

Implementasi Theorema Bayes Untuk Mendiagnosis Penyakit Tuberkulosis (TBC)

Mikha Dayan Sinaga

Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Potensi Utama
Jl. K.L.Yos Sudarso Km 6,5 No. 3A Tanjung Mulia Medan Sumatera Utara 20241 Indonesia
Email: mikha_dayan@yahoo.co.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara ke-3 terbesar untuk penderita TBC di dunia dengan tingkat persentase sebesar 10%. Banyak masyarakat yang belum dapat membedakan secara dini antara penyakit TBC dengan penyakit batuk biasa. Salah satu solusi yang dapat diberikan untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan membuat suatu sistem pakar yang mampu memberikan tingkat akurasi tinggi, sehingga dapat menjadi referensi bagi masyarakat terhadap gejala yang dialaminya. Banyak metode-metode yang dapat digunakan untuk menghitung tingkat kepastian dari suatu penyakit berdasarkan gejala yang tampak. Theorema Bayes merupakan suatu metode probabilitas yang dapat menghitung tingkat kepastian / kemungkinan terjangkit suatu penyakit berdasarkan bobot dari gejala-gejala yang tampak. Tujuan dari penelitian ini yaitu bagaimana cara untuk mengimplementasikan theorema bayes untuk mendiagnosis penyakit TBC.

Kata kunci : Sistem Pakar, Theorema Bayes, TBC

Abstract

Indonesia is the 3rd largest for TBC patients in the world with a percentage rate of 10%. Many people who can not distinguish between tuberculosis at an early stage with ordinary cough illness. One solution that can be given to overcome this is to create an expert system that is capable of providing a high degree of accuracy, so as a reference for the people of the symptoms experienced. Many methods can be used to calculate the level of certainty of a disease based on symptoms appear. Theorem Bayes is a probability method that can calculate the level of certainty / probability of contracting a disease based on the weight of the symptoms appear. The purpose of this research is how to implement the Bayes theorem for diagnosing tuberculosis.

Keywords : Expert System, Bayes theorem, TBC

1. PENDAHULUAN

Pengetahuan masyarakat terhadap beberapa penyakit yang memiliki gejala yang relatif sama sangat kurang, sehingga sering sekali salah dalam identifikasi secara dini dari suatu penyakit. Banyak penyakit yang memiliki gejala yang relatif sama sehingga dapat menyulitkan bagi masyarakat untuk menentukan penyakit apa yang dideritanya. Salah satunya yaitu penyakit TBC dengan penyakit batuk biasa. Ada beberapa gejala yang dapat membedakan kedua penyakit tersebut dan perbedaan tersebut seringkali tidak diketahui oleh masyarakat awam. Tingkat kepastian / kemungkinan dari terjangkit suatu penyakit juga sangat diperlukan untuk dapat menentukan persentase terjangkit penyakit tersebut. Banyak metode-metode probabilitas yang dapat digunakan untuk menghitung tingkat kemungkinan dari persentase suatu penyakit berdasarkan gejala yang tampak. Untuk mengatasi masalah itu dirancangkanlah suatu sistem yang dapat memberikan informasi yang tepat terhadap suatu penyakit. Salah satu sistem yang dimaksud adalah sistem pakar. Sistem ini akan dilengkapi dengan theorema bayes yang berfungsi untuk memberikan tingkat kepastian dari suatu penyakit tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan cabang dari *Artificial intelligent* (AI). Implementasi sistem pakar banyak digunakan untuk kepentingan komersial karena sistem pakar dipandang sebagai cara penyimpanan

pengetahuan pakar dalam bidang tertentu ke dalam program sehingga komputer dapat memberikan keputusan dan melakukan penalaran secara cerdas.[3].

