

**SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSA AWAL  
TUMOR OTAK MENGGUNAKAN METODE  
*BAYESIAN NETWORK* BERBASIS WEB**

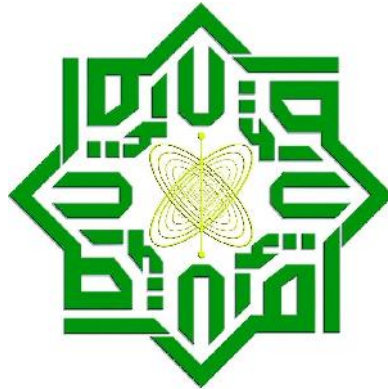
**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Informatika

Oleh:

**LIA SEPTI LESTARI**

**10851002841**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU  
2013**

# **SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSA AWAL TUMOR OTAK MENGGUNAKAN METODE *BAYESIAN NETWORK* BERBASIS WEB**

**LIA SEPTI LESTARI**  
**10851002841**

Tanggal Sidang: 29 Januari 2013

Periode Wisuda : Februari 2013

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

## **ABSTRAK**

Tumor merupakan suatu benjolan yang tidak normal atau abnormal yang bukan radang. Tumor jika tidak dilakukan penanganan dengan segera akan lebih cepat perkembangannya. Gejala-gejala yang menyertai tumor otak bisa dialami setiap hari tanpa disadari. Namun kehadiran gejala tersebut sering kali diabaikan, yang mana gejala tersebut merupakan gejala dari adanya tumor otak seperti nyeri kepala. Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan suatu sistem pakar yang dapat mendiagnosa awal tumor otak. Sistem pakar ini dapat mendiagnosa awal tumor otak menggunakan metode *bayesian network* dengan memperhatikan gejala-gejala yang dialami pengidap tumor otak. *Bayesian network* digunakan untuk menghitung nilai probabilitas dari setiap kemunculan berbagai gejala. Sistem pakar untuk mendiagnosa awal tumor otak ini memberikan informasi mengenai lokasi tumor otak tersebut berdasarkan gejala yang dipilih beserta hasil perhitungan nilai probabilitasnya. Pengujian dilakukan dengan metode *black box*, *user acceptance test* dan pengujian hasil diagnosa. Dari hasil pengujian dengan membandingkan hasil pengujian diagnosa berdasarkan pakar dan sistem dari 10 sampel diperoleh kesimpulan bahwa 80% keakuratan dari kebenaran sistem pakar ini dalam mendiagnosa tumor otak.

***Kata kunci:*** *Bayesian network*, Sistem pakar, Tumor Otak.

# ***EXPERT SYSTEM FOR BRAIN TUMOR DIAGNOSE USING BAYESIAN NETWORK METHOD WEB-BASED***

**LIA SEPTI LESTARI**

**10851002841**

*Final Exam Date: January 29<sup>th</sup>, 2013*

*Graduation Ceremony Period: Februari 2013*

*Information Engineering Department*

*Faculty of Sciences and Technology*

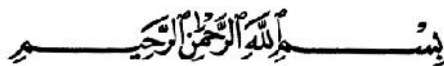
*State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau*

## ***ABSTRACT***

*The tumor is an abnormal lump or abnormal non-inflammatory. The treatment for tumor if do not done immediately will be faster development. The symptoms that accompany a brain tumor can be experienced everyday without realizing it. But the presence of these symptoms are often overlooked, which is a symptom of a brain tumor symptoms such as headaches. Based on these problems, it takes an expert system which can diagnose the onset of brain tumors. This expert system can diagnose the onset of brain tumor using bayesian network with respect to the symptoms experienced by people with brain tumors. Bayesian networks are used to calculate the probability of each occurrence of various symptoms. An expert system for early diagnosis of brain tumors provides information on the location of the brain tumor symptoms are selected based on the calculation of the value of this probability. Tests carried out by the method of black box, user acceptance testing and testing diagnostic results. From the test results by comparing the results of diagnostic tests based expert system of 10 samples and concluded that 80% of the accuracy of the truth of this expert system for diagnosing brain tumors.*

***Key words:*** Bayesian networks, expert systems, Brain Tumor.

## KATA PENGANTAR



*Alhamdulillah Robbil'amin*, penulis bersyukur ke-hadirat Allah SWT, karena atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan laporan tugas akhir ini. *Allahumma sholli'ala Muhammad wa'ala ali sayyidina Muhammad*, yang tidak lupa penulis haturkan juga untuk Rosul Allah, Muhammad SAW.

Laporan tugas akhir ini merupakan salah satu prasyarat untuk memenuhi persyaratan akademis dalam rangka meraih gelar kesarjanaan di Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau (UIN SUSKA Riau). Selama menyelesaikan tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan petunjuk dari banyak pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Nazir, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
2. Dra. Yenita Morena, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Novriyanto, S.T, M.Sc, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Elin Haerani, S.T, M.Kom Selaku dosen pembimbing tugas akhir. Terima kasih bu untuk waktu yang selalu ibu luangkan untuk penulis, ilmu, semangat, dan motivasinya yang luar biasa. Terima kasih banyak bu.
5. Fitri Wulandari, S.Si, M.Kom, selaku dosen penguji 1 yang banyak membantu dan memberi masukan penulis dalam penyempurnaan Laporan Tugas Akhir ini, untuk ilmu-ilmunya.
6. Nazruddin Safaat H, S.T, MT selaku dosen penguji 2, terima kasih untuk ilmu-ilmunya, saran-sarannya, perbaikan-perbaikannya, dan masukannya.

7. Iwan Iskandar, S.T, MT, sebagai koordinator tugas akhir yang telah memberi masukan-masukan untuk penyelesaian tugas akhir ini, dan sangat sabar membantu penulis dalam mempersiapkan semua kebutuhan penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Kedua orang tua ku tercinta yang telah menjadi inspirasi serta penyemangat, dan atas segenap do'a yang tiada hentinya maupun dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Adik-adikku tersayang terima kasih untuk semangat serta motivasi yang selalu kalian berikan.
10. Aa' terima kasih atas support tenaga, waktu dan ilmunya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
11. Teman-teman TIF B 08 Jumadi, Rully, Hani, Adek, Eko, Asep, Yanti, Reny, Anggi, Erni dan lainnya yang senantiasa membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini .
12. Teman-teman seperjuangan di Teknik Informatika khususnya angkatan 2008 atas saran dan kritik yang membangun.
13. Semua pihak yang telah membantu, yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu.

Akhirnya, penulis menyadari dalam penulisan laporan ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat penulis harapkan untuk kemajuan penulis secara pribadi. Terimakasih.

Pekanbaru, Januari 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL LAPORAN .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN .....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR RUMUS .....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
DAFTAR SIMBOL.....	xxi
DAFTAR ISTILAH .....	xxii
BAB I PENDAHULUAN .....	I-1
1.1. Latar Belakang .....	I-1
1.2. Rumusan Masalah .....	I-2
1.3. Batasan Masalah.....	I-3
1.4. Tujuan Penelitian .....	I-3
1.5. Sistematika Penulisan .....	I-4
BAB II LANDASAN TEORI .....	II-1
2.1. Sistem pakar ( <i>Expert System</i> ) .....	II-1
2.1.1. Ciri-ciri Sistem Pakar .....	II-2
2.1.2. Struktur Sistem Pakar.....	II-2
2.1.3. Komponen Sistem Pakar .....	II-2

2.1.3.1. Antarmuka Pengguna ( <i>User Interface</i> ).....	II-2
2.1.3.2. Basis Pengetahuan .....	II-3
2.1.3.3. Akuisisi Pengetahuan ( <i>Knowledge Acquisition</i> ).....	II-3
2.1.3.4. Mesin Inferensi .....	II-4
2.1.3.5. <i>Workplace</i> .....	II-4
2.1.3.6. Fasilitas Penjelasan.....	II-5
2.1.3.7. Perbaikan Pengetahuan.....	II-5
2.1.4. Pemakai Sistem Pakar .....	II-5
2.1.5. Partisipasi dalam Proses Sistem Pakar .....	II-6
2.1.6. Keuntungan Sistem Pakar .....	II-6
2.1.7. Kelemahan Sistem Pakar.....	II-7
2.1.8. Perbandingan Sistem Pakar dan Sistem Konvensional ....	II-7
2.1.9. Kategori Masalah Sistem Pakar .....	II-8
2.2. Tumor Otak .....	II-9
2.2.1. Klasifikasi Tumor Otak .....	II-11
2.2.2. Diagnosis .....	II-11
2.3. Teorema <i>Bayes</i> .....	II-13
2.4. <i>Bayesian Network</i> .....	II-14
2.5. PHP ( <i>Personal Home Page</i> ).....	II-17
2.6. MySQL .....	II-18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>III-1</b>
3.1. Studi Pustaka .....	III-2
3.2. Analisa.....	III-2
3.3. Perancangan .....	III-3
3.4. Implementasi .....	III-4
3.5. Pengujian .....	III-4
3.6. Kesimpulan dan Saran.....	III-5
<b>BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN.....</b>	<b>IV-1</b>
4.1. Analisa Sistem.....	IV-1
4.1.1. Analisa Data .....	IV-3
4.1.1.1. Representasi Pengetahuan .....	IV-5

4.1.2. Analisa Metode <i>Bayesian Network</i> .....	IV-7
4.1.2.1 Membangun Struktur <i>Bayesian Network</i> .....	IV-8
4.1.2.2 Menentukan Parameter/Nilai <i>Prior</i> .....	IV-9
4.1.2.3 Membuat <i>Conditional Probability Table (CPT)</i> .....	IV-10
4.1.2.4 Membuat <i>Joint Probability Distribution (JPD)</i> .....	IV-11
4.1.2.5 Menghitung <i>Posterior Probability</i> .....	IV-13
4.1.2.6 Inferensi Probabilistik .....	IV-15
4.2. Perancangan Sistem Pakar Penyakit Tumor Otak .....	IV-17
4.2.1. <i>Context Diagram</i> .....	IV-17
4.2.2. Data Flow Diagram .....	IV-18
4.2.2.1 DFD Level 1 Sistem Pakar Tumor Otak .....	IV-19
4.2.2.2 DFD Level 2 Proses 1 <i>Login</i> .....	IV-20
4.2.2.3 DFD Level 2 Proses 2 Data Master .....	IV-21
4.2.2.4 DFD Level 2 Proses 3 Akusisi Pengetahuan .....	IV-22
4.2.2.5 DFD Level 2 Proses 4 Konsultasi .....	IV-22
4.2.2.6 DFD Level 3 Proses 2 Data Master .....	IV-23
4.2.3. ERD ( <i>Entity Relationship Diagram</i> ) .....	IV-25
4.2.4. Perancangan Tabel Basis Data .....	IV-26
4.2.5. Perancangan Antarmuka ( <i>Interface</i> ) .....	IV-27
4.2.5.1 Perancangan Struktur Menu .....	IV-27
4.2.5.2 Perancangan <i>Form</i> .....	IV-28
<b>BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN</b> .....	V-1
5.1. Tahapan Implementasi .....	V-1
5.1.1. Lingkungan Operasional .....	V-1
5.1.3. Implementasi <i>Interface</i> Sistem .....	V-2
5.2. Pengujian .....	V-10
5.2.1. Pengujian <i>Blackbox</i> pada Sistem Pakar Tumor Otak .....	V-10
5.2.2. Pengujian Sistem Berdasarkan Hasil Diagnosa .....	V-11
5.2.3. Pengujian Sistem Kepada <i>User</i> .....	V-12
5.2.4. Kesimpulan Pengujian .....	V-14
<b>BAB VI PENUTUP</b> .....	VI-1



6.1. Kesimpulan.....	VI-1
6.2. Saran.....	VI-1
DAFTAR PUSTAKA .....	xxiii
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
3.1. Tahap/Langkah Penelitian Tugas Akhir.....	III-1
4.1. <i>Flowchart</i> Proses Input Data Pengetahuan .....	IV-2
4.2. <i>Flowchart</i> Proses Konsultasi <i>User</i> .....	IV-2
4.3. Pohon Inferensi .....	IV-7
4.4. Struktur <i>Bayesian Network</i> .....	IV-8
4.5. Graf Penelusuran Tumor Otak Pada <i>Lobus frontalis</i> berdasarkan struktur <i>Bayesian Network</i> .....	IV-15
4.6. Graf Penelusuran Tumor Otak Pada <i>Lobus frontalis</i> dengan <i>forward chaining</i> .....	IV-16
4.7. Graf Penelusuran Tumor Otak Pada <i>kelenjar hipofisis</i> berdasarkan Struktur <i>Bayesian Network</i> .....	IV-16
4.8. Graf Penelusuran Tumor Otak Pada <i>kelenjar hipofisis</i> dengan <i>forward chaining</i> .....	IV-17
4.9. <i>Context Diagram</i> .....	IV-18
4.10. DFD Level 1.....	IV-19
4.11. DFD Level 2 Proses 1 <i>Login</i> .....	IV-20
4.12. DFD Level 2 Proses 2 Data Master.....	IV-21
4.13. DFD Level 2 Proses 3 Akusisi Pengetahuan .....	IV-22
4.14. DFD Level 2 Proses 4 Konsultasi .....	IV-22
4.15. DFD Level 3 Proses 2 Data Master Gejala .....	IV-23
4.16. DFD Level 3 Proses 2 Data Master Lokasi.....	IV-24
4.17. DFD Level 3 Proses 2 Data Master Nilai Probabilitas .....	IV-24
4.18. ERD ( <i>Entity Relationship Diagram</i> ) Sistem Pakar Tumor Otak .....	IV-25
4.19. Struktur Menu Sistem Pakar Tumor Otak.....	IV-27
4.20. Perancangan Halaman Utama .....	IV-28
4.21. Perancangan Halaman Konsultasi Pengguna .....	IV-28

4.22. Perancangan Hasil Diagnosa Penyakit .....	IV-29
4.23. Perancangan <i>Login Pakar</i> .....	IV-29
4.24. Perancangan Halaman Input Gejala .....	IV-30
4.25. Perancangan Halaman Input Penyakit .....	IV-30
4.26. Perancangan Halaman <i>About</i> .....	IV-31
5.1. Hasil Implementasi <i>Interface</i> Menu Home .....	V-2
5.2. Hasil Implementasi <i>Interface</i> Konsultasi .....	V-3
5.3. Hasil Implementasi <i>Interface</i> hasil diagnosa pengguna.....	V-4
5.4. Hasil Implementasi <i>Interface</i> hasil perhitungan .....	V-4
5.5. Hasil Implementasi <i>Interface</i> Gejala.....	V-5
5.6. Hasil Implementasi <i>Interface</i> Pasien.....	V-6
5.7. Hasil Implementasi <i>Interface</i> Lokasi .....	V-6
5.8. Hasil Implementasi <i>Interface</i> Basis Aturan .....	V-7
5.9. Hasil Implementasi <i>Interface</i> <i>User</i> .....	V-7
5.10. Hasil Implementasi <i>Interface</i> Perhitungan.....	V-8
5.11. Hasil Implementasi <i>Interface</i> Menu <i>About</i> .....	V-9

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Tabel Perbedaan Sistem Konvensional dan Sistem Pakar .....	II-8
2.2 Gejala-gejala penyakit tumor otak .....	II-11
4.1. Daftar Gejala .....	IV-3
4.2. Daftar Jenis Penyakit .....	IV-4
4.3. Basis Aturan Penyakit Tumor Otak .....	IV-5
4.4. <i>Prior Probability</i> Gejala Penyakit Tumor Otak.....	IV-9
4.5. <i>Conditional Probability Table</i> (CPT) .....	IV-10
4.6. <i>Joint Probability Distribution</i> (JPD).....	IV-12
4.7. <i>Posterior Probability</i> .....	IV-13
4.8. Deskripsi Proses DFD Level 1 .....	IV-19
4.9. Deskripsi Aliran Data DFD Level 1.....	IV-20
4.10. Deskripsi Proses DFD Level 2 Proses 1 <i>Login</i> .....	IV-20
4.11. Deskripsi Aliran Data DFD Level 2 Proses 1 <i>Login</i> .....	IV-21
4.12. Deskripsi Proses DFD Level 2 Proses 2 Data Master .....	IV-21
4.13. Deskripsi Aliran Data DFD Level 2 Proses 2 Data Master .....	IV-21
4.14. Deskripsi Proses DFD Level 2 Proses 3 Akusisi Pengetahuan.....	IV-22
4.15. Deskripsi Aliran Data DFD Level 2 Proses 3 Akusisi Pengatahuan ...	IV-22
4.16. Deskripsi Proses DFD Level 2 Proses 4 Konsultasi .....	IV-23
4.17. Deskripsi Aliran Data DFD Level 2 Proses 4 Konsultasi .....	IV-23
4.18. Deskripsi Proses DFD Level 3 Proses 2 Data Master Gejala .....	IV-23
4.19. Deskripsi Aliran Data DFD Level 3 Proses 2 Data Master Gejala .....	IV-23
4.20. Deskripsi Proses DFD Level 3 Proses 2 Data Master Lokasi.....	IV-24
4.21. Deskripsi Aliran Data DFD Level 3 Proses 2 Data Master Lokasi.....	IV-24
4.22. Deskripsi Proses DFD Level 3 Proses 2 Data Master Nilai Probabilitas.....	IV-25
4.23. Deskripsi Aliran Data DFD Level 3 Proses 2 Data Master Nilai	

Probabilitas.....	IV-25
4.24. <i>User</i> .....	IV-26
4.25. Lokasi.....	IV-26
4.26. <i>Bayes</i> .....	IV-26
4.27. Gejala_lokasi.....	IV-26
4.28. Pasien .....	IV-27
5.1. Hasil Pengujian Sistem dengan Metode <i>Blackbox</i> .....	V-10
5.2. Pengujian Hasil Diagnosa .....	V-11
5.3. Hasil Pengujian <i>User</i> .....	V-13


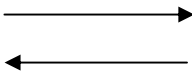

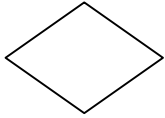

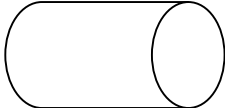

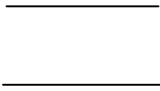
## DAFTAR RUMUS

<b>Rumus</b>	<b>Halaman</b>
2.1. <i>Teorema Bayes</i> .....	II-13
2.2. <i>Joint Probability Table</i> .....	II-16
2.3. <i>Posterior Probability</i> .....	II-16

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
A. Pengujian Pakar .....	A-1
B. Wawancara .....	B-1
C. Pengujian <i>User Acceptance test</i> .....	C-1
D. Implementasi <i>Interface</i> .....	D-1
E. Daftar Riwayat Hidup Penulis .....	E-1

## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan Simbol
	Proses pada bagan alir sistem Terminator pada DFD Entitas pada ERD
	Aliran data pada bagan alir sistem Aliran data pada DFD
	Terminator untuk memulai atau mengakhiri suatu proses pada Bagan Alir Sistem
	Hubungan pada ERD Keputusan pada <i>Flowchart</i>
	Proses pada DFD
	Tempat penyimpanan atau <i>hard disk</i> pada Bagan Alir Sistem
	Simbol yang menyatakan input berasal dari dokumen dalam bentuk kertas atau keluaran dicetak ke kertas
	Penyimpanan data pada DFD



## DAFTAR ISTILAH

<i>Lobus frontalis</i>	: Bagian lobus yang ada dipaling depan otak besar
<i>Lobus parietalis</i>	: Bagian lobus yang terletak ditengah otak besar
<i>Lobus temporalis</i>	: Terletak pada bagian bawah otak besar
<i>Lobus oksipitalis</i>	: Bagian lobus yang terletak dibagian paling belakang
<i>Cerebellum</i>	: Otak kecil yang terletak dibagian belakang kepala
<i>Messesenfalon</i>	: Bagian teratas dari batang otak yang menghubungkan otak besar dan otak kecil
<i>Medulla oblongata</i>	: Titik syaraf awal, syaraf tulang belakang dari sebelah kiri badan menuju bagian kanan badan
<i>Gyrus</i>	: Bagian dari lobus yang menonjol
<i>Afasia sensori</i>	: Kehilangan kemampuan memahami bahasa lisan dan tulisan
<i>Hidrosefalus</i>	: Pembesaran kepala terutama pada anak usia 2 tahun yang fontanelnya belum tertutup
<i>Edema papil</i>	: Suatu pembengkakan pada <i>discus syaraf optic</i> sebagai akibat peninggian intrakranial
<i>Nystagmus</i>	: Mata bergerak secara cepat dan tidak teratur
<i>Aleksia</i>	: Kehilangan kemampuan memahami kata-kata tertulis

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Otak merupakan organ vital yang mengatur seluruh proses masing-masing bagian tubuh dalam kehidupan seorang manusia. Tanpa otak manusia tidak dapat menjalani aktifitasnya sehari-hari, baik mulai dari bernafas maupun melakukan pekerjaan berat lainnya. Secara garis besar otak terdiri dari tiga bagian yakni otak besar (*cerebrum*), otak kecil (*cerebellum*), dan batang otak (*brain stem*). Ruang antar bagian otak terisi oleh cairan otak (*cerebrospinal fluid*), sedangkan bagian luarnya terlindungi oleh tiga lapisan selaput otak (*meninges*) plus tulang tengkorak (Price,2006).

Sama halnya dengan bagian tubuh manusia yang lainnya, otak juga bisa terkena tumor atau kanker. Tumor adalah segala benjolan tidak normal atau abnormal yang bukan radang. Berdasarkan golongannya tumor dibedakan menjadi dua, yaitu tumor jinak dan tumor ganas (Setiati, 2009). Tumor jinak pada otak tumor akan sangat membahayakan, dibandingkan tumor jinak dibagian tubuh lainnya. Oleh karena itu harus jeli dalam menyikapi setiap gejala-gejala yang dirasakan, untuk pendeteksian secara dini. Kehadiran dari gejala tumor otak seringkali diabaikan, dimana sebenarnya gejala tersebut merupakan gejala awal dari tumor otak, seperti nyeri kepala. Nyeri kepala merupakan salah satu gejala awal dari adanya tumor di otak, namun gejala tersebut harus disertai dengan gejala lain dikarenakan banyaknya prevalensi nyeri kepala yang bukan saja hanya pada penderita tumor otak. Ada juga beberapa gejala lain yang juga dirasakan oleh yang bukan penderita tumor otak, seperti kejang-kejang dan muntah-muntah. Kejang-kejang merupakan gejala awal yang sering dijumpai pada lebih dari 50% penderita tumor otak. Sebagai orang awam dalam mendiagnosa suatu penyakit tentu saja dibutuhkan jasa dari dokter yang merupakan pakar dibidang medis. Namun seorang dokter sulit sekali untuk ditemui pada daerah terpencil, apalagi

dokter spesialis syaraf yang masih jarang ditemui. Untuk menemui dokter tersebut tidak luput dari jarak tempuh yang jauh dan juga biaya yang cukup besar. Sedangkan tumor ini akan semakin berkembang jika tidak ada tindakan pencegahan perkembangan yang dilakukan oleh penderitanya.

Sistem pakar merupakan suatu sistem yang dapat mengadopsi pengetahuan-pengetahuan yang dimiliki oleh seorang pakar untuk direalisasikan ke dalam komputer. Dengan adanya sistem pakar ini diharapkan dapat membantu orang awam dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang kompleks, dimana membutuhkan keahlian ataupun pengalaman dari seorang pakar/ahli dibidang tertentu dalam penyelesaiannya. Pada kasus tumor otak ini juga dapat diselesaikan dengan adanya suatu sistem pakar untuk mendiagnosa tumor otak. Sistem pakar ini nantinya dapat mendiagnosa tumor otak berdasarkan gejala yang dipilih dari pasien. Dalam perancangannya sistem pakar ini akan berbasis web yang menggunakan metode *Bayesian network* untuk menghitung nilai probabilitas kehadiran dari gejala penyakit tumor otak, sehingga mempermudah untuk menentukan jenis tumor otak berdasarkan lokasi tumor yang diderita pasien. *Bayesian network* berasal dari teorema bayes, dimana teorema bayes itu sendiri adalah proses perhitungan untuk sebuah ketidakpastian yang diukur dengan probabilitas. *Bayesian network* ini menggabungkan prinsip-prinsip dari teori graph, dan teori probabilitas. Kemampuan metode *Bayesian network* ini dalam menghitung nilai probabilitas kemunculan suatu gejala, telah dibuktikan pada penelitian sebelumnya oleh Indrayana Meigarani pada tahun 2010 dalam skripsinya yang berjudul “Penggunaan Metode *Bayesian Network* Dalam Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Leukemia”, dimana metode *Bayesian network* digunakan untuk menghitung nilai ketidakpastian dengan probabilitas dari kemunculan gejala dari penyakit leukemia. *Bayesian network* adalah sebuah *Directed Acyclic Graph* (DAG) dan dilengkapi dengan *Conditional Probability distribution Table* (CPT) untuk setiap *node*-nya. Setiap *node* merepresentasikan sebuah *domain variable* dan setiap *arc*/panah antar *node* yang merepresentasikan sebuah *probabilistic dependency* (Pearl, 1998 dikutip dari Surya dkk, 2008).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan pada latar belakang diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa permasalahan yang terjadi pada tugas akhir ini adalah bagaimana merancang sistem pakar untuk mendiagnosa awal tumor otak menggunakan metode *Bayesian network* berbasis web.

