

APLIKASI E-DIAGNOSIS PENYAKIT ENDEMIK BERBASIS ANDROID MENERAPKAN METODE OPTIMASI NAÏVE BAYES

Hadiyansyah¹, Diana²

Program Studi Teknik Informatika Universitas Bina Darma^{1,2}

Jalan Jenderal Ahmad Yani No.3 Palembang

Sur-el : Hadiyansyah39@gmail.com¹, diana@binadarma.ac.id²

Abstract : Lack of public understanding of endemic diseases can increase the number of sufferers. This study aims to build an e-diagnosis application to determine the type of endemic disease using the Naïve Bayes Optimization method. This application will be able to provide information about the disease suffered by the patient based on the symptoms entered in the application. The information provided includes a description of the disease, its causes and solutions. The application development stage adopts the stages in the Expert System Development Life Cycle (ESDLC) which includes project initialization, knowledge engineering process and implementation. The application of the Naïve Bayes Optimization method produces a diagnosis result in the form of the type of disease and its opportunities. The application can be accessed by the public anywhere and anytime because this application is based on Android. Utilization of android can optimize the use of this application.

Keywords : Disease Endemic, Naïve Bayes, Naïve Bayes Optimization, Expert System

Abstrak : Kurangnya pemahaman masyarakat mengenai penyakit endemik dapat meningkatkan jumlah penderita. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah aplikasi e-diagnosis untuk menentukan jenis penyakit endemik menerapkan metode Optimasi Naïve Bayes. Aplikasi ini merupakan modul konsultasi, salah satu terapan sistem pakar di bidang kesehatan. Aplikasi ini nantinya dapat memberikan informasi tentang penyakit yang diderita pasien berdasarkan pada gejala-gejala yang diinputkan pada aplikasi. Informasi yang diberikan meliputi deskripsi penyakit, penyebab dan solusi. Tahapan pengembangan aplikasi mengadopsi tahapan pada Expert System Development Life Cycle (ESDLC) yang meliputi inialisasi proyek, proses rekayasa pengetahuan dan implementasi. Penerapan metode Optimasi Naïve Bayes menghasilkan hasil diagnosis berupa jenis penyakit beserta peluangnya. Aplikasi dapat diakses oleh masyarakat dimana saja dan kapan saja karena aplikasi ini berbasis android. Pemanfaatan android dapat mengoptimalkan pemakaian aplikasi ini.

Kata kunci : Penyakit Endemik, Naïve Bayes, Optimasi Naïve Bayes, Sistem Pakar

1. PENDAHULUAN

Penyakit endemik adalah penyakit selalu ada pada suatu daerah atau kelompok populasi tertentu. Jenis penyakit ini dapat meningkat atau menurun bergantung pada kondisi lingkungan dan tingkat pemahaman masyarakat tentang penyakit endemik. [1], Faktor-faktor yang mempengaruhi peningkatan dan penyebaran yaitu pertumbuhan penduduk yang tinggi dan

cepat, urbanisasi yang tidak terencana dan tidak terkendali serta peningkatan sarana transportasi. Oleh karena itu, edukasi masyarakat tentang pengetahuan dan pemahaman masyarakat mengenai penyakit endemik sangatlah penting. Pemanfaatan teknologi komputer dapat mengoptimalkan proses edukasi. [2] membangun aplikasi pencegahan dan edukasi masyarakat dalam penanganan penyakit endemik berbasis WEB yang dapat mengumpulkan, mengelola,

dan memvisualisasikan data dan informasi dalam bentuk Web pada masyarakat tentang pengetahuan penyakit menular dan tidak menular, mendedukasi penyebab, cara penularan dan cara pencegahannya serta pemetaan lokasi puskesmas. Edukasi ini dapat meningkatkan pemahaman dan kesadaran masyarakat tentang penyakit dan kesehatan terutama tentang penyakit endemik.

