

Diagnosa Jenis *Tuberculosis* Dengan Algoritma Bayes

Hartatik¹⁾

STMIK AMIKOM Yogyakarta

Jalan Ring Road Utara Condong Catur Depok-Sleman Telpon : 0274 – 884201

e-mail: hartatik@amikom.ac.id

Abstrak

Manurut data dari WHO pada tahun 2012, *Tuberculosis* atau yang biasa disingkat TB adalah salah satu penyakit menular yang menyebabkan masalah kesehatan terbesar kedua di dunia. Penyakit *Tuberculosis* tidak hanya menyerang bagian pernapasan paru-paru (disebut *Pulmonary Tuberculosis*) saja seperti anggapan kebanyakan orang, namun juga dapat menyerang organ tubuh lain seperti otak (disebut *Meningitis Tuberculosis*), kelenjar getah bening (*Lymphadenopathy Tuberculosis*), paru-paru bagian luar (*Pleural Tuberculosis*), kulit (*Miliary Tuberculosis*), tulang (*Spine of Tuberculosis*), dan saluran urogenital (*Urogenital Tuberculosis*). Lama tidaknya pengobatan bagi penderita *Tuberculosis* tergantung pada jenis *Tuberculosis* yang diderita, parah tidaknya infeksi yang terjadi dan lama penanganan penderita dari awal terinfeksi hingga waktu pengobatan. Semakin cepat seseorang sadar terdiagnosa penyakit *Tuberculosis* dan melakukan pemeriksaan, maka proses penyembuhan yang dilakukan dimungkinkan akan semakin cepat dengan asumsi semakin dibiarkan penyakit infeksi *Tuberculosis* akan semakin berat. Merujuk pada alasan tersebut, maka dibuatlah sistem pakar untuk mendeteksi infeksi *Tuberculosis* dan kemungkinan jenis *Tuberculosis* yang menginfeksi menggunakan Algoritma Bayes. Algoritma Bayes akan menghitung nilai probabilitas pada semua hipotesa (jenis TB). Nilai probabilitas hipotesa yang terbesar akan keluar sebagai solusinya.

Kata kunci: TB, Metode Bayes

1. Pendahuluan

Tuberculosis (TB) adalah salah satu penyakit menular yang disebabkan oleh jenis bakteri *Mycobacteria* seperti *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium africanum*, *Mycobacterium microti* dan *Mycobacterium Canetti* [1]. Penularan penyakit *Tuberculosis* dari manusia ke manusia sangatlah mudah. *Tuberculosis* ditularkan melalui droplet (percikan dahak) penderita *Tuberculosis* ketika orang tersebut bersin, batuk dan berbicara [1].

Umumnya penyakit *Tuberculosis* menyerang bagian paru-paru yang sering disebut juga dengan istilah *Pulmonary TB*. Penyakit *Pulmonary TB* merupakan salah satu penyakit TB yang memiliki jumlah penderita terbanyak di seluruh dunia. Selain *Pulmonary TB*, jenis TB yang lain adalah *Extra-Pulmonary TB*. Disebut *Extra-Pulmonary TB* karena TB jenis ini menjangkiti organ tubuh selain paru-paru seperti kelenjar getah bening atau limfa, saluran kemih, kulit, pencernaan dan otak [2].

