

MENDETEKSI PENYAKIT *TUBERCULOSIS* DENGAN ALGORITMA BAYES

Agung Purnomo Sidik¹, Nova Mayasari²

^{1,2}Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi – Medan – Sumatera Utara
¹agung@dosen.pancabudi.ac.id, ²maya7886@pancabudi.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma Bayes dalam sebuah sistem pakar untuk mendeteksi penyakit *tuberculosis* berdasarkan gejala yang dirasakan oleh pasien. Data penelitian diambil dari data penderita penyakit *tuberculosis* yang tercatat di Puskesmas Mulyo Rejo yang kemudian diubah menjadi basis pengetahuan untuk algoritma Bayes. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Bayes yang diimplementasikan pada sistem pakar dapat mendeteksi dan memperhitungkan kemungkinan pasien menderita penyakit *tuberculosis* dari semua jenis penyakit *tuberculosis* yang ada. Persentase hasil sangat bergantung dari gejala yang dirasakan oleh pasien. Selain itu, keakuratan hasil juga sangat bergantung dari besarnya data yang ditanamkan ke dalam basis pengetahuan, sehingga update data diperlukan sepanjang waktu untuk meningkatkan akurasi hasil pendeteksian.

Kata kunci: *tuberculosis*, Bayes, Sistem Pakar

Abstract

This research implemented the Bayes algorithm in an expert system to detect tuberculosis disease based on the symptoms felt by the patient. The research data used data on tuberculosis patients recorded at the Mulyo Rejo Health Center for making a knowledge base for the Bayes algorithm. The results show that the Bayes algorithm implemented in the expert system can detect and consider the possibility of patients suffering from tuberculosis from all types of existing tuberculosis diseases. The percentage and accuracy of results were very dependent on the symptoms felt by the patient and the amount of data embedded into the knowledge base. The data updates were needed all the time to improve the accuracy of the detection results.

Keywords: *Tuberculosis, Bayes, Expert System*

1. PENDAHULUAN

Saat ini terdapat banyak jenis penyakit, baik penyakit yang menular maupun tidak menular. Salah satu penyakit menular adalah penyakit *tuberculosis* yang disebabkan oleh *Mycobacteria* atau bakteri [1]. Salah satu jenis bakteri penyebab penyakit *tuberculosis* adalah *Mycobacterium Tuberculosis* [1][2]. *Tuberculosis* memiliki tingkat penularan yang sangat cepat dan juga sangat mudah menular [3][4]. Salah satu cara penularan *tuberculosis* adalah melalui bersin, batuk, bahkan di saat berbicara [5][6]. Oleh karena itu, salah satu pencegahan penularan di saat berinteraksi dengan penderita penyakit *tuberculosis* adalah dengan menggunakan masker [1][7].

Bagian organ manusia yang paling sering diserang oleh penyakit *tuberculosis* adalah bagian organ paru-paru [8]. Jenis *tuberculosis* ini disebut dengan *Pulmonary Tuberculosis* [8][9]. Jenis penyakit *tuberculosis* ini juga yang menjadi jenis *tuberculosis* yang paling banyak diderita masyarakat dunia [1][7]. Jenis lainnya dari penyakit *tuberculosis* adalah *Extra-Pulmonary Tuberculosis* [1][8]. Jenis *tuberculosis* ini tidak hanya menyerang paru-paru tetapi juga menyerang berbagai organ lain, seperti saluran pencernaan, kulit, kelenjar getah bening, saluran kemih, bahkan hingga otak [7][2]. Pengobatan yang biasanya dilakukan untuk pasien yang menderita penyakit *tuberculosis* tergantung terhadap seberapa parah organ yang telah diserang oleh bakteri penyebab *tuberculosis* [9].

Tuberculosis memiliki salah satu jenis yang dapat menyebabkan kemungkinan kematian hingga 90%, yaitu jenis *Tuberculosis Meningitis* [9][3]. Susunan saraf pada manusia yang menjadi target penyerangan *tuberculosis* jenis ini sehingga sangat berbahaya [1]. Selain itu, terdapat jenis *tuberculosis* yang menyerang

kelenjar getah bening, yaitu *Lymphadenopathy Tuberculosis* [6]. Jenis *tuberculosis* ini menjadi *Extra Pulmonary Tuberculosis* terbanyak yang mampu menjangkiti masyarakat dunia [1][8]. Jenis *tuberculosis* lain yang mampu menyerang bagian terluar dari organ paru-paru yang disebut *Pleural Tuberculosis* yang menjadi *Extra Pulmonary Tuberculosis* terbanyak kedua yang menjangkiti masyarakat dunia [8][10][11]. Terdapat jenis *tuberculosis* yang mampu menyerang tulang, khususnya tulang belakang yang bernama *Tuberculosis of the Spine* yang juga dikenal dengan dua nama lain, yaitu *Tuberculosa Vertebral Osteomyelitus* dan *Spondilitis Tuberculosa* [2][12]. Jenis lainnya dari *tuberculosis* adalah *Urogenital Tuberculosis* yang mampu menyerang saluran reproduksi hingga saluran kemih yang berawal dari paru-paru dan menyebar melalui aliran darah [2][8][12]

Banyaknya jenis penyakit *tuberculosis* yang mampu menyerang berbagai organ manusia yang tidak cuma paru-paru tetapi hingga ke orang lain dan dengan penularan yang cepat membuat pendeteksian penyakit *tuberculosis* sejak dini sangat diperlukan [10][12]. Tetapi, adanya keterbatasan jumlah dokter dan peralatan membuat banyak masyarakat yang sulit mendeteksi penyakit *tuberculosis* lebih awal dan baru menyadari penyakit ini setelah mengalami gejala yang cukup parah [11]. Deteksi awal ini sangat berguna agar masyarakat yang terjangkit bisa segera melakukan pengobatan tanpa menunggu gejala yang ditimbulkan semakin parah [10][12].