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Diagnosa yang dilakukan hanya pada penyakit tumor otak, dengan hasil diagnosa positif atau negatif terindikasi tumor otak, yang kemudian akan dihitung nilai probabilitasnya berdasarkan lokasi tumornya
2. Basis pengetahuannya terdiri 9 jenis tumor berdasarkan lokasinya yakni : *lobus frontalis, kelenjar hipofisis, lobus temporalis, lobus parietalis, girus angularis, lobus oksipitalis, messensefalon, medulla oblongata, dan cerebellum*, yang disertai dengan 30 gejala-gejalanya.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai penulis dalam penelitian ini adalah membuat suatu aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosa tumor otak berdasarkan gejala-gejala yang timbul, serta dapat diketahui lokasi tumor otak yang diderita pasien, dan proses perhitungan probabilitas dengan menggunakan metode *Bayesian network*, sehingga didapatkan kesimpulan dari hasil diagnosa gejala yang timbul.

## **1.5 Sistematikan Penulisan**

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini antara lain terdiri dari :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Menjelaskan latar belakang dari pemilihan topik, rumusan masalah, batasan penelitian, tujuan penelitian dan sistematika penulisan.

**BAB II : LANDASAN TEORI**

Menjelaskan mengenai teori-teori yang berhubungan dengan penelitian ini, diantaranya sistem pakar, metode *Bayesian network*, teknik inferensi *fordward chaining*, serta bahasa pemrograman yang akan digunakan.

**BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas langkah-langkah yang dilaksanakan dalam proses penelitian, yaitu pengumpulan data, identifikasi masalah, perumusan masalah, analisa sistem, perancangan sistem dan implementasi beserta pengujian

**BAB IV : ANALISA DAN PERANCANGAN**

Bab ini berisi pembahasan mengenai analisa sistem, perancangan sistem dan desain sistem.

**BAB V : IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN**

Bab ini berisi penjelasan mengenai implementasi perangkat lunak, pengujian sistem.

**BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bagian ini berisi kesimpulan yang dihasilkan dari pembahasan tentang penggunaan metode *Bayesian network* dan teknik inferensi *fordward chaining* untuk sistem pakar mendiagnosa awal tumor otak beserta saran-saran yang berkaitan dengan penelitian ini.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Sistem Pakar (*Expert System*)

Sistem pakar merupakan cabang dari *artificial intelligence (AI)* yang telah hadir sejak pertengahan dari 1960, dengan aplikasi pertamanya adalah *General-purpose problem solver (GPS)*. Istilah sistem pakar berasal dari istilah *knowledge-base expert system*, dikarenakan untuk memecahkan suatu permasalahan sistem pakar mengadopsi pengetahuan seorang pakar untuk dimasukkan ke dalam komputer. Sistem pakar digunakan oleh orang yang bukan pakar untuk menyelesaikan permasalahan, sedangkan seorang pakar menggunakannya untuk dijadikan sebagai *knowledge assistant*. Sistem pakar adalah sebuah sistem yang menggunakan pengetahuan seorang manusia dimana pengetahuan tersebut dimasukkan kedalam sebuah komputer dan kemudian digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang biasanya membutuhkan kepakaran atau keahlian manusia (Turban, 2001 dikutip oleh Sutojo dkk, 2011).

Sistem pakar memberikan pertanyaan berupa fakta-fakta dan dapat membuat inferensi hingga menghasilkan suatu kesimpulan khusus. Dengan sistem pakar ini, orang bukan pakar dapat menyelesaikan masalah yang rumit yang sebenarnya hanya dapat diselesaikan dengan bantuan para ahli (Kusumadewi, 2003). Suatu sistem pakar harus dapat seola-olah berinteraksi dengan manusia, dengan memberikan suatu dialog, dan setelah diberikan jawaban maka sistem harus dapat memberikan nasehat atau solusi. Sistem pakar bukan bertujuan untuk menggantikan kedudukan seorang pakar/ahli, melainkan untuk memasyarakatkan pengetahuan dan pengalaman dari seorang pakar agar dapat dimanfaatkan oleh yang bukan pakar dan pakar itu sendiri.

### **2.1.1 Ciri-ciri Sistem Pakar**

Sistem pakar memiliki beberapa ciri-ciri, diantaranya : (Sutojo dkk, 2006)

1. Terbatas pada domain keahlian tertentu.
2. Dapat memberikan penalaran untuk data yang tidak lengkap atau tidak pasti.
3. Dapat menjelaskan alasan-alasan dengan cara yang mudah dipahami.
4. Bekerja berdasarkan kaidah/rule tertentu.
5. Mudah dimodifikasi.
6. Basis pengetahuan dan mesin inferensi terpisah.
7. Keluarannya bersifat anjuran.
8. Sistem dapat mengaktifkan kaidah secara searah yang sesuai, dituntun oleh dialog dengan pengguna.

### **2.1.2 Struktur Sistem Pakar**

Sistem pakar disusun oleh dua bagian utama, yaitu : (Arhami, 2004)

1. Lingkungan pengembangan (*development environment*)  
Digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam lingkungan sistem pakar.
2. Lingkungan konsultasi (*consultation environment*)  
Digunakan oleh orang yang bukan pakar untuk memperoleh pengetahuan seorang pakar.

### **2.1.3 Komponen Sistem Pakar**

Komponen dalam sistem pakar dalam dua bagian tersebut antara lain : antar muka pengguna (*User Interface*), basis pengetahuan, akuisisi pengetahuan, mesin inferensi, *workplace*, fasilitas penjelasan, perbaikan pengetahuan (Arhami, 2004).

#### **2.1.3.1 Antar Muka Pengguna (*User Interface*)**

Merupakan mekanisme yang digunakan oleh pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi. Menurut McLeod 1995, pada bagian ini terjadi dialog

antara program dan pemakai, yang memungkinkan sistem pakar menerima instruksi dan informasi (*Input*) dari pemakai, juga memberikan informasi (*Output*) kepada pemakai.

### **2.1.3.2 Basis Pengetahuan**

Basis pengetahuan adalah basis atau pangkalan pengetahuan yang berisi fakta, pemikiran, teori, prosedur dan hubungannya satu dengan yang lain atau informasi yang terorganisasi dan teranalisa (pengetahuan didalam pendidikan maupun pengalaman dari seorang pakar) yang diinputkan kedalam komputer.

Ada 2 bentuk pendekatan basis pengetahuan yang sangat umum digunakan, yaitu :

a. Pendekatan berbasis aturan (*Rule-Based Reasoning*)

Pengetahuan direpresentasikan dalam suatu bentuk fakta (*facts*) dan aturan (*rules*). Bentuk representasi ini terdiri dari premis dan kesimpulan. Pada pendekatan berbasis aturan, pengetahuan direpresentasikan dengan menggunakan aturan berbentuk *if-then*.

b. Pendekatan berbasis kasus (*Case-Based Reasoning*)

Pada pendekatan 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).

### **2.1.3.3 Akuisisi Pengetahuan (*knowledge Acquisition*)**

Akuisisi pengetahuan adalah akumulasi, transfer, dan transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari sumber pengetahuan ke dalam program komputer. Dalam tahap ini *knowledge engineer* berusaha menyerap pengetahuan untuk selanjutnya ditransfer ke dalam basis pengetahuan. Terdapat tiga metode utama dalam akuisisi pengetahuan, yaitu : wawancara, analisis protokol, dan observasi pada pekerjaan pakar.



#### 2.1.3.4 Mesin Inferensi

Mesin inferensi merupakan program komputer yang memberikan metodologi untuk penalaran tentang informasi yang ada dalam basis pengetahuan dan dalam workplace, dan untuk memformulasikan kesimpulan. Mesin inferensi berperan sebagai otak dari sistem pakar, yang berfungsi untuk memandu proses penalaran terhadap suatu kondisi berdasarkan pada basis pengetahuan yang tersedia. Terdapat dua teknik pelacakan dalam mesin inferensi yaitu :

a. Pelacakan runut maju (*forward chaining*)

Teknik pencarian yang dimulai dengan fakta yang diketahui, kemudian mencocokkan fakta-fakta tersebut dengan bagian IF dari *rules IF-THEN*. Bila ada fakta yang cocok dengan bagian IF maka *rule* tersebut dieksekusi. Bila sebuah rule dieksekusi, maka sebuah fakta baru (bagian THEN) ditambahkan ke dalam basis data. Setiap kali pencocokkan, dimulai dari rule teratas. Setiap rule hanya boleh dieksekusi sekali saja. Proses pencocokkan berhenti bila tidak ada lagi rule yang bisa dieksekusi. Metode pencarian yang digunakan adalah *Depth-First Search* (DFS), *Breadth-First Search* (BFS), atau *Best First Search*.

b. Pelacakan runtu belakang (*backward chaining*)

Metode inferensi yang bekerja mundur kearah kondisi awal. Proses diawali dari *Goal* (yang berada dibagian *THEN* dari rule *IF-THEN*), kemudian pencarian mulai dijalankan untuk mencocokkan apakah fakta-fakta yang ada cocok dengan premis-premis dibagian *IF*. Jika cocok, rule dieksekusi, kemudian hipotesis dibagian *THEN* ditempatkan di basis data sebagai fakta baru. Jika tidak cocok, simpan premis dibagian IF kedalam stack sebagai sub*Goal*. Proses berakhir jika *Goal* ditemukan atau tidak ada rule yang bisa membuktikan kebenaran sub*Goal* atau *Goal*.

#### 2.1.3.5 Workplace

*Workplace* merupakan memori kerja (*working memory*) yang digunakan untuk menyimpan kondisi/keadaan yang dialami oleh pengguna dan juga hipotesa

serta hasil keputusan sementara. Ada tiga tipe keputusan, yakni : rencana, agenda, dan solusi.

#### **2.1.3.6 Fasilitas Penjelasan**

Fasilitas penjelasan berfungsi untuk memberikan informasi kepada pemakai mengenai jalannya penalaran sehingga dihasilkan suatu keputusan. Bentuk penjelasannya dapat berupa keterangan yang diberikan setelah suatu pertanyaan diajukan, yaitu penjelasan atas pertanyaan mengapa, atau penjelasan atas pertanyaan bagaimana sistem mencapai konklusi.

#### **2.1.3.7 Perbaikan Pengetahuan**

Pakar memiliki kemampuan untuk menganalisa dan meningkatkan kinerjanya serta kemampuan untuk belajar dari kinerjanya. Kemampuan tersebut tidak bisa diremehkan dalam pembelajaran terkomputerisasi, sehingga program akan mampu menganalisa penyebab kesuksesan dan kegagalan yang terjadi.

#### **2.1.4 Pemakai Sistem Pakar**

Sistem pakar dapat digunakan oleh :

1. Orang awam yang bukan pakar agar dapat meningkatkan kemampuannya dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang sebenarnya membutuhkan seorang pakar.
2. Pakar yang dapat menggunakannya sebagai asisten yang berpengetahuan, sehingga dapat membantu pekerjaannya.

Sistem pakar merupakan program yang dapat menggantikan kehadiran dari seorang pakar. Ada beberapa alasan mengapa sistem pakar digunakan untuk menggantikan kehadiran seorang pakar :

- a. Dapat menyediakan kepakaran sewaktu-waktu diperlukan, dan diberbagai tempat.
- b. Dapat menyelesaikan tugas-tugas rutin yang membutuhkan seorang pakar.
- c. Seorang pakar akan pensiun atau pergi.
- d. Menggunakan jasa seorang pakar memerlukan biaya yang mahal.

- e. Memperbanyak atau menyebarkan sumber pengetahuan yang semakin langka.
- f. Kepakaran dibutuhkan juga pada lingkungan yang tidak bersahabat.

### **2.1.5 Partisipasi dalam Proses Pengembangan Sistem Pakar**

Pakar merupakan orang yang mempunyai pengetahuan, pengalaman dan metode khusus, serta kemampuan menerapkannya dalam memecahkan suatu permasalahan atau pengambilan keputusan. Seorang pakar menyediakan pengetahuan tentang bagaimana sistem pakar bekerja.

Untuk mengembangkan sebuah sistem pakar juga membutuhkan seorang perakayasa pengetahuan, yakni seseorang yang membantu pakar untuk menyusun area permasalahan dengan menerjemahkan dan mengintegrasikan jawaban pakar terhadap pertanyaan-pertanyaan dari klien, menarik analogi, serta memberikan contoh-contoh yang berlawanan, kemudian menyusun basis pengetahuan. Pengguna yang mungkin menggunakan sistem pakar, diantaranya : seorang pasien yang akan berkonsultasi, seorang dokter atau pakar lain yang akan menguji sistem pakar ini. Selain pengguna juga ada partisipan lain dalam sistem pakar, yakni : pembangun sistem (*system buider*), *tool builder*, staf administrasi, dan lainnya.

### **2.1.6 Keuntungan Sistem Pakar**

Pada dasarnya sistem pakar diterapkan untuk mendukung aktivitas pemecahan masalah. Beberapa aktivitas pemecahan masalah yang dimaksud antara lain : pembuatan keputusan (*decicion making*), pemanduan pengetahuan (*knowledge fusing*), pembuatan desain (*designing*), perencanaan (*planning*), prakiraan (*forecasting*), pengaturan (*regulating*), pengendalian (*controlling*), diagnosis (*diagnosing*), perumusan (*prescribing*), penjelasan (*explaining*), pemberi nasehat (*advising*), dan pelatihan (*tutoring*).

Keuntungan dari pemakaian sistem pakar :

1. Membuat seorang awam yang bukan pakar dapat bekerja seperti layaknya seorang pakar.
2. Dapat bekerja dengan informasi yang tidak pasti atau tidak lengkap.

3. Meningkatkan output dan produktivitas. Sistem pakar dapat bekerja lebih cepat dari manusia, hal ini menyebabkan dapat mengurangi jumlah pekerja dan akhirnya mereduksi biaya.
4. Dengan sistem pakar dapat meningkatkan kualitas.
5. Sistem pakar dapat memberikan nasehat sehingga mengurangi tingkat kesalahan.
6. Tidak seperti manusia yang dapat lelah atau bosan, sistem pakar tidak dapat lelah atau bosan sehingga selalu konsisten dalam memberi jawaban dan perhatian penuh.
7. Memungkinkan untuk pemindahan pengetahuan ke lokasi yang jauh serta dapat memperluas jangkauan seorang pakar.

#### **2.1.7 Kelemahan Sistem Pakar**

Disamping mempunyai beberapa keuntungan, system pakar seperti halnya sistem konvensional juga memiliki kelemahan, diantaranya : (Sunyoto dkk, 2006)

1. Masalah dalam mendapatkan pengetahuan dimana pengetahuan tidak selalu bisa didapatkan dengan mudah, karena kadangkala pakar dari masalah yang kita buat tidak ada, dan walaupun ada kadang-kadang pendekatan yang dimiliki oleh pakar berbeda-beda.
2. Untuk membuat suatu sistem pakar yang benar-benar berkualitas tinggi sangatlah sulit dan memerlukan biaya yang sangat besar untuk pengembangan dan pemeliharaannya.
3. Boleh jadi sistem tidak dapat membuat keputusan.
4. Sistem pakar tidaklah 100% bernilai benar.

#### **2.1.8 Perbandingan Sistem Pakar dan Sistem Konvensional**

Ada beberapa perbedaan kemampuan dan karakteristik antara sistem pakar dengan sistem konvensional. Perbedaan antara sistem pakar dengan sistem konvensional dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Perbedaan Sistem Konvensional dan Sistem Pakar (Kusrini, 2006)

Sistem Konvensional	Sistem Pakar
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Informasi dan pemrosesan umumnya digabung dalam satu program sequential</li> <li>2. Program tidak pernah salah, melainkan programmernya yang salah</li> <li>3. Tidak menjelaskan mengapa input dibutuhkan atau bagaimana hasil diperoleh.</li> <li>4. Data harus lengkap.</li> <li>5. Perubahan pada program merepotkan.</li> <li>6. Sistem bekerja jika sudah lengkap.</li> <li>7. Eksekusi secara algoritmik (<i>step-by-step</i>).</li> <li>8. Manipulasi efektif pada database yang besar.</li> <li>9. Efisiensi adalah tujuan utama.</li> <li>10. Data kuantitatif.</li> <li>11. Representasi data numerik.</li> <li>12. Menangkap, menambah, dan mendistribusi data numerik atau informasi.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Knowledge base</i> terpisah dari mekanisme pemrosesan (<i>inference</i>).</li> <li>2. Program bisa saja melakukan kesalahan.</li> <li>3. Penjelasan (<i>explanation</i>) merupakan bagian dari <i>expert system</i>.</li> <li>4. Data tidak harus lengkap.</li> <li>5. Perubahan pada <i>rules</i> dapat dilakukan dengan mudah.</li> <li>6. Sistem dapat bekerja hanya dengan <i>rules</i> yang sedikit.</li> <li>7. Eksekusi dilakukan secara heuristic dan logic.</li> <li>8. Manipulasi efektif pada <i>knowledge base</i> yang besar.</li> <li>9. Efektivitas adalah tujuan utama.</li> <li>10. Data kualitatif.</li> <li>11. Representasi pengetahuan dalam simbol.</li> <li>12. Menangkap, menambah, dan mendistribusikan pertimbangan (<i>judgment</i>) dan pengetahuan.</li> </ol>

### 2.1.9 Kategori Masalah Sistem Pakar

Ada beberapa permasalahan yang dapat diselesaikan dengan sistem pakar, diantaranya : (Kusrini, 2006)

1. *Interpretasi* : membuat kesimpulan atau deskripsi dari sekumpulan data mentah.

2. *Prediksi* : memproyeksikan akibat-akibat yang dimungkinkan dari situasi-situasi tertentu.
3. *Diagnosis* : menentukan sebab malfungsi dalam situasi kompleks yang didasarkan pada gejala-gejala yang teramati.
4. *Design* : menentukan konfigurasi komponen-komponen sistem yang cocok dengan tujuan-tujuan kinerja tertentu yang memenuhi kendala-kendala tertentu.
5. *Planning* : merencanakan serangkaian tindakan yang akan dapat mencapai sejumlah tujuan dengan kondisi awal tertentu.
6. *Debugging* dan *repair* : menentukan dan menginterpretasikan cara-cara untuk mengatasi malfungsi.
7. *Instruction* : mendeteksi dan mengoreksi defisiensi dalam pemahaman domain subyek.
8. *Pengendalian*: mengatur tingkah laku suatu *environment* yang kompleks.
9. *Selection* : mengidentifikasi pilihan terbaik dari sekumpulan (*list*) kemungkinan.
10. *Simulation* : pemodelan interaksi antara komponen-komponen sistem.
11. *Monitoring* : membandingkan hasil pengamatan dengan kondisi yang diharapkan.

## 2.2 Tumor Otak

Tumor otak adalah suatu *lesi ekspansif* yang bersifat jinak(*benigna*) ataupun ganas(*maligna*), membentuk massa dalam ruang tengkorak kepala(*intra cranial*) atau di sumsum tulang belakang(*medulla spinalis*). (Gillroy, 2002 dikutip dari Hakim, 2006)

Tumor susunan saraf pusat ditemukan sebanyak  $\pm 10\%$  dari neoplasma seluruh tubuh, dengan frekuensi 80% terletak pada intracranial dan 20% di dalam kanalis spinalis.(Japardi, 2002)

Diagnosa tumor otak dilakukan berdasarkan pemeriksaan klinis dan pemeriksaan penunjang yakni pemeriksaan radiologi dan patologi anatomi. Tumor otak dan tumor sumsum tulang belakang dapat menyerang segala usia dan tidak

ada perbedaan antara laki-laki dengan perempuan dengan tanda-tanda atau gejala klinis yang dijumpai dikarenakan gangguan fungsi akibat adanya pembengkakan otak dan peninggian tekanan dalam tengkorak kepala, seperti:

1. Sakit kepala terutama diwaktu bangun tidur, datang berupa serangan secara tak teratur, semakin lama semakin sering. Mula-mula rasa sakit bisa diatasi dengan analgetik biasa tetapi lama kelamaan obat tidak berkhasiat lagi. Walaupun hampir seluruh penderita tumor otak mengalami keluhan sakit kepala, tetapi pada gejala awal tidak terdeteksi, disebabkan oleh banyaknya prevalensi sakit kepala yang bukan saja hanya pada penderita tumor otak, hingga keluhan sakit kepala tidak termasuk sebagai gejala klinis jika tidak dijumpai secara bersamaan dengan tanda atau gejala-gejala lain yang mengarah pada tumor otak.
2. Muntah proyektil tanpa didahului oleh rasa mual akibat peninggian tekanan intra kranial.
3. Edema papil, merupakan suatu pembengkakan discus saraf optic sebagai akibat dari peningkatan tekanan intrakranial.
4. Kejang-kejang merupakan gejala awal yang sering dijumpai pada lebih dari 50 persen penderita tumor otak saat pemeriksaan klinis, yang terbagi atas;
  - a. kejang fokal(*focal seizures*) jika tumor berada di permukaan otak, terutama disisi kanan atau kiri kepala(*lobus temporalis cerebri*) dan,
  - b. kejang umum, jika ada penekanan terhadap cortex cerebri atau akibat adanya pembengkakan otak. (K.Herholz, 2003 dikutip dari Hakim, 2006).

### **2.2.1 Klasifikasi Tumor Otak**

Tumor-tumor selalu bertumbuh sebagai sebuah massa yang berbentuk bola tetapi juga dapat tumbuh menyebar, masuk kedalam jaringan. Tumor otak jarang menyebar keluar sistem saraf pusat, tetapi tumor dari tubuh bagian lain yang sering menyebar ke otak, seperti dari paru-paru, payudara serta saluran gastrointestinal bagian bawah lainnya. Tumor otak secara garis besar dibedakan

menjadi dua yakni tumor primer adalah tumor otak yang berasal dari dalam otak, dan tumor sekunder adalah hasil penyebaran (metastasis) kanker dari bagian tubuh lainnya. Tumor otak primer dibedakan menjadi 9 jenis berdasarkan lokasi pertumbuhan tumor tersebut. Gejala tumor tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2 .

**Tabel 2.2**Gejala-gejala penyakit tumor otak

Kode	Gejala	Penyakit Tumor Otak Berdasarkan Lokasinya								
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
B1	Nyeri kepala	√	√	√	√	√	√	√	√	√
B 2	Muntah-muntah	√	√	√	√	√	√	√	√	√
B 3	Kejang-kejang	√	√	√	√	√	√	√	√	√
B 4	Edema Papil	√	√	√	√	√	√	√	√	√
B 5	Gangguan penglihatan	√			√		√			
B 6	Gangguan mental	√								
B 7	Gangguan bicara	√								
B 8	Gangguan Keseimbangan Dalam Berjalan	√								√
B9	Kelumpuhan pada salah satu sisi tubuh	√			√	√				
B 10	Pertumbuhan raksasa pada anak		√							
B 11	Pembesaran tangan, kaki, dan jari-jari		√							
B 12	Penimbunan lemak di daerah wajah dan bahu		√							
B 13	Menurunnya libido		√							
B 14	Gangguan penciuman	√		√						
B 15	Gangguan pengecapan			√						
B 16	Sering mengalami kejadian yang sama sebelumnya			√						
B 17	Gangguan pendengaran			√						
B 18	Gangguan kesadaran			√						
B 19	Kehilangan kemampuan memahami maksud pembicaraan orang lain				√					
B 20	Herniasi				√					
B 21	Gangguan parestesi				√					



B 22	Hiperestesi, merasakan rangsangan yang berlebihan				√				
B 23	Aleksia, gangguan memahami kata-kata tertulis					√			
B 24	Gangguan pembedaan warna						√		
B 25	Gangguan pengenalan wajah orang lain						√		
B 26	Gangguan konyugasi bola mata							√	
B 27	Hidrosefalus							√	√
B 28	Vertigo								√
B 29	Disfungsi syaraf cranial								
B 30	Mata bergerak cepat dan tidak teratur								√

Jenis tumor otak berdasarkan letak lokasi nya:

- A1 : *lobus frontalis*
- A2 : *kelenjar hipofisis*
- A3 : *lobus temporalis*
- A4 : *lobus parietalis*
- A5 : *girus angularis*
- A6 : *lobus oksipitalis*
- A7 : *mesencefalon*
- A8 : *medulla oblongata*
- A9 : *cerebellum*

### 2.2.2 Diagnosis

Setiap pasien yang dicurigai menderita lesi intrakranial harus menjalani evaluasi medis lengkap dengan perhatian khusus pada pemeriksaan neurologik. Pemeriksaan diagnostik spesifik dilakukan setelah pemeriksaan neurologik dan dimulai dari tindakan non-invasif yang menimbulkan risiko terkecil sampai tindakan yang mempergunakan teknik invasive dan lebih berbahaya.

Pemeriksaan radiografi tengkorak memberikan informasi berharga mengenai struktur tulang, penebalan, dan klasifikasi; posisi kelenjar pinealis yang mengalami klasifikasi; dan posisi sella tursica. EEG memberi informasi mengenai

perubahan kepekaan neuron. Pergeseran kandungan intraseberal dapat terlihat pada echoensefalogram. Scan otak radioaktif memperlihatkan daerah-daerah akumulasi abnormal dari zat radioaktif. Tumor otak maupun oklusio vascular, infeksi dan trauma mengakibatkan kerusakan sawar darah otak yang menyebabkan akumulasi abnormal zat radioaktif.