Selain edukasi, modul konsultasi juga banyak banyak dikembangkan saat ini. Modul konsultasi dapat mendiagnosis jenis penyakit berdasarkan pada gejala yang dialami. Modul konsultasi merupakan salah satu penerapan sistem pakar dibidang kesehatan. [3], Sistem pakar diciptakan dengan memasukan keahlian seorang pakar dalam bidang tertentu ke dalam sistem atau program komputer yang disajikan dengan tampilan sehingga yang bukan pakar sekalipun dapat menggunakannya. [4], kelebihan sistem pakar adalah sistem ini tidak dipengaruhi oleh suasana, cuaca, kondisi kejiwaan ataupun tekanan. Sistem pakar dapat diproses secara berulang-ulang secara otomatis serta dapat digandakan sesuai kebutuhan dengan biaya dan waktu yang minimal. Sistem pakar juga dapat digunakan oleh orang awam karena basis pengetahuan seorang pakar telah dimasukan ke dalam komputer, orang awam dapat tinggal mengoperasikan dan memperoleh keputusan yang bersesuaian. Sistem ini telah diterapkan dalam berbagai bidang. [4], beberapa masalah yang dapat diselesaikan dengan sistem pakar, antara lain interpretasi pengambilan keputusan dari hasil observasi, prediksi, diagnosis,

perancangan, perencanaan, debungging dan instruksi.

Perkembangan teknologi komputer, jaringan internet dan android sudah seharusnya dapat dimanfaatkan secara optimal. Mengapa membangun aplikasi ini berbasis android ? Hal ini disebabkan karena semakin banyak masyarakat yang sudah menggunakan smartphone saat ini. [5] 89% masyarakat Indonesia telah menggunakan smartphone dan [6], menyatakan bahwa pengguna internet terus naik di tahun 2020 dan Sumatera Selatan menempati urutan kedua di pulau Sumatera. Banyak peneliti telah melakukan penelitian tentang sistem pakar berbasis android. [7], membangun aplikasi sistem pakar yang dapat berjalan baik pada android versi 4.4. sampai versi 6.0, hasil pengujian menunjukkan persentase akurasi sistem pakar diagnose penyakit pencernaan balita sebesar 93,33%. [8], merancang dan mengimplementasikan sistem pakar yang mampu mendiagnosis penyakit malaria, keluran sistem ini adalah kemungkinan penyakit malaria yang diderita berdasarkan gejala yang diinputkan oleh pasien. Membangun aplikasi berbasis android dapat mempermudah penggunaan aplikasi secara efektif dan efisien. [9], Perkembangan teknologi informasi khususnya dibidang komputasi sangat cepat di era revolusi industry 4.0, namun belum dimanfaatkan secara optimal khususnya di bidang kesehatan.

“Otak” dari sistem pakar adalah mesin inferensi. Mesin inferensi mengandung pola pikir, pengetahuan, pemahaman, penalaran pakar dalam menyelesaikan suatu masalah. Pola pikir

ini yang dikodekan dalam logika pemrograman sehingga komputer dapat memberikan jawaban terhadap permasalahan yang diinputkan oleh pengguna bukan pakar berdasarkan basis pengetahuan dari pakar. Mesin inferensi memandu proses penalaran terhadap suatu keadaan berdasarkan pada basis pengetahuan yang tersedia. Mesin inferensi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Optimasi *Naïve Bayes*. [10], Metode *Naïve Bayes* dapat digunakan pada proses pengambilan keputusan multikriteria yang menghasilkan rekomendasi yang konsisten. [11], Metode *Naïve Bayes* dapat diartikan sebagai sebuah metode yang tidak memiliki aturan, *Naïve Bayes* menggunakan cabang matematika yang dikenal dengan teori probabilitas untuk mencari peluang terbesar dari kemungkinan klasifikasi, dengan cara melihat frekuensi tiap klasifikasi pada data training. [12], *Naïve bayes* menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 99,79% dibandingkan dengan deep learning dan random forest. [13], Metode *naïve bayes* memiliki keunggulan dalam pengklasifikasian data dan memprediksi data. [14], Guna meningkatkan kinerja *Naïve Bayes* dengan tetap mempertahankan strukturnya yang sederhana dapat diterapkan teknik optimasi. Probabilitas kelas dan probabilitas bersyarat dianggap sebagai variabel yang tidak diketahui, yang nilai optimalnya dapat dihitung dengan menerapkan teknik optimasi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Langkah Pengembangan Aplikasi