Saat ini, banyak masyarakat yang tidak paham bagaimana gejala-gejala penyakit yang ditimbulkan oleh *tuberculosis* [10]. Selain itu, minimnya tenaga kesehatan di daerah-daerah terpencil membuat masyarakat juga sulit mendeteksi penyakit *tuberculosis* karena ketidakpahaman masyarakat yang ada di daerah bahkan juga di kota [2][5][7]. Hal ini membuat penyakit *tuberculosis* tidak ditangani sejak dini oleh medis karena tidak segera terdeteksi sehingga membahayakan si penderita dan orang-orang disekitarnya [8]. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang mudah digunakan, murah, dapat menggantikan salah satu tugas tenaga kesehatan dalam mendeteksi penyakit, dan mampu menjangkau daerah yang minim tenaga kesehatan agar mendeteksi penyakit *tuberculosis* pada masyarakat dapat dengan lebih mudah dan lebih cepat agar pengobatan dapat dilakukan sejak dini.

Pada penelitian ini, algoritma Bayes menjadi algoritma alternatif yang digunakan untuk mendeteksi penyakit *tuberculosis* yang diimplementasikan ke dalam sistem pakar berdasarkan gejala yang dihasilkan pasien [13][14][15]. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi salah satu alternatif yang murah bagi masyarakat dalam mendeteksi penyakit *tuberculosis* lebih awal [10]. Algoritma yang dipilih untuk menyelesaikan permasalahan yang ada adalah algoritma Bayes. Algoritma bayes dapat digunakan untuk menghitung probabilitas terjadinya suatu peristiwa berdasarkan pengaruh yang didapat dari hasil observasi [16][17][18].

2. METODE PENELITIAN

a. Analisis Basis Pengetahuan

Data penyakit *tuberculosis* dari setiap pasien diambil dari Puskesmas Mulio Rejo dari tahun 2015 – 2019. Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui terdapat 212 penderita *tuberculosis* dengan jenis penyakit *tuberculosis* yang diderita, yaitu:

Tabel 1. Data Jumlah Penderita Penyakit *Tuberculosis* Berdasarkan Jenis Penyakit *Tuberculosis*

Kode	Jenis Penyakit <i>Tuberculosis</i>	Jumlah Penderita
P1	<i>Pulmonary Tuberculosis</i>	23
P2	<i>Tuberculosis Meningitis</i>	37
P3	<i>Tuberculosis Lymphadenopathy</i>	34
P4	<i>Tuberculosis Pleurisy</i>	58
P5	<i>Tuberculosis of the Spine</i>	43
P6	<i>Urogenital Tuberculosis</i>	17

Data gejala yang dirasakan setiap pasien terhadap penyakit *tuberculosis* yang mereka derita dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2. Data Jumlah Gejala dari Setiap Jenis Penyakit *Tuberculosis* yang Diderita Pasien

Kode	Gejala	Jumlah Gejala dari Setiap Jenis Penyakit <i>tuberculosis</i>					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
G1	Batuk Tidak Kunjung Sembuh > 2 Bulan	22	29	30	50	43	17

Kode	Gejala	Jumlah Gejala dari Setiap Jenis Penyakit <i>tuberculosis</i>					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
G2	Demam Dengan Suhu Di Atas 38,5C Lebih Dari 2 Minggu	20	36	30	57	42	15
G3	Keringat Dingin Pada Waktu Malam Hari	23	34	33	56	39	10
G4	Berat Badan Turun Tanpa Alasan Yang Jelas	19	37	34	45	37	16
G5	Dada Terasa Sakit	20	8	11	40	20	2
G6	Napas Sesak	27	9	27	52	29	4
G7	Mudah Marah (Emosi)	10	25	6	40	12	3
G8	Gelisah	9	27	7	35	18	7
G9	Menggigil	4	32	3	21	15	9
G10	Kepala Terasa Nyeri	6	22	6	26	11	3
G11	Leher Terasa Kaku	13	31	12	24	10	4
G12	Nyeri Pada Kuduk	2	30	18	18	9	4
G13	Mual Atau Muntah	18	28	20	23	6	8
G14	Nafsu Makan Berkurang	3	27	1	22	12	11
G15	Nyeri Pada Punggung Dan Sendi	1	16	3	45	6	13
G16	Perubahan Perilaku Mental	3	21	15	30	4	5
G17	Kejang	0	22	14	9	26	4
G18	Sering Tidak Sadarkan Diri	5	28	19	18	22	1
G19	Lemah Dan Lemas (Tidak Bertenaga)	6	33	26	33	13	7
G20	Muncul Benjolan Di Kelenjar Getah Bening (Leher, Ketiak Atau Lipatan Paha) Yang Cukup Besar > 2 Cm	4	22	20	29	16	7
G21	Benjolan Bernanah Dan Membesar	3	16	23	28	14	4
G22	Mengi (Munculnya Bunyi Yang Khas) Ketika Batuk	1	1	25	27	18	9
G23	Tidak Nyaman Dan Lesu	7	13	3	50	17	6
G24	Muncul Gejala Penumpukan Cairan Di Antara Jaringan Yang Melapisi Paru-Paru Dan Dada	6	25	8	47	11	10
G25	Area Tulang Belakang yang Terasa Nyeri	6	10	7	8	31	11
G26	Adanya Penjalaran Rasa Nyeri	4	9	14	26	37	12
G27	Adanya Kekakuan Pada Tulang Belakang	5	3	17	17	29	10
G28	Adanya Gejala Langkah Kaki Yang Menjadi Lebih Pendek	12	2	12	13	42	1
G29	Kencing Berdarah	3	4	11	15	16	12
G30	Rasa Nyeri Saat Sedang Buang Air Kecil	16	1	2	22	11	16
G31	Adanya Rasa Nyeri Di Antara Perut Dan Punggung	3	9	10	24	14	13

Data-data jumlah gejala tersebut kemudian direpresentasikan ke dalam basis pengetahuan dengan aturan sebagai berikut: [19][20]

$P(H)$: Probabilitas kejadian penyakit H tanpa memandang apapun [19]

$P(E|H)$: Probabilitas terjadinya gejala E pada penyakit H [20]

Pada data diatas, $P(P1)$ dapat dicari dengan membagi jumlah penderita P1 dengan total penderita penyakit *tuberculosis*, yaitu $23/212 = 0,1084905660377358$, sehingga perhitungannya menjadi::

$P(P1) = 0,1084905660377358$.