Kecerdasan buatan sebagaimana telah diketahui, saat ini merupakan suatu inovasi baru dalam bidang ilmu pengetahuan. Kecerdasan buatan atau Artificial Intelligence merupakan salah satu bagian ilmu komputer yang membuat agar mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia. Teknologi kecerdasan buatan dipelajari dalam bidang-bidang, seperti: robotika, penglihatan komputer (*computervision*), jaringan saraf tiruan (*artificial neural system*), pengolahan bahasa alami (*natural language processing*), pengenalan suara (*speech recognition*) dan sistem pakar (*expert system*).[2]

Program ini bertindak sebagai seorang konsultan yang cerdas dalam suatu keahlian tertentu. Sehingga seorang *user* dapat melakukan konsultasi kepada komputer, seolah-olah user tersebut berkonsultasi kepada seorang ahli.

Sistem adalah kumpulan objek seperti orang, sumber daya, konsep, dan prosedur yang dimaksudkan untuk melakukan suatu fungsi yang dapat diidentifikasi atau untuk melayani suatu tujuan. Sedangkan pakar adalah ahli atau orang yang menguasai bidang tertentu.[5] Konsep-konsep dasar dari sebuah sistem pakar adalah: [5]

1. Keahlian (*Expertise*)

Keahlian merupakan pengetahuan khusus yang dimiliki oleh seseorang melalui latihan, belajar, serta pengalaman-pengalaman yang dialami pada suatu bidang tertentu dalam jangka waktu yang cukup lama. Dengan pengetahuan tersebut seorang pakar dapat memberikan keputusan yang lebih baik dan cepat dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang sulit.

2. Ahli atau pakar (*Expert*)

Seorang pakar harus memiliki kemampuan menyelesaikan permasalahan pada bidang tertentu yang ditanganinya, kemudian memberikan penjelasan mengenai hasil dan kaitannya dengan permasalahan yang ada. Untuk meniru kepakaran seorang manusia, perlu dibangun sebuah sistem komputer yang menunjukkan seluruh karakteristik tersebut. Namun hingga saat ini, pekerjaan dibidang sistem pakar terfokus pada aktifitas penyelesaian masalah dan memberikan penjelasan mengenai solusinya.

3. Memindahkan Keahlian (*Transferring Expertise*)

Tujuan dari sistem adalah memindahkan keahlian yang dimiliki oleh seorang pakar ke dalam sebuah sistem komputer, kemudian dari sebuah system computer kepada orang lain yang bukan pakar. Proses ini dapat meliputi empat kegiatan :

- a. Perolehan pengetahuan (*Knowledge Acquisition*).
- b. Representasi pengetahuan (*Knowledge Representation*).
- c. Menyimpulkan pengetahuan (*Knowledge Inferencing*).
- d. Memindahkan pengetahuan kepada pemakai (*Knowledge Transfer to User*). Pengetahuan tersebut ditempatkan ke dalam suatu komponen yang dinamakan basis pengetahuan (*Knowledge Base*).

4. Kesimpulan (*Inference*)

Keistimewaan dari sistem pakar adalah kemampuannya dalam memberikan saran, yaitu dengan menempatkan keahlian ke dalam basis pengetahuan (*Knowledge Base*) dan membuat program yang mampu mengakses basis pengetahuan sehingga sistem dapat memberikan kesimpulan. Kesimpulan dibentuk di dalam komponen yang dinamakan mesin pengambil kesimpulan (*Inference Engine*), dimana berisi aturan-aturan untuk menyelesaikan masalah.

5. Aturan (*Rule*)

Umumnya sistem pakar adalah sistem berbasis aturan, yaitu pengetahuan yang terdiri dari aturan-aturan sebagai prosedur penyelesaian masalah. Pengetahuan tersebut digambarkan sebagai suatu urutan seri dari kaidah- kaidah yang sudah dibuat.

6. Kemampuan Penjelasan (*Explanation Capability*)

Keistimewaan lain dari sistem pakar adalah kemampuannya dalam memberikan saran atau rekomendasi serta menjelaskan mengapa tindakan tertentu tidak dianjurkan. Pemberian penerangan dan pendapat ini dilakukan dalam suatu subsistem yang dinamakan subsistem penjelasan (*explanation subsystem*).