Tahapan pada penelitian ini mengadopsi langkah-langkah pada Siklus Hidup Pengembangan Sistem Pakar (*Expert System Development Life Cycle*) sering disingkat ESDLC. [15], Siklus ini digunakan sebagai acuan dari tahap ke tahap pada pengembangan sistem pakar agar lebih terstruktur dan terarah pengerjaannya. Ada tiga langkah yang dilakukan yaitu inisialisasi proyek, proses rekayasa pengetahuan dan implementasi. Penjelasan setiap tahap diuraikan dibawah ini :

- 1) Tahap I, Inisialisasi Proyek. Pada tahap ini dilakukan empat fase, yaitu fase mendefinisikan masalah, fase memberikan solusi alternative, fase menentukan pakar, dan fase memverifikasi metode.
- 2) Tahap II, Proses Rekayasa Pengetahuan. Pada tahap ini dimulai dari akuisisi atau mengumpulkan pengetahuan, merepresentasikan pengetahuan, membuat basis pengetahuan, memvalidasi pengetahuan, inferensi, dan tahap memberikan penjelasan terhadap hasil inferensi.
- 3) Tahap III, Implementasi. Pada tahap ini dilakukan analisa, desain, membuat baris program dan pengujian. Pada tahap analisis dilakukan analisis kebutuhan fungsional aplikasi yang akan dibangun. Pada tahap desain dilakukan perancangan meliputi perancangan input, proses dan output. Desain input dan output dibuat dengan memperhatikan kaidah *user interface*

sehingga diperoleh tampilan antar muka yang user friendly, sedangkan desain proses menggunakan *Unified Model Language* (UML). Pada tahap membuat baris program dilakukan pemrograman menggunakan bahasa pemrograman Java pada sisi client yaitu *Android* dan PHP pada sisi server. Pada tahap pengujian dilakukan teknik pengujian dengan menggunakan metode *blackbox*, untuk mengetahui beberapa kesalahan dalam pembuatan aplikasi.

2.2. Metode Optimasi Naïve Bayes

Metode Naïve Bayes berasal dari kombinasi *Naïve* dan *Teorema Bayes*. *Naïve* dapat diartikan sebagai kejadian-kejadian yang tidak saling berhubungan. *Teorema Bayes* dibangun berdasarkan teori peluang bersyarat yaitu peluang X dalam kejadian Y yang disimbolkan sebagai $P(X|Y)$. Pada tahun 1763, Reverend Thomas Bayes menyempurnakan teorema peluang bersyarat dengan memperluas untuk n buah kejadian dinamakan *Teorema Bayes*. *Teorema Bayes* ini digunakan untuk menghitung probabilitas terjadinya suatu peristiwa berdasarkan pengaruh peristiwa-peristiwa yang didapat dari hasil observasi sebelumnya.

Misalkan $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ adalah himpunan kejadian yang terjadi pada ruang sampel S dan misalkan Y suatu kejadian sembarang dalam S , dengan $P(X_i) \neq 0$ untuk $i=1,2, \dots, n$. dan $P(Y) \neq 0$, maka

$$P(Y|X) = \frac{P(Y) \prod_{i=1}^n P(X_i|Y)}{P(X)} \quad (1)$$

Dimana, $P(Y|X)$ adalah peluang terjadinya Y dengan syarat kejadian X_i terjadi terlebih dahulu,

$P(X_i|Y)$ adalah peluang terjadinya X_i dengan syarat Y terjadi terlebih dahulu dan $P(X)$ adalah peluang kejadian X .

Metode Optimasi *Naïve Bayes* memperluas lagi ruang lingkup penggunaan metode *Naïve Bayes* [14]. Misalkan $D=\{(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_n, Y_n)\}$ adalah data set dan N adalah jumlah observasi; $X_i=\{X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}\}$, n adalah jumlah fitur. Berdasarkan aturan Bayes,

$$P(Y_i|X_i) = \frac{P(X_i|Y_i)P(Y_i)}{P(X_i)} \quad (2)$$

Dimana,

$$P(X_i) = P(X_i|Y_i)P(Y_i) + P(X_i|\bar{Y}_i)P(\bar{Y}_i) \quad (3)$$

Asumsikan bahwa Y_i dan \bar{Y}_i saling berkomplemen satu sama lain maka peluang terpilih $P(Y_i)$ dan peluang tidak terpilih $P(\bar{Y}_i)$ adalah

$$P(Y_i) + P(\bar{Y}_i) = 1 \quad (4)$$

Dalam klasifikasi *Naïve Bayes*, asumsikan bahwa semua fitur tidak saling bergantung satu sama lain, sehingga persamaan (2) dapat dituliskan sebagai, [14]

$$P(Y_i|X_i) = \frac{\prod_{j=1}^n P(X_{ij}|Y_i)P(Y_i)}{\prod_{j=1}^n P(X_{ij}|Y_i)P(Y_i) + \prod_{j=1}^n P(X_{ij}|\bar{Y}_i)P(\bar{Y}_i)} \quad (5)$$