Nilai $P(H)$ dari setiap jenis penyakit *tuberculosis* berdasarkan data di atas dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Nilai $P(H)$ dari Setiap Jenis Penyakit *Tuberculosis*

Kode	Jenis Penyakit <i>Tuberculosis</i>	Jumlah Penderita	$P(P1)$
P1	<i>Pulmonary Tuberculosis</i>	23	0,108491
P2	<i>Tuberculosis Meningitis</i>	37	0,174528
P3	<i>Tuberculosis Lymphadenopathy</i>	34	0,160377

Kode	Jenis Penyakit Tuberculosis	Jumlah Penderita	P(P ₁)
P4	<i>Tuberculosis Pleurisy</i>	58	0,273585
P5	<i>Tuberculosis of the Spine</i>	43	0,202830
P6	<i>Urogenital Tuberculosis</i>	17	0,080189

Proses untuk mencari nilai P(E|H) dapat dilakukan dengan membagi jumlah gejala E dengan jumlah penderita H seperti yang ditunjukkan pada perhitungan berikut: [21].

$$P(G_1|P_1) = 0,9565217391304348.$$

Data selengkapnya untuk nilai P(E|H) dari setiap gejala yang diperoleh dapat dilihat pada tabel berikut:

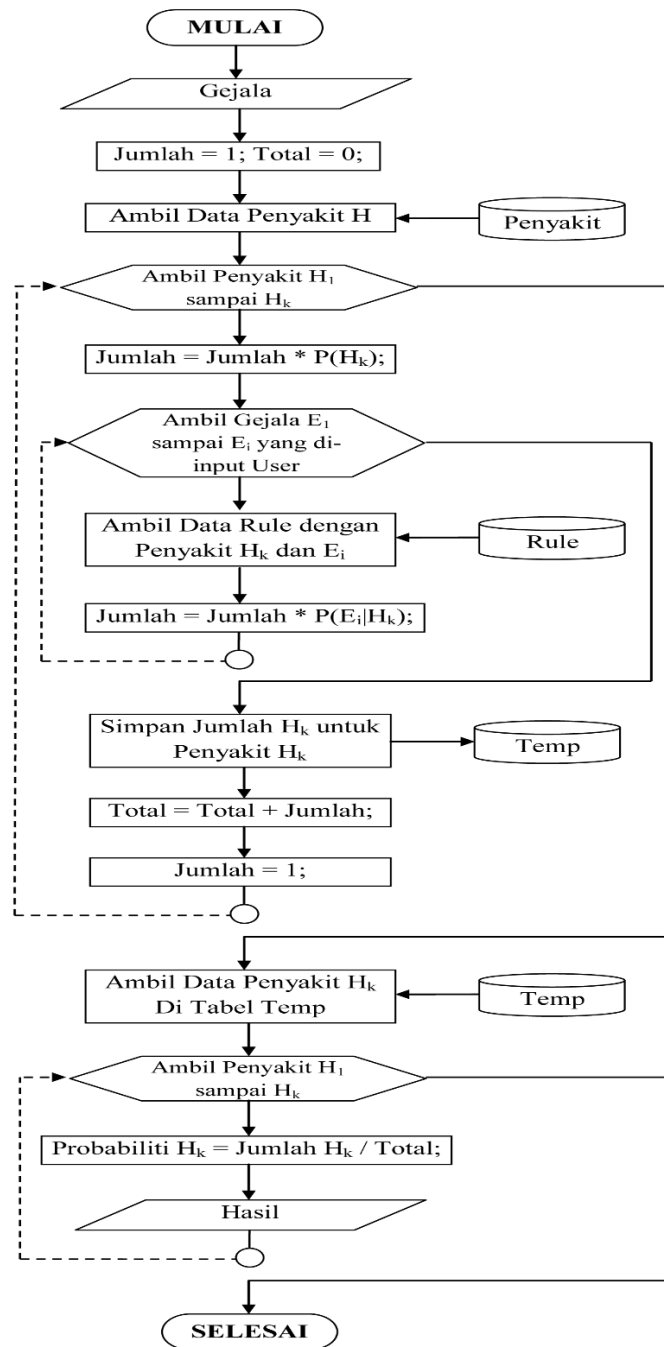
Tabel 4. Nilai P(E|H) Untuk Setiap Gejala Terhadap Setiap Penyakit