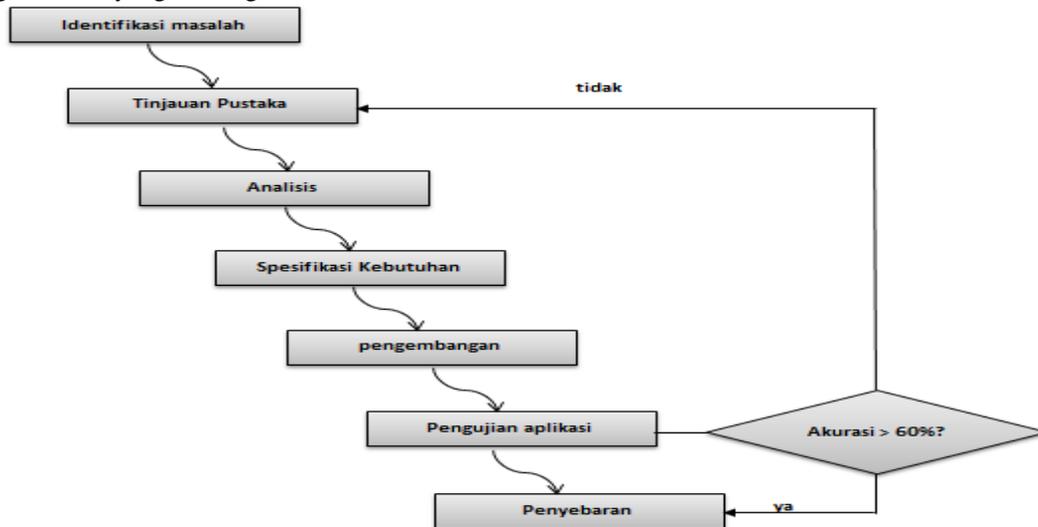
Pengobatan pada penderita TB bergantung pada tingkatan penyakit dan bagian organ tubuh yang diserang. TB *Meningitis* merupakan jenis TB yang cukup berat dengan resiko kematian sebesar 90% [2]. TB jenis ini menyerang susunan syaraf manusia. Lalu ada juga TB yang disebut *Lymphadenopathy Tuberculosis*. TB jenis ini menginfeksi organ limfa atau kelenjar getah bening. Ada juga *Pleural Tuberculosis* yang menyerang bagian terluar dari paru-paru. *Pleural Tuberculosis* merupakan *Extra-Pulmonary Tuberculosis* kedua terbanyak setelah *Lymphadenopathy Tuberculosis* [3]. Jenis lainnya adalah *Tuberculosis of The Spine*. TB jenis ini menyerang pada bagian tulang terutama tulang bagian belakang [2]. Nama lain dari *Tuberculosis of The Spine* adalah *Spondylitis Tuberculosa* atau *Tuberculosa Vertebral Osteomyelitis* [2]. Penyakit *Tuberculosis* lainnya adalah *Urogenital Tuberculosis*. *Urogenital Tuberculosis* adalah salah satu jenis TB yang menginfeksi saluran kemih, saluran urogenital dan bisa juga menginfeksi sistem reproduksi manusia. TB jenis ini berawal dari penyebaran *Tuberculosis* paru-paru yang kemudian berjalan melalui aliran darah dan menginfeksi saluran *geniourinary* [2][4]

Penularan penyakit *Tuberculosis* yang relatif mudah (melalui udara), dan jenisnya yang cukup banyak tidak hanya menyerang paru-paru saja membuat perlu dibuatnya suatu sistem (sistem pakar) yang dapat membantu untuk melakukan diagnosa dan deteksi awal penyakit *Tuberculosis*. Dengan deteksi awal, pengobatan penyakit *Tuberculosis* bisa dilakukan dan angka kematian bisa diturunkan.

Banyak penelitian yang memanfaatkan algoritma Bayes pada aplikasi sistem pakar. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Adam dan Parveen (2012) [5]. Penelitian ini menyebutkan bahwa metode Bayes dapat digunakan untuk mengembangkan Sistem Cerdas untuk diagnosa penyakit. Pada penelitian ini metode Bayes diimplementasikan untuk mendiagnosis penyakit jantung dan membantu praktisi kesehatan untuk membuat keputusan klinis yang cerdas. Hasil penelitian dapat memberikan pengobatan yang efektif, dan juga membantu untuk mengurangi biaya pengobatan.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini adalah metode waterfall dengan skema yang ada di gambar 1.