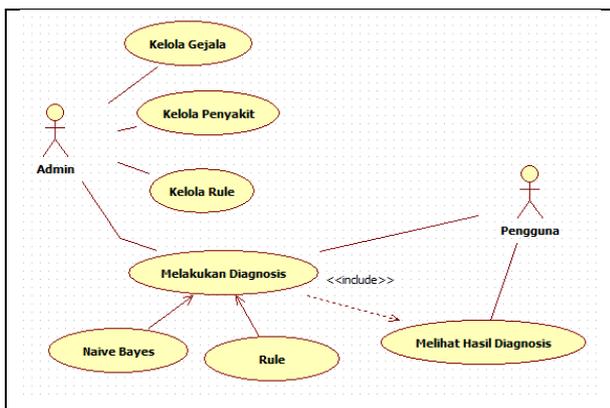
Persamaan (5) inilah yang akan digunakan untuk melihat peluang suatu penyakit berdasarkan pada gejala yang diinputkan pengguna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Aplikasi

Tahap perancangan menggunakan UML yang digunakan untuk memodelkan sistem yang

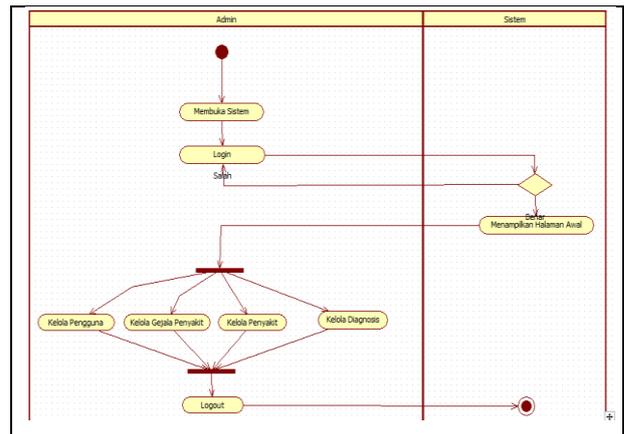
menggunakan konsep berorientasi objek. Ada 2 diagram yang digunakan yaitu diagram *use case diagram* dan diagram aktivitas. Diagram *use case* menggambarkan semua case (kasus) yang ditangani oleh aplikasi beserta aktornya. Ada dua aktor yang akan saling berinteraksi pada aplikasi ini yaitu *knowledge engineer* (admin) dan masyarakat pengguna. Aktor admin dapat melakukan kelola gejala, kelola penyakit dan kelola rule. Aktor masyarakat pengguna dapat memasukkan gejala-gejala yang dialami dan melihat hasil diagnosis. Rule yang digunakan pada aplikasi ini adalah menerapkan langkah perhitungan metode Optimasi *Naïve Bayes*.



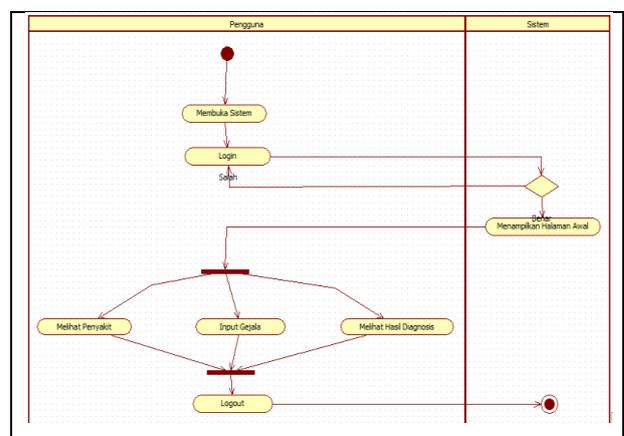
Gambar 1. Use Case Diagram Aplikasi

Diagram aktivitas menggambarkan proses bisnis dan urutan aktivitas dalam suatu proses. Diagram aktivitas yang digambarkan meliputi diagram aktivitas admin dan diagram aktivitas pengguna.