Kode	Gejala	Jumlah Gejala dari Setiap Jenis Penyakit tuberculosis					
		P(G _i P ₁)	P(G _i P ₂)	P(G _i P ₃)	P(G _i P ₄)	P(G _i P ₅)	P(G _i P ₆)
G1	Batuk Tidak Kunjung Sembuh > 2 Bulan	0,956522	0,783784	0,882353	0,862069	1,000000	1,000000
G2	Demam Dengan Suhu Di Atas 38,5C Lebih Dari 2 Minggu	0,869565	0,972973	0,882353	0,982759	0,976744	0,882353
G3	Keringat Dingin Pada Waktu Malam Hari	1,000000	0,918919	0,970588	0,965517	0,906977	0,588235
G4	Berat Badan Turun Tanpa Alasan Yang Jelas	0,826087	1,000000	1,000000	0,775862	0,860465	0,941176
G5	Dada Terasa Sakit	0,869565	0,216216	0,323529	0,689655	0,465116	0,117647
G6	Napas Sesak	1,173913	0,243243	0,794118	0,896552	0,674419	0,235294
G7	Mudah Marah (Emosi)	0,434783	0,675676	0,176471	0,689655	0,27907	0,176471
G8	Gelisah	0,391304	0,72973	0,205882	0,603448	0,418605	0,411765
G9	Menggigil	0,173913	0,864865	0,088235	0,362069	0,348837	0,529412
G10	Kepala Terasa Nyeri	0,26087	0,594595	0,176471	0,448276	0,255814	0,176471
G11	Leher Terasa Kaku	0,565217	0,837838	0,352941	0,413793	0,232558	0,235294
G12	Nyeri Pada Kuduk	0,086957	0,810811	0,529412	0,310345	0,209302	0,235294
G13	Mual Atau Muntah	0,782609	0,756757	0,588235	0,396552	0,139535	0,470588
G14	Nafsu Makan Berkurang	0,130435	0,72973	0,029412	0,37931	0,27907	0,647059
G15	Nyeri Pada Punggung Dan Sendi	0,043478	0,432432	0,088235	0,775862	0,139535	0,764706
G16	Perubahan Perilaku Mental	0,130435	0,567568	0,441176	0,517241	0,093023	0,294118
G17	Kejang	0,000000	0,594595	0,411765	0,155172	0,604651	0,235294
G18	Sering Tidak Sadarkan Diri	0,217391	0,756757	0,558824	0,310345	0,511628	0,058824
G19	Lemah Dan Lemas (Tidak Bertenaga)	0,26087	0,891892	0,764706	0,568966	0,302326	0,411765
G20	Muncul Benjolan Di Kelenjar Getah Bening (Leher, Ketiak Atau Lipatan Paha) Yang Cukup Besar > 2 Cm	0,173913	0,594595	0,588235	0,500000	0,372093	0,411765
G21	Benjolan Bernanah Dan Membesar	0,130435	0,432432	0,676471	0,482759	0,325581	0,235294
G22	Mengi (Munculnya Bunyi Yang Khas) Ketika Batuk	0,043478	0,027027	0,735294	0,465517	0,418605	0,529412
G23	Tidak Nyaman Dan Lesu	0,304348	0,351351	0,088235	0,862069	0,395349	0,352941
G24	Muncul Gejala Penumpukan Cairan Di Antara Jaringan Yang Melapisi Paru-Paru Dan Dada	0,26087	0,675676	0,235294	0,810345	0,255814	0,588235
G25	Area Tulang Belakang yang Terasa Nyeri	0,26087	0,27027	0,205882	0,137931	0,72093	0,647059
G26	Adanya Penjalaran Rasa Nyeri	0,173913	0,243243	0,411765	0,448276	0,860465	0,705882

Kode	Gejala	Jumlah Gejala dari Setiap Jenis Penyakit <i>tuberculosis</i>					
		$P(G_i P_1)$	$P(G_i P_2)$	$P(G_i P_3)$	$P(G_i P_4)$	$P(G_i P_5)$	$P(G_i P_6)$
G27	Pola Jalan Merefleksikan Adanya Kekakuan Pada Tulang Belakang	0,217391	0,081081	0,500000	0,293103	0,674419	0,588235
G28	Adanya Gejala Langkah Kaki Yang Menjadi Lebih Pendek	0,521739	0,054054	0,352941	0,224138	0,976744	0,058824
G29	Kencing Berdarah	0,130435	0,108108	0,323529	0,258621	0,372093	0,705882
G30	Rasa Nyeri Saat Sedang Buang Air Kecil	0,695652	0,027027	0,058824	0,37931	0,255814	0,941176
G31	Muncul Nyeri Pada Satu Adanya Rasa Nyeri Di Antara Perut Dan Punggung	0,130435	0,243243	0,294118	0,413793	0,325581	0,764706

b. Alur Proses

Alur proses pendeteksian penyakit *tuberculosis* berdasarkan gejala-gejala yang ada dapat dilihat pada *flowchart* sebagai berikut:



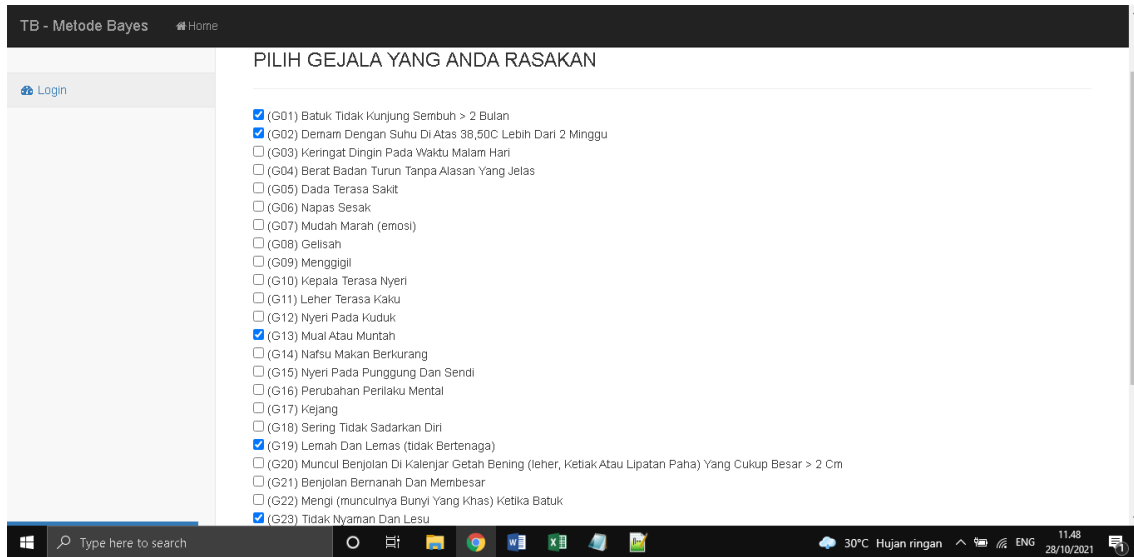
Gambar 1. Alur Proses Pendeteksian Penyakit *Tuberculosis* dengan Algoritma Bayes