Gambar 1. Kerangka berfikir penelitian

1. Identifikasi Masalah. Dalam tahap ini dilakukan mengidentifikasi permasalahan potensial yang akan dijadikan permasalahan. Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang suatu sistem pakar untuk melakukan deteksi dini penyakit TB yang mungkin di derita oleh seseorang menggunakan Algoritma bayes.
2. Tinjauan Pustaka. Tinjauan Pustaka dilakukan untuk memperoleh data yang diperlukan baik data yang berasal dari jurnal, buku maupun literatur lain seperti artikel dan prosiding. Konsep dan teori yang diperlukan pada penelitian ini adalah konsep sistem pakar, penyakit TB dan jenis-jenisnya, gejala pada masing-masing jenis TB (dapat dilihat pada tabel 1), proses penalaran sistem pakar dan perhitungan Algoritma Bayes. Teori Bayes merupakan kaidah yang memperbaiki atau merevisi suatu probabilitas dengan cara memanfaatkan informasi tambahan. Maksudnya, dari probabilitas awal (*prior probability*) yang belum diperbaiki yang dirumuskan berdasarkan informasi yang tersedia saat ini, kemudian dibentukkan probabilitas berikutnya (*posterior probability*) [6]. Rumus untuk probabilitas bersyarat $P(F_i|E)$ untuk sembarang kejadian E dalam algoritma Bayes dapat dituliskan dengan rumus 1 [6] :

$$P(F_i|E) = \frac{P(F_i) \cdot P(E|F_i)}{P(F_1) \cdot P(E|F_1) + P(F_2) \cdot P(E|F_2) + \dots + P(F_n) \cdot P(E|F_n)} \quad (1)$$

Keterangan :

- $P(F_i|E)$: Probabilitas akhir bersyarat (conditional probability) suatu hipotesis F_i terjadi jika diberikan bukti (evidence) E terjadi
- $P(E|F_i)$: Probabilitas sebuah bukti E terjadi akan mempengaruhi hipotesis F_i
- $P(F_i)$: Probabilitas awal (priori) hipotesis F_i terjadi tanpa memandang bukti apapun
- $P(E)$: Probabilitas awal (priori) bukti E terjadi tanpa memandang hipotesis / bukti yang lain.
3. Analisis. Proses analisis dilakukan untuk mengetahui kebutuhan apa saja yang diperlukan dalam merancang dan membuat model sistem dengan baik dan tepat, spesifikasi user yang akan

- menggunakan aplikasi ini, dan juga menilai kesesuaian pengetahuan rekayasa teknologi yang akan dipakai dalam pembuatan sistem.
4. Spesifikasi. Tahapan ini dilakukan dialog dan tanya jawab dengan pakar. Pembangun aplikasi bekerja bersama pakar untuk menyusun dan membuat aturan, basis pengetahuan dan rencana pengembangan sistem yang akan dibuat.
 5. Pengembangan. Tahap ini dilakukan proses akuisisi pengetahuan tentang bagaimana cara seorang pakar atau ahli melakukan diagnosa atau penarikan kesimpulan dalam berbagai kasus. Proses akuisisi pengetahuan juga dilakukan dengan mempelajari kasus saat ini, history dan hipotesa yang diambil. Kasus saat ini diambil dengan mengamati seorang pakar dalam melakukan tugas sedangkan kasus history dan hipotesa diperoleh dengan mempelajari kasus yang lampau dan bagaimana seorang pakar merangkumnya menjadi suatu hipotesa.
 6. Pengujian Aplikasi. Pengujian aplikasi dilakukan dengan melakukan uji coba fungsionalitas sistem dan penarikan kesimpulan yang dilakukan oleh Algoritma Bayes
 7. Penyebaran. Setelah aplikasi selesai dibuat dan diuji, maka dapat didistribusikan untuk membantu diagnosa awal penyakit Tuberculosis.