Angiografi otak merupakan suatu tindakan invasive yang membantu menentukan diagnosis akhir dan membantu dokter dalam menentukan pengobatan yang sesuai. Diagnosis tumor otak sangat terbantu oleh penggunaan MRI dan CT-Scan. Tindakan-tindakan ini sekarang selalu tersedia dan menjadi tindakan diagnostik pilihan, menggantikan teknik-teknik invasif.

### 2.3 Teorema Bayes

Teorema bayes pada awalnya dikemukakan oleh seorang pendeta yang juga matematikawan di Inggris yang bernama Thomas Bayes. 3 tahun setelah kematiannya, sekitar tahun 1763 diterbitkanlah teori tersebut dalam bentuk paper yang memperkenalkan sebuah versi dari beberapa persamaan probabilitas yang saat ini lebih dikenal dengan teorema bayes. Teorema bayes ini menggambarkan hubungan antara peluang bersyarat dari dua kejadian A dan B. Dalam penyelesaian sebuah kasus, dapat diselesaikan dengan rumus teorema bayes berikut :(Sutojo, 2011)

$$P(H|E) = \frac{P(E|H)*P(H)}{(P(E))} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

- P (H|E) = probabilitas hipotesis H terjadi jika *evidence* E terjadi
- P(E|H) = probabilitas munculnya *evidence* E, jika hipotesis H terjadi
- P(H) = probabilitas hipotesis H tanpa memandang *evidence* apapun
- P(E) = probabilitas *evidence* E tanpa memandang apapun

## 2.4 *Bayesian Network*

*Bayesian network* berasal dari teorema bayes, yakni sebuah pendekatan untuk sebuah ketidakpastian yang diukur dengan probabilitas. *Bayesian network* merupakan salah satu *probabilistic graphical model* (PGM) yang sederhana yang dibangun dari teori probabilitik dan teori graf. Teori probabilitik berhubungan langsung dengan data, sedangkan teori graf berhubungan langsung dengan bentuk representasi yang ingin didapatkan. *Bayesian network* dapat digunakan untuk menghitung probabilitas dari kehadiran berbagai gejala penyakit. *Bayesian network* merupakan *probabilistic graphical model* (PGM) dengan edge berarah yang digunakan untuk merepresentasikan pengetahuan tentang hubungan ketergantungan atau kebebasan diantara variabel-variabel domain persoalan yang dimodelkan. Pengetahuan tersebut direpresentasikan secara kualitatif menggunakan struktur graf dan secara kuantitatif menggunakan parameter-parameter numerik. Pada *Bayesian network* terdapat dua bagian utama, yakni :

1. Struktur graf

Struktur graf pada *Bayesian network* merupakan graf berarah tanpa siklus berarah yang terdiri dari *edge* dan *node*. *Node* merepresentasikan variable acak dan *edge* merepresentasikan adanya hubungan kebergantungan langsung antara variable yang dihubungkan. Jika tidak terdapat *edge* maka menandakan bahwa adanya hubungan kebebasan kondisional diantara variable.

2. Himpunan parameter

Himpunan parameter ini mendefinisikan distribusi probabilitas kondisional untuk setiap variabelnya.

Pada *Bayesian network*, nodes berkorespondensi dengan variable acak. Tiap nodes diasosiasikan dengan sekumpulan peluang bersyarat,  $p(x_i | A_i)$  dimana  $x_i$  adalah variable yang diasosiasikan dengan nodes dan  $A_i$  adalah set dari parent dalam graf. Struktur *Bayesian network* dibangun dengan menggunakan pendekatan statistik yaitu teorema bayes yakni peluang bersyarat. Peluang bersyarat merupakan proses perhitungan peluang suatu kejadian Y bila diketahui X telah terjadi, dinotasikan dengan  $P(Y | X)$ , dimana nilai Y untuk merepresentasikan

jenis penyakit tumor otak, dan X untuk merepresentasikan gejala-gejala dari tumor otak tersebut, yang menggunakan rumus teorema *bayes* (pada rumus 2.1). Untuk membangun suatu *Bayesian network* dapat dilakukan dengan beberapa tahap, berikut : (Meigarani, 2010)

**Step 1 :** Membangun struktur *Bayesian network*

Langkah awal dalam menerapkan *Bayesian network* adalah dengan membangun struktur *Bayesian network* yang diperoleh dari data gejala dan data penyakit tumor otak, berdasarkan akuisisi pengetahuan.

**Step 2 :** Menentukan parameter

Setelah merancang struktur *Bayesian network*, langkah selanjutnya adalah menentukan parameter/nilai *prior probability* dari setiap gejala yakni derajat kepercayaan dari setiap gejala yang terjadi. *Prior probability* dapat digunakan ketika tidak ada lagi gejala lain yang dapat digunakan untuk melihat suatu penyakit terjadi, namun apabila masih ada gejala baru yang ditemukan maka probabilitas yang baru harus dilihat berdasarkan gejala baru yang ditemukan. Pemberian nilai *prior probability* ini dilakukan oleh seorang pakar dalam penyakit tumor otak, yang dilihat dari kemungkinan terjadinya penyakit berdasarkan gejala tersebut.

**Step 3 :** Membuat *conditional probability table* (CPT)

Membangun *conditional probability table* (CPT), yaitu sebuah tabel yang berisi probabilitas dari setiap kemungkinan seorang pasien terindikasi mengidap suatu penyakit, jika mengalami suatu gejala tertentu. Setiap penyakit dipasangkan pada gejala-gejala yang menyertainya, dengan dimasukkan nilai probabilitas dari kemungkinan penyakit yang ditimbulkan. Pada tabel *conditional probability* terdapat nilai positif dan negatif, seperti contohnya pada Tabel 2.3 berikut.

**Tabel 2.3** Contoh Tabel *Conditional Probability Table*

gejala		tunor otak	
		positif	negatif
nyeri kepala	positif		
	negatif		

**Step 4 :** Membuat *joint probability distribution* (JPD)

Setelah diketahui pasangan dari setiap gejala yang timbul merujuk kepada penyakitnya, maka selanjutnya menghitung nilai probabilitas kemunculan bersamaan untuk semua kombinasi kemungkinan nilai-nilai yang terdapat dari setiap gejala yang ditimbulkan. *Joint probability distribution* dari suatu variabel A dan B adalah sebuah tabel yang berisi probabilitas untuk setiap nilai A dan B yang dapat terjadi, dengan notasi P(A,B) dalam bentuk persamaan :

$$P(A,B) = P(A | B) P(B) \dots\dots\dots(2.2)$$

Berdasarkan persamaan diatas, nilai *joint probability distribution* dapat dihitung dengan cara mengalikan nilai *conditional probability* dengan *prior probability*. Dengan mengalikan nilai *conditional probability* yang positif tumor otak untuk gejala negatif dan positif dikalikan dengan nilai *prior*, sedangkan nilai *conditional probability* yang negatif tumor otak untuk gejala negatif dan positif dikalikan dengan 1 dikurang dengan nilai *prior*.

**Step 5 :** Menghitung *posterior probability*

Nilai *posterior probability* diperoleh dapat dihitung dari hasil perolehan nilai *joint probability distribution* (JPD), nilai inilah yang digunakan untuk menghitung probabilitas kemunculan suatu gejala. Cara perhitungannya adalah nilai JPD yang present dibagi dengan nilai JPD present ditambah dengan nilai JPD absent, atau dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$posterior\ probability = \frac{JPD_{present}}{JPD_{present} + JPD_{absent}} \dots\dots\dots(2.3)$$

### **Step 6 :** Inferensi probabilistik

Dalam membuat inferensi probabilitas berdasarkan struktur *bayesian network* yang telah dirancang sebelumnya, dengan ditambah menghitung nilai probabilitas kemungkinan terindikasi penyakit tumor otak yang diambil dari nilai *posterior probability*. Pasien akan menjawab pertanyaan yang diajukan sistem, dari data inilah akan dihitung nilai probabilitas pasien tersebut terindikasi mengidap tumor otak.

### **2.5 PHP**

PHP adalah salah satu bahasa pemrograman berbasis web dalam bentuk *script* yang eksekusinya berada di server. Hasilnya akan dikirim ke *client*, tempat pemakai menggunakan *browser*. Berbeda dengan *javascript*, yang mana *script* diproses di *client*.

*Hypertext Preprocessor* (PHP) pertama kali ditemukan oleh Rasmus Lerdroft pada tahun 1995, merupakan bahasa pemrograman berbentuk *script* sederhana yang digunakan untuk memproses HTML *form* didalam halaman web. *Script* tersebut ditempatkan dalam server dan diproses diserver, kemudian hasil dari pengolahan akan dikirim ke klien, tempat pemakai menggunakan browser. PHP secara khusus dirancang untuk membentuk web dinamis, dimana ia dapat membentuk suatu tampilan berdasarkan permintaan terkini. PHP (Persoanal Home Page) adalah sebuah bahasa pemrograman yang biasa dipakai untuk membuat sebuah aplikasi web. Aplikasi web adalah aplikasi yang dijalankan melalui browser. Bahasa pemrograman ini sangat kompatibel dengan berbagai macam platform serta berbagai macam jenis database. Sebagian besar perintah-perintah pada PHP berasal dari bahasa C, Java dengan beberapa tambahan fungsi khusus PHP. Bahasa ini memungkinkan para pembuat aplikasi web menyajikan halaman HTML yang dinamis.

PHP banyak digunakan oleh programmer yang mempunyai dasar programming C/C++ karena kemiripan syntaksnya adalah open source karena gratis dan bebas. Database yang bisa dipakai bisa bermacam-macam, dan untuk

database yang default adalah database mysql yang dijalankan bersama webserver apache diatas sistem operasi Linux maupun Windows. *PHP* memiliki beberapa kelebihan, diantaranya dapat melakukan pengumpulan data dari form, menghasilkan isi halaman dinamis, dan kemampuan mengirim, dan menerima cookies. *PHP* juga memiliki kemampuan untuk mengolah keluaran gambar, file PDF, dan movies flash. *PHP* juga dapat menghasilkan teks, seperti XHTML dan file XML lainnya.

Skrip *PHP* berkedudukan sebagai tag dalam bahasa HTML. Suatu skrip akan dikenali sebagai skrip *PHP* apabila di apit oleh tanda berikut :

- a. `<?php ..... ?>`
- b. `<? ..... ?>`

Dalam menyimpan file *PHP* diikuti dengan eksistensi \*.php, misalnya : coba.php. jika skrip di akses melalui komputer local maka file *PHP* disimpan dalam folder htdocs di *local web server*. Pemberian nama dokumen yang sama namun dengan *case* yang berbeda akan dianggap sebagai dokumen yang berbeda. Skrip *PHP* dapat disisipkan pada skrip HTML, begitu juga sebaliknya skrip HTML dapat diletakkan diantara skrip *PHP*. (Syafi'I, 2004)

## 2.6 MySQL

MySQL merupakan sebuah perangkat lunak sistem manajemen basis data SQL atau DBMS (*Database Management System*) yang *multithread* dan *multi-user*. MySQL merupakan perangkat lunak *open source*, sehingga setiap pengguna dapat menggunakannya secara bebas, namun dengan batasan perangkat lunak tersebut tidak boleh dijadikan produk turunan yang bersifat komersial.

Bahasa pemrograman *PHP* memiliki kelebihan yaitu kompatibilitasnya dengan berbagai macam jenis database, dukungan dengan berbagai macam jenis sistem operasi. *PHP* lebih cocok dan umum digunakan jika digabungkan dengan database MySQL. MySQL dengan *PHP* seakan-akan dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Untuk menggunakan kombinasi keduanya dibutuhkan tingkat kemampuan programming tertentu, dan harus memahami benar-benar HTML.

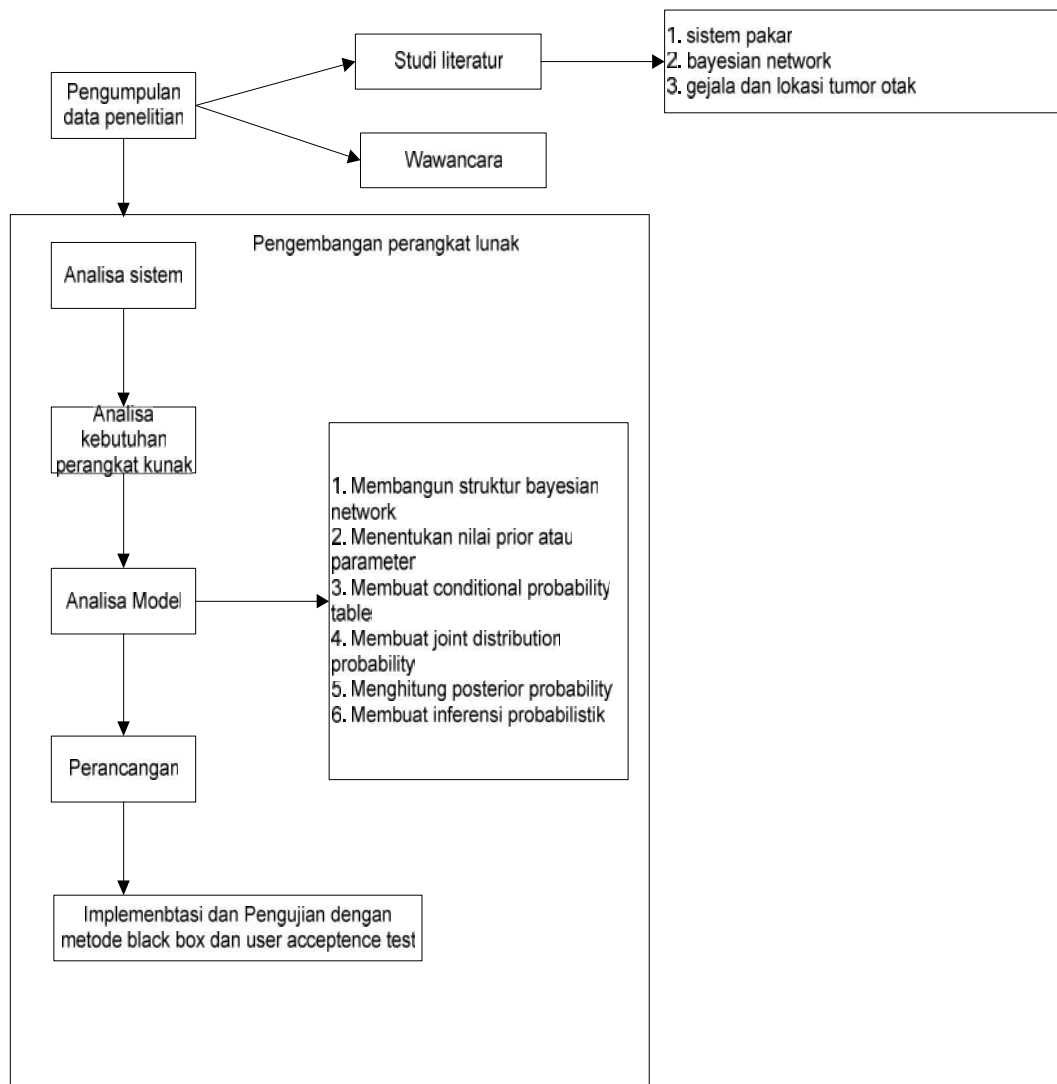
Dalam bahasa SQL pada umumnya informasi tersimpan dalam tabel-tabel yang secara logika merupakan struktur dua dimensi terdiri dari baris (row atau record) dan kolom (column atau field). Sedangkan dalam suatu database terdiri dari beberapa tabel. SQL adalah sebuah konsep pengoperasian database, terutama untuk pemilihan atau seleksi dan pemasukan data yang memungkinkan data dapat dikerjakan dengan mudah dan secara otomatis. Sebagai database server, MySQL dapat dikatakan lebih unggul jika dibandingkan dengan database server lainnya dalam query data. Hal ini terbukti dalam query yang dilakukan single user, kecepatan query MySQL bisa sepuluh kali lebih cepat *PostgreSQL* dan lima kali lebih cepat dibandingkan *Interbase*. (Syafi'I, 2004)



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian tugas akhir ini ada beberapa tahapan yang akan dilakukan seperti yang terlihat pada Gambar 3.1:



**Gambar 3.1** Tahap/Langkah Penelitian Tugas Akhir

### **3.1 Pengumpulan Data Penelitian**

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang berhubungan dengan penelitian dan pembuatan sistem. Pengumpulan data berfungsi untuk mendukung penelitian yang akan dilaksanakan, berupa kegiatan pengumpulan teori-teori yang mendukung penelitian. Ada dua cara dalam pengumpulan data penelitian, seperti berikut :

#### **1. Studi literatur**

Mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan sistem pakar, metode *Bayesian network*, dan penyakit tumor otak. Sumber yang digunakan berupa buku, jurnal dan tulisan penelitian tentang *Bayesian network* atau artikel-artikel yang berhubungan.

#### **2. Wawancara**

Melakukan wawancara kepada pakar tumor otak yakni Dr. Riki Sukiandra, Sp.S untuk memperoleh data yang diperlukan untuk penelitian dan pengembangan perangkat lunak.

### **3.2 Pengembangan Perangkat Lunak**

Pengembangan sistem pakar (*Expert System Development Life Cycle*) adalah konsep dasar dalam merancang dan mengembangkan sistem pakar. Adapun tahapan-tahapan ESDLC yakni sebagai berikut:

#### **3.2.1 Analisa Sistem**

- a. Mengidentifikasi masalah yang terjadi, sehingga dibutuhkan suatu sistem pakar.
- b. Menjelaskan tujuan umum dari pembuatan sistem, serta ruang lingkup sistem.
- c. Memverifikasi kesesuaian antara sistem pakar dengan masalah.

#### **3.2.2 Analisa kebutuhan perangkat lunak**

Analisa kebutuhan data, kebutuhan fungsi identifikasi unjuk kerja sistem yang dimulai dari akuisisi pengetahuan pakar ke sistem, representasi

pengatahuan, kaidah produksi yang digunakan hingga pemilihan metode inferensi.

### **3.2.3 Analisa Metode *Bayesian Network***

Pada tahap analisa metode *bayesian network* ini terdapat beberapa tahap, yakni sebagai berikut :

#### **3.2.3.1 Membangun struktur *Bayesian network* penyakit tumor otak**

Merancang struktur *Bayesian network* berdasarkan data gejala dan penyakit tumor otak.

#### **3.2.3.2 Menentukan parameter (*prior probability*)**

Memberikan nilai/derajat kepercayaan untuk suatu gejala yang terjadi.

#### **3.2.3.3 Membuat *conditional probability table* (CPT)**

Membuat tabel yang berisi probabilitas dari setiap kemungkinan nilai dari gejala yang timbul. nilai.

#### **3.2.3.4 Membuat *joint probability distribution* (JPD)**

Menghitung nilai probabilitas kemunculan bersama untuk semua kombinasi kemungkinan nilai yang terdapat pada variable-variablenya, yakni dengan mengalikan nilai *prior probability* dengan nilai *conditional probability table*.

#### **3.2.3.5 Menghitung *posterior probability*.**

Menghitung *posterior probability*, diperoleh dari *joint probability distribution* yang digunakan untuk menghitung kemunculan suatu gejala, dengan cara nilai JPD *present* dibagi dengan nilai JPD *present* yang ditambah dengan nilai JPD *absent*.

#### **3.2.3.6 Inferensi probabilistik.**

Menghitung besar nilai probabilitas kemungkinan pasien mengidap tumor otak berdasarkan hasil dari perhitungan nilai *posterior probability* sebelumnya.

### 3.2.4 Perancangan

- a. Mendefinisikan struktur sistem, pengaturan sistem, dan metode yang akan digunakan untuk pengambilan keputusan.
- b. Perancangan system dengan proses aliran data berupa DFD (*Data Flow Diagram*) dan ERD (*Entity Relationship Diagram*)
- c. Perancangan struktur menu untuk memberikan gambaran terhadap menu-menu dan fitur pada menu yang akan dibangun.
- d. Perancangan antarmuka untuk mempermudah komunikasi antara sistem dan pengguna, serta membuat tampilan sistem lebih menarik dan *user friendly*.
- e. Memilih bahasa pemrograman yang akan digunakan.

### 3.2.5 Implementasi dan Pengujian

#### a. Implementasi

Pada proses implementasi akan dilakukan pembuatan modul yang telah dirancang dan dianalisa pada bahasa pemrograman. Berikut adalah spesifikasi lingkungan implementasi perangkat keras dan perangkat lunak:

#### a. Perangkat Keras

1. *Processor* : Intel Core 2 Duo 2.00 GHz
2. *Memory* : 1 GB
3. *Harddisk* : 250 GB

#### b. Perangkat Lunak

1. Sistem Operasi : Windows 7 Home Edition
2. *Browser* : Google Chrome, Mozilla FireFox
3. Bahasa Pemrograman : Php
4. DBMS : mySQL, XML

#### b. Pengujian dengan metode *black box* dan *user acceptance test*

Pengujian merupakan tahapan dimana aplikasi akan dijalankan, tahap ini diperlukan untuk mengetahui apakah sistem sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

Pengujian sistem dilakukan dengan cara menggunakan *Black Box*, *User Acceptance Test* dan membandingkan hasil diagnosa dokter dengan hasil diagnosa sistem pakar. Pada *Black Box* pengujian ini berfokus pada perangkat lunak untuk mendapatkan serangkaian kondisi input yang seluruhnya menggunakan persyaratan fungsional dalam suatu program. Pengujian dengan menggunakan *User Acceptance Test* adalah dengan membuat angket yang didalamnya berisi pertanyaan seputar tugas akhir ini. Sedangkan pengujian dengan membandingkan hasil diagnosa dokter dengan hasil diagnosa sistem pakar untuk melihat apakah ditemukannya *error*.

## BAB IV

### ANALISA DAN PERANCANGAN

#### 4.1. Analisa Sistem

Sistem pakar yang akan dibangun merupakan sistem pakar untuk mendiagnosa tumor otak, dimana sistem ini nantinya dapat membantu ataupun menggantikan peran seorang dokter dalam mendiagnosa tumor otak. Sistem pakar yang dirancang akan mendiagnosa penyakit berdasarkan gejala-gejala dari penyakit tersebut yang telah diinputkan sebelumnya kedalam basis pengetahuan. Sistem pakar ini dapat diakses oleh dua kategori *user*, yakni pakar yang merupakan admin dari sistem ini, dan pengguna atau pemakai sistem pakar untuk mendiagnosa tumor otak.

Data masukan dalam mendiagnosa tumor otak ini adalah data gejala-gejala yang dialami pasien, yang selanjutnya akan diproses dengan perhitungan nilai probabilitasnya menggunakan metode *bayesian network*. Berdasarkan data masukan akan dihitung nilai probabilitasnya melalui beberapa tahap menggunakan metode *bayesian network*, yakni dimulai dari penentuan nilai parameter untuk setiap gejala, selanjutnya menentukan nilai *conditional probability*, setelah kedua nilai tersebut didapatkan maka dihitung nilai *joint probability*, dari nilai *joint probability* dapat dihitung nilai *posterior probability*, dan yang terakhir menghitung nilai rata-rata dari nilai *posterior probability* dari setiap gejala tumor otak yang disesuaikan dengan struktur *bayesian network* dan metode inferensi *forward chaining*. Selain nilai probabilitas dari hasil perhitungan menggunakan metode *bayesian network*, didapatkan pula persentase dari gejala yang dipilih menunjukkan suatu lokasi tumor otak. Dari hasil konsultasi yang dilakukan oleh pengguna akan didapatkan lokasi tumor otak beserta nilai persentase kemunculan gejala, dan nilai probabilitas yang diperoleh dari perhitungan menggunakan metode *bayesian network*.