3. HASIL DAN ANALISIS

Hasil pengujian digunakan sebuah contoh kasus, yaitu: terdapat beberapa gejala yang dirasakan oleh seorang pasien, yaitu:

- 1) Batuk Tidak Kunjung Sembuh > 2 Bulan (G1)
- 2) Demam Dengan Suhu Di Atas 38,5C Lebih Dari 2 Minggu (G2)
- 3) Mual Atau Muntah (G13)
- 4) Lemah Dan Lemas (Tidak Bertenaga) (G19)
- 5) Tidak Nyaman Dan Lesu (G23)

Pengiputan gejala dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2. Penginputan Data Gejala yang Dirasakan

Proses mencari probabilitas dari suatu penyakit H berdasarkan gejala-gejala E yang timbul dapat digunakan persamaan sebagai berikut: [22] [23]

$$P(H_i|E_1E_2 \dots E_n) = \frac{P(E_1|H_i) \times P(E_2|H_i) \times \dots \times P(E_n|H_i) \times P(H_i)}{\sum_{k=1}^n P(E_1|H_k) \times P(E_2|H_k) \times \dots \times P(E_n|H_k) \times P(H_k)}$$

Berdasarkan persamaan di atas, maka dapat dicari probabilitas dari setiap penyakit P1, P2, sampai P6 dengan perhitungan sebagai berikut:

1) **P1 (Pulmonary tuberculosis)**

$$\begin{aligned} & P(P_1|G_1G_2G_{13}G_{19}G_{23}) \\ &= \frac{P(G_1|P_1) \times P(G_2|P_1) \times P(G_{13}|P_1) \times P(G_{19}|P_1) \times P(G_{23}|P_1) \times P(P_1)}{\sum_{k=1}^n P(G_1|P_k) \times P(G_2|P_k) \times P(G_{13}|P_k) \times P(G_{19}|P_k) \times P(G_{23}|P_k) \times P(P_k)} \\ &= \frac{0,956522 \times 0,869565 \times 0,782609 \times 0,26087 \times 0,304348 \times 0,108491}{0,956522 \times 0,869565 \times 0,782609 \times 0,26087 \times 0,304348 \times 0,108491 + 0,783784 \times 0,972973 \times 0,756757 \times 0,891892 \times 0,351351 \times 0,174528 + 0,882353 \times 0,882353 \times 0,588235 \times 0,764706 \times 0,088235 \times 0,160377 + 0,862069 \times 0,982759 \times 0,396552 \times 0,568966 \times 0,862069 \times 0,273585 + 1,000000 \times 0,976744 \times 0,139535 \times 0,302326 \times 0,395349 \times 0,20283 + 1,000000 \times 0,882353 \times 0,470588 \times 0,411765 \times 0,352941 \times 0,080189} \\ &= \frac{0,005607}{0,095351} \\ &= 0,058803 \text{ atau } 5,88\% \end{aligned}$$

2) **P2 (Tuberculosis Meningitis)**

$$\begin{aligned} & P(P_2|G_1G_2G_{13}G_{19}G_{23}) \\ &= \frac{P(G_1|P_2) \times P(G_2|P_2) \times P(G_{13}|P_2) \times P(G_{19}|P_2) \times P(G_{23}|P_2) \times P(P_2)}{\sum_{k=1}^n P(G_1|P_k) \times P(G_2|P_k) \times P(G_{13}|P_k) \times P(G_{19}|P_k) \times P(G_{23}|P_k) \times P(P_k)} \\ &= \frac{0,783784 \times 0,972973 \times 0,756757 \times 0,891892 \times 0,351351 \times 0,174528}{0,956522 \times 0,869565 \times 0,782609 \times 0,26087 \times 0,304348 \times 0,108491 + 0,783784 \times 0,972973 \times 0,756757 \times 0,891892 \times 0,351351 \times 0,174528 + 0,882353 \times 0,882353 \times 0,588235 \times 0,764706 \times 0,088235 \times 0,160377 + 0,862069 \times 0,982759 \times 0,396552 \times 0,568966 \times 0,862069 \times 0,273585 + 1,000000 \times 0,976744 \times 0,139535 \times 0,302326 \times 0,395349 \times 0,20283 + 1,000000 \times 0,882353 \times 0,470588 \times 0,411765 \times 0,352941 \times 0,080189} \\ &= \frac{0,031563}{0,095351} \end{aligned}$$

= 0,331015 atau 33,1%

3) **P3 (Tuberculosis Lymphadenopathy)**

$$\begin{aligned} & P(P_3|G_1G_2G_{13}G_{19}G_{23}) \\ &= \frac{P(G_1|P_3) \times P(G_2|P_3) \times P(G_{13}|P_3) \times P(G_{19}|P_3) \times P(G_{23}|P_3) \times P(P_3)}{\sum_{k=1}^n P(G_1|P_k) \times P(G_2|P_k) \times P(G_{13}|P_k) \times P(G_{19}|P_k) \times P(G_{23}|P_k) \times P(P_k)} \\ &= \frac{0,882353 \times 0,882353 \times 0,588235 \times 0,764706 \times 0,088235 \times 0,160377}{0,956522 \times 0,869565 \times 0,782609 \times 0,26087 \times 0,304348 \times 0,108491 + 0,783784 \times 0,972973 \times 0,756757 \times 0,891892 \times 0,351351 \times 0,174528 + 0,882353 \times 0,882353 \times 0,588235 \times 0,764706 \times 0,088235 \times 0,160377 + 0,862069 \times 0,982759 \times 0,396552 \times 0,568966 \times 0,862069 \times 0,273585 + 1,000000 \times 0,976744 \times 0,139535 \times 0,302326 \times 0,395349 \times 0,20283 + 1,000000 \times 0,882353 \times 0,470588 \times 0,411765 \times 0,352941 \times 0,080189} \\ &= \frac{0,004956}{0,095351} \\ &= 0,051975 \text{ atau } 5,2\% \end{aligned}$$