3. Hasil dan Pembahasan

Jenis penyakit tuberculosis yang akan coba untuk didiagnosa dalam penelitian ini ada 6 yaitu *Pulmonary Tuberculosis*, *Lymphadenopathy Tuberculosis*, *Tuberculosis of The Spine*, *Meningitis Tuberculosis*, *Pleural Tuberculosis* dan yang terakhir *Urogenital Tuberculosis*. Gejala dari masing-masing jenis TB tersebut dapat dilihat pada tabel 1 [2][4][7][8] :

Tabel 1. Gejala masing-masing jenis TB

| No. | Gejala | X1 | X2 | X3 | X4 | X6 | X7 |
|-----|--|----|----|----|----|----|----|
| 1. | Batuk tidak kunjung sembuh > 2 bulan | √ | | | √ | √ | √ |
| 2. | Demam dengan suhu di atas 38,5 ⁰ C lebih dari 2 minggu | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 3. | Keringat dingin pada waktu malam hari | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 4. | Berat badan turun tanpa alasan yang jelas | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 5. | Dada terasa sakit | √ | | | √ | | |
| 6. | Napas sesak | √ | | √ | √ | | |
| 7. | Mudah marah (emosi) | | √ | | | | |
| 8. | Gelisah | | √ | | | | |
| 9. | Menggigil | | √ | | | | |
| 10. | Kepala terasa nyeri | | √ | | | | |
| 11. | Leher terasa kaku | | √ | | | | |
| 12. | Nyeri pada kuduk | | √ | | | | |
| 13. | Mual atau muntah | | √ | | | | |
| 14. | Nafsu makan berkurang | | √ | | | | |
| 15. | Nyeri pada punggung dan sendi | | √ | | | | |
| 16. | Perubahan perilaku mental | | √ | | | | |
| 17. | Kejang | | √ | | | | |
| 18. | Koma | | √ | | | | |
| 19. | Lemah dan lemas (tidak bertenaga) | | | √ | | | |
| 20. | Muncul benjolan di kalenjar getah bening (leher, ketiak atau lipatan paha) yang cukup besar > 2 cm | | | √ | | | |
| 21. | Benjolan bernanah dan membesar | | | √ | | | |
| 22. | Mengi (munculnya bunyi yang khas) ketika batuk | | | √ | | | |
| 23. | Malaise | | | | √ | | |
| 24. | Muncul gejala <i>Pleural Effusion</i> | | | | √ | | |
| 25. | Muncul nyeri terlokalisir pada satu regio tulang belakang | | | | | √ | |
| 26. | Muncul gejala nyeri yang menjalar | | | | | √ | |
| 27. | Pola jalan merefleksikan rigiditas protektif dari tulang belakang | | | | | √ | |
| 28. | Langkah kaki pendek tidak seperti biasanya | | | | | √ | |
| 29. | Munculnya darah pada urin ketika buang air kecil | | | | | | √ |

| | | | | | | | |
|-----|---|--|--|--|--|--|---|
| 30. | Nyeri ketika buang air kecil | | | | | | √ |
| 31. | Muncul nyeri pada satu bagian tubuh antara perut dan punggung | | | | | | √ |

Keterangan :

x_1 = Pulmonary TB

x_2 = TB Meningitis

x_3 = TB Lymphadenopathy

x_4 = TB Pleurisy

x_5 = TB of The Spine

x_6 = Urogenital TB

Jumlah penderita TB pada tahun 2011 berdasarkan data WHO untuk wilayah regional Eropa berjumlah 70.837 penderita. Dari jumlah tersebut sebanyak 78% menderita Pulmonary TB dan sisanya yaitu sebanyak 22% menderita Extra-Pulmonary TB [1]. Adapun nilai probabilitas awal (*priori*) masing-masing jenis penyakit TB terjadi tanpa memandang bukti apapun (F_i) didapat dengan menghitung jumlah penderita TB dibagi dengan jumlah semua data *sample* yang dilakukan. Nilai ini dapat dilihat di tabel 2.

Tabel 2. Nilai probabilitas awal masing-masing hipotesa

| No | Jenis TB | Jumlah Penderita | H(Fi) |
|----|--------------------|------------------|-------|
| 1. | Pulmonary TB | 54.955 | 78% |
| 2. | TB Meningitis | 268 | 0,38% |
| 3. | TB Lymphadenopathy | 3413 | 4,8% |
| 4. | TB Pleurisy | 3062 | 4,3% |
| 5. | TB of The Spine | 463 | 0,65% |
| 6. | Urogenital TB | 585 | 0,83% |

Sedangkan untuk nilai probabilitas *evidence* pada setiap hipotesa didapat dengan menghitung jumlah kemunculan gejala dibagi dengan jumlah hipotesa pada setiap jenis TB yang akan dicari.