## 4.2 Analisa Data

Kebutuhan perangkat lunak sistem pakar ini diperoleh dari hasil akuisisi pengetahuan terhadap data-data gejala tumor otak yang diproses menggunakan metode *bayesian network*. Data gejala merupakan gejala-gejala yang menandakan adanya tumor pada otak, dari gejala ini juga dapat ditentukan lokasi tumor tersebut. Data gejala diperoleh dari pakar dibidang tumor otak diperoleh dari hasil wawancara dengan dokter syaraf yakni : Dr. Riki Sukiandra, Sp. S serta dari beberapa sumber lain seperti buku kedokteran, jurnal, dan artikel. Dokter menginputkan gejala-gejala tumor otak berdasarkan lokasinya kedalam basis pengetahuan, dimana nantinya sistem pakar ini akan mendiagnosa tumor otak berdasarkan data gejala tersebut. Tumor otak dibedakan berdasarkan lokasinya, dimana tiap lokasi disertai dengan gejala-gejalanya. Tabel penyakit dan gejala yang menyertai tumor otak ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

**Tabel 4.1** Daftar Gejala

Kode	Gejala
B1	Nyeri kepala
B 2	Muntah-muntah
B 3	Kejang-kejang
B 4	Edema Papil
B 5	Gangguan penglihatan
B 6	Gangguan mental
B 7	Gangguan bicara
B 8	Gangguan keseimbangan dalam berjalan
B9	Kelumpuhan pada salah satu sisi tubuh
B 10	Pembesaran tangan, kaki, dan jari-jari
B 11	Pertumbuhan raksasa pada anak
B 12	Penimbunan lemak di daerah wajah dan bahu
B 13	Menurunnya libido
B 14	Gangguan penciuman
B 15	Gangguan pengecapan
B 16	Dejavu

B 17	Gangguan pendengaran
B 18	Gangguan kesadaran
B 19	Afasia sensoris
B 20	Herniasi
B 21	Gangguan parestesi
B 22	Hiperestesi, merasakan rangsangan yang berlebihan
B 23	Aleksia, gangguan memahami kata-kata tertulis
B 24	Gangguan pembedaan warna
B 25	Gangguan pengenalan wajah orang lain
B 26	Gangguan konyugasi bola mata
B 27	Hidrocefalus
B 28	Vertigo
B 29	Disfungsi syaraf cranials
B 30	Nistagmus

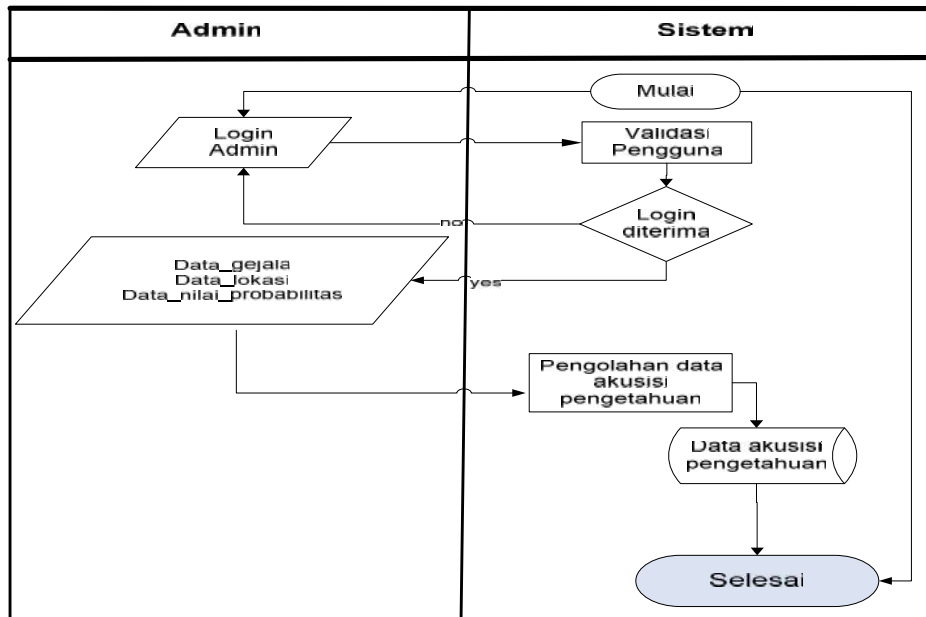
**Tabel 4.2** Daftar Jenis Penyakit

<b>Kode</b>	<b>Nama Penyakit</b>
L1	<i>Lobus frontalis</i>
L2	<i>Kelenjar hipofisis</i>
L3	<i>Lobus temporalis</i>
L4	<i>Lobus parietalis</i>
L5	<i>Girus angularis</i>
L6	<i>Lobus oksipitalis</i>
L7	<i>Messensefalon</i>
L8	<i>Medulla oblongata</i>
L9	<i>Cerebellum</i>

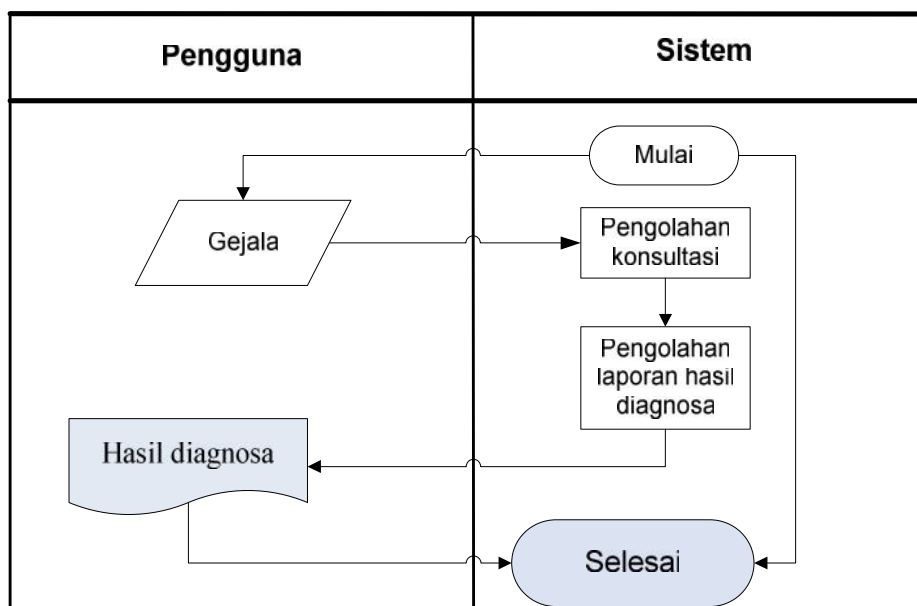
Basis pengetahuan yang digunakan dalam perancangan sistem ini yakni tentang penyakit yang timbul, beserta gejala yang menyertainya. Hasil dari perancangan sistem pakar tumor otak ini nantinya adalah dapat diketahui lokasi dari tumor tersebut, berdasarkan gejala yang menyertainya. Data gejala dan data lokasi tumor otak akan diinputkan ke dalam basis pengetahuan oleh pakar, yang



selanjutnya pengguna akan memilih gejala yang dirasakannya dengan menjawab pertanyaan yang berhubungan dengan gejala tumor otak. Alur dari proses sistem pakar ini dapat dilihat pada flowchart sistem pakar tumor otak pada Gambar 4.1 untuk proses input data pengetahuan, dan Gambar 4.2 untuk proses konsultasi *user*.



**Gambar 4.1** Flowchart Proses Input Data Pengetahuan



**Gambar 4.2** Flowchart Proses Konsultasi *User*

#### 4.1.1 Representasi Pengetahuan

Representasi pengetahuan adalah metode yang digunakan untuk mengkodekan pengetahuan dalam sebuah sistem pakar yang berbasis pengetahuan. Dalam perancangan representasi pengetahuan menggunakan suatu teknik representasi pengetahuan. Pada kasus tumor otak ini digunakan teknik representasi pengetahuan yang berbasis aturan atau *rule-based knowledge* yakni pengetahuan direpresentasikan dalam bentuk fakta (*facts*) dan aturan (*rules*). Bentuk representasi ini terdiri dari premis yang didapatkan dari gejala penyakit, dan konklusi (kesimpulan) yang merupakan lokasi penyakit tumor otak.

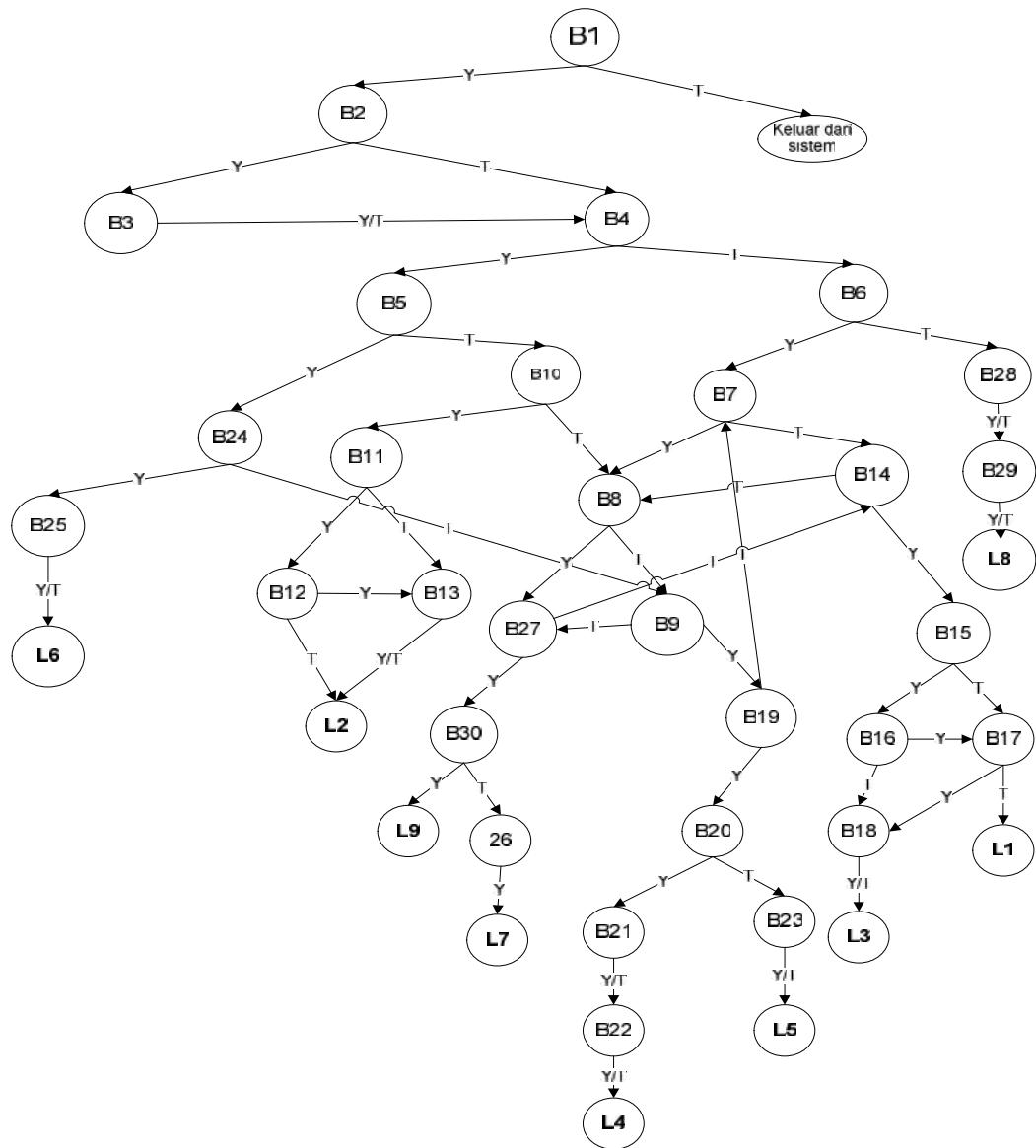
Dalam penelusuran gejala penyakit tumor otak untuk menentukan lokasi tumornya, diperlukan teknik inferensi. Pada perancangan sistem pakar tumor otak ini digunakan teknik inferensi *forward chaining* yang membentuk penalaran dari fakta yang terjadi untuk menghasilkan suatu hipotesa. Tabel *rule-based knowledge* atau pembentukan aturan gejala penyakit tumor otak dengan menggunakan teknik inferensi *forward chaining* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Basis Aturan Penyakit Tumor Otak

R-1	: <b>If</b> anda mengalami nyeri kepalat <b>then</b> B1
R-2	: <b>If</b> muntah-muntah proyektil <b>then</b> B2
R-3	: <b>If</b> B1 and B2 <b>then</b> B3
R-4	: <b>If</b> B1, B2 and B3 <b>then</b> B4
R-5	: <b>If</b> B1, B2, B3, and B4 <b>then</b> B5
R-6	: <b>If</b> B1, B2, B3, B4 and B5 <b>then</b> B24
R-7	: <b>If</b> B1, B2, B3, B4, B5, and B24 <b>then</b> B25
R-8	: <b>If</b> B25 <b>then</b> <i>lobus oksipitalis</i>
R-9	: <b>If</b> B1, B2 and B3 <b>then</b> B6
R-10	: <b>If</b> B1, B2, B3 and B6 <b>then</b> B7
R-11	: <b>If</b> B1, B2, B3, B6 and B7 <b>then</b> B8
R-12	: <b>If</b> B1, B2, B3, B6, B7 and B8 <b>then</b> B28
R-13	: <b>If</b> B1, B2, B3, B6, B7 B8 and b28 <b>then</b> B30
R-14	: <b>If</b> B30 <b>then</b> <i>cerebellum</i>
R-15	: <b>If</b> B1, B2, B3 and B4 <b>then</b> B10
R-16	: <b>If</b> B1, B2, B3, B4 and B10 <b>then</b> B11
R-17	: <b>If</b> B1, B2, B3, B4, B10 and B11 <b>then</b> B12
R-18	: <b>If</b> B1, B2, B3, B4, B10, B11, and B12 <b>then</b> B13
R-19	: <b>If</b> B13 <b>then</b> <i>kelenjar hipofisis</i>
R-20	: <b>If</b> B1, B2, B3 <b>then</b> B28
R-21	: <b>If</b> B28 <b>then</b> B29
R-22	: <b>If</b> B29 <b>then</b> <i>medulla oblongata</i>
R-23	: <b>If</b> B1, B2, B3, B6, B7 and B8 <b>then</b> B14
R-24	: <b>If</b> B1, B2, B3, B6, B7, B8 and B14 <b>then</b> <i>lobus frontalis</i>

R-25 : **If** B1, B2, B3, B6, B7, and B9 **then** B19  
 R-26 : **If** B1, B2, B3, B6, B7, B9 and B19**then** B20  
 R-27 : **If** B1, B2, B3, B6, B7, B9, B19 and B20**then** B21  
 R-28 : **If** B21**then** B22  
 R-29 : **If** B22**then** *lobus parietalis*  
 R-30 : **If**B1, B2, B3, B5**then** B9  
 R-31 : **If** B1, B2, B3, B5 and B27 **then** B26  
 R-32 : **If** B26 **then** *messesenfalon*  
 R-33 : **If**B1, B2, B3, B5, B9 and B19**then** B23  
 R-34 : **If** B23**then** *girus angularis*  
 R-35 : **If** B1, B3, B4, B6, **then** B14  
 R-36 : **If** B1, B2, B3, B6 and B14**then** B15  
 R-37 : **If** B1, B3, B4, B6, B14 and B15 **then** B16  
 R-38 : **If**B1, B3, B4, B6B14, B15 and B16**then** B17  
 R-39 : **If**B1, B3, B4, B6B14, B15, B16 and B17 **then** B18  
 R-40 : **If** B18**then** *lobus temporalis*

Berdasarkan penelusuran basis aturan pada Tabel 4.3, dibuat pohon inferensi yang terlihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Pohon Inferensi

### 4.3 Analisa Metode *Bayesian Network*

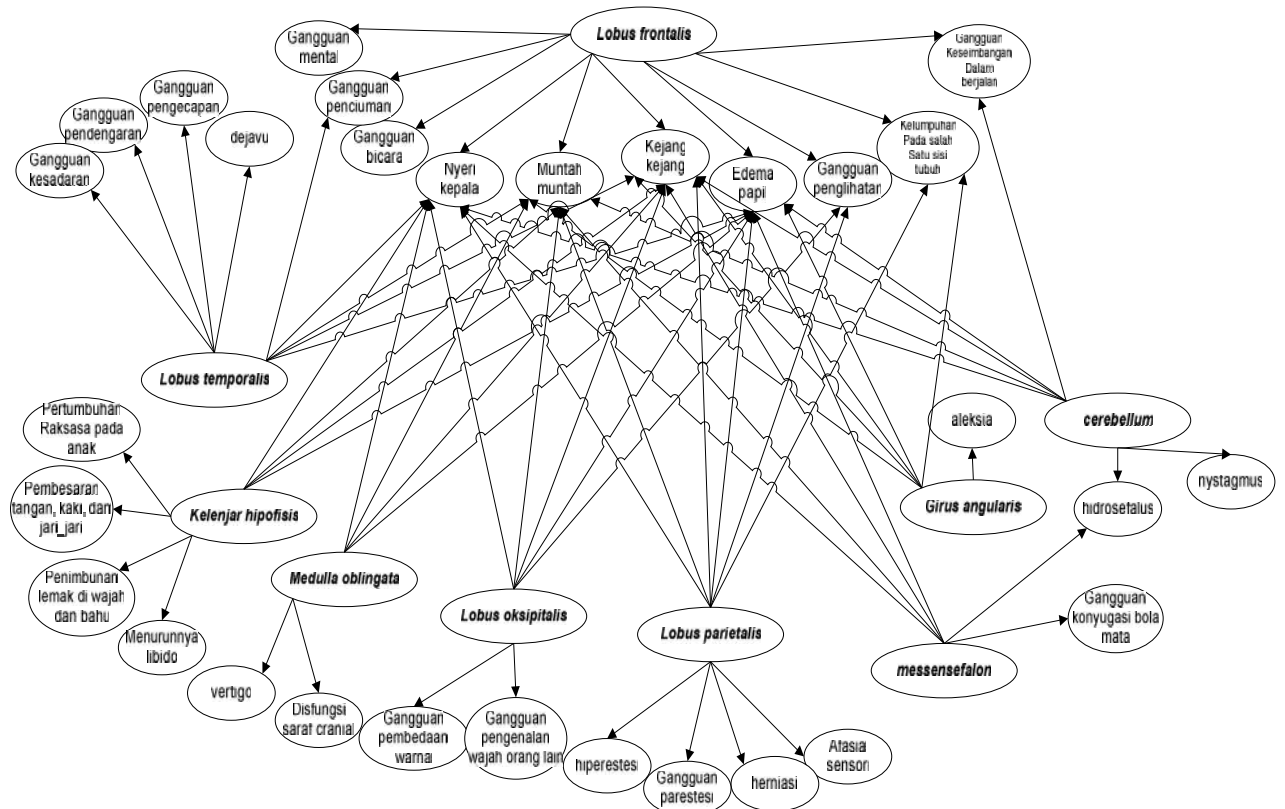
Pada latar belakang telah disebutkan sebelumnya bahwa dalam perancangan sistem pakar tumor otak ini menggunakan salah satu teorema *bayes*, yakni *bayesian network*. *Bayesian network* merupakan salah satu *probabilistic graphical model* (PGM) yang sederhana yang dibangun dari teori probabilitik dan teori graf. *Bayesian network* dapat digunakan untuk menghitung probabilitas dari kehadiran berbagai gejala penyakit. *Bayesian network* dapat diselesaikan dengan beberapa tahapan, yakni sebagai berikut :

1. Membangun struktur *Bayesian network*
2. Menentukan parameter/ nilai *prior*
3. Membuat *conditional probability table*
4. Membuat *joint probability table*
5. Menghitung *posterior probability*
6. Inferensi probabilistik

Dengan menggunakan metode *Bayesian network* akan diperoleh nilai probabilitas pasien tersebut terkena tumor otak. Pasien yang nilai probabilitasnya kurang dari 60 %, maka pasien tersebut bukanlah penderita tumor otak.

### 4.3.1 Membangun Struktur *Bayesian Network*

Berdasarkan data gejala dan data penyakit dari proses akuisisi pengetahuan dapat digambarkan struktur *network* dari penyakit tumor otak. Struktur tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Struktur *Bayesian Network*

#### 4.3.2 Menentukan Parameter/ Nilai *Prior*

Berdasarkan gejala yang menyertai penyakit tumor otak, ditentukan nilai *priorprobability* dari setiap gejala, yakni derajat kepercayaan untuk suatu gejala. Nilai *prior* tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

**Tabel 4.4** *Prior Probability* Gejala Penyakit Tumor Otak

Kode	Gejala	Nilai
B1	Nyeri kepala	0.6
B2	Muntah-muntah	0.6
B3	Kejang-kejang	0.6
B4	Edema papil	0.6
B5	Gangguan penglihatan	0.7
B6	Gangguan mental	0.7
B7	Gangguan bicara	0.7
B8	Gangguan keseimbangan dalam berjalan	0.5
B9	Kelumpuhan pada salah satu sisi tubuh	0.7
B10	Pertumbuhan raksasa pada anak	0.6
B11	Pembesaran tangan, kaki, dan jari-jari	0.6
B12	Penimbunan lemak di daerah wajah dan bahu	0.5
B13	Menurunnya libido	0.5
B14	Gangguan penciuman	0.7
B15	Gangguan pengecapan	0.6
B16	Dejavu	0.6
B17	Gangguan pendengaran	0.7
B18	Gangguan kesadaran	0.6
B19	Afasia sensoris	0.6
B20	Herniasi	0.5
B21	Gangguan parestesi	0.6
B22	Hiperestesi, merasakan rangsangan yang berlebihan	0.6
B23	Aleksia, gangguan memahami kata-kata tertulis	0.5
B24	Gangguan pembedaan warna	0.6
B25	Gangguan pengenalan wajah orang lain	0.6

B26	Gangguan konyugasi bola mata	0.6
B27	Hidrosefalus	0.7
B28	Vertigo	0.7
B29	Disfungsi syaraf cranial	0.5
B30	Nistagmus	0.8

### 4.3.3 Membuat *Conditional Probability Table (CPT)*

Tabel *conditional probability* adalah tabel yang berisi nilai probabilitas dari kemunculan adanya gejala untuk suatu penyakit yang diperoleh dari keadaan pasien yang telah mengalami sebelumnya. Pada nilai tabel yang berisi nilai *conditional probability* terdapat nilai positif gejala dan positif tumor merupakan pasien yang mengalami gejala tersebut dan juga mengidap tumor otak. Untuk nilai gejala negatif dan tumor otak positif merupakan pasien yang tidak mengalami gejala tersebut, tetapi mengidap tumor otak. Apabila gejala positif dan tumor otak negatif maka pasien mengalami gejala tersebut, namun bukan penderita tumor otak. Dan apabila gejala dan tumor otak negatif, maka pasien tersebut tidak mengalami gejala tersebut dan juga bukan penderita tumor otak. Nilai probabilitas itu dapat dilihat pada Tabel 4.5, berikut.

**Tabel 4.5** *Conditional Probability Table (CPT)*

Gejala		Tumor Otak	
		positif	negatif
nyeri kepala	positif	0.7	0.5
	negatif	0.3	0.5
muntah-muntah	positif	0.7	0.6
	negatif	0.3	0.4
kejang-kejang	positif	0.5	0.8
	negatif	0.5	0.2
Edema papil	positif	0.6	0.5
	negatif	0.4	0.5
gangguan penglihatan	positif	0.5	0.8
	negatif	0.5	0.2
gangguan mental	positif	0.6	0.5
	negatif	0.4	0.5

gangguan bicara	positif	0.5	0.8
	negatif	0.5	0.2
Gangguan keseimbangan dalam berjalan	positif	0.6	0.3
	negatif	0.4	0.7
kelumpuhan pada salah satu sisi tubuh	positif	0.5	0.4
	negatif	0.5	0.6
Pertumbuhan raksasa pada anak	positif	0.35	0.15
	negatif	0.65	0.85
pembesaran tangan, kaki, dan jari-jari	positif	0.56	0.3
	negatif	0.44	0.7
penimbunan lemak didaerah wajah dan bahu	positif	0.22	0.2
	negatif	0.78	0.8
Menurunnya libido	positif	0.15	0.75
	negatif	0.85	0.25
gangguan penciuman	positif	0.6	0.3
	negatif	0.4	0.7
gangguan pengecepan	positif	0.65	0.25
	negatif	0.35	0.75
dejavu	positif	0.5	0.56
	negatif	0.5	0.44
gangguan pendengaran	positif	0.6	0.35
	negatif	0.4	0.65
gangguan kesadaran	positif	0.6	0.35
	negatif	0.4	0.65
afasia sensori	positif	0.55	0.35
	negatif	0.45	0.65
Herniasi	positif	0.45	0.28
	negatif	0.55	0.78
gangguan parestesi	positif	0.6	0.78
	negatif	0.4	0.22
hiperestesi, merasakan rangsangan yang berlebihan	positif	0.43	0.25
	negatif	0.57	0.75
aleksia, sulit memahami kata-kata tertulis	positif	0.7	0.65
	negatif	0.3	0.35
gangguan pembedaan warna	positif	0.48	0.7
	negatif	0.52	0.3
gangguan pengenalan wajah orang lain	positif	0.5	0.76
	negatif	0.5	0.24
gangguan konyugasi bola mata	positif	0.45	0.6
	negatif	0.55	0.4
hidrosefalus	positif	0.6	0.35
	negatif	0.4	0.65s
vertigo	positif	0.7	0.03
	negatif	0.3	0.97



Disfungsi syaraf cranial	positif	0.45	0.02
	negatif	0.55	0.98
nistagmus	positif	0.35	0.56
	negatif	0.65	0.44

#### 4.3.4 Membuat *Joint Probability Distribution (JPD)*

Suatu penyakit akan dipasangkan dengan segala kemungkinan gejala yang ditimbulkannya. Probabilitas kemunculan bersama untuk semua kombinasi kemungkinan nilai-nilai yang terdapat pada variable A dan B disebut *joint probability distribution (JPD)*. Nilai *joint probability distribution* diperoleh dengan cara mengalikan nilai *conditional probability* dengan *prior probability*. Dengan mengalikan nilai *conditional probability* yang positif tumor otak untuk gejala negatif dan positif dikalikan dengan nilai *prior* pada Tabel 4.4, sedangkan nilai *conditional probability* yang negatif tumor otak untuk gejala negatif dan positif dikalikan dengan 1 dikurang dengan nilai *prior* yang ada pada Tabel 4.4. Nilai *joint probability distribution* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6** *Joint Probability Distribution (JPD)*