2.2. Theorema Bayes

Metode Bayes merupakan metode yang baik didalam mesin pembelajaran berdasarkan data training, dengan menggunakan probabilitas bersyarat sebagai dasarnya. Metode Bayes juga merupakan suatu metode untuk menghasilkan estimasi parameter dengan menggabungkan informasi dari sampel dan informasi lain yang telah tersedia sebelumnya. Keunggulan utama dalam penggunaan Metode Bayes adalah penyederhanaan dari cara klasik yang penuh dengan integral untuk memperoleh model marginal.

1. Probabilitas dan Teorema Bayes

Probabilitas *Bayes* merupakan salah satu cara yang baik untuk mengatasi ketidakpastian data dengan menggunakan formula bayes yang dinyatakan dengan rumus :[4]

$$P(H|E) = \frac{P(E|H)P(H)}{P(E)} \tag{1}$$

Keterangan :

P(H | E) : probabilitas hipotesis H jika diberikan *evidence* E.

P(E | H) : probabilitas munculnya *evidence* apapun.

P(E) : probabilitas *evidence* E

Dalam bidang kedokteran teorema *Bayes* sudah dikenal tapi teorema ini lebih banyak diterapkan dalam logika kedokteran modern. Teorema ini lebih banyak diterapkan pada hal-hal yang berkenaan dengan probabilitas serta kemungkinan dari penyakit dan gejala-gejala yang berkaitan.

2. Perhitungan Dengan Teorema Bayes

Secara umum teorema *Bayes* dengan E kejadian dan Hipotesis H dapat dituliskan dalam bentuk :

$$P(H_i|E) = \frac{P(E \cap H_i)}{\sum_j P(E \cap H_j)} \tag{2}$$

$$P(H_i|E) = \frac{P(E|H_i)P(H_i)}{\sum_j P(E|H_j)P(H_j)} \tag{3}$$

$$P(H_i|E) = \frac{P(E|H_i)P(H_i)}{P(E)} \tag{4}$$

Teorema *Bayes* dapat dikembangkan jika setelah dilakukan pengujian terhadap hipotesis kemudian muncul lebih dari satu *evidence*. Dalam hal ini maka persamaannya akan menjadi:

$$P(H|E,e) = P(H|E) \frac{P(e|E,H)}{P(e|E)} \tag{5}$$

Keterangan :

e : *evidence* lama

E : *evidence* baru

P(H | E,e) : probabilitas hipotesis H benar jika muncul *evidence* baru E dari *evidence* lama e.

P(H | E) : probabilitas hipotesis H benar jika diberikan *evidence* E.

P(e | E,H) : kaitan antar e dan E jika hipotesis H benar.

P(e | E) : kaitan antara e dan E tanpa memandang hipotesis apapun.

2.3. Tuberkulosis (TBC)

Tuberkulosis adalah penyakit menular langsung yang disebabkan oleh kuman TB (*Mycobacterium Tuberculosis*), sebagian besar kuman TB menyerang paru tetapi dapat juga mengenai organ tubuh lainnya

a. Gejala utama Tuberkulosis

Anamnesis yang terarah diperlukan untuk menggali lebih dalam dan lebih luas keluhan atau gejala utama pasien. Keluhan atau gejala utama berupa :[1]

1. Batuk terus menerus dan berdahak selama 3 (tiga) minggu atau lebih.
2. Dahak bercampur darah.
3. Batuk darah.
4. Sesak nafas dan rasa nyeri dada.
5. Badan lemah
6. nafsu makan menurun
7. berat badan turun
8. rasa kurang enak badan (malaise)
9. demam meriang lebih dari sebulan.

b. Penyuluhan TB

Penyuluhan TB adalah menyampaikan pesan mengenai penyakit TB kepada satu atau sekelompok orang. Penyuluhan dapat dilakukan di puskesmas, posyandu, rumah, kumpulan arisan, pengajian, kelompok dasawisma, dan kegiatan masyarakat lainnya. Penyuluhan dapat diberikan kepada semua lapisan masyarakat, pasien, keluarga pasien, masyarakat umum, anak sekolah dan lainnya. Tujuan penyuluhan yaitu agar suspek memeriksakan dirinya di Unit Pelayanan Kesehatan (UPK), serta agar penderita dan keluarganya mengerti pentingnya berobat secara teratur sampai sembuh.

3. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian akan sangat membantu penulis dalam proses penyelesaian masalah. Penelitian ini memiliki beberapa tahapan dalam pelaksanaan kegiatan yaitu definisi masalah, analisa masalah, menentukan tujuan, mempelajari literatur, mengumpulkan data, analisa perhitungan theorem bayes, perancangan *interface*, pengolahan data, implementasi, pengujian dan kesimpulan.

1. Mendefinisikan Masalah
Proses pertama yang dilakukan dalam melakukan suatu penelitian adalah mendefinisikan masalah. Dalam tahap ini peneliti menentukan masalah yang akan diteliti serta menjabarkan dengan lebih luas lagi mengenai masalah tersebut. Pada penelitian yang akan dilakukan, peneliti memilih masalah tentang penyakit TBC.
2. Menganalisa Masalah
Pada tahap ini peneliti mengkaji lebih dalam tentang masalah yang diteliti yaitu mengenai penyakit TBC. Pada tahap ini peneliti harus sudah memahami semua hal tentang masalah yang dihadapi.
3. Menentukan Tujuan
Berdasarkan pemahaman dari permasalahan yang telah di analisa, langkah berikutnya adalah menentukan tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah terciptanya suatu aplikasi yang dapat memberikan informasi mengenai gejala-gejala penyakit yang diakibatkan oleh TBC dan bagaimana cara untuk mengatasinya.
4. Mempelajari Literatur
Pada proses ini, peneliti melengkapi perbendaharaan kaidah, konsep, teori-teori yang mendukung dalam penyelesaian masalah dalam penelitian ini. Peneliti juga mempelajari buku-buku dan jurnal-jurnal, yang berhubungan dengan penelitian ini maupun referensi yang lain. Tahap ini bertujuan untuk memberikan wawasan yang luas kepada peneliti tentang masalah yang akan diteliti..
5. Mengumpulkan Data
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang mendukung penelitian. Pengumpulan data dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu :
 - a. Metode Lapangan
Metode ini dilakukan dengan peninjauan langsung kelapangan dimana penelitian akan dilakukan.
 - b. Metode Pustaka
Metode ini dilakukan dengan mempelajari buku-buku ataupun karya ilmiah lain yang berhubungan dengan masalah yang akan diteliti.
6. Analisa Perhitungan Theorema Bayes
Setelah data dikumpulkan, dilakukan analisa data yang kemudian akan dilakukan perhitungan kemungkinan dengan menggunakan metode theorem bayes. Tahap ini terdiri dari beberapa proses yaitu mendefinisikan masalah dan menentukan gejala-gejala yang timbul, menganalisis ketepatan identifikasi kemungkinan penyakit, memberikan solusi untuk mengatasi penyakit.
7. Perancangan *Interface*
Pada tahap ini peneliti merancang suatu antarmuka yang dapat digunakan oleh *end user* untuk melakukan penelusuran terhadap penyakit TBC. Suatu antarmuka aplikasi haruslah *user friendly* agar mudah digunakan.
8. Pengolahan data
Pada tahap ini dilakukan pengolahan data yang terdiri dari gejala-gejala yang ditimbulkan, solusi-solusi untuk menangani penyakit TBC.
9. Implementasi
Pada tahap ini dilakukan implementasi program. Untuk menghasilkan sistem yang baik harus terdapat struktur program, terdapat pengembangan sistem agar pengetahuan yang baru dapat di-*update* tanpa mengubah program. Aplikasi yang dibangun akan diimplementasikan dengan *Microsoft Visual Studio 2010* dan *Microsoft SQL Server 2005*. Dalam membangun aplikasi ini membutuhkan *hardware*, yaitu computer dengan *processor* pentium core 2 duo, *harddisk* 250 GB, *Ram* 1 GB.