Proses yang terjadi pada diagram aktivitas admin dimulai dari melakukan kelola pengguna, kelola gejala penyakit, kelola penyakit dan kelola diagnosis. Proses yang terjadi pada aktivitas pengguna adalah menginputkan gejala penyakit dan mendapatkan hasil diagnosis.



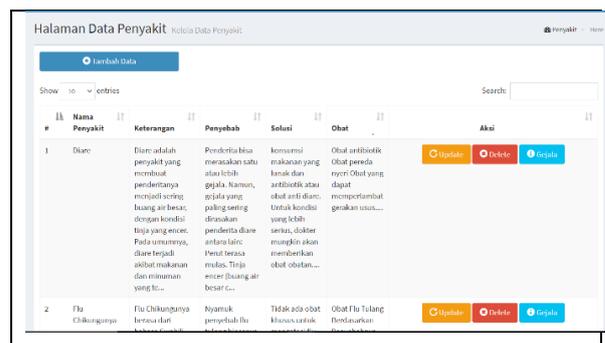
Gambar 2. Diagram Aktivitas Admin



Gambar 3. Diagram Aktivitas Pengguna

3.2 Antar Muka Aplikasi

Pada halaman utama admin terdapat beberapa menu yaitu menu home, data penyakit, data gejala, data riwayat, dan data admin. Halaman data penyakit berisi informasi nama penyakit, keterangan, penyebab, solusi dan obat, sedangkan pada halaman data gejala terdapat informasi nama penyakit dan gejala.



Gambar 4. Halaman Kelola Data Penyakit

Modul utama dalam penelitian ini adalah modul konsultasi yang memberikan hasil diagnosis berdasarkan pada gejala yang di inputkan oleh pengguna. Langkah-langkah pada modul konsultasi adalah pilih menu penyakit maka akan menampilkan jenis penyakit yang ada pada aplikasi, pilih menu diagnosis maka akan menampilkan pilihan gejala-gejala penyakit dan pilih menu riwayat maka akan menampilkan riwayat konsultasi yang pernah dilakukan.



Gambar 5. Menu Konsultasi

Menu konsultasi diagnosis pada aplikasi E-Diagnosis akan menampilkan gejala-gejala penyakit yang ada pada aplikasi. Pengguna meng-klik beberapa gejala yang sesuai dengan gejala yang dialami lalu klik tombol “HASIL DIAGNOSIS” maka aplikasi akan menampilkan beberapa hasil diagnosis penyakit beserta dengan peluangnya.

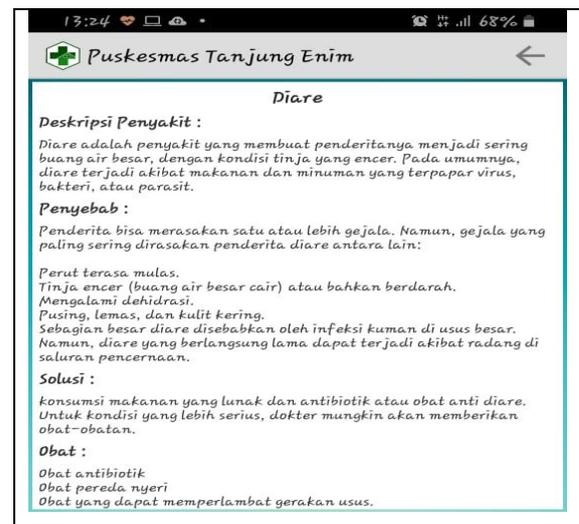
Nilai peluang untuk masing-masing penyakit ini diperoleh dari perhitungan metode Optimasi *Naïve Bayes*. Penjumlahan total nilai peluang keseluruhan untuk semua penyakit hasil diagnosis adalah 1. Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa menu konsultasi memberikan hasil

diagnosis berdasarkan gejala adalah diare dengan peluang 0,7142 atau 71,42%.