Gejala		Tumor Otak	
		positif	negatif
nyeri kepala	positif	$0.6 \times 0.7 = 0.42$	$0.4 \times 0.5 = 0.2$
	negatif	$0.6 \times 0.3 = 0.18$	$0.4 \times 0.5 = 0.2$
muntah-muntah	positif	$0.6 \times 0.7 = 0.42$	$0.4 \times 0.6 = 0.24$
	negatif	$0.6 \times 0.3 = 0.18$	$0.4 \times 0.4 = 0.16$
kejang-kejang	positif	$0.6 \times 0.5 = 0.3$	$0.4 \times 0.8 = 0.32$
	negatif	$0.6 \times 0.5 = 0.3$	$0.4 \times 0.2 = 0.08$
Edema papil	positif	$0.6 \times 0.6 = 0.36$	$0.4 \times 0.5 = 0.2$
	negatif	$0.6 \times 0.4 = 0.24$	$0.4 \times 0.5 = 0.2$
gangguan penglihatan	positif	$0.7 \times 0.5 = 0.35$	$0.3 \times 0.8 = 0.24$
	negatif	$0.7 \times 0.5 = 0.35$	$0.3 \times 0.2 = 0.06$
gangguan mental	positif	$0.7 \times 0.6 = 0.42$	$0.3 \times 0.5 = 0.15$
	negatif	$0.7 \times 0.4 = 0.28$	$0.3 \times 0.5 = 0.15$
gangguan bicara	positif	$0.7 \times 0.5 = 0.35$	$0.3 \times 0.8 = 0.24$
	negatif	$0.7 \times 0.5 = 0.35$	$0.3 \times 0.2 = 0.06$

Gangguan keseimbangan dalam berjalan	positif	$0.5 \times 0.6 = 0.3$	$0.5 \times 0.3 = 0.15$
	negatif	$0.5 \times 0.4 = 0.2$	$0.5 \times 0.7 = 0.35$
kelumpuhan pada salah satu sisi tubuh	positif	$0.7 \times 0.5 = 0.35$	$0.3 \times 0.4 = 0.12$
	negatif	$0.7 \times 0.5 = 0.35$	$0.3 \times 0.6 = 0.18$
Pertumbuhan raksasa pada anak	positif	$0.6 \times 0.35 = 0.21$	$0.4 \times 0.15 = 0.06$
	negatif	$0.6 \times 0.65 = 0.39$	$0.4 \times 0.85 = 0.34$
pembesaran tangan, kaki, dan jari-jari	positif	$0.6 \times 0.56 = 0.336$	$0.4 \times 0.3 = 0.12$
	negatif	$0.6 \times 0.44 = 0.264$	$0.4 \times 0.3 = 0.28$
penimbunan lemak didaerah wajah dan bahu	positif	$0.5 \times 0.22 = 0.11$	$0.5 \times 0.2 = 0.1$
	negatif	$0.5 \times 0.78 = 0.39$	$0.5 \times 0.8 = 0.4$
penurunan libido	positif	$0.5 \times 0.15 = 0.075$	$0.5 \times 0.75 = 0.375$
	negatif	$0.5 \times 0.85 = 0.425$	$0.5 \times 0.25 = 0.125$
gangguan penciuman	positif	$0.7 \times 0.6 = 0.42$	$0.3 \times 0.3 = 0.09$
	negatif	$0.7 \times 0.4 = 0.28$	$0.3 \times 0.7 = 0.21$
gangguan pengecap	positif	$0.6 \times 0.65 = 0.39$	$0.4 \times 0.25 = 0.1$
	negatif	$0.6 \times 0.35 = 0.21$	$0.4 \times 0.75 = 0.45$
dejavu	positif	$0.6 \times 0.5 = 0.3$	$0.4 \times 0.56 = 0.224$
	negatif	$0.6 \times 0.5 = 0.3$	$0.4 \times 0.44 = 0.176$
gangguan pendengaran	positif	$0.7 \times 0.6 = 0.42$	$0.3 \times 0.35 = 0.105$
	negatif	$0.7 \times 0.4 = 0.28$	$0.3 \times 0.65 = 0.195$
gangguan kesadaran	positif	$0.6 \times 0.6 = 0.36$	$0.4 \times 0.35 = 0.14$
	negatif	$0.6 \times 0.4 = 0.24$	$0.4 \times 0.65 = 0.26$
afasia sensori	positif	$0.6 \times 0.55 = 0.33$	$0.4 \times 0.35 = 0.14$
	negatif	$0.6 \times 0.45 = 0.27$	$0.4 \times 0.65 = 0.26$
Herniasi	positif	$0.5 \times 0.45 = 0.225$	$0.5 \times 0.28 = 0.14$
	negatif	$0.5 \times 0.55 = 0.275$	$0.5 \times 0.78 = 0.36$
gangguan parestesi	positif	$0.6 \times 0.6 = 0.36$	$0.4 \times 0.78 = 0.312$
	negatif	$0.6 \times 0.4 = 0.24$	$0.4 \times 0.22 = 0.088$
hiperestesi, merasakan rangsangan yang berlebihan	positif	$0.6 \times 0.43 = 0.258$	$0.4 \times 0.25 = 0.1$
	negatif	$0.6 \times 0.57 = 0.342$	$0.4 \times 0.75 = 0.3$
aleksia, sulit memahami kata-kata tertulis	positif	$0.5 \times 0.7 = 0.35$	$0.5 \times 0.65 = 0.325$
	negatif	$0.5 \times 0.3 = 0.15$	$0.5 \times 0.35 = 0.175$
gangguan pembedaan warna	positif	$0.6 \times 0.48 = 0.288$	$0.4 \times 0.7 = 0.28$
	negatif	$0.6 \times 0.52 = 0.312$	$0.4 \times 0.3 = 0.12$
gangguan pengenalan wajah orang lain	positif	$0.6 \times 0.5 = 0.3$	$0.4 \times 0.76 = 0.304$
	negatif	$0.6 \times 0.5 = 0.3$	$0.4 \times 0.24 = 0.096$
gangguan konyugasi bola mata	positif	$0.6 \times 0.45 = 0.27$	$0.4 \times 0.6 = 0.24$
	negatif	$0.6 \times 0.55 = 0.33$	$0.4 \times 0.4 = 0.16$
hidrosefalus	positif	$0.7 \times 0.6 = 0.42$	$0.3 \times 0.35 = 0.105$
	negatif	$0.7 \times 0.4 = 0.28$	$0.3 \times 0.65 = 0.195$
vertigo	positif	$0.7 \times 0.7 = 0.49$	$0.3 \times 0.03 = 0.009$
	negatif	$0.7 \times 0.3 = 0.21$	$0.3 \times 0.97 = 0.291$
Disfungsi syaraf cranial	positif	$0.5 \times 0.45 = 0.225$	$0.5 \times 0.02 = 0.01$
	negatif	$0.5 \times 0.55 = 0.275$	$0.5 \times 0.98 = 0.49$

nistagmus	positif	$0.8 \times 0.35 = 0.28$	$0.2 \times 0.56 = 0.112$
	negatif	$0.8 \times 0.65 = 0.52$	$0.2 \times 0.44 = 0.088$

#### 4.3.5 Menghitung Posterior Probability

Nilai *posterior probability* diambil dari nilai *joint probability distribution* (JPD), dengan membagi nilai positif dengan nilai positif ditambah nilai negatif, yang merujuk pada rumus 2.3.

**Tabel 4.7** *Posterior Probability*

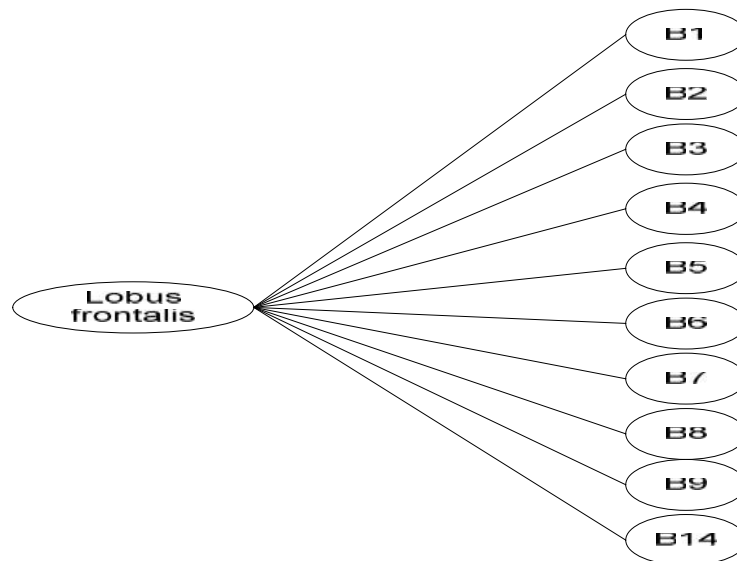
Kode	Gejala	Nilai
B1	Nyeri kepala	$\frac{0.42}{0.42+0.2} = 0.6774$
B 2	Muntah-muntah	$\frac{0.42}{0.42+0.24} = 0.6364$
B 3	Kejang-kejang	$\frac{0.42+0.24}{0.33+0.32} = 0.5077$
B 4	Edema papil	$\frac{0.33+0.32}{0.36+0.2} = 0.6429$
B 5	Gangguan penglihatan	$\frac{0.36+0.2}{0.35+0.24} = 0.8475$
B 6	Gangguan mental	$\frac{0.35+0.24}{0.42+0.15} = 0.7368$
B 7	Gangguan bicara	$\frac{0.42+0.15}{0.35+0.24} = 0.5932$
B 8	Gangguan keseimbangan dalam berjalan	$\frac{0.35+0.24}{0.3+0.15} = 0.6667$
B9	Kelumpuhan pada salah satu sisi tubuh	$\frac{0.3+0.15}{0.35+0.12} = 0.7447$
B 10	Pertumbuhan raksasa pada anak	$\frac{0.35+0.12}{0.21+0.06} = 0.7778$
B 11	Pembesaran tangan, kaki, dan jari-jari	$\frac{0.21+0.06}{0.336+0.12} = 0.7368$
B 12	Penimbunan lemak di daerah wajah dan bahu	$\frac{0.336+0.1}{0.11+0.1} = 0.5238$
B 13	Menurunnya libido	$\frac{0.11+0.1}{0.075+0.375} = 0.1667$
B 14	Gangguan penciuman	$\frac{0.075+0.37}{0.42+0.09} = 0.8235$
B 15	Gangguan pengecapan	$\frac{0.42+0.09}{0.39+0.1} = 0.7959$
B 16	Dejavu	$\frac{0.39+0.1}{0.3+0.224} = 0.5725$
B 17	Gangguan pendengaran	$\frac{0.3+0.224}{0.42+0.105} = 0.8$
B 18	Gangguan kesadaran	$\frac{0.42+0.10}{0.36+0.14} = 0.72$

B 19	Afasia sensoris	$\frac{0.33}{0.33+0.14} = 0.7021$
B 20	Herniasi	$\frac{0.33+0.14}{0.255+0.14} = 0.6164$
B 21	Gangguan parestesi	$\frac{0.255+0.14}{0.36} = 0.5357$
B 22	Hiperestesi, merasakan rangsangan yang berlebihan	$\frac{0.36+0.312}{0.258+0.1} = 0.7207$
B 23	Aleksia, gangguan memahami kata-kata tertulis	$\frac{0.258+0.1}{0.35+0.325} = 0.5185$
B 24	Gangguan pembedaan warna	$\frac{0.35+0.325}{0.288+0.28} = 0.5070$
B 25	Gangguan pengenalan wajah orang lain	$\frac{0.288+0.28}{0.3} = 0.4967$
B 26	Gangguan konyugasi bola mata	$\frac{0.3+0.304}{0.27+0.24} = 0.5294$
B 27	Hidrosefalus	$\frac{0.27+0.24}{0.42} = 0.8$
B 28	Vertigo	$\frac{0.42+0.10}{0.49+0.009} = 0.989$
B 29	Disfungsi syaraf cranial	$\frac{0.49+0.305}{0.225+0.01} = 0.9575$
B 30	Nistagmus	$\frac{0.225+0.01}{0.28+0.112} = 0.7143$

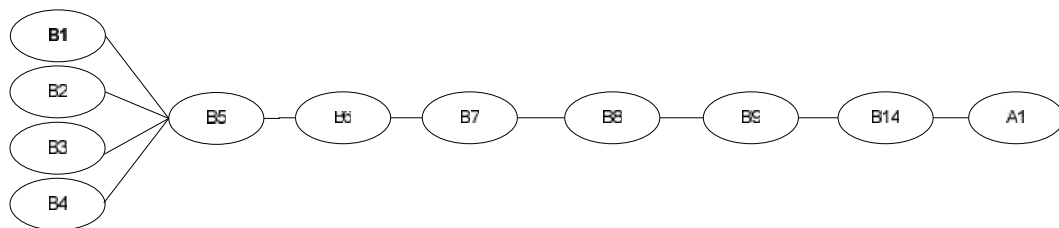
#### 4.3.6 Inferensi Probabilistik

Inferensi probabilistik adalah menghitung rata-rata nilai *posterior probability* dari setiap gejala penyakit tumor otak yang disesuaikan dengan struktur *bayesian network* dan metode inferensi *fordward chaining*. Data yang digunakan dalam melakukan inferensi diperoleh dari jawaban yang diberikan pengguna atas pertanyaan yang dijawab pengguna mengenai gejala tumor otak. Berikut contoh graf penelusuran penyakit tumor otak berdasarkan struktur *bayesian network* dan penelusuran dengan *fordward chaining* untuk dua lokasi dari tumor otak :

- a. Graf penelusuran penyakit tumor otak berdasarkan struktur *Bayesian network* dan penelusuran dengan *fordward chaining* untuk lokasi *lobus frontalis*, dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan juga pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.5** Graf Penelusuran Tumor Otak Pada *Lobus Frontalis* Berdasarkan Struktur *Bayesian Network*



**Gambar 4.6** Graf Penelusuran Tumor Otak pada *Lobus Frontalis* dengan *Forward Chaining*

Maka dapat dihitung dengan

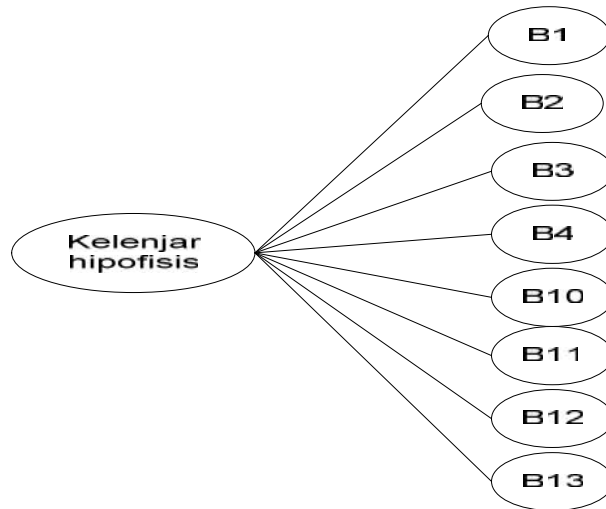
$$P(\text{lobus frontalis} \mid \text{Gejala lobus frontalis})$$

$$= \frac{0.6774 + 0.6364 + 0.5077 + 0.6429 + 0.7368 + 0.5932 + 0.7447 + 0.6667 + 0.8475 + 0.8235}{10}$$

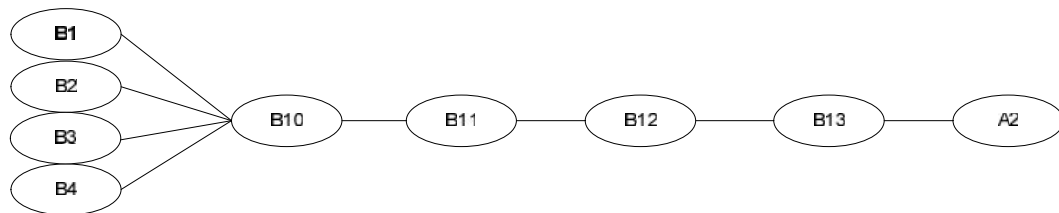
$$= \frac{6.8768}{10} = 0.68768$$

Jadi kemungkinan pasien tersebut mengidap tumor otak dilokasi *lobus frontalis* adalah sebesar 68%

- b. Graf penelusuran penyakit tumor otak berdasarkan struktur *Bayesian network* dan dengan *forward chaining* untuk lokasi *kelenjar hipofisis*, yang dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan pada Gambar 4.8.



**Gambar 4.7** Graf Penelusuran Tumor Otak Pada *Kelenjar Hipofisis* Berdasarkan Struktur *Bayesian Network*



**Gambar 4.8** Graf Penelusuran Tumor Otak pada *kelenjar hipofisis* dengan *forward chaining*

Maka dapat dihitung dengan

$$\begin{aligned}
 &P(\text{kelenjar hipofisis} \mid \text{Gejala kelenjar hipofisis}) \\
 &= \frac{0.6774+0.6364+0.5077+0.6429+0.7368+0.5238+0.1667+0.7778}{8} \\
 &= \frac{4.6695}{8} = 0.58369
 \end{aligned}$$

Jadi kemungkinan pasien tersebut mengidap tumor otak dilokasi *kelenjar hipofisis* adalah sebesar 58%

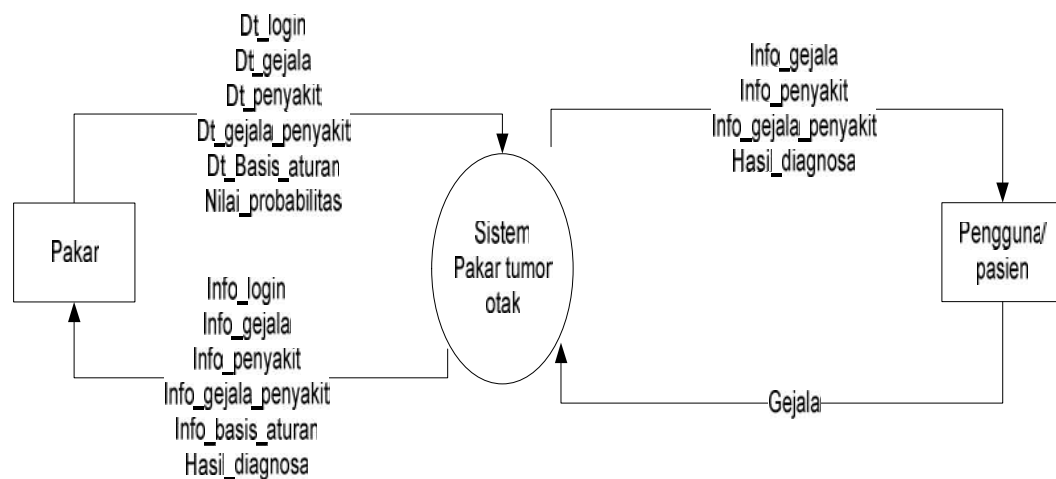
#### 4.4 Perancangan Sistem Pakar Penyakit Tumor Otak

Setelah dilakukan beberapa tahapan analisa, maka dapat dilakukan perancangan terhadap system pakar ini. Perancangan yang akan dijelaskan pada laporan ini meliputi *context diagram*, *data flow diagram*, *entity relationship*

*diagram*, perancangan tabel, serta perancangan *interface* sstem yang terdiri dari perancangan *prototype* dan struktur menu.

#### 4.4.1 Context Diagram

*Contex diagram* ini hanya terdapat sebuah proses tunggal dan satu entitas yang memiliki satu fungsi. *Context diagram* digunakan untuk menggambarkan proses sistem secara umum, yang juga merupakan DFD yang menggambarkan garis besar operasional sistem. Pada sistem ini hanya terdapat tiga entitas yakni pakar sebagai admin, pengguna yang akan berkonsultasi tentang tumor otak, serta pengunjung yang hanya ingin tahu mengenai tumor otak. Sedangkan prosesnya sendiri adalah sistem pakar tumor otak. Untuk lebih jelasnya, *context diagram* sistem pakar tumor otak dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut.



**Gambar 4.9** Context Diagram

Entitas yang berhubungan dengan sistem adalah :

1. Pakar Tumor Otak

Pakar tumor otak, yang merupakan dokter syaraf memiliki peran sebagai berikut :

- a. Melakukan *login* ke sistem untuk dapat menggunakan hak akses sistem secara penuh.

- b. Meng-inputkan data akusisi pengetahuan, diantaranya data penyakit, data gejala, serta data nilai probabilitasnya.
  - c. Mendapatkan informasi dari setiap diagnosa yang dilakukan oleh pengguna.
2. Pengguna Sistem
- Sebagai pengguna dapat memiliki peran, diantaranya :
- a. Menginputkan nama dan jenis kelamin sebagai lampiran saja.
  - b. Memilih gejala yang telah disediakan pada sistem.
  - c. Mendapatkan informasi dari hasil diagnosa, gejala, penyakit dan dapat diketahui bahwa kemungkinan pengguna mengidap tumor otak dari hasil diagnosa gejala yang dipilihnya.

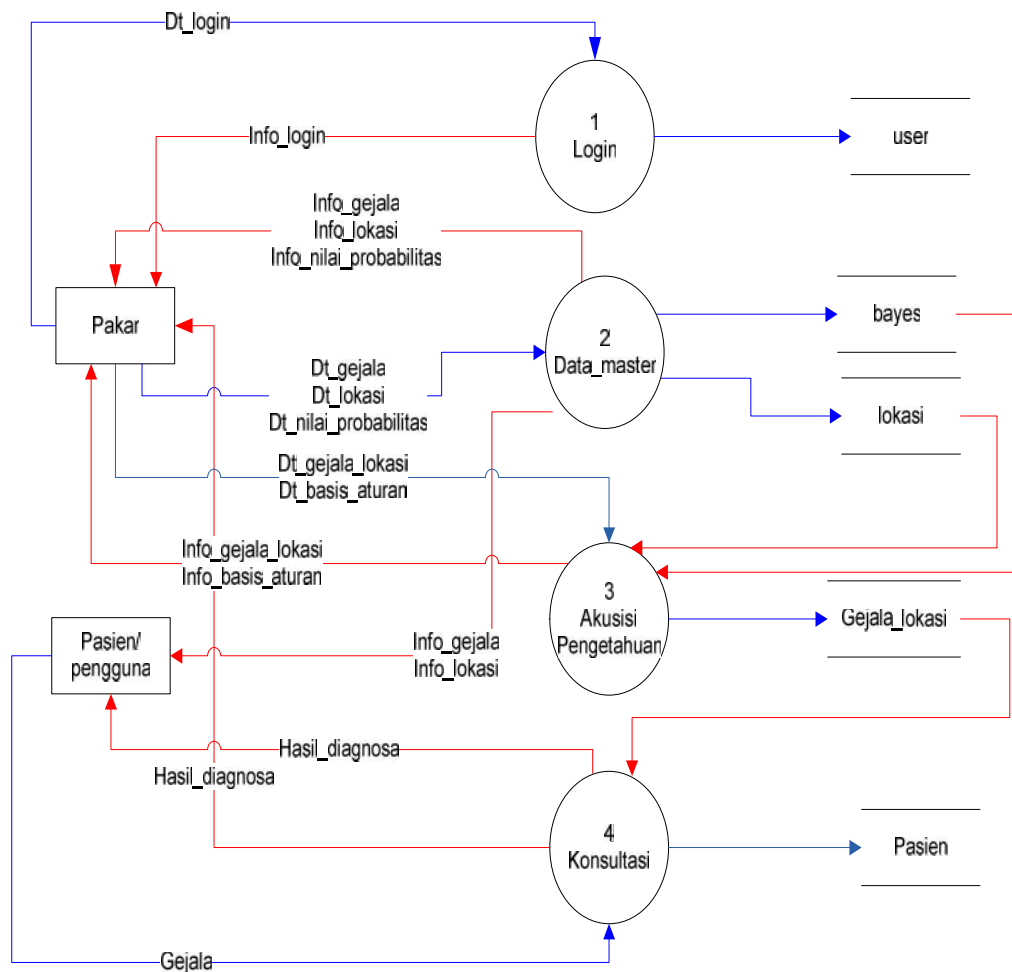
#### **4.4.2 Data Flow Diagram**

DFD sering digunakan untuk menggambarkan suatu sistem yang telah ada atau sistem baru yang akan dikembangkan secara logika tanpa mempertimbangkan lingkungan fisik dimana data tersebut mengalir, atau lingkungan fisik dimana data tersebut tersimpan.

##### **4.4.2.1 DFD Level 1 Sistem Pakar Tumor Otak**

DFD sistem pakar tumor otak dapat dilihat pada Gambar 4.10.





Gambar 4.10DFD Level 1

Tabel 4.8 Deskripsi Proses DFD Level 1

No	Proses	Deskripsi
1	Login	Proses validasi, autentifikasi terhadap data login yang diinputkan oleh user.
2	Data master	Proses yang memasukkan data gejala, penyakit, gejala_penyakit dan nilai probabilitas dari setiap gejala
3	Akusisi Pengetahuan	Proses yang memasukkan data basis aturan
	Konsultasi	Proses memilih gejala yang disediakan sehingga pengguna mendapatkan informasi penyakit hasil diagnosa gejala.