4) **P4 (Tuberculosis Pleurisy)**

$$\begin{aligned} & P(P_4|G_1G_2G_{13}G_{19}G_{23}) \\ &= \frac{P(G_1|P_4) \times P(G_2|P_4) \times P(G_{13}|P_4) \times P(G_{19}|P_4) \times P(G_{23}|P_4) \times P(P_4)}{\sum_{k=1}^n P(G_1|P_k) \times P(G_2|P_k) \times P(G_{13}|P_k) \times P(G_{19}|P_k) \times P(G_{23}|P_k) \times P(P_k)} \\ &= \frac{0,862069 \times 0,982759 \times 0,396552 \times 0,568966 \times 0,862069 \times 0,273585}{0,956522 \times 0,869565 \times 0,782609 \times 0,26087 \times 0,304348 \times 0,108491 + 0,783784 \times 0,972973 \times 0,756757 \times 0,891892 \times 0,351351 \times 0,174528 + 0,882353 \times 0,882353 \times 0,588235 \times 0,764706 \times 0,088235 \times 0,160377 + 0,862069 \times 0,982759 \times 0,396552 \times 0,568966 \times 0,862069 \times 0,273585 + 1,000000 \times 0,976744 \times 0,139535 \times 0,302326 \times 0,395349 \times 0,20283 + 1,000000 \times 0,882353 \times 0,470588 \times 0,411765 \times 0,352941 \times 0,080189} \\ &= \frac{0,045083}{0,095351} \\ &= 0,472807 \text{ atau } 47,28\% \end{aligned}$$

5) **P5 (Tuberculosis of The Spine)**

$$\begin{aligned} & P(P_5|G_1G_2G_{13}G_{19}G_{23}) \\ &= \frac{P(G_1|P_5) \times P(G_2|P_5) \times P(G_{13}|P_5) \times P(G_{19}|P_5) \times P(G_{23}|P_5) \times P(P_5)}{\sum_{k=1}^n P(G_1|P_k) \times P(G_2|P_k) \times P(G_{13}|P_k) \times P(G_{19}|P_k) \times P(G_{23}|P_k) \times P(P_k)} \\ &= \frac{1 \times 0,976744 \times 0,139535 \times 0,302326 \times 0,395349 \times 0,20283}{0,956522 \times 0,869565 \times 0,782609 \times 0,26087 \times 0,304348 \times 0,108491 + 0,783784 \times 0,972973 \times 0,756757 \times 0,891892 \times 0,351351 \times 0,174528 + 0,882353 \times 0,882353 \times 0,588235 \times 0,764706 \times 0,088235 \times 0,160377 + 0,862069 \times 0,982759 \times 0,396552 \times 0,568966 \times 0,862069 \times 0,273585 + 1,000000 \times 0,976744 \times 0,139535 \times 0,302326 \times 0,395349 \times 0,20283 + 1,000000 \times 0,882353 \times 0,470588 \times 0,411765 \times 0,352941 \times 0,080189} \\ &= \frac{0,003304}{0,095351} \\ &= 0,034652 \text{ atau } 3,47\% \end{aligned}$$

6) **P6 (Urogenital Tuberculosis)**

$$\begin{aligned} & P(P_6|G_1G_2G_{13}G_{19}G_{23}) \\ &= \frac{P(G_1|P_6) \times P(G_2|P_6) \times P(G_{13}|P_6) \times P(G_{19}|P_6) \times P(G_{23}|P_6) \times P(P_6)}{\sum_{k=1}^n P(G_1|P_k) \times P(G_2|P_k) \times P(G_{13}|P_k) \times P(G_{19}|P_k) \times P(G_{23}|P_k) \times P(P_k)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1 \times 0,882353 \times 0,470588 \times 0,411765 \times 0,352941 \times 0,080189}{0,956522 \times 0,869565 \times 0,782609 \times 0,26087 \times 0,304348 \times 0,108491 +} \\
&0,783784 \times 0,972973 \times 0,756757 \times 0,891892 \times 0,351351 \times 0,174528 + \\
&0,882353 \times 0,882353 \times 0,588235 \times 0,764706 \times 0,088235 \times 0,160377 + \\
&0,862069 \times 0,982759 \times 0,396552 \times 0,568966 \times 0,862069 \times 0,273585 + \\
&1,000000 \times 0,976744 \times 0,139535 \times 0,302326 \times 0,395349 \times 0,20283 + \\
&1,000000 \times 0,882353 \times 0,470588 \times 0,411765 \times 0,352941 \times 0,080189} \\
&= \frac{0,004839}{0,095351} \\
&= 0,050748 \text{ atau } 5,07\%
\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas dan berdasarkan gejala-gejala yang diberikan, diketahui bahwa kemungkinan 47,28% pasien terkena penyakit *tuberculosis Pleurisy*. Berdasarkan hasil perhitungan, kemungkinan untuk jenis penyakit *tuberculosis* lainnya dijelaskan pada gambar berikut:

TB - Metode Bayes Home

Login

TB Pleurisy dengan presentase kemungkinan 47.28%

Pengobatan : Minum Streptomisin. 2 Kapsul 4 Kali Sehari. Obat Ini Termasuk Dalam Golongan Aminoglikosida Dan Dapat Membunuh Sel Mikroba Dengan Cara Menghambat Sintesis Protein.

Anjuran : Hentikan Total Merokok. Kurangi Makanan Manis, Kurangi Makanan Yang Mengandung Pengawet Dan Pemanis Buatan, Seperti Saus, Dan Mie Instan.