Gambar 6. Menu Hasil Konsultasi

Pengguna dapat meng-klik setiap penyakit hasil konsultasi. Apabila pengguna meng-klik “Diare” maka akan menampilkan beberapa informasi tentang penyakit diare berupa deskripsi penyakit, penyebab, solusi dan obat.



Gambar 7. Deskripsi Penyakit Hasil Konsultasi

3.3 Ujicoba Aplikasi

Knowledge engineer melakukan proses wawancara dengan pakar mengenai penyakit endemik, gejala-gejala serta solusinya. Basis pengetahuan yang telah diperoleh direpresentasikan untuk membangun *knowledge base*. Dalam tahapan ini beberapa pengetahuan

direpresentasikan dalam bentuk kode, kemudian ditanamkan dalam *knowledge base*, selanjutnya dilakukan validasi pengetahuan oleh pakar untuk memastikan bahwa *knowledge base* yang dibangun telah memenuhi kaidah kebenaran pengetahuan.

Kenyataannya adalah bahwa satu gejala dapat menjadi gejala dari beberapa penyakit. Misalkan demam dapat menjadi gejala untuk hampir semua jenis penyakit atau kelelahan yang amat sangat dapat menjadi gejala penyakit hepatitis B dan turberculosis. Sehingga untuk mempermudah pemrograman maka setiap penyakit diberikan IDPenyakit dan setiap gejala diberikan IDGejala. Setiap gejala dikonversikan ke suatu nilai untuk keperluan proses perhitungan, dimana nilai probabilitas diperoleh dari membagi 1 dengan jumlah gejala suatu penyakit. P1 memiliki 11 gejala artinya setiap gejala memberikan kontribusi probabilitas $1/11 = 0,091$. Demikian juga probabilitas untuk gejala penyakit yang lain dicari dengan cara yang sama.

Mesin inferensi untuk memproses gejala-gejala yang diinputkan sampai menghasilkan keputusan jenis penyakit yang diderita, teknik inferensi yang digunakan adalah menerapkan metode Optimasi Naïve Bayes. Simulasi penerapan metode Optimasi Naïve Bayes untuk mendiagnosis penyakit akan diuraikan untuk mempermudah pemahaman pembaca. Misalkan pada kasus 1, gejala-gejala yang diinputkan oleh pengguna ada 6 gejala yaitu sakit kepala (G15), nyeri sendi (G13), pusing (G43), kram perut (G2), mual (G3) dan muntah (G4). Ke enam gejala ini merupakan gejala untuk P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 dan P8.

Tabel 1. Daftar Penyakit, Gejala dan Probabilitas

ID Penyakit	Gejala Penyakit	Probabilitas P(X _{ij})
Y1	X1, X2, X3, X4, X15, X6, X7, X8, X9, X10, X11	0,091
Y2	X8, X12, X1, X19, X15, X16, X17, X3	0,125
Y3	X8, X15, X13, X12, X19, X6, X20, X3, X4, X21, X22	0,091
Y4	X8, X43, X17, X18, X45, X28	0,167
Y5	X1, X2, X28, X24, X8, X15, X25	0,143
Y6	X23, X8, X5, X3, X64, X26, X44, X27	0,125
Y7	X8, X15, X12, X1, X29, X30, X3, X17, X32	0,111
Y8	X33, X8, X15, X6, X3, X4, X34, X35, X36	0,111
Y9	X24, X33, X37, X38, X42	0,20
Y10	X5, X8, X15, X41	0,25

Tabel 2. Gejala Penyakit untuk Kasus 1

IDPenyakit	IDGejala					
	X15	X13	X43	X2	X3	X4
Y1	1	0	0	0	1	1
Y2	1	0	0	0	1	0
Y3	1	1	0	0	1	1
Y4	0	0	1	0	0	0
Y5	0	0	0	1	0	0
Y6	1	0	0	0	1	1
Y7	1	0	0	0	0	0
Y8	1	0	0	0	1	1
Y9	0	0	0	0	0	0
Y10	0	0	0	0	0	0

(1 = gejala muncul pada penyakit, 0 = gejala tidak muncul pada penyakit)

Setiap gejala memberikan kontribusi yang berbeda pada setiap penyakit, misalkan gejala G15 (sakit kepala) memberi kontribusi 0,091 pada penyakit P1, 0,125 pada penyakit P2, 0,091 pada penyakit P3, 0,125 pada penyakit P6, 0,111 pada penyakit P7 dan P8.