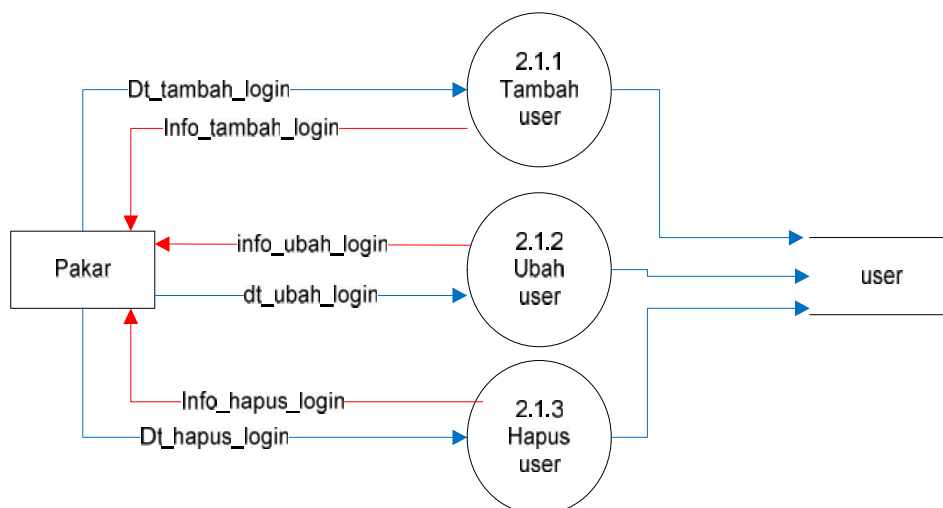
Tabel 4.9 Deskripsi Aliran Data DFD Level 1

No	Aliran Data	Deskripsi Data
1	Dt_Login	Data Login
2	Dt_Gejala	Data gejala penyakit tumor otak
3	Info_Gejala	Informasi gejala penyakit tumor otak
4	Dt_lokasi	Data penyakit tumor otak
5	Info_lokasi	Informasi penyakit tumor otak

6	Dt_gejala_lokasi	Data gejala dan penyakit tumor otak
7	Info_gejala_lokasi	Informasi gejala dan penyakit
8	Dt_basis_aturan	Data basis aturan
9	Info_basis_aturan	Informasi basis aturan
10	Dt_nilai_probabilitas	Data Nilai probabilitas
11	Gejala	Gejala yang dipilih pengguna dalam penelusuran penyakit
12	Hasil_diagnosa	Laporan dari hasil diagnosa
13	Info_login	Informasi Login
14	Info_nilai_probabilitas	Informasi nilai probabilitas

#### 4.4.2.2 DFD Level 2 Proses 1Login

DFD level 2 merupakan pengembangan dari DFD level 1 yang lebih terperinci lagi. DFD level 2 untuk proses *login* dapat dilihat pada Gambar 4.11.



**Gambar 4.11**DFD Level 2 Proses 1Login

**Tabel 4.10**Deskripsi Proses DFD Level 2 Proses 1Login

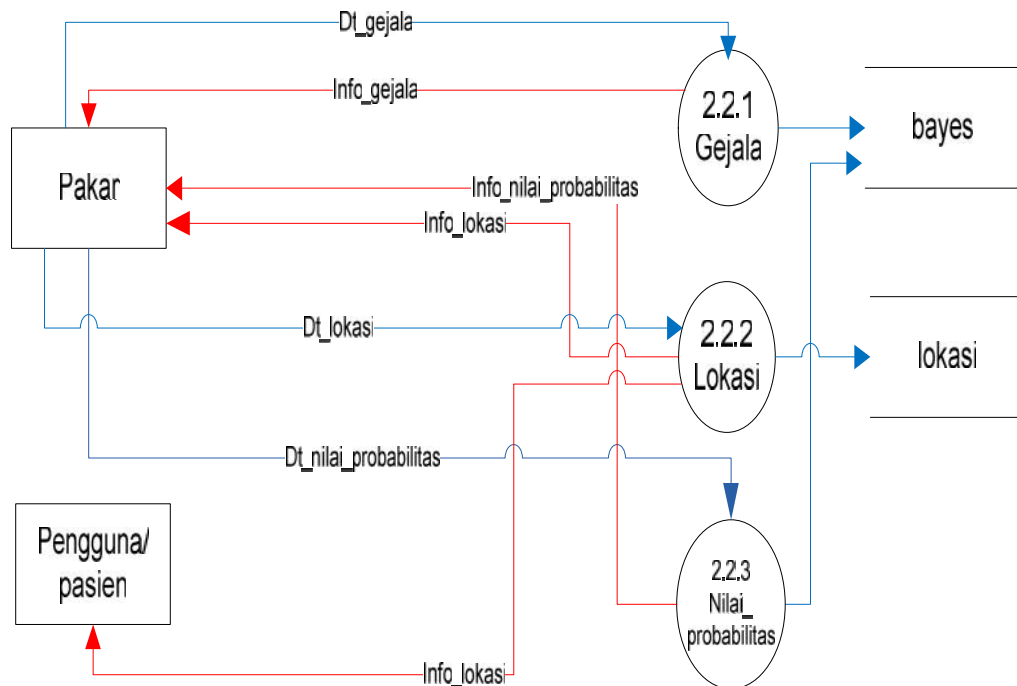
No	Proses	Deskripsi
1	tambah user	Proses tambah data <i>user</i>
2	Ubah user	Proses ubah data <i>user</i>
3	Hapus user	Proses hapus data <i>user</i>

**Tabel 4.11**Deskripsi Aliran Data DFD Level 2 Proses 1Login

No	Aliran Data	Deskripsi Data
1	Dt_tambah_Login	Tambah data <i>Login</i>
2	Info_tambah_Login	Informasi tambah data <i>login</i>
3	Dt_ubah_Login	Ubah data <i>Login</i>

4	Info_ubah_Login	Informasi ubah data login
5	Dt_hapus_Login	Hapus data Login
6	Info_hapus_Login	Informasi hapus data login

#### 4.4.2.3 DFD Level 2 Proses 2 Data Master



**Gambar 4.12**DFD Level 2 Proses 2 Data Master

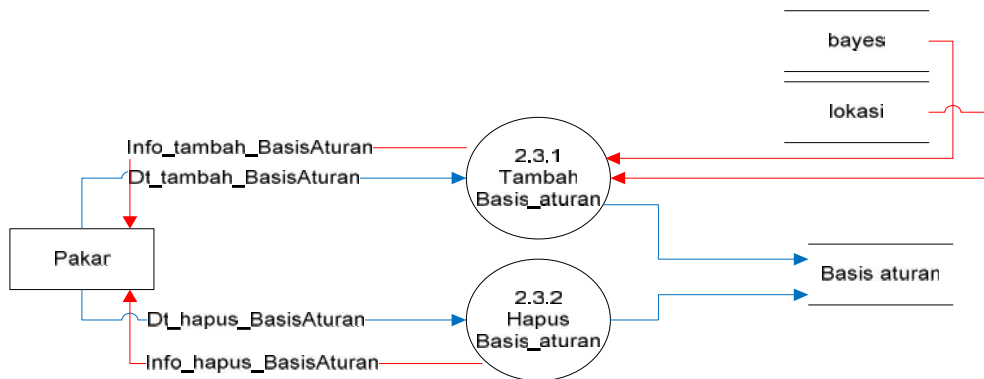
**Tabel 4.12**Deskripsi Proses DFD Level 2 Proses 2 Data Master

No	Proses	Deskripsi
1	Bayes	Proses yang memasukkan data gejala
2	Lokasi	Proses yang menginputkan data penyakit
3	Nilai probabilitas	Proses yang memasukkan nilai probabilitas dari setiap gejala

**Tabel 4.13**Deskripsi Aliran Data DFD Level 2 Proses 2 Data Master

No	Aliran Data	Deskripsi Data
1	Dt_Gejala	Data gejala penyakit tumor otak
2	Info_Gejala	Informasi gejala penyakit tumor otak
3	Dt_lokasi	Data penyakit tumor otak
4	Info_lokasi	Informasi penyakit tumor otak
5	Dt_nilai_probabilitas	Data Nilai probabilitas
6	Info_nilai_probabilitas	Informasi Nilai probabilitas

#### 4.4.2.4 DFD Level 2 Proses 3 Akusisi Pengetahuan



**Gambar 4.13**DFD Level 2 Proses 3 Akusisi Pengetahuan

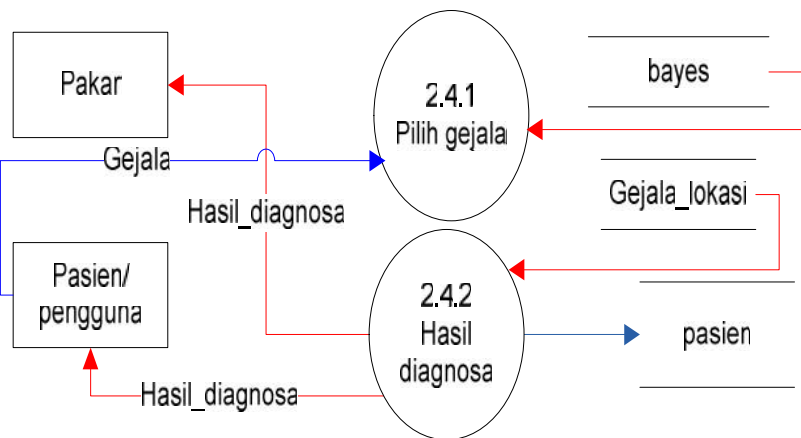
**Tabel 4.14**Deskripsi Proses DFD Level 2 Proses 3 Akusisi Pengetahuan

No	Proses	Deskripsi
1	Tambah basis_aturan	Proses yang menambahkan data basis aturan, berdasarkan data gejala dan penyakit
2	Hapus basis_aturan	Proses menghapus data basis aturan

**Tabel 4.15**Deskripsi Aliran Data DFD Level 2 Proses 3 Akusisi Pengetahuan

No	Aliran Data	Deskripsi Data
1	Dt_tambah_BasisAturan	Data tambah basis aturan
2	Info_tambah_BasisAturan	Informasi tambah basis aturan
3	Dt_hapus_BasisAturan	Data hapus basis aturan
4	Info_hapus_BasisAturan	Informasi hapus basis aturan

#### 4.4.2.5 DFD Level 2 Proses 4 Konsultasi



**Gambar 4.14**DFD Level 2 Proses 4 Konsultasi

**Tabel 4.16** Deskripsi Proses DFD Level 2 Proses 4 Konsultasi

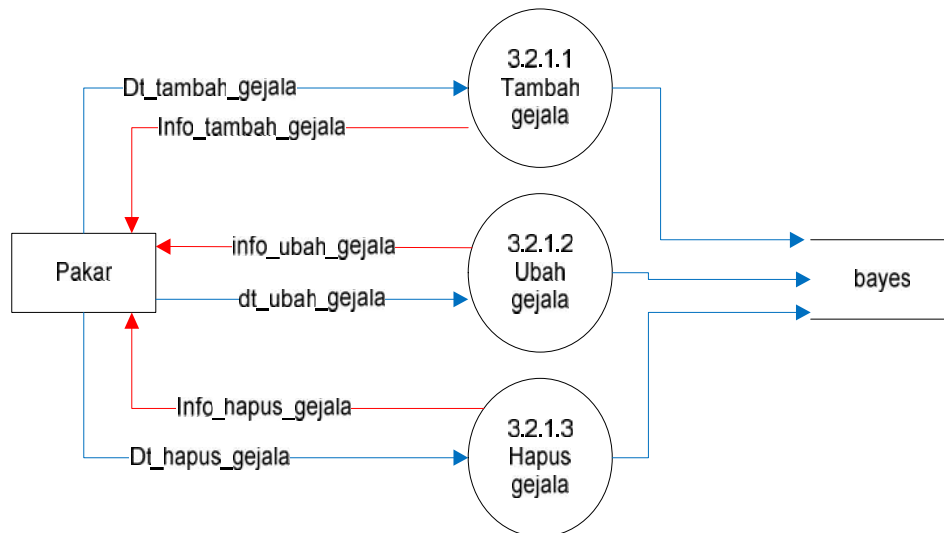
No	Proses	Deskripsi
1	Pilih Gejala	Proses memilih gejala yang disediakan
2	Hasil diagnosa	Proses diagnosa dari gejala yang dipilih pengguna

**Tabel 4.17** Deskripsi Aliran Data DFD Level 2 Proses 4 Konsultasi

No	Aliran Data	Deskripsi Data
1	Gejala	Gejala yang dipilih pengguna dalam penelusuran penyakit
2	Hasil_diagnosa	Laporan dari hasil diagnosa

#### 4.4.2.6 DFD Level 3 Proses 2 Data Master

##### 1. DFD Level 3 Proses 2 Data Master Gejala



**Gambar 4.15** DFD Level 3 Proses 2 Data Master Gejala

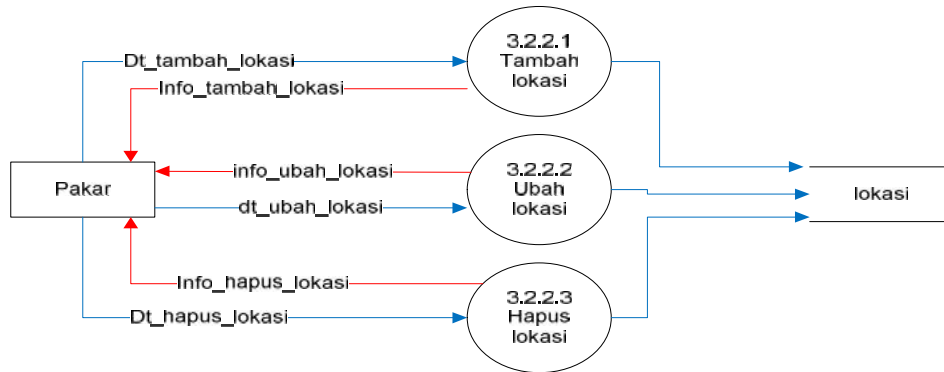
**Tabel 4.18** Deskripsi Proses DFD Level 3 Proses 2 Data Master Gejala

No	Proses	Deskripsi
1	Tambah Gejala	Proses tambah data gejala
2	Ubah gejala	Proses mengubah data gejala
3	Hapus gejala	Proses menghapus data gejala

**Tabel 4.19** Deskripsi Aliran Data DFD Level 3 Proses 2 Data Master Gejala

No	Aliran Data	Deskripsi Data
1	Dt_tambah_gejala	Tambah data gejala
2	Info_tambah_gejala	Informasi tambah data gejala
3	Dt_ubah_gejala	Ubah data gejala
4	Info_ubah_gejala	Informasi ubah data gejala
5	Dt_hapus_gejala	Hapus data gejala
6	Info_hapus_gejala	Informasi hapus data gejala

## 2. DFD Level 3 Proses 2 Data Master Lokasi



**Gambar 4.16** DFD Level 3 Proses 2 Data Master Lokasi

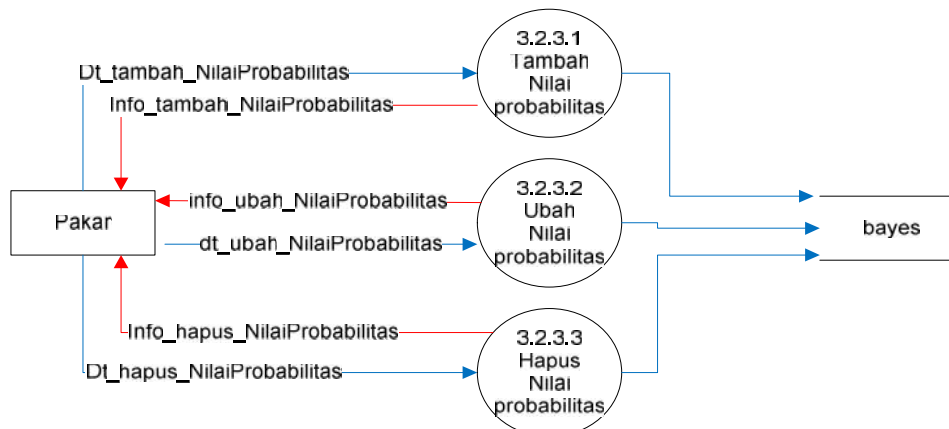
**Tabel 4.20** Deskripsi Proses DFD Level 3 Proses 2 Data Master Lokasi

No	Proses	Deskripsi
1	Tambah lokasi	Proses tambah data lokasi
2	Ubah lokasi	Proses mengubah data lokasi
3	Hapus lokasi	Proses menghapus data lokasi

**Tabel 4.21** Deskripsi Aliran Data DFD Level 3 Proses 2 Data Master Lokasi

No	Aliran Data	Deskripsi Data
1	Dt_tambah_lokasi	Tambah data lokasi
2	Info_tambah_lokasi	Informasi tambah data lokasi
3	Dt_ubah_lokasi	Ubah data lokasi
4	Info_ubah_lokasi	Informasi ubah data lokasi
5	Dt_hapus_lokasi	Hapus data lokasi
6	Info_hapus_lokasi	Informasi hapus data lokasi

## 3. DFD Level 3 Proses 2 Data Master Nilai Probabilitas



**Gambar 4.17** DFD Level 3 Proses 2 Data Master Nilai Probabilitas

**Tabel 4.22** Deskripsi Proses DFD Level 3 Proses 2 Data Master Lokasi

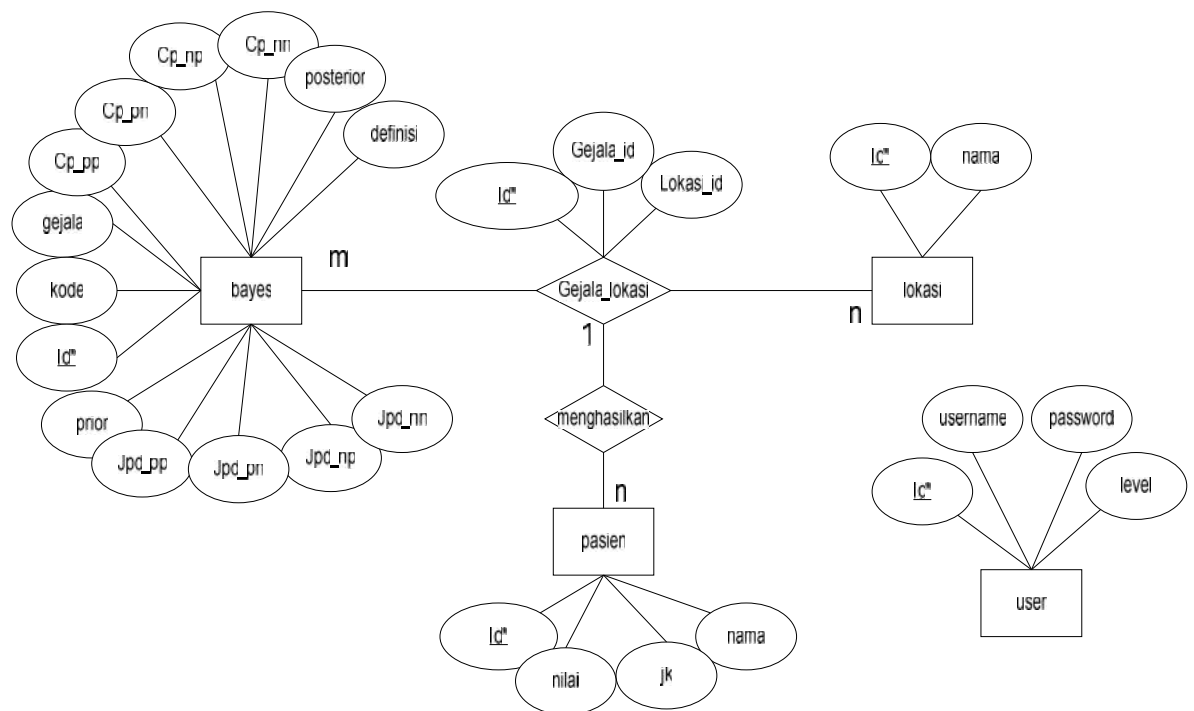
No	Proses	Deskripsi
1	Tambah nilai probabilitas	Proses tambah data nilai probabilitas
2	Ubah nilai probabilitas	Proses mengubah data nilai probabilitas
3	Hapus nilai probabilitas	Proses menghapus data nilai probabilitas

**Tabel 4.23** Deskripsi Aliran Data DFD Level 3 Proses 2 Data Master Lokasi

No	Aliran Data	Deskripsi Data
1	Dt_tambah_NilaiProbabilitas	Tambah data nilai probabilitas
2	Info_tambah_NilaiProbabilitas	Informasi tambah data nilai probabilitas
3	Dt_ubah_NilaiProbabilitas	Ubah data nilai probabilitas
4	Info_ubah_NilaiProbabilitas	Informasi ubah data nilai probabilitas
5	Dt_hapus_NilaiProbabilitas	Hapus data nilai probabilitas
6	Info_hapus_NilaiProbabilitas	Informasi hapus data nilai probabilitas

#### 4.4.3 ERD (Entity Relationship Diagram)

Entity Relationship Diagram (ERD) merupakan sarana untuk menggambarkan antar tabel dalam sistem. Perancangan ERD dimaksudkan untuk menentukan himpunan suatu entitas dan himpunan relasi yang menggambarkan fakta nyata yang digunakan sebagai kebutuhan pembuatan sistem. ERD sistem pakar tumor otak, dapat dilihat pada Gambar 4.18 berikut.



**Gambar 4.18** ERD (Entity Relationship Diagram) Sistem Pakar Tumor Otak

#### 4.4.4 Perancangan Tabel Basis Data

Berdasarkan hasil perancangan ERD, dapat dirancang tabel basis data dan hubungan antar tabel.

**Tabel 4.24**User

No	Nama Field	Type	Size	Null	Keterangan
1.	Id	interger	5	No	Id tabel user
2.	Username*	varchar	30	No	Primary Key
3.	Password	varchar	30	No	Password
4.	Level	varchar	50	No	Level pengguna

**Tabel 4.25**Lokasi

No	Nama Field	Type	Size	Null	Keterangan
1.	<u>Id</u> *	integer	5	No	Primary Key
2.	Nama	varchar	30	No	Lokasi tumor otak

**Tabel 4.26**Bayes

No	Nama Field	Type	Size	Null	Keterangan
1.	<u>Id</u> *	integer	11	No	Primary Key
2.	Kode	varchar	4	No	Kode gejala
3.	Gejala	varchar	255	No	Gejala tumor otak
4.	Prior	float		No	Nilai <i>prior</i>
5.	Cp_pp	float		No	Nilai <i>conditional</i> positif-positif
6.	Cp_pn	float		No	Nilai <i>conditional</i> positif-negatif
7.	Cp_np	float			Nilai <i>conditional</i> negatif-positif
8.	Cp_nn	float			Nilai <i>conditional</i> negatif-negatif
9.	Jpd_pp	float			Nilai <i>joint</i> positif-positif
10.	Jpd_pn	float			Nilai <i>joint</i> positif-negatif
11.	Jpd_np	float			Nilai <i>joint</i> negatif-positif
12.	Jpd_nn	float			Nilai <i>joint</i> negatif-negatif
13.	posterior	float			Nilai <i>posterior</i>
14.	definisi	text			Definisi dari gejala

**Tabel 4.27**Gejala\_lokasi

No	Nama Field	Type	Size	Null	Keterangan
1.	<u>Id</u> *	integer	10	No	Primary Key
2.	Gejala_id	integer	10	No	Foreign Key
3.	Lokasi_id	integer	5	No	Foreign Key



**Tabel 4.28**Pasien

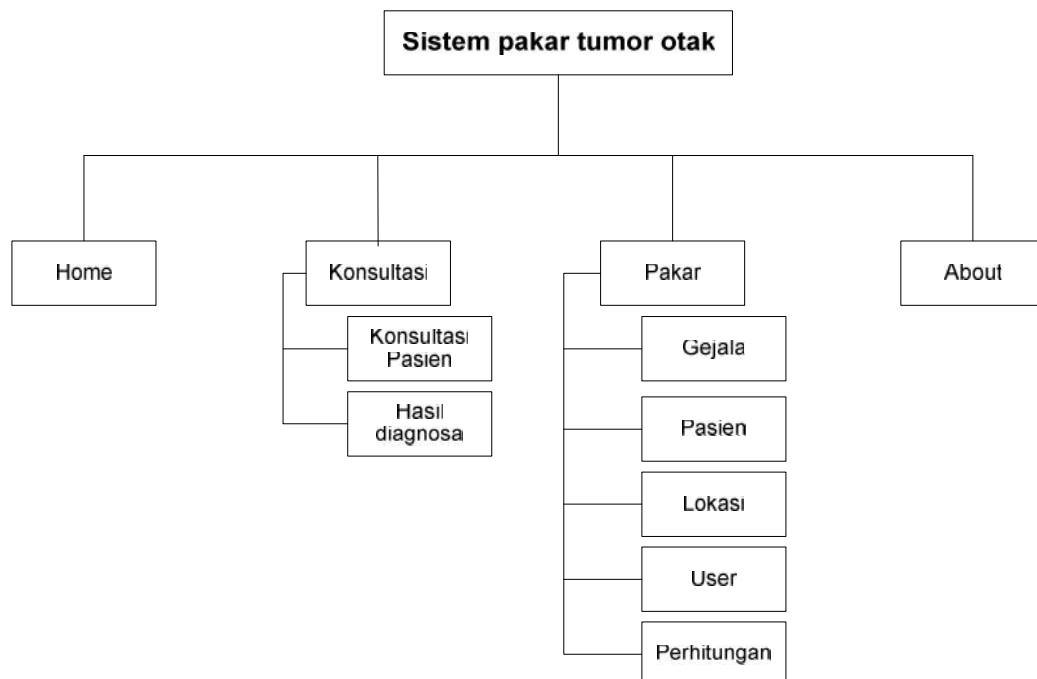
No	Nama Field	Type	Size	Null	Keterangan
1.	<u>Id*</u>	integer	10	No	Primary key
2.	Nama	varchar	45	No	Nama pengguna
3.	Jk	varchar	1	No	Jenis kelamin
4.	nilai	float		No	Nilai_probabilitas

#### 4.4.5 Perancangan Antarmuka (*Interface*)

Perancangan antarmuka dibuat untuk menggambarkan tampilan program yang akan digunakan oleh pengguna untuk berinteraksi dengan aplikasi yang dibuat. Perancangan dibuat berdasarkan tampilan antarmuka baik *input* maupun *output* yang akan dihasilkan saat aplikasi diimplementasikan. Perancangan antarmuka yang baik meliputi tampilan yang bagus, mudah dipahami, tombol-tombol yang familiar, dan memenuhi kriteria interaksi manusia dan komputer.

