2012. "Sistem Pakar Pada Bidang Teknologi Informasi Untuk Rekomendasi Profesi Pekerjaan Berdasarkan Kepribadian Menggunakan Pendekatan *Personality Factor*". Universitas Brawijaya. Malang.
- [3] Hidayat, Syaeful. 2010. "Aplikasi Untuk Mendeteksi Jenis Penyakit Pada Tanaman Tebu Dan Cara Penanganannya Berbasis Web". Universitas Komputer Indonesia. Bandung.
- [4] Hidayati, Nur. 2012. "Sistem Pakar Berbasis Web Untuk Identifikasi Jenis Hama Dan Penyakit pada Budidaya Tanaman Jamur menggunakan Metode Certainty Factor". Malang, Universitas Brawijaya.
- [5] Hudha, Kidung Candra Bumi dan Sri Mulyana. 2013. "Sistem Pakar Diagnosa Hama Penyakit Pada Tanaman Mangga". Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada.
- [6] Jogiyanto HM. 2008. "Metode Penelitian Sistem Informasi". Andi Offset. Yogyakarta.
- [7] Kusumadewi Sri. 2003. "*Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*". Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [8] Li, Qing & Chen, Yu-Liu. 2009. "Modeling and Analysis of Enterprise and Information Systems From Requirements to Realization", Higher Education Press, Beijing and Springer-Verlag GmbH Berlin Heidelberg.
- [9] Listiyono, Hersatoto. 2008. "Merancang dan Membuat Sistem Pakar". Jurnal Fakultas Teknologi Informasi Universitas Stikubank Semarang.
- [10] Litbang Pertanian Balitjestro. 2009. "Gejala Serangan Penyakit Diplodia dan Pengendaliannya ", Badan Litbang Pertanian Balitjestro, <http://balitjestro.litbang.pertanian.go.id/id/gejala-serangan-penyakit-diplodia.dan-pengendaliannya.html> (diakses 23 September 2014)

- [11] Litbang Pertanian Indonesia. 2009. "Hama dan Penyakit Tanaman Mangga", Badan Litbang Pertanian Indonesia, <http://www.litbang.pertanian.go.id/berita/one/773/> (diakses 23 September 2014)
- [12] Mitra Bibit. 2014. "Jenis-jenis Hama dan Penyakit pada Mangga", CV. Mitra Bibit, <http://www.mitrabibit.com/2014/02/jenis-jenis-hama-dan-penyakit-pada.html> (diakses pada tanggal 23 September 2014)
- [13] Mustikadewi, Arief Andy Soebroto, dan Rekyan Regasari. 2014. "Aplikasi Sistem Pakar Untuk Pendeteksi dan Penanganan Dini pada Penyakit Sapi dengan Metode *Dempster-Shafer* berbasis WEB". Jurnal Mahasiswa PTIHK UB.
- [14] Parno. Lecture Notes: Sistem Inormasi Data Flow Diagram.
- [15] Prihatini, Putu Manik. 2011. "Metode Ketidakpastian Dan Kesamaran Dalam Sistem Pakar". Politeknik Negeri Bali. Bali.
- [16] Sulistyohati, Aprilia. 2008. "Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ginjal Dengan Metode *Dempster-Shafer*". Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- [17] Tim Bina Karya Tani. 2008. "Pedoman Bertanam Mangga". Yrama Widya.
- [18] Tim Penyusun. 2006. "Standar Prosedur Operasional (SPO)", Dinas Pertanian Propinsi Jawa Timur.
- [19] Tim Sup Mangga JATIM. 1997. "Mengendalikan Hama dan Penyakit Mangga". IPPTP Wonocolo.
- [20] Waras Farm. 2014. "Pengendalian Hama dan Penyakit Pada Tanaman Mangga", Waras Farm Indonesia <https://warasfarm.wordpress.com/2014/04/08/pengendalian-hama-dan-penyakit-pada-tanaman-mangga/> (diakses 23 September 2014)
- [21] Wijayanti, Reni dan Sri Winiarti. 2013. "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Pada Buah-buahan Pasca Panen". Jurnal Teknik Informatika Universitas Ahmad Dahlan.
- [22] Yuliati, Nina. 2012. "Perancangan Dan Implementasi Sistem Pakar Untuk Memprediksi Penyakit Apendisitis Dengan Metode *Dempster-Shafer*", Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.

LAMPIRAN