Tabel 3. Peluang Gejala Terjadi pada Penyakit untuk Kasus 1
($P(X_{ij}|Y_i)$)

IDPenyakit	IDGejala					
	X15	X13	X43	X2	X3	X4
Y1	0.091	0	0	0	0.091	0.091
Y2	0.125	0	0	0	0.125	0
Y3	0.091	0.091	0	0	0.091	0.091
Y4	0	0	0.167	0	0	0
Y5	0	0	0	0.143	0	0
Y6	0.125	0	0	0	0.125	0.125
Y7	0.111	0	0	0	0	0
Y8	0.111	0	0	0	0.111	0.111

Peluang gejala ke j terjadi pada penyakit ke i, $P(X_{ij}|Y_i)$ dan peluang gejala ke j tidak terjadi pada penyakit ke i, $P(X_{ij}|\bar{Y}_i)$ apabila dijumlahkan sama dengan 1.

Tabel 4. Peluang Gejala Tidak Terjadi pada Penyakit untuk Kasus 1
($P(X_{ij}|\bar{Y}_i)$)

IDPenyakit	IDGejala					
	X15	X13	X43	X2	X3	X4
Y1	0.909	1	1	1	0.909	0.909
Y2	0.875	1	1	1	0.875	1
Y3	0.909	0.909	1	1	0.909	0.909
Y4	1	1	0.833	1	1	1
Y5	1	1	1	0.857	1	1
Y6	0.875	1	1	1	0.875	0.875
Y7	0.889	1	1	1	1	1
Y8	0.889	1	1	1	0.889	0.889

Metode Optimasi *Naïve Bayes* dihitung berdasarkan pada peluang terpilih dan peluang tidak terpilih. Pada kasus ini, ada 8 alternative penyakit yang mungkin terpilih karena memiliki gejala yang diinputkan sehingga peluang suatu penyakit terpilih adalah $1/8 = 0,125$ sedangkan peluang tidak terpilih adalah $1 - 0,125 = 0,875$. Peluang penyakit Y1 setelah terjadi gejala X_i dimana $i=\{15,13,43,2,3,4\}$ dapat dihitung menggunakan persamaan (5),

$$P(Y_1|X_{15}, X_{13}, X_{43}, X_2, X_3, X_4) = 0,0006764$$

Langkah terakhir adalah melakukan perankingan berdasarkan nilai yang diperoleh dari perhitungan metode Optimasi *Naïve Bayes*.

Tabel 5. Hasil Perankingan Kasus 1

IDPenyakit	Nilai Naïve Bayes	Hasil Normalisasi	% Peluang
Y6	0.009434	0.188409	18.84
Y3	0.009142	0.182579	18.26
Y8	0.008325	0.166253	16.63
Y1	0.006764	0.135082	13.51
Y2	0.006173	0.12328	12.33
Y4	0.004073	0.081351	8.14
Y5	0.003476	0.069416	6.94
Y7	0.002685	0.053632	5.36
Jumlah		1.000	100