##### 4.4.5.1 Perancangan Struktur Menu

Perancangan struktur menu digunakan untuk menampilkan menu-menu yang ada pada sistem. Struktur menu untuk sistem pakar tumor otak pada Gambar 4.19.

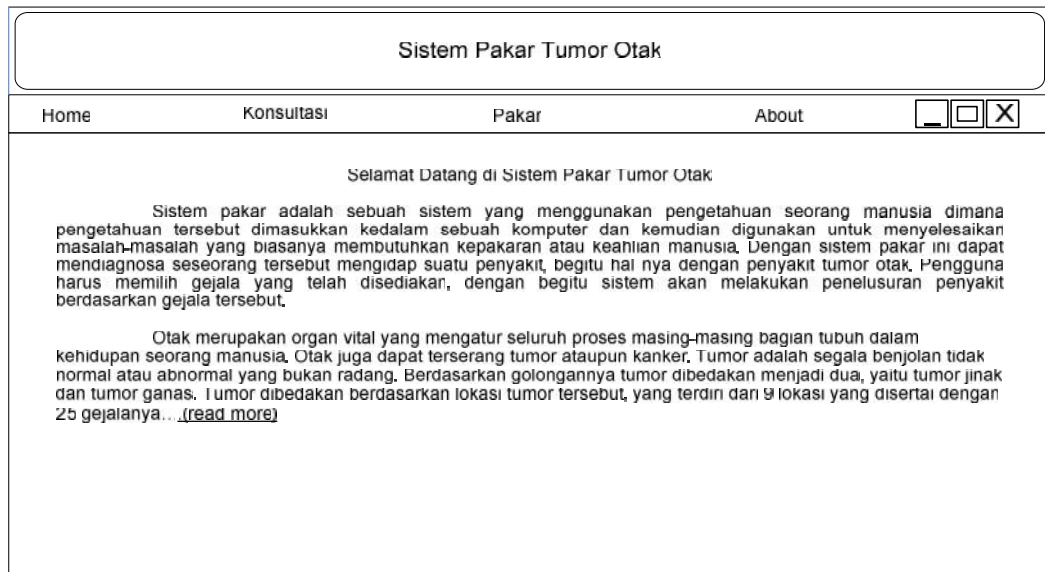


**Gambar 4.19**Struktur Menu Sistem Pakar Tumor Otak

#### 4.4.5.2 Perancangan *Form*

Perancangan *form* dimaksudkan agar menghasilkan tampilan yang bagus, mudah dipahami, tombol-tombol yang familiar dan memenuhi kriteria interaksi manusia dan komputer.

##### 1. Perancangan halaman utama (home)



**Sistem Pakar Tumor Otak**

Home      Konsultasi      Pakar      About

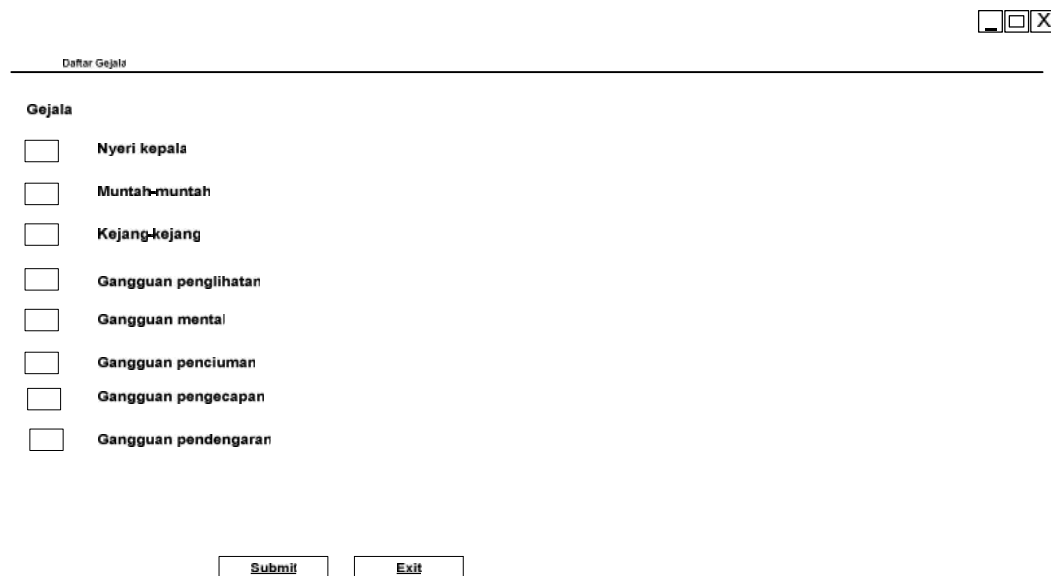
Selamat Datang di Sistem Pakar Tumor Otak

Sistem pakar adalah sebuah sistem yang menggunakan pengetahuan seorang manusia dimana pengetahuan tersebut dimasukkan kedalam sebuah komputer dan kemudian digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang biasanya membutuhkan kepakaran atau keahlian manusia. Dengan sistem pakar ini dapat mendiagnosa seseorang tersebut mengidap suatu penyakit, begitu hal nya dengan penyakit tumor otak. Pengguna harus memilih gejala yang telah disediakan, dengan begitu sistem akan melakukan penelusuran penyakit berdasarkan gejala tersebut.

Otak merupakan organ vital yang mengatur seluruh proses masing-masing bagian tubuh dalam kehidupan seorang manusia. Otak juga dapat terserang tumor ataupun kanker. Tumor adalah segala benjolan tidak normal atau abnormal yang bukan radang. Berdasarkan golongannya tumor dibedakan menjadi dua, yaitu tumor jinak dan tumor ganas. Tumor dibedakan berdasarkan lokasi tumor tersebut, yang terdiri dari 9 lokasi yang disertai dengan 25 gejalanya... [\(read more\)](#)

**Gambar 4.20** Perancangan Halaman Utama

##### 2. Perancangan halaman konsultasi pengguna



[ ] [ ] [X]

---

Daftar Gejala

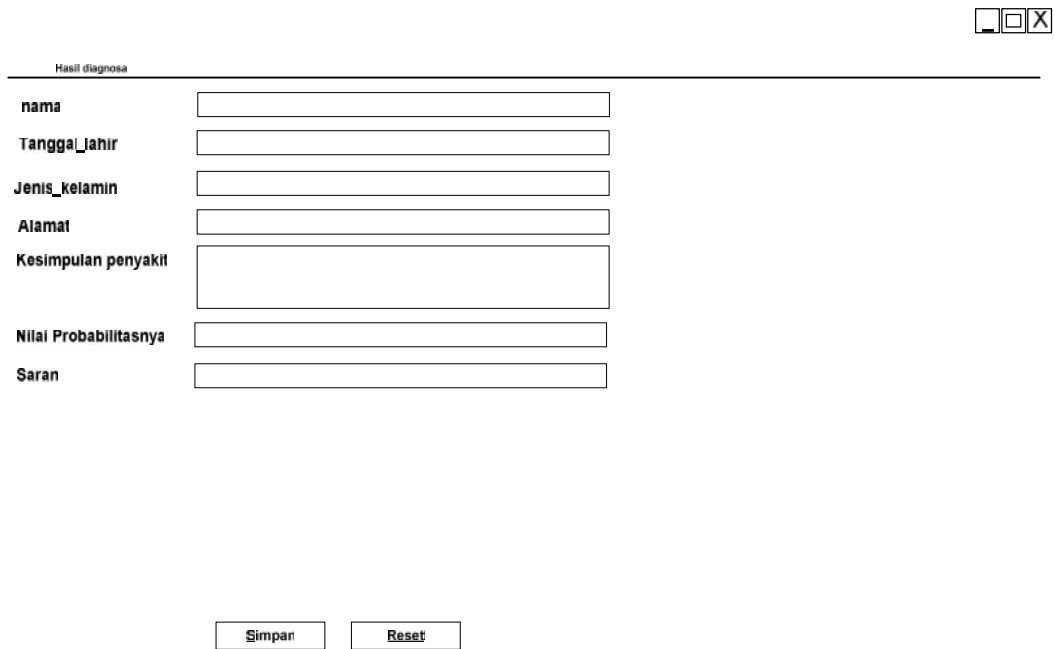
**Gejala**

- Nyeri kepala
- Muntah-muntah
- Kejang-kejang
- Gangguan penglihatan
- Gangguan mental
- Gangguan penciuman
- Gangguan pengecapan
- Gangguan pendengaran

**Gambar 4.21** Perancangan Halaman Konsultasi Pengguna

### 3. Perancangan halaman hasil diagnosa



Hasil diagnosa

nama

Tanggal\_lahir

Jenis\_kelamin

Alamat

Kesimpulan penyakit

Nilai Probabilitasnya

Saran

**Gambar 4.22** Perancangan Hasil Diagnosa Penyakit

### 4. Perancangan login pakar

' and 'Password : '. Below the input fields are two buttons: 'Login' and 'Exit'. At the bottom, there is a copyright notice: '© Copyright 2012 by My Company'." data-bbox="260 570 767 790"/>

Login Pakar

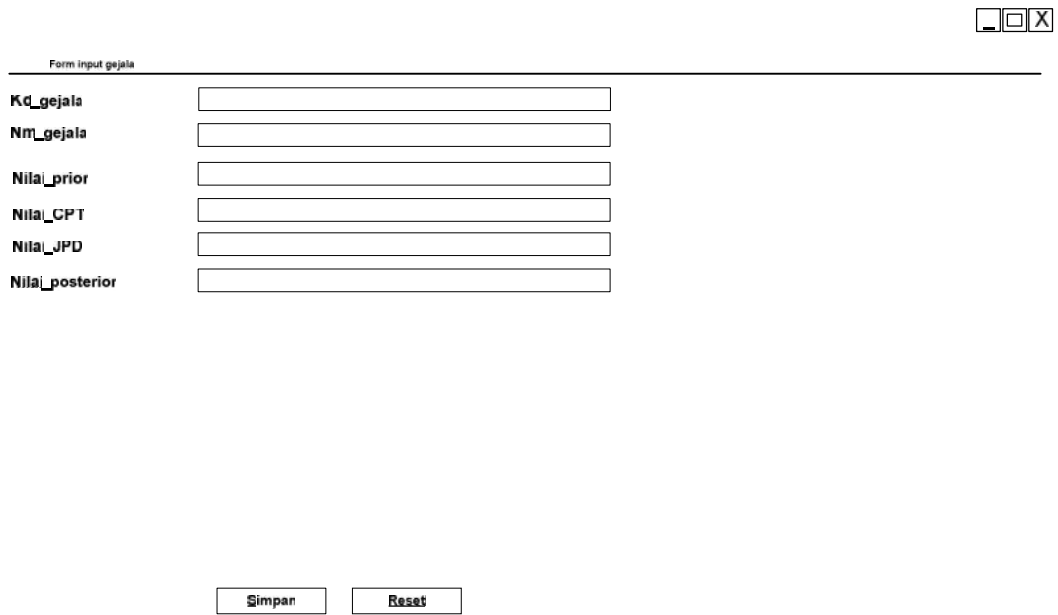
Username :

Password :

© Copyright 2012 by My Company

**Gambar 4.23** Perancangan Login Pakar

## 5. Perancangan input gejala



Form input gejala

Kd\_gejala

Nm\_gejala

Nilai\_prior

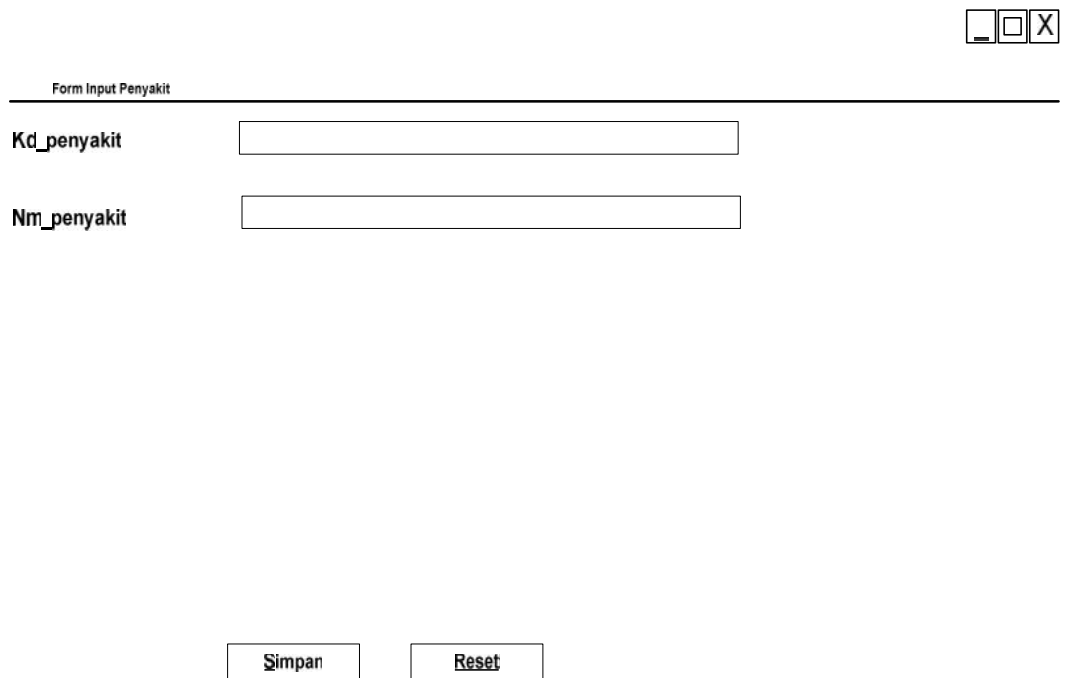
Nilai\_CPT

Nilai\_JPD

Nilai\_posterior

**Gambar 4.24** Perancangan Halaman Input Gejala

## 6. Perancangan input penyakit



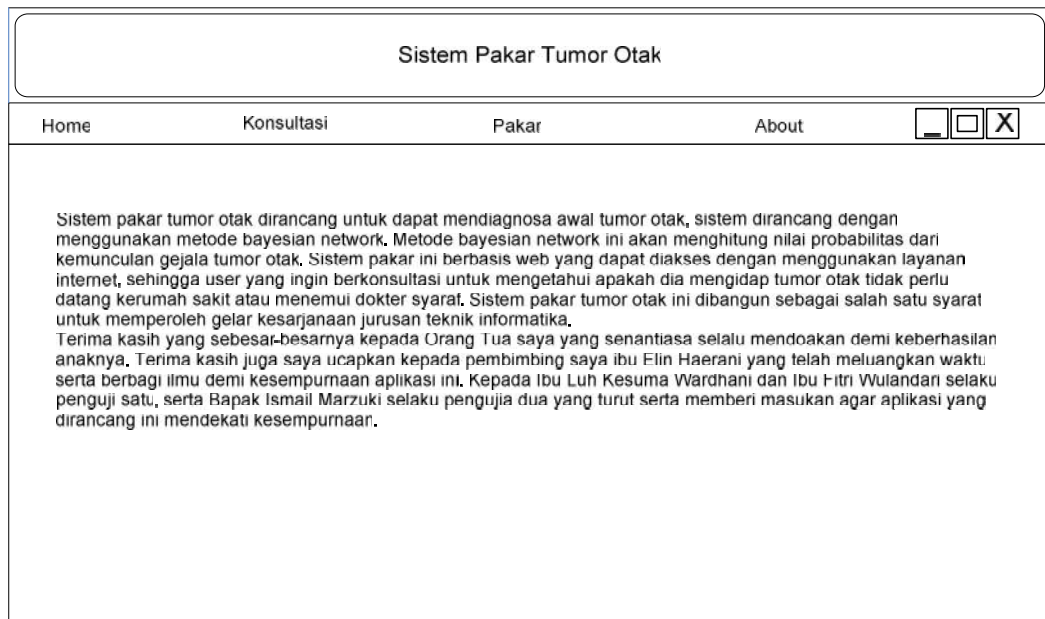
Form Input Penyakit

Kd\_penyakit

Nm\_penyakit

**Gambar 4.25** Perancangan Halaman Input Penyakit

## 7. Perancangan about



**Gambar 4.26**Perancangan Halaman About

## BAB V

### IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

#### 5.1. Tahapan Implementasi

Tahapan implementasi merupakan tahapan dimana suatu sistem atau perangkat lunak yang telah dianalisa, dirancang dan selanjutnya akan direalisasikan sebagai serangkaian program, lalu diuji kelayakannya. Sehingga akan diketahui bahwa sistem yang dibuat sesuai dengan tujuan yang diinginkan dan dapat dioperasikan sebagaimana mestinya. Berikut ini akan dijelaskan tentang pengimplementasian sistem pakar untuk mendianosa tumor otak berdasarkan analisa dan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya.

##### 5.1.1. Lingkungan Operasional

Pada prinsipnya setiap perancangan ataupun pembuatan sebuah sistem memerlukan sarana pendukung yaitu berupa komponen-komponen yang menunjang dalam pembuatan sistem tersebut. Komponen-komponen yang dibutuhkan antara lain *hardware* dan *software*, dimana *hardware* merupakan perangkat keras komputer dalam pengolahan data dan *software* merupakan perangkat lunak berupa sistem untuk mengoperasikan aplikasi yang akan dibangun.

Lingkungan operasional merupakan lingkungan dimana sistem ini digunakan. Spesifikasi kebutuhan dari lingkungan operasional, yaitu:

1. Perangkat keras

Processor : *Pentium(R) Dual-Core CPU T4400 @ 2.20GHz*

Memori (RAM) : 2.00 GB

2. Perangkat Lunak

Sistem Operasi : *Windows 7Home Premium 32-bitOS*

Bahasa Pemrograman : PHP

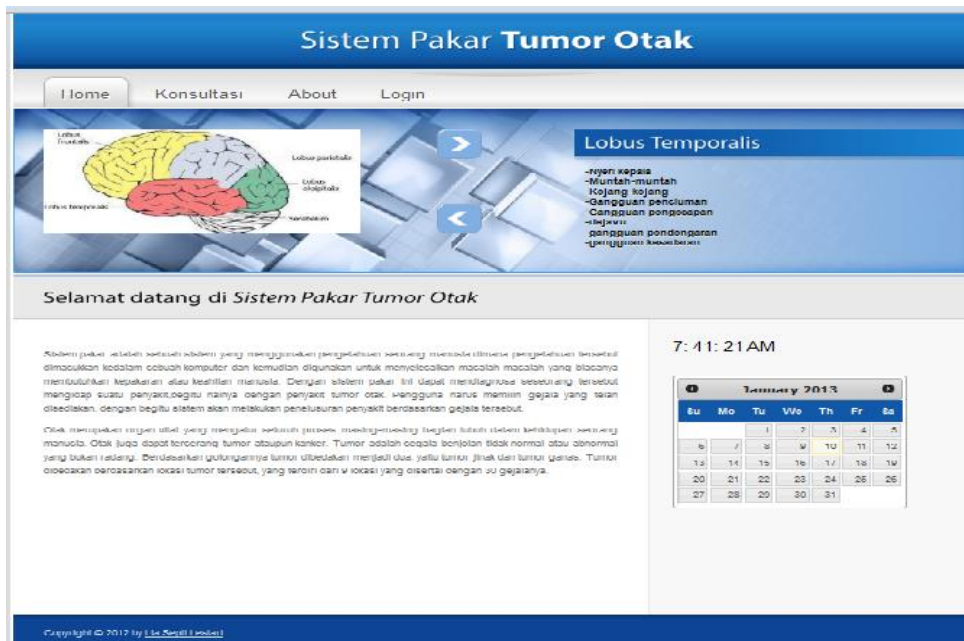
*Database* : MySQL

Web browser : Mozilla Firefox dan Google Chrome

### 5.1.2. Implementasi Interface Sistem

Setelah tahap analisa dan perancangan selesai dilakukan, maka dilanjutkan dengan tahap implementasi sistem dari hasil analisa yang telah diperoleh dan mengimplementasikan hasil perancangan *interface* yang telah dibuat. Berikut ini akan dijelaskan mengenai hasil implementasi dari rancang bangun sistem pakar untuk mendiagnosa tumor otak, dimana pada sistem pakar ini memiliki tiga menu, yaitu menu *Home*, *Konsultasi*, *PakardanAbout*. Menu *Home* merupakan menu yang akan menampilkan halaman utama sistem. Menu *konsultasi* merupakan menu yang berisi pertanyaan yang akan diajukan ke pasien yang ingin konsultasi, dari hasil jawaban pasien tersebut dilakukan proses perhitungan nilai probabilitasnya. Menu *pakar* adalah menu yang berisi *form* untuk menginputkan data gejala beserta penyakitnya, dan nilai probabilitasnya. Berikut implementasi *interface* sistem pakar untuk mendiagnosa tumor otak yang sesuai dengan menu yang ada pada sistem:

#### 1. Implementasi Interface Menu Home



Gambar 5.1. Hasil Implementasi Interface Menu Home

*Interface* pada Gambar 5.1 merupakan tampilan yang akan muncul pertama sekali ketika *user* menjalankan sistem ini.

## 2. Implementasi *Interface* Menu Konsultasi

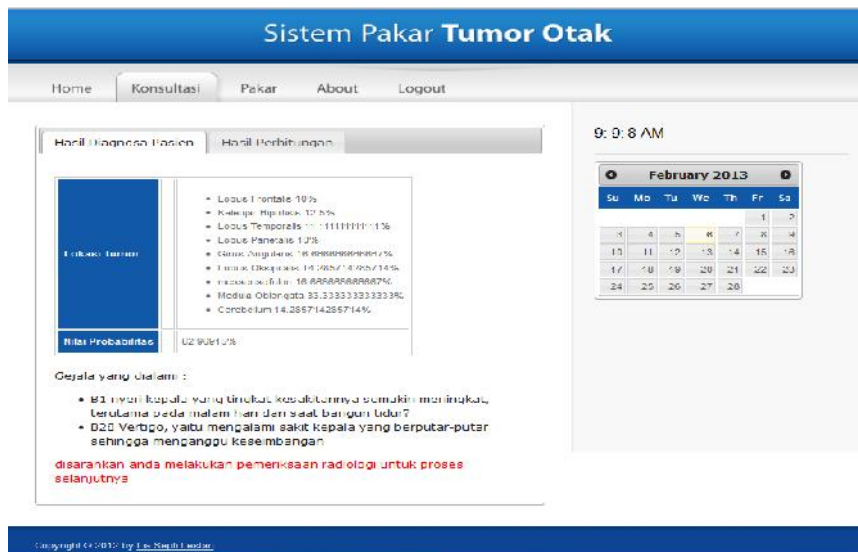
Sebelum memilih gejala dari tumor otak yang dialaminya, pengguna dapat mengisi nama dan jenis kelamin. Dimenu ini pengguna akan memilih gejala-gejala dari tumor otak yang sedang dialaminya. Berdasarkan gejala yang dipilih pengguna dapat didiagnosa bahwa pengguna tersebut mengidap tumor otak atau tidak, beserta lokasi tumornya. Tampilan dari menu konsultasi dapat dilihat pada Gambar 5.2.



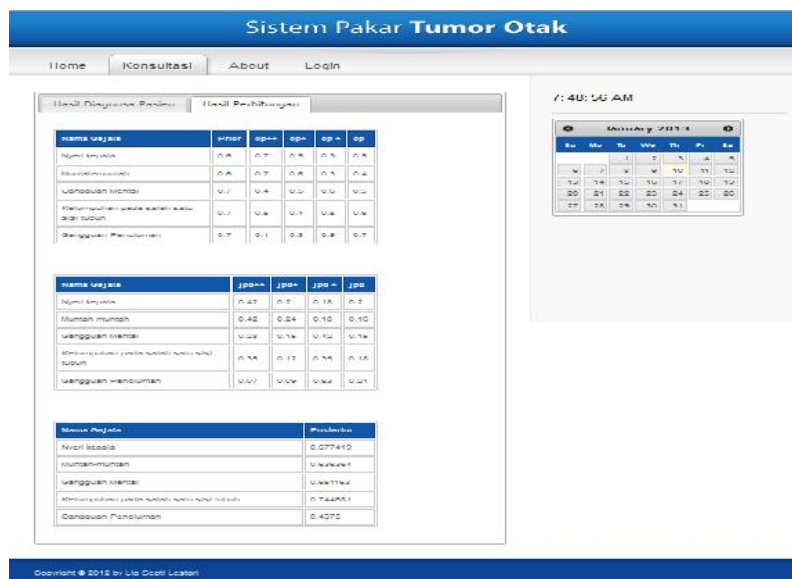
Gambar 5.2. Hasil Implementasi *Interface* Konsultasi

Setelah pengguna memilih gejala yang diberikan sistem pakar ini, selanjutnya akan tampil hasil diagnosa dari gejala yang di pilih pengguna tersebut. Apabila pasien tersebut mengidap tumor maka akan ditampilkan lokasi tumornya serta persentase hasil perhitungan nilai probabilitasnya. Hasil dari proses perhitungan gejala yang dipilih pengguna akan ditampilkan pada halaman hasil perhitungan. Hasil diagnose dan hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 dibawah ini.