Penyakit-penyakit lain yang mungkin :

No	Penyakit	Kemungkinan (%)
1	TB Meningitis	33.1
2	Pulmonary TB	5.88
3	TB Lymphadenopathy	5.2
4	Urogenital TB	5.07
5	TB Of The Spine	3.47

Gejala-Gejala yang anda pilih adalah :

No Gejala

- 1 Batuk Tidak Kunjung Sembuh > 2 Bulan
- 2 Demam Dengan Suhu Di Atas 38,50C Lebih Dari 2 Minggu
- 3 Mual Atau Muntah
- 4 Lemah Dan Lemas (tidak Bertenaga)
- 5 Tidak Nyaman Dan Lesu

KEMBALI

Type here to search

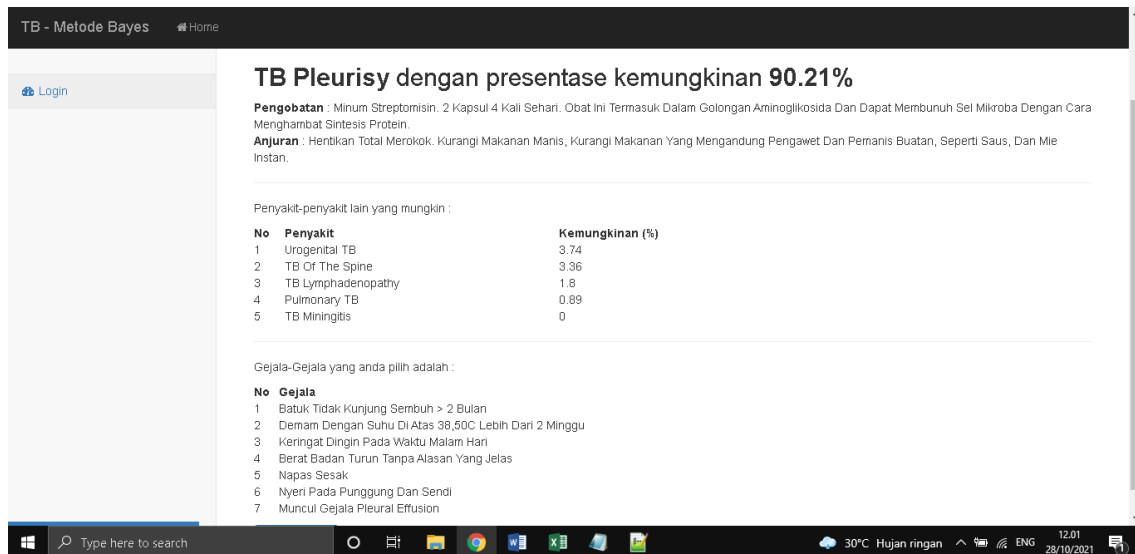
30°C Hujan ringan 11:50 28/10/2021

Gambar 3. Hasil Pendeteksian Penyakit *Tuberculosis* Pasien Berdasarkan Gejala yang Diberikan

Nilai persentase yang dihasilkan untuk penyakit TB Pleurisy hanya 47,28%. Hal ini disebabkan karena gejala yang diberikan tidak terlalu cocok dengan basis pengetahuan yang dimiliki. Sehingga probabilitas pasien terkena penyakit TB Pleurisy menjadi kecil, begitu juga dengan jenis penyakit *tuberculosis* lainnya [22][23]. Tetapi, jika gejala yang diberikan memiliki kecocokan yang tinggi dengan basis pengetahuan yang dimiliki, maka persentase yang dihasilkan akan tinggi, seperti contoh gejala yang diberikan ini:

1. Batuk Tidak Kunjung Sembuh > 2 Bulan (G1)
2. Demam Dengan Suhu Di Atas 38,50C Lebih Dari 2 Minggu (G2)
3. Keringat Dingin Pada Waktu Malam Hari (G3)
4. Berat Badan Turun Tanpa Alasan Yang Jelas (G4)
5. Napas Sesak (G6)
6. Nyeri Pada Punggung Dan Sendi (G15)
7. Muncul Gejala Pleural Effusion (G24)

Gejala yang diberikan tersebut memiliki kecocokan yang tinggi berdasarkan hasil perhitungan algoritma Bayes terhadap basis pengetahuan yang dimiliki sehingga akan memberikan persentase hasil yang lebih tinggi seperti yang dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 4. Hasil Pendeteksian Penyakit *Tuberculosis* Pasien Berdasarkan Gejala dengan Kecocokan yang Tinggi terhadap Basis Pengetahuan

Hasil tersebut menunjukkan persentase pasien menderita penyakit TB Pleurisy hingga 90,21% karena gejala-gejala yang dimiliki sangat cocok dengan basis pengetahuan yang dimiliki.

4. KESIMPULAN

Algoritma bayes dapat digunakan untuk melakukan diagnosis terhadap penyakit *tuberculosis* dengan hasil dalam bentuk probabilitas (kemungkinan) dengan nilai tertentu, tergantung data gejala yang diberikan. Semakin tinggi persentase yang dihasilkan, maka kemungkinan pasien menderita jenis penyakit *tuberculosis* tersebut akan semakin tinggi. Pada algoritma bayes, semakin banyak data penderita yang berhasil dikumpulkan sebagai basis pengetahuan, maka semakin presisi atau akurat hasil yang didapatkan. Berapa pun gejala yang diberikan, maka algoritma bayes akan tetap memberikan hasil diagnosis, dimana jika gejala yang diberikan tidak terlalu cocok dengan basis pengetahuan, maka diagnosa yang dihasilkan akan memiliki perbedaan presentase yang tidak terlalu jauh sehingga sulit dipastikan jenis penyakit *tuberculosis* yang diderita oleh pasien. Sebaliknya, jika gejala yang diberikan memiliki kecocokan yang tinggi terhadap basis pengetahuan, maka diagnosa yang dihasilkan akan menunjukkan persentase yang tinggi.