10. Pengujian

Pada tahap ini, dilakukan penilaian apakah perangkat lunak yang dikembangkan telah sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Pengujian berguna untuk mengetahui jenis error yang ada pada perangkat lunak.

11. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian terhadap system maka dapat ditarik kesimpulan, apakah aplikasi yang dibangun sudah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembahasan

4.1.1. Analisis Kebutuhan

Untuk melakukan identifikasi terhadap penyakit TBC maka diperlukan data-data gejala yang jelas dan pasti untuk dapat diolah dan dihitung kemungkinan terjangkit penyakit tersebut. Berikut data-data gejala dari penyakit TBC berdasarkan penelitian yang dilakukan seperti pada tabel 1 berikut : [7]

Tabel 1. Data Penyakit Dan Gejala

No	Penyakit/Hama	Kriteria
1	TBC	<ul style="list-style-type: none"> - Batuk terus menerus dan berdahak selama 3 (tiga) minggu atau lebih. - Dahak bercampur darah. - Batuk darah. - Sesak nafas dan rasa nyeri dada. - Badan lemah - Nafsu makan menurun - Berat badan turun - Rasa kurang enak badan (malaise) - Demam meriang lebih dari sebulan.

4.1.2. Penyajian Fakta Dan Aturan

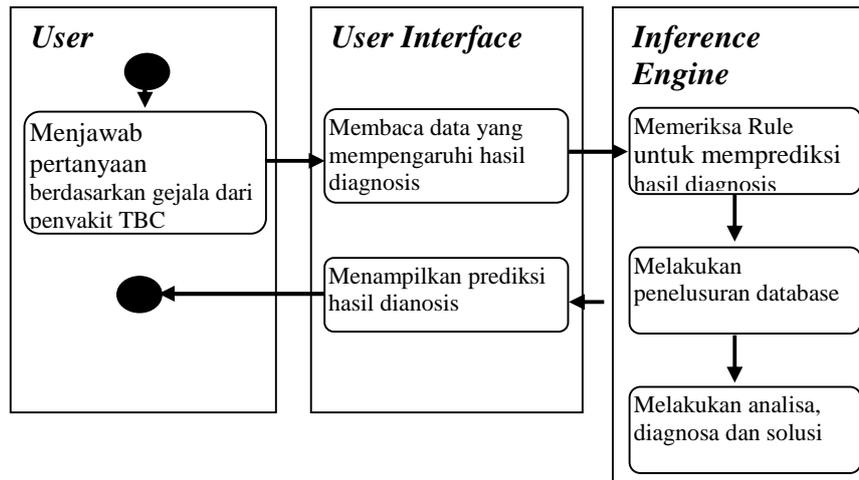
Penyajian fakta dan aturan untuk pendeteksian penyakit TBC dibuat kedalam bentuk table sebagai berikut :

Tabel 2. Rule

No	Aturan (Rule)
1	<p><i>IF</i> Batuk terus menerus dan berdahak selama 3 (tiga) minggu atau lebih <i>is True</i> <i>AND</i> Dahak bercampur darah <i>is True</i> <i>AND</i> Batuk darah <i>is True</i> <i>AND</i> Sesak nafas dan rasa nyeri dada <i>is True</i> <i>AND</i> Badan lemah <i>is True</i> <i>AND</i> Nafsu makan menurun <i>is True</i> <i>AND</i> Berat badan turun <i>is True</i> <i>AND</i> Rasa kurang enak badan (malaise) <i>is True</i> <i>AND</i> Demam meriang lebih dari sebulan <i>is True</i> <i>THEN</i> TBC</p>

4.1.3. Desain Aktivitas Sistem

Activity diagram menggambarkan berbagai alur aktivitas secara umum dalam sistem yang sedang dirancang, bagaimana masing-masing alur berawal, proses yang dilakukan dan bagaimana proses berakhir.