Berdasarkan tabel 5 diperoleh informasi bahwa peluang terbesar adalah penyakit Y1.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada uraian diatas dapat diambil kesimpulan bahwa metode Optimasi *Naïve Bayes* dapat diimplementasi dengan baik, dimana metode ini memberikan hasil diagnosis jenis penyakit endemik beserta dengan peluangnya. Aplikasi e-diagnosis ini sebagai salah satu contoh penerapan sistem pakar dapat memberikan informasi tentang penyakit yang diderita oleh pasien bersesuaian dengan gejala-gejala yang diinputkan oleh pengguna. Aplikasi ini dapat dijadikan sebagai edukasi bagi masyarakat yang memberikan informasi mengenai deskripsi penyakit, penyebab dan solusi. Sistem pakar meniru pengetahuan seorang atau beberapa pakar ke dalam komputer sehingga komputer dapat menyelesaikan permasalahan. Aplikasi ini dapat di akses dimana saja dan kapan saja oleh masyarakat, pemanfaatan android dapat mengoptimalkan pemakaian aplikasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Wowor, "Pengaruh Kesehatan Lingkungan terhadap Perubahan Epidemiologi Demam Berdarah di Indonesia," *J. e-Clinic*, vol. 5, no. 2, pp. 105–113, 2017.
- [2] T. A. Setiawan, A. Ilyas, and A. P. Wibowo, "Pencegahan dan Edukasi Masyarakat dalam Penanganan Penyakit Endemik Berbasis WEB untuk Peningkatan Kesehatan Masyarakat di Kota Pekalongan," *J. LITBANG Kota Pekalongan*, vol. 15, pp. 35–42, 2018.
- [3] B. Pratama and J. R. Sagala, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Demam Berdarah Akibat Virus Nyamuk Aedes Aegypti Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor," *Excell. Midwifery J.*, vol. 2, no. 2, pp. 68–73, 2019.
- [4] M. Dahria, "Pengembangan Sistem Pakar dalam Membangun Suatu Aplikasi," *J. SAINTIKOM*, vol. 10, no. 3, pp. 199–205, 2011.
- [5] Z. Hanum, "Kemenkominfo: 89% Penduduk Indonesia Gunakan Smartphone," *Media Indonesia*, 2021. <https://mediaindonesia.com/humaniora/389057/kemenkominfo-89-penduduk-indonesia-gunakan-smartphone> (accessed Nov. 16, 2021).
- [6] L. Jemadu and D. Prastya, "Ini Jumlah Pengguna Internet Indonesia 2020 per Provinsi," *Suara.com*, 2020. <https://www.suara.com/tekno/2020/11/13/191253/ini-jumlah-pengguna-internet-indonesia-2020-per-provinsi> (accessed Nov. 16, 2021).
- [7] R. M. Gozzal and D. Indarti, "Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pencernaan Balita dengan Metode Forward Chaining Berbasis Android Reynaldo," *J. Ilm. Inform. Komput.*, vol. 22, no. 3, pp. 180–190, 2017.
- [8] C. Susanto, Usman, and Mudarsep, "Aplikasi Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Malaria Applications Expert System Diagnose Malaria Disease," *J. Voice Informatics*, vol. 15, no. 2, pp. 15–24, 2021.
- [9] S. Setiyowati, Sumiati, Sutarti, A. H. Wibowo, V. Rosalina, and T. A. Munandar, "Group Decision Support System to Determine Regional Development Priority Using the Item-Based Clustering Hybrid Method," *J. Comput. Sci.*, vol. 15, no. 4, pp. 511–518, 2019, doi: 10.3844/jcssp.2019.511.518.
- [10] D. Diana, "Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Lokasi Usaha Waralaba Menggunakan Metode Bayes," *J. Ilm. Matrik*, vol. 19, no. 1, pp. 41–52, 2017, doi: <https://doi.org/10.33557/jurnalmatrik.v19i1.370>.
- [11] C. P. Buani, Duwi, "Optimasi Algoritma Naive Bayes dengan Menggunakan Algoritma Genetik untuk Prediksi Kesuburan," *J. Evolusi*, vol. 4, no. 1, pp. 55–64, 2016.
- [12] Nurhachita and E. S. Negara, "A comparison between deep learning, naïve bayes and random forest for the application of data mining on the admission of new students," *IAES Int. J. Artif. Intell.*, vol. 10, no. 2, pp. 324–331, 2021, doi: 10.11591/ijai.v10.i2.pp324-331.
- [13] A. Triayudi, Sumiati, S. Dwiyatno, D. Karyaningsih, and Susilawati, "Measure the effectiveness of information systems with the naïve bayes classifier method," *IAES Int. J. Artif. Intell.*, vol. 10, no. 2, pp. 414–420, 2021, doi: 10.11591/IJAI.V10.I2.PP414-420.
- [14] S. Taheri and M. Mammadov, "Learning the naive bayes classifier with optimization models," *Int. J. Appl. Math. Comput. Sci.*, vol. 23, no. 4, pp. 787–795, 2013, doi: 10.2478/amcs-2013-0059.
- [15] I. P. Astuti, I. Hermadi, A. Buono, and K. H. Mutaqin, "Design of an Expert System for Controlling Soybean Diseases," *Inform. Pertan.*, vol. 25, no. 1, pp. 117–130, 2016.