REFERENSI

- [1] HARTATIK, Hartatik. Diagnosa Penyakit Pulmonary Tuberculosis Dan Extrapulmonary Tuberculosis Menggunakan Algoritma Certainty Factor (CF). *CSRID (Computer Science Research and Its Development Journal)*, 2016, 8.1: 11-24.
- [2] SARI, Ida Diana, et al. Analisis Biaya Tuberkulosis Paru Kategori Satu Pasien Dewasa di Rumah Sakit di DKI Jakarta. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 2018, 44-54.
- [3] MELGAR, Michael, et al. Tuberculosis Preventive Treatment Scale-Up Among Antiretroviral Therapy Patients—16 Countries Supported by the US President’s Emergency Plan for AIDS Relief, 2017–2019. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 2020, 69.12: 329.
- [4] ISMAH, Zata; NOVITA, Emma. Studi Karakteristik Pasien Tuberkulosis Di Puskesmas Seberang Ulu 1 Palembang. *Unnes Journal of Public Health*, 2017, 6.4: 218-224.
- [5] DARA, M., et al. New Diseases And Old Threats: Lessons From Tuberculosis for the COVID-19 Response. *Int J Tuberc Lung Dis*, 2020, 24.5: 544-545.
- [6] CHURCHYARD, Gavin, et al. What We Know About Tuberculosis Transmission: An Overview. *The Journal of infectious diseases*, 2017, 216.suppl_6: S629-S635.
- [7] CONRADIE, Francesca, et al. Treatment of Highly Drug-Resistant Pulmonary Tuberculosis. *New England Journal of Medicine*, 2020, 382.10: 893-902.

- [8] FITRIA, Eka; RAMADHAN, Raisuli; ROSDIANA, Rosdiana. Karakteristik Penderita Tuberkulosis Paru di Puskesmas Rujukan Mikroskopis Kabupaten Aceh Besar. *SEL Jurnal Penelitian Kesehatan*, 2017, 4.1: 13-20.
- [9] DESWINDA, Deswinda; RASYID, Rosfita; FIRDAWATI, Firdawati. Evaluasi Penanggulangan Tuberkulosis Paru di Puskesmas dalam Penemuan Penderita Tuberkulosis Paru di Kabupaten Sijunjung. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 2019, 8.2: 211-219.
- [10] WIDIANTO, Eko Didik; ZAITUUN, Yuni Waz; WINDASARI, Ike Pertiwi. Aplikasi sistem pakar pendeteksi penyakit tuberkulosis berbasis android. *Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, 2018, 4.1: 47-54.
- [11] PRATAMA, Muchti Yuda; GURNING, Fitriani Pramita; SUHARTO, Suharto. Implementasi Penanggulangan Tuberkulosis di Puskesmas Glugur Darat Kota Medan. *Jurnal Kesmas Asclepius*, 2019, 1.2: 196-205.
- [12] MURSYAF, Nur Afiat Soraya; NURDIYANAH, Nurdianah; IBRAHIM, Hasbi. Keberhasilan pengobatan tuberkulosis (Tb) paru di wilayah kerja Puskesmas Panambungan Kota Makassar. *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2018, 4.1: 32-40.
- [13] LISHANIA, Irene; GOEJANTORO, Rito; NASUTION, Yuki Novia. Perbandingan Klasifikasi Metode Naive Bayes dan Metode Decision Tree Algoritma (J48) pada Pasien Penderita Penyakit Stroke di RSUD Abdul Wahab Sjahranie Samarinda. *Jurnal Eksponensial*, 2020, 10.2: 135-142.
- [14] JIANG, Weiqin, et al. A Naive Bayes Algorithm for Tissue Origin Diagnosis (TOD-Bayes) of synchronous multifocal tumors in the hepatobiliary and pancreatic system. *International journal of cancer*, 2018, 142.2: 357-368.
- [15] WATI, Risa, et al. Penerapan Algoritma Naive Bayes Dan Particle Swarm Optimization Untuk Klasifikasi Berita Hoax Pada Media Sosial. *Jitk (Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Komputer)*, 2020, 5.2: 159-164.
- [16] WIJAYA, Herry Derajad; DWIASNATI, Saruni. Implementasi Data Mining dengan Algoritma Naive Bayes pada Penjualan Obat. *Jurnal Informatika*, 2020, 7.1: 1-7.
- [17] PELING, Ida Bagus Adisimakrisna, et al. Implementation of Data Mining To Predict Period of Students Study Using Naive Bayes Algorithm. *Int. J. Eng. Emerg. Technol*, 2017, 2.1: 53.
- [18] DIYASA, I. Gede Susrama Mas, et al. Pemilihan Kegiatan Organisasi Mahasiswa Menggunakan Algoritma Probabilitas Bayes. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika: JANAPATI*, 2020, 9.1: 45-54.
- [19] MALIK, Vikas; KUMAR, Amit. Sentiment Analysis of Twitter Data Using Naive Bayes Algorithm. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 2018, 6.4: 120-125.
- [20] TYAS, Rizki Ayuning, et al. Implementasi Algoritma Naive Bayes dalam Penentuan Rating Buku. *Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi*, 2020, 9.3: 557-566.
- [21] YULITA, Winda. Analisis Sentimen Terhadap Opini Masyarakat Tentang Vaksin Covid-19 Menggunakan Algoritma Naive Bayes Classifier. *Jurnal Data Mining dan Sistem Informasi*, 2021, 2.2: 1-9.
- [22] SAPUTRO, Irkham Widhi; SARI, Bety Wulan. Uji Performa Algoritma Naive Bayes untuk Prediksi Masa Studi Mahasiswa. *Creative Information Technology Journal*, 2020, 6.1: 1-11.
- [23] SURESH, K.; DILLIBABU, R. Designing A Machine Learning Based Software Risk Assessment Model Using Naive Bayes algorithm. *TAGA J*, 2018, 14: 3141-3147.