Gambar 1. Desain Aktivitas Penelusuran Penyakit TBC Berdasarkan Gejala Yang Timbul

Keterangan :

1. Manajemen hak akses
2. Memasukkan data dasar dan basis pengetahuan
3. Melakukan penelusuran berdasarkan gejala
4. Menerima hasil diagnosis dan solusi

4.1.4. Database

Database yang dirancang haruslah memiliki kapasitas untuk menyimpan data yang akan dimasukkan ke dalamnya. *Database* juga harus dapat menyajikan data yang dibutuhkan untuk mengidentifikasi penyakit yang di cari berdasarkan gejala-gejala yang dimasukkan.

Perancangan database pada system pakar ini bertujuan untuk memberikan gambaran data yang akan dibutuhkan. Database terdiri dari 3 tabel, yaitu: tabel admin, table knowledge, dan table solusi.

1. Tabel Admin

Tabel admin digunakan untuk menginput id admin, *user name*, *password* dan nama.

Tabel 3. Tabel admin

No	Field Name	Data type	Description
1	ID	Text	Id Admin
2	Username	Text	Nama User
3	Password	Text	Password
4	Nama	Text	Namalengkap admin

2. Tabel knowledge

Tabel *knowledge* akan menyimpan pertanyaan atas gejala-gejala yang ditimbulkan beserta akibat yang ditimbulkan. Tabel ini terdiri dari 4 *field* yaitu ID, pertanyaan, fakta, faktatidak.

Tabel 4. *knowledge*

No	Field Name	Data type	Description
1	ID	Text	ID pertanyaan
2	Pertanyaan	Text	Pertanyaan berdasarkan gejala
3	Faktaya	Text	Faktajikaya
4	Faktatidak	Text	Faktajikatidak

3. Tabel solusi

Tabel solusi berisi tentang hasil diagnosis dan solusi yang dapat diberikan berdasarkan gejala yang dimasukkan, table solusi terdiri dari 4 *field* yaitu ID, kode, hasil diagnosis dan solusi

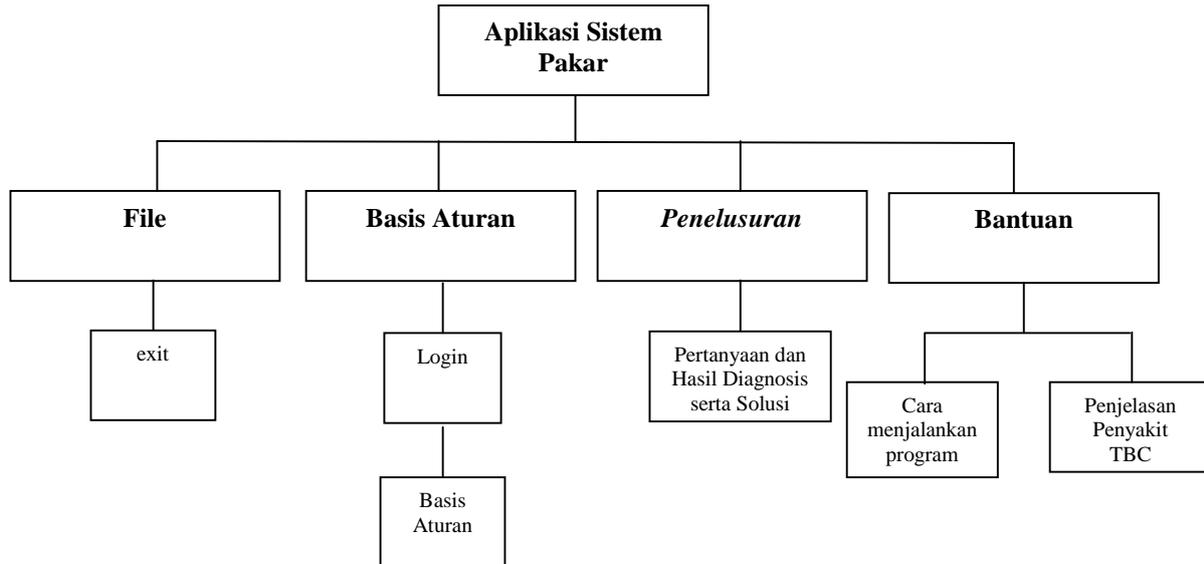
Tabel 5. solusi

No	Field Name	Data type	Description
1	ID	Text	ID
2	Kode	Text	Kode berdasarkan mesin inferensi