Perhitungan algoritma bayes ketika ada seorang pasien mengalami gejala sesak nafas dan muncul benjolan di kalenjar getah bening dapat dihitung dengan cara :

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^n P(E_6, E_{20} | F_{xk}) * P(F_{xk}) &= (P(E_6 | F_{x1}) * P(E_{20} | F_{x1}) * P(F_{x1})) + (P(E_6 | F_{x2}) * P(E_{20} | F_{x2}) * P(F_{x2})) \\ &+ (P(E_6 | F_{x3}) * P(E_{20} | F_{x3}) * P(F_{x3})) + (P(E_6 | F_{x4}) * P(E_{20} | F_{x4}) * P(F_{x4})) \\ &+ (P(E_6 | F_{x5}) * P(E_{20} | F_{x5}) * P(F_{x5})) + (P(E_6 | F_{x6}) * P(E_{20} | F_{x6}) * P(F_{x6})) \\ &= (0,82 * 0,78) + (0,75 * 0,038) + (0,2 * 0,9 * 0,48) + (0,78 * 0,43) + \\ &(0,15 * 0,065) + (0,25 * 0,083) \\ &= 0,0864 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(F_{x1} | E_6, E_{20}) &= \frac{P(E_6 | F_{x1}) * P(E_{20} | F_{x1}) * P(F_{x1})}{\sum_{k=1}^n P(E_6, E_{20} | F_{xk}) * P(F_{xk})} \\ &= (0,82 * 0,78) / 0,0864 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(F_{x2} | E_6, E_{20}) &= \frac{P(E_6 | F_{x2}) * P(E_{20} | F_{x2}) * P(F_{x2})}{\sum_{k=1}^n P(E_6, E_{20} | F_{xk}) * P(F_{xk})} \\ &= (0,75 * 0,038) / 0,0864 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(F_{x3} | E_6, E_{20}) &= \frac{P(E_6 | F_{x3}) * P(E_{20} | F_{x3}) * P(F_{x3})}{\sum_{k=1}^n P(E_6, E_{20} | F_{xk}) * P(F_{xk})} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(F_{x4} | E_6, E_{20}) &= \frac{P(E_6 | F_{x4}) * P(E_{20} | F_{x4}) * P(F_{x4})}{\sum_{k=1}^n P(E_6, E_{20} | F_{xk}) * P(F_{xk})} \\ &= (0,78 * 0,43) / 0,0864 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(F_{x5} | E_6, E_{20}) &= \frac{P(E_6 | F_{x5}) * P(E_{20} | F_{x5}) * P(F_{x5})}{\sum_{k=1}^n P(E_6, E_{20} | F_{xk}) * P(F_{xk})} \\ &= (0,15 * 0,065) / 0,0864 = 0 \end{aligned}$$