Gambar 5.3. Hasil Implementasi *Interface* hasil diagnosa pengguna



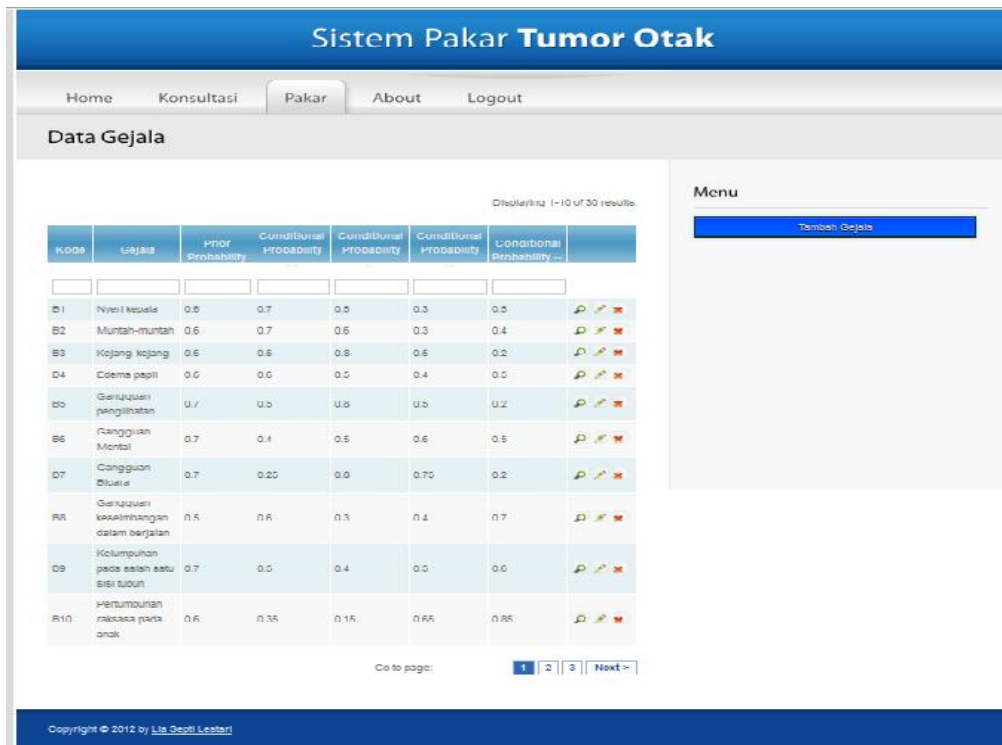
Gambar 5.4 Hasil Implementasi *Interface* Hasil Perhitungan

### 3. Implementasi *Interface* Menu Pakar

Pada menu ini terdapat beberapa menu yang hanya dapat diakses oleh pakar. Adapun submenu yang ada pada menu pakar ini adalah gejala, pasien, lokasi, user, dan perhitungan.

#### a. Gejala

Submenu ini berisi data gejala yang menyertai tumor otak. Tampilan submenu gejala dapat dilihat pada Gambar 5.5.



**Gambar 5.5** Hasil Implementasi *Interface* Gejala

b. Pasien

Pengguna yang melakukan konsultasi akan dapat dilihat pada submenu pasien, dimana menu tersebut terlihat pada Gambar 5.6.



**Gambar 5.6** Hasil Implementasi *Interface* Pasien

c. Lokasi

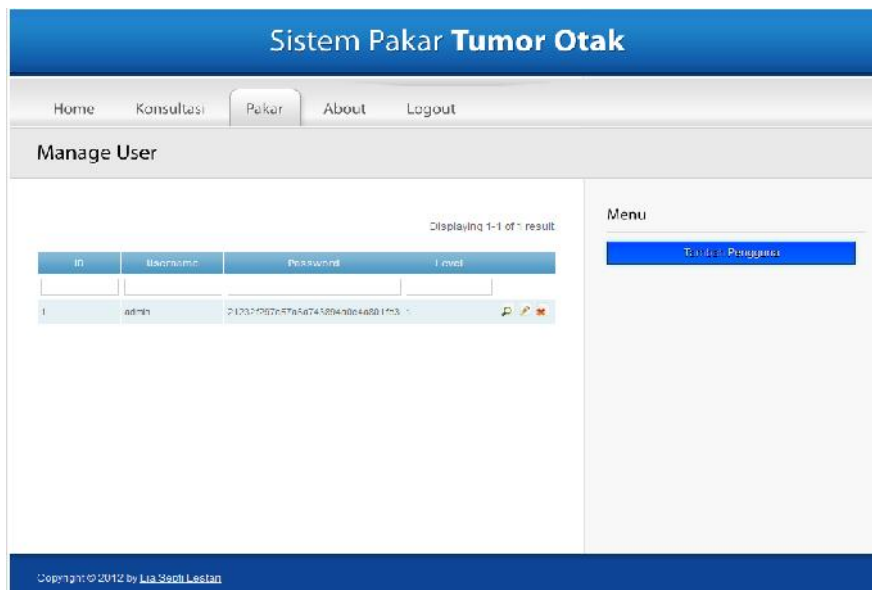
Data lokasi dari tumor otak disimpan dalam submenu lokasi, yang diperlihatkan pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Hasil Implementasi *Interface* Lokasi

d. User

Submenu user digunakan untuk menyimpan data *user* untuk menu pakar. *Interface* dari submenu *user* terdapat pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9 Hasil Implementasi *Interface* User

Untuk implementasi submenu tambah gejala, pasien, lokasi, dan *user* dapat dilihat pada lampiran D.

e. Perhitungan

Hasil dari perhitungan nilai probabilitas semua gejala yang menyertai tumor otak disimpan pada submenu perhitungan, disubmenu ditampilkan proses perhitungan nilai probabilitas yakni nilai *conditional probability*, *joint probability*, dan *posterior probability* yang terlihat pada Gambar 5.10.

Gejala	Tumor Otak	
	posterior	anterior
Nyau kepala	suallif 0.7	0.6
	negatif 0.1	0.5
Muntah muntah	suallif 0.7	0.6
	negatif 0.1	0.4
Kelang kelang	postif 0.5	0.8
	negatif 0.5	0.2
Kelema panti	postif 0.5	0.5
	negatif 0.4	0.6
Disregain untuk ilham	postif 0.5	0.8
	negatif 0.5	0.2
Disregain Marud	postif 0.4	0.5
	negatif 0.6	0.6
Bengguan B. ada	postif 0.55	0.8
	negatif 0.75	0.2
Disregain kawatibangin dalam uajikan	suallif 0.6	0.9
	negatif 0.4	0.7
Kelumpuhan pada salah satu sisi tubuh	postif 0.5	0.4
	negatif 0.5	0.6

Pertumbuhan tulang pada anak	postif 0.35	0.55
	negatif 0.65	0.45
Pembesaran tangan, kaki, dan jari-jari	postif 0.65	0.3
	negatif 0.44	0.7
Merintisan dari jari di bawah mata dan telinga	postif 0.62	0.8
	negatif 0.58	0.2
Meruntir mata hitam	postif 0.55	0.75
	negatif 0.88	0.58
Bengguan Periduman	postif 0.1	0.3
	negatif 0.9	0.7
Disregain Perigawapari	postif 0.65	0.25
	negatif 0.55	0.72
Daluru	postif 0.4	0.55
	negatif 0.88	0.41
Bengguan Peridangan	postif 0.6	0.37
	negatif 0.4	0.55
Bengguan Khasidana	postif 0.6	0.35
	negatif 0.4	0.62
Akuisi Be. ada	postif 0.64	0.55
	negatif 0.55	0.45
Hamilis	postif 0.45	0.22
	negatif 0.55	0.77
Bengguan Peridangan	postif 0.2	0.78
	negatif 0.8	0.22
Hilangis	postif 0.45	0.22
	negatif 0.57	0.72
Akuisi	postif 0.7	0.55
	negatif 0.3	0.45

Kemampuan Pemrosesan Wajah	positif	0.48	0.7
	negatif	0.72	0.3
Kemampuan Pengawasan Wajah Orang Lain	positif	0.5	0.70
	negatif	0.7	0.24
Kemampuan Penyugesi Uraian Meta	positif	0.45	0.5
	negatif	0.55	0.1
Hidrohidasi	positif	0.4	0.02
	negatif	0.5	0.98
Vertigin	positif	0.7	0.08
	negatif	0.3	0.97
Distorsi Sifat Otak	positif	0.45	0.02
	negatif	0.55	0.98
Nistagmus	positif	0.55	0.28
	negatif	0.55	0.44

[Kembali ke atas](#)

Copyright © 2012 by Lia Seti Lestari

**Gambar 5.10** Hasil Implementasi *Interface* Perhitungan Probabilitas

Untuk proses perhitungan *joint probability* dan *posterior probability* dapat dilihat pada lampiran D.

#### 4. Implementasi *Interface* Menu *About*

Menu *about* ini merupakan menu pelengkap saja, dimana pada menu ini berisi penjelasan singkat mengenai fungsi dari sistem pakar tumor otak dan kegunaannya, serta ucapan terima kasih kepada pihak yang telah sangat berperan dalam perancangan sistem pakar tumor otak ini. Menu *about* dapat dilihat pada Gambar 5.11.

**Sistem Pakar Tumor Otak**

Home Konsultasi Pakar **About** Logout

**About Expert System**

Tentang Sistem Pakar Tumor Otak

Sistem pakar tumor otak dirancang untuk dapat mendiagnosa awal tumor otak, sistem dirancang dengan menggunakan metode bayesian network. Metode bayesian network ini akan menghitung nilai probabilitas dari kemungkinan gejala tumor otak. Sistem pakar ini berbasis web yang dapat diakses dengan menggunakan layanan internet, sehingga user yang ingin berkonsultasi untuk mengetahui apakah dia mengidap tumor otak tidak perlu datang kerumah sakit atau menemui dokter. Sistem pakar tumor otak ini dirancang sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar kesajarasan jurusan teknik informatika.

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Orang Tua saya yang senantiasa selalu mendukung dan keberanian anaknya. Terima kasih juga saya ucapkan kepada pembimbing saya Ibu Citra Islereni yang telah meluangkan waktu serta berbagi ilmu demi keberhasilan aplikasi ini. Kepada Ibu Luh Kusuma Warahenti dan Ibu Fitri Wulandari bahwa pengujian serta Rppok selama 3 bulan telah berjalan dengan baik dan lancar serta membina masukan agar aplikasi yang dirancang ini mendekati kesempurnaan.

23: 44: 0 PM

January 2013

Su	Ma	Tu	Wo	Th	Fr	Sa
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Copyright © 2012 by Lia Seti Lestari

**Gambar 5.11** Implementasi *Interface* Menu *About*

## 5.2. Pengujian

Setelah tahap implementasi selesai, maka dilanjutkan dengan pengujian dari implementasi yang telah dibuat. Pengujian sistem dilakukan dengan tujuan untuk menjamin sistem yang dibangun sesuai dengan hasil analisa dan perancangan sehingga dapat dibuat satu kesimpulan akhir. Pengujian fungsionalitas sistem dilakukan dengan metode *blackbox*. Selain itu, pengujian juga dilakukan dengan melihat apakah hasil diagnosa sistem dengan diagnosa pakar sama dari gejala yang telah dipilih untuk diuji cobakan.

### 5.2.1. Pengujian *Blackbox* pada Sistem Pakar Tumor Otak

Pengujian sistem dilakukan untuk memeriksa kinerja antar komponen sistem yang diimplementasikan. Tujuan utama dari pengujian sistem adalah untuk memastikan bahwa elemen-elemen atau komponen-komponen dari sistem telah berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Salah satu metode pengujian jenis ini dikenal dengan pengujian *blackbox*. Adapun hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1.** Hasil Pengujian Sistem dengan Metode *Blackbox*

No	Objek Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil
1.	<i>Button</i> Proses pada submenu konsultasi (kondisi untuk memproses gejala yang telah dipilih)	Menampilkan hasil diagnosa dari gejala yang telah dipilih oleh pengguna sebelumnya.	Benar
2.	<i>Button Login</i> pada submenu <i>login</i> pengguna	Menampilkan halaman pakar sehingga menu pakar dapat diakses.	Benar
3.	<i>Button view</i>	Menampilkan detail dari data yang ingin ditampilkan.	Benar
4.	<i>Button update</i>	Menampilkan data yang ingin diubah dan dapat di <i>update</i> kembali.	Benar

5.	<i>Button delete</i>	Muncul <i>message box</i> yang memberikan pilihan apakah data ingin dihapus atau tidak, dan jika iya data yang telah tersimpan didatabase sebelumnya berhasil dihapus dan beralih kehalaman utama ketika <i>button delete</i> dipilih.	Benar
6.	<i>Button Save / simpan</i>	Menampilkan data yang telah tersimpan.	Benar
7.	<i>Button next</i>	Menampilkan halaman yang berisi data kelanjutan dari data sebelumnya.	Benar
8.	<i>List</i>	Menampilkan kode dari gejala tumor otak	Benar

### 5.2.2. Pengujian Sistem Berdasarkan Hasil Diagnosa

Pengujian hasil diagnosa yakni perbandingan antara hasil diagnosa yang dilakukan oleh dokter syaraf dan hasil diagnosa yang dilakukan oleh sistem pakar tumor otak. Dari pengujian 10 sampel akan terlihat persamaan dan perbedaannya pada Tabel 5.2.

**Tabel 5.2** Pengujian Hasil Diagnosa

No	Pengguna	Gejala yang dipilih	Hasil Pakar	Hasil Sistem	Hasil Perbandingan
1	Responden A	Nyeri kepala, muntah-muntah, edema papil, gangguan penglihatan, gangguan bicara, gangguan penciuman, kelumpuhan pada salah satu sisi tubuh	<i>Lobus frontalis</i>	<i>Lobus frontalis</i> , dengan nilai probabilitas 67.30414%	Sama
2	Responden B	Nyeri kepala, kejang-kejang, gangguan mental, gangguan bicara	<i>Lobus frontalis</i>	<i>Lobus frontalis</i> , dengan nilai probabilitas 66.25845%	Sama
3	Responden C	Nyeri kepala, muntah-muntah, gangguan pendengaran, gangguan penciuman	<i>Lobus temporalis</i>	<i>Lobus temporalis</i> dengan nilai probabilitas 73.4328%	Sama
4	Responden D	Nyeri kepala, kejang-kejang, edema papil, gangguan penglihatan, gangguan pengenalan wajah orang lain, gangguan pembedaan warna	<i>Lobus oksipitalis</i>	<i>Lobus temporalis</i> , dengan nilai probabilitas 44.18145333%	Berbeda

5	Responden E	Nyeri kepala, gangguan keseimbangan dalam berjalan, hidrosefalus, nystagmus	<i>cerebellum</i>	<i>Cerebellum</i> dengan nilai probabilitas 70.02458%	Sama
6	Responden F	Edema papil, gangguan pendengaran, gangguan kesadaran, gangguan pembedaan warna, gangguan penglihatan, gangguan konyugasi bola mata, disfungsi syaraf cranial	Batang otak	<i>Lobus oksipitalis</i> , dengan nilai probabilitas 64.6951286%	Berbeda
7	Responden G	Nyeri kepala, muntah-muntah, kejang-kejang, gangguan keseimbangan dalam berjalan, hidrosefalus, disfungsi syaraf cranial, nystagmus	<i>cerebellum</i>	<i>Cerebellum</i> , dengan nilai probabilitas 66.31012%	Sama
8	Responden H	Nyeri kepala, muntah-muntah, edema papil, pertumbuhan raksasa pada anak, pembesaran tangan, kaki, dan jari	<i>Kelenjar hipofisis</i>	<i>Kelenjar hipofisis</i> , dengan nilai probabilitas 69.4252 %	Sama
9	Responden I	Nyeri kepala, muntah-muntah, kejang-kejang, kelumpuhan pada salah satu sisi tubuh, afasia sensori.	<i>Lobus parietalis</i>	<i>Lobus parietalis</i> dengan nilai probabilitas 64.88926%	Sama
10	Responden J	Nyeri kepala, edema papil, kelumpuhan pada salah satu sisi tubuh, afasia sensori, gangguan parestesi, hiperestesi,	<i>Lobus parietalis</i>	<i>Lobus parietalis</i> , dengan nilai probabilitas 67.05782%	Sama

Sistem pakar tumor otak ini akan mendiagnosa berdasarkan jawaban yang diberikan pengguna. Berdasarkan hasil pengujian diagnosa, diperoleh keterangan bahwa dari perhitungan terhadap 10 orang sampel sebagai berikut :

Jumlah *sample* = 10 orang

Jumlah *sample* dengan hasil pengujian sistem dan pakar mendapatkan persamaan hasil diagnosa sebesar 80%

Jumlah *sample* dengan hasil pengujian sistem dan pakar mendapatkan perbedaan hasil diagnosa sebesar 20%

### 5.2.3. Pengujian Sistem Kepada User

Selain pengujian hasil diagnosa, dilakukan pengujian *user acceptance test*. Dalam hal ini *user* adalah pakar dan pasien. Pengujian dilakukan yaitu dengan cara *user* menggunakan sistem yang kemudian *user* mengisi *form* pengujian *user acceptance test* yang berisi penilaian dan saran untuk kesempurnaan sistem yang



diuji. Format pertanyaan dapat dilihat pada lampiran A. Hasil dari pengujian *user* dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Indikator yang digunakan dalam penilaian ini adalah :

1. *Interface* (tampilan antarmuka dari aplikasi)
2. Kemudahan dalam pemakaian aplikasi
3. Kelengkapan informasi
4. Kemudahan dalam mendapatkan informasi
5. Kegunaan aplikasi
6. Penilaian aplikasi sistem pakar secara keseluruhan

**Tabel 5.3** Hasil Pengujian *User*

Responden	Nilai Dari Indikator					
	1	2	3	4	5	6
Dr. Riki Sukiandra Sp.S	4	5	4	4	4	4
Yesi Nada Sari	4	5	5	5	4	5
Sony	4	5	4	5	5	4
Sri Maryati	3	3	3	3	4	4
Misriyenti	5	4	4	4	4	4
Jumadi	4	5	4	4	5	4
Eko. K	5	5	4	4	5	4
Rohani	5	5	5	5	5	5
Iis Afrianty	3	3	2	2	3	3
Rahmat Eldian	5	4	4	5	4	4
<b>Total</b>	42	44	39	41	43	40
<b>Persentase</b>	84%	88%	78%	82%	86%	80%

Dari hasil pengujian *user acceptance test* yang telah dihitung dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. *Interface* (tampilan antarmuka dari aplikasi) mendapat persentase nilai  $\frac{42}{50} \times 100\% = 84\%$

2. Kemudahan dalam pemakaian aplikasi mendapat persentase nilai  $\frac{44}{50} \times 100\% = 88\%$
3. Kelengkapan informasi mendapat persentase nilai  $\frac{39}{50} \times 100\% = 78\%$
4. Kemudahan dalam mendapatkan informasi mendapat persentase nilai  $\frac{41}{50} \times 100\% = 82\%$
5. Kegunaan aplikasi mendapat persentase nilai  $\frac{43}{50} \times 100\% = 86\%$
6. Penilaian aplikasi sistem secara keseluruhan mendapat persentase nilai  $\frac{40}{50} \times 100\% = 80\%$

#### 5.2.4. Kesimpulan Pengujian

Pengujian dilakukan melalui 3 metode yakni, dengan *user acceptance test*, *black box*, dan dengan pengujian hasil diagnosa. Dari hasil pengujian *user acceptance test* didapatkan kesimpulan bahwa *user* cukup antusias dan menilai positif terhadap aplikasi ini, ditandai dengan persentase penilaian rata-rata diatas 75%. Berdasarkan pengujian hasil diagnosa mendapatkan hasil 80% tingkat perbedaannya, hal tersebut dipengaruhi adanya kesamaan gejala pada beberapa lokasi tumor otak. Sedangkan untuk hasil pengujian *black box* semua tombol untuk menjalankan aplikasi telah berjalan dengan baik dan tidak ada lagi yang eror. Hasil dari pengujian *black box*, pengujian *user acceptance test*, dan pengujian hasil diagnosa dengan berbagai proses yang ada sistem pakar tumor otak ini telah dihasilkan keluaran sistem pakar ini sesuai dengan kriteria dan tujuan yang diharapkan.

## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1. Kesimpulan

Setelah menyelesaikan serangkaian tahapan-tahapan dalam menerapkan salah satu model dari metode *bayesian network* yaitu maka dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Dari penelitian ini telah berhasil diciptakan sebuah aplikasi perangkat lunak (software) baru yaitu sistem pakar untuk mendiagnosa tumor otak menggunakan metode *bayesian network* berbasis web.
2. Dari hasil pengujian diagnosa didapatkan hasil 80% persamaan dan 20% perbedaan antara pengujian yang dilakukan oleh pakar dan oleh sistem, perbedaan hasil tersebut disebabkan adanya kesamaan gejala antara lokasi yang satu dengan lokasi tumor lainnya pada otak.
3. Metode *bayesian network* telah berhasil diterapkan pada sistem pakar diagnosis untuk 9 lokasi tumor, sehingga dapat memberikan hasil diagnosis yang cepat beserta nilai probabilitas kemunculan dari lokasi tumor otak tersebut.
4. Berdasarkan pengujian *user acceptance test* sistem pakar ini mendapatkan respons yang positif yang dilihat dari tingginya nilai yang diberikan *user*.
5. Sistem pakar ini hanya sebagai diagnosa awal tumor otak, sedangkan untuk memastikan keberadaan tumor otak tersebut dapat dilakukan pemeriksaan radiologi.

#### 6.2. Saran

Adapun saran-saran yang diajukan oleh penulis untuk pengembangan penelitian selanjutnya yaitu:

1. Sistem pakar tumor otak ini dapat diperluas dengan menambah gejala-gejala lainnya, sehingga nantinya juga dapat menambah keakuratan dari hasil diagnosa penyakit tumor.
2. Dengan metode *Bayesian network* ini masih terdapat peluang perbedaan dari hasil diagnosa sebesar 20%, oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya dapat disempurnakan lagi dengan menambahkan metode lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arhami. Muhammad, "Konsep Dasar Sistem Pakar", Andi : Yogyakarta, 2004.
- Gilroy. J, Meyers J. Basic Neurology. 3rd ed. Mc Graw Hill Book Co. 2002.
- Hakim A.A."Tindakan Bedah pada Tumor Cerebellopontine Angle", Majalah Kedokteran Nusantara Vol. 38 No. 3, 2005.
- Hakim, Ardil Arsyad, "Permasalahan Serta Penanggulangan Tumor Otak dan Sumsum Tulang Belakang", *Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Bidang Ilmu Bedah Saraf pada Fakultas Kedokteran*, Gelanggang Mahasiswa, Kampus USU, hal.2, Agustus 2006.
- Iwantono, Stio Hadi, 2008, "Papil Edema", [Available] Online, <http://www.cancerhelps.com/gejala-diagnosa-tumor-otak.htm>, diakses tanggal 25 Oktober 2012).
- Japardi Iskandar, "Gambaran CT Scan Pada Tumor Otak dan Benigna", Medan : Jurnal Universitas Sumatera Utara, 2002.
- Kusumadewi. Sri, "Artificial Intelligence I (Teori dan Aplikasi), Graha Ilmu : Bandung, 2003.
- Kusrini, "Sistem Pakar Teori dan Aplikasi", Andi : Yogyakarta,2006.
- Meigarani, Indrayani. "Penggunaan Metode *Bayesian Network* Dalam Sistem Pakar Untuk Diagnosis Penyakit Leukimia." Bandung : Jurnal Universitas Pendidikan Indonesia, 2010.
- Price, Sylvia Anderson.dkk, "Patofisiologi (Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit)", Buku Kedokteran EGC : Jakarta, 2003.
- Setiati. Eni, "Waspada! 4 Kanker Ganas Pembunuh Wanita", Andi : Yogyakarta, 2009.
- Siswanto, Surya Sumpeno, Moch. Hariadi, 2008, *Sistem Tutor Cerdas Berbasis Metode Bayesian Network untuk Klasifikasi Autonomous Tingkat Kognisi*, Paper Program Pascasarjana Bidang Studi Sistem Komputer, Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Sunanto Juang, "Anak Dengan Gangguan Penglihatan", Jakarta : Jurnal Universitas Pendidikan Indonesia, 2000.

Sutojo.dkk, “Kecerdasan Buatan”, Andi : Yogyakarta,2011.

Suwondo, “Gejala Kanker atau Tumor Otak dan Pencegahannya”, 2011.

Suyanto, “Artificial Intelligence”, Informatika : Bandung,2007.

Syafi’i, M.Membangun Aplikasi Berbasis PHP dan Mysql.Yogyakarta:Andi  
Yogya, 2004.

Tosin, Rijanto. *Flowchart untuk Siswa dan Mahasiswa*. Jakarta: Dinastindo, 1997.