3	Hasildiagnosis	Text	Hasil diagnosis
4	Solusi	Text	Solusi

4.1.5. User Interface

Organisasi program sistem pakar untuk mendeteksi penyakit TBC ada 4 menu utama, yang pertama menu utama *file*, ada 1 submenu yaitu *exit*. Pada menu utama yang ke dua basis aturan berisi 2 submenu yaitu *Login* dan *basis aturan*, menu utama yang ke tiga *penelusuran* yang berisi submenu pertanyaan dan hasil diagnosis serta solusi dan menu utama yang ke empat adalah *bantuan* yang berisi 2 submenu yaitu *cara menjalankan program* dan *penjelasan penyakit TBC*. Untuk memudahkan pengoperasian sistem ini maka, dirancang organisasi program sebagai berikut:



Gambar 2. Organisasi Program

4.1.6. Analisis Theorema Bayes Terhadap Gejala-Gejala dari Tuberkulosis (TBC)

Analisis menggunakan theorema bayes bertujuan untuk menentukan tingkat kepastian atau kemungkinan identifikasi penyakit TBC dari gejala-gejala yang dialami oleh pengguna sistem. Adapun nilai bobot yang terdapat pada penyakit TBC adalah sebagai berikut.

Tabel 6. Nilai Bobot Gejala Penyakit TBC

Kode Gejala	Nama Gejala	Bobot
G01	Batuk berdahak lebih dari 3 minggu	0,8
G02	Dahak bercampur darah	0,4
G03	Batuk darah	0,5
G04	Sesak nafas dan rasa nyeri dada	0,6
G05	Badan lemah	0,4
G06	Nafsu makan menurun	0,5
G07	Berat badan turun	0,5
G08	Rasa kurang enak badan	0,4
G09	Demam meriang lebih dari sebulan	0,7

Pasien atau pengguna sistem akan diberikan pertanyaan-pertanyaan yang harus dijawab. Setelah dilakukan penelusuran, pengguna menjawab pertanyaan sebagai berikut :

- G01 = 0.8 = P(E|H1)
- G02 = 0.4 = P(E|H2)
- G04 = 0.6 = P(E|H3)

$$\begin{aligned} G05 &= 0.4 = P(E|H4) \\ G07 &= 0.5 = P(E|H5) \end{aligned}$$

Kemudian mencari nilai semesta dengan menjumlahkan dari hipotesa di atas :

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^5 &= G01 + G02 + G04 + G05 + G07 \\ &= 0.8 + 0.4 + 0.6 + 0.4 + 0.5 \\ &= 2.7 \end{aligned}$$

Setelah hasil penjumlahan di atas diketahui, maka didapatkan rumus untuk menghitung nilai semesta adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P(H1) &= \frac{H1}{\sum_{k=1}^5} = \frac{0.8}{2.7} = 0.296 \\ P(H2) &= \frac{H2}{\sum_{k=1}^5} = \frac{0.4}{2.7} = 0.148 \\ P(H3) &= \frac{H3}{\sum_{k=1}^5} = \frac{0.6}{2.7} = 0.222 \\ P(H4) &= \frac{H4}{\sum_{k=1}^5} = \frac{0.4}{2.7} = 0.148 \\ P(H5) &= \frac{H5}{\sum_{k=1}^5} = \frac{0.5}{2.7} = 0.185 \end{aligned}$$

Setelah nilai P(Hi) diketahui, probabilitas hipotesis H tanpa memandang *evidence* apapun, maka langkah selanjutnya adalah :