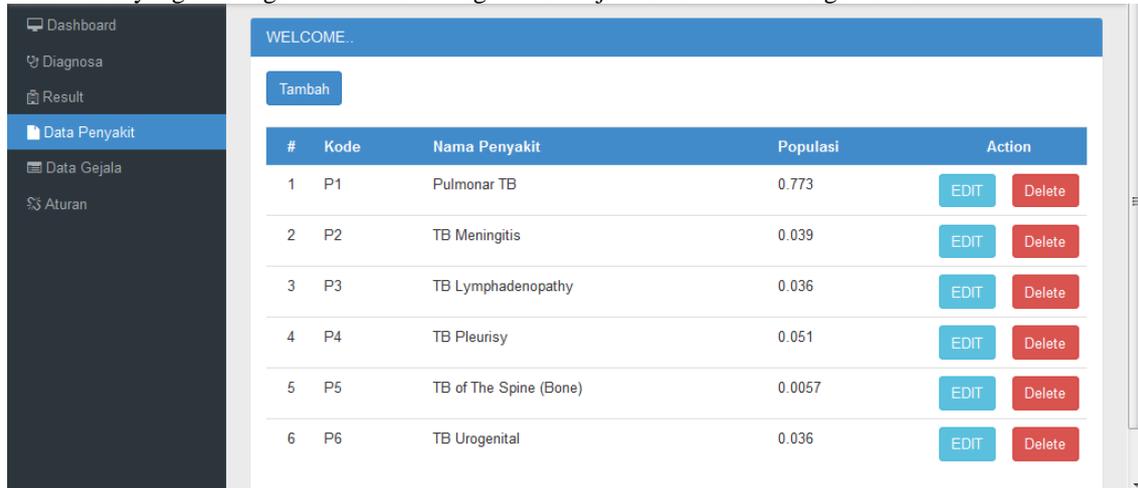
$$\begin{aligned} P(F_{x6} | E_6, E_{20}) &= \frac{P(E_6 | F_{x6}) * P(E_{20} | F_{x6}) * P(F_{x6})}{\sum_{k=1}^n P(E_6, E_{20} | F_{xk}) * P(F_{xk})} \\ &= (0,25 * 0,083) / 0,0864 = 0 \end{aligned}$$

$$= (0,2*0,9*0,48)/0,0864 = 1$$

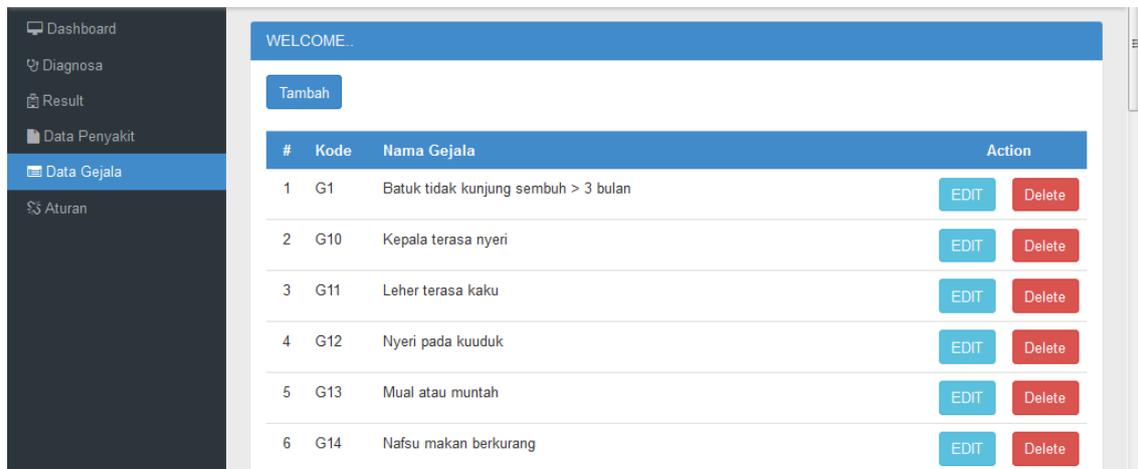
Dari hasil perhitungan diatas, kemungkinan besar pasien tersebut terkena penyakit TB *Lymphadenopathy*.

3.1 Antar muka aplikasi

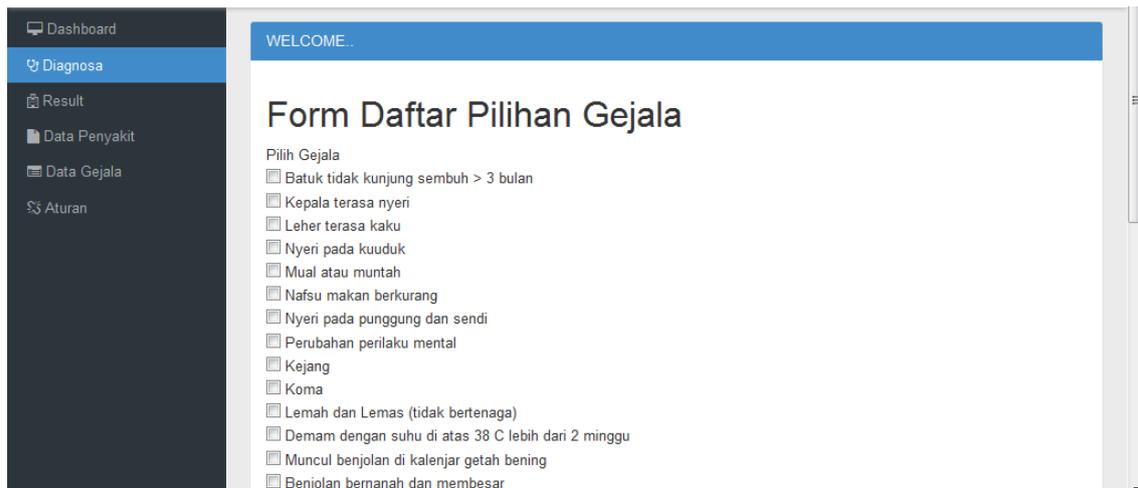
Tampilan antar muka sistem pakar diagnosa jenis TB dapat dilihat pada gambar 2 sampai dengan gambar 5. Gambar 2 merupakan antar muka untuk menginputkan jenis penyakit. Gambar 3 adalah antar muka untuk menginputkan gejala dari semua penyakit. Input gejala yang dialami pasien dapat dilihat pada antar muka yang ada di gambar 4. Hasil diagnosa ditunjukkan di antarmuka gambar 5.



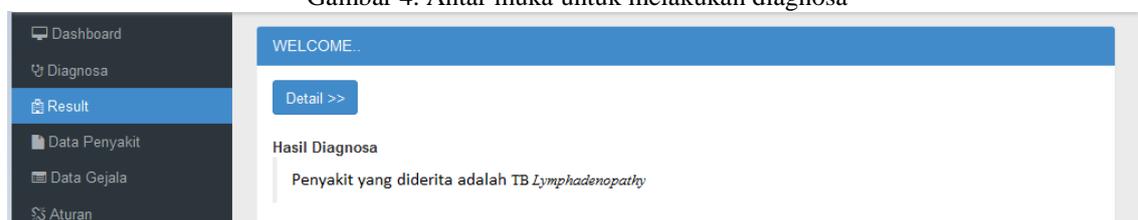
Gambar 2. Antar muka input jenis penyakit TB



Gambar 3. Antar muka input gejala semua penyakit TB



Gambar 4. Antar muka untuk melakukan diagnosa



Gambar 5. Antar muka hasil diagnosa

4. Simpulan

Metode Bayes dapat digunakan untuk melakukan diagnosa jenis penyakit *Tuberculosis* berdasarkan gejala-gejala yang dimiliki pasien terduga TB. Kebenaran dari hasil output sistem ditentukan oleh nilai probabilitas hipotesa tanpa memandang gejala apapun dan nilai probabilitas kemunculan evidence pada setiap hipotesa yang diinputkan pada basis pengetahuan.

Daftar Pustaka

- [1] WHO. *Health Topics Tuberculosis (TB)*. 2013.
- [2] Dept. Health Republic of South Africa. *National Tuberculosis Management Guidelines 2014*. 2014.
- [3] A. Jati. *Pleuritis TB*. 2015.
- [4] V. Agrawal, et al. Tuberculosis of Spine. *Journal of Craniovertebral Junction & Spine*. 2010; 1(2) : 75-85
- [5] S.P. Adam, A., Parveen. Prediction System For Heart Disease Using Naive Bayes. 2012; 3(3) : 290-294.
- [6] Y. Wibisono. *Metode Statistik*. 1. Yogyakarta : Andi. 2009 : 45.
- [7] Zuwanda, R. Janitra. Diagnosis dan Penatalaksanaan Spondalitis Tuberkulosis. *CDK-208*. 2013; 40(9) : 661-673.
- [8] A.A. Fogueiredo, A.M. Lucon. Urogenital Tuberculosis : Update and Review of 8961 Cases From bThe World Literatures. *Urology Journal*. 2008; 10(3) : 207-217.