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^5 &= P(Hi) * P(E|Hi - n) \\ &= (P(H1) * (P(E|H1) + (P(H2) * (P(E|H2) + (P(H3) * (P(E|H3) + (P(H4) \\ &\quad * (P(E|H4) + (P(H5) * (P(E|H5) \\ &= (0.296 * 0.8) + (0.148 * 0.4) + (0.222 * 0.6) + (0.148 * 0.4) \\ &\quad + (0.185 * 0.5) \\ &= 0.2368 + 0.0592 + 0.1332 + 0.0592 \\ &\quad + 0.092 \\ &= 0.5809 \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya ialah mencari nilai P(Hi|E) atau probabilitas hipotesis Hi benar jika diberikan *evidence* E.

$$\begin{aligned} P(H1|E) &= \frac{0.8 * 0.296}{0.5809} = 0.4076 \\ P(H5|E) &= \frac{0.4 * 0.148}{0.5809} = 0.1019 \\ P(H2|E) &= \frac{0.6 * 0.222}{0.5809} = 0.2292 \\ P(H6|E) &= \frac{0.4 * 0.148}{0.5809} = 0.1019 \\ P(H3|E) &= \frac{0.5 * 0.185}{0.5809} = 0.1592 \end{aligned}$$

Setelah seluruh nilai P(Hi|E) diketahui, maka jumlahkan seluruh nilai bayesnya dengan rumus sebagai berikut :

$$\sum_{k=1}^5 Bayes = Bayes1 + Bayes2 + Bayes3 + Bayes4 + Bayes5$$

$$= (0.8 * 0.4076) + (0.4 * 0.1019) + (0.6 * 0.2292) + (0.4 * 0.1019) + (0.5 * 0.1592)$$

$$= 0.61932 * 100 \%$$

$$= 61.932 \%$$

4.2. Pengujian

Pengujian sistem dilakukan dengan cara menjawab pertanyaan Ya atau Tidak yang diajukan sistem melalui *interface* Form penelusuran.



Gambar4. Form Penelusuran

Setelah semua pertanyaan dijawab maka system akan menampilkan hasil diagnosis dan solusi yang dapat digunakan.



Gambar5. Form Hasil Diagnosa

4.3. Hasil

Setelah Dilakukan pengujian maka diketahui bahwa sistem sudah dapat memberikan hasil yang baik sesuai dengan perhitungan kemungkinan teridentifikasi penyakit TBC yaitu **61.932 %**.

5. KESIMPULAN

Sistem pakar merupakan sistem cerdas berfungsi untuk menggantikan seorang pakar dalam hal mendiagnosis penyakit. Theorema Bayes dapat digunakan untuk menentukan tingkat kepastian atau kemungkinan terhadap penyakit TBC berdasarkan gejala yang dialami oleh pengguna. Sistem pakar dengan theorema bayes ini dapat digunakan sebagai sarana informasi atau aplikasi yang juga dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit TBC dengan tingkat kepastian yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] dr. Tjandra Yoga Aditama, SpP(K), MARS, et al, 2006. "Pedoman Nasional Penanggulangan Tuberkulosis". Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Edisi 2 Cetakan Pertama.
- [2] Muhammad Arsyad, 2014. "Implementasi Metode Sugeno Pada Sistem Pakar Penentuan Stadium Pada Penyakit Tuberculosis (TBC)". Pelita Informatika Budi Darma, Volume : ViI, Nomor: 3. STMIK Budi Dharma Medan, Indonesia
- [3] Rifki Indra Perwira, Anifudin Aziz, 2013. "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Infeksi TBC Paru". TELEMATIKA Vol. 9, No. 2
- [4] Sri Rahayu, 2013. "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Gagal Ginjal Dengan Menggunakan Metode Bayes". Pelita Informatika Budi Darma, Volume : IV, Nomor: 3. STMIK Budi Dharma Medan, Indonesia.
- [5] Turban, Efraim., Aronson, Jay E., dan Liang, Ting-Peng. 2005. "Decision Support System and Intelligent Systems (Sistem Pendukung Keputusan dan Sistem Cerdas)". Terjemahan Siska Primanningrum. Jilid 2. Edisi 7. Yogyakarta :Andi.