



Diagnosis Penyakit Kulit pada Manusia dengan Metode Naive Bayes menggunakan Shiny

Muhammad Hidayatullah

Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sulawesi Barat, Indonesia

Hanif Rahmat

Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
IPB University Bogor, Indonesia
Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Islam Al-Ihya Kuningan,
Indonesia

Retno Mayapada

Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sulawesi Barat, Indonesia

Korespondensi penulis: hanifrahmat123@gmail.com

Abstract. *Skin is the outermost part of the body's organs which is very susceptible to being influenced by the environment. Besides environmental factors, behavior and lifestyle could also be the cause of skin diseases. An expert system for diagnosing skin diseases can help patients determine the diagnosis of the disease they are suffering from based on the symptoms they feel more efficiently. This system can also provide early detection to patients so that the disease suffered by them can be treated quickly. This research develops a website-based expert system for diagnosing skin diseases in humans using the Naïve Bayes Classifier (NBC) method. The expert system in this research was developed using Shiny Package in R Programming with 10 types of disease and 26 symptoms data. The results of this research show that the expert system has been successful in diagnosing human skin diseases*

Keywords: *expert system, naïve bayes, skin disease, shiny package*

Abstrak. Kulit merupakan bagian terluar dari organ tubuh yang mana sangat rentan terpengaruhi oleh lingkungan. Selain faktor lingkungan, perilaku dan gaya hidup juga dapat menjadi penyebab timbulnya penyakit kulit. Sistem pakar untuk diagnosis penyakit kulit dapat membantu pasien dalam menentukan penyakit yang diderita berdasarkan gejala-gejala yang dirasakan secara lebih efisien. Hal ini dapat juga menjadi deteksi dini, sehingga penyakit yang diderita dapat diatasi dengan cepat. Penelitian ini mengembangkan sistem pakar berbasis website untuk diagnosis penyakit kulit pada manusia menggunakan metode Naïve Bayes Classifier (NBC). Sistem pakar pada penelitian ini dikembangkan menggunakan Shiny Package pada pemrograman R dengan data 10 jenis penyakit dan 26 gejala. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pakar telah berhasil berjalan untuk mendiagnosis penyakit kulit manusia

Kata kunci: naïve bayes, penyakit kulit, shiny package, sistem pakar

Received November 1, 2023; Revised November 17, 2023; Accepted November 30, 2023

*Corresponding author, e-mail address

LATAR BELAKANG

Kulit merupakan organ tubuh terluar yang menerima kontak langsung dari lingkungan sehingga mudah sekali terpengaruhi oleh lingkungan. Faktor lingkungan seperti kebersihan yang tidak baik dapat menimbulkan penyakit pada kulit manusia. Selain itu, faktor perilaku dan gaya hidup juga dapat mempengaruhi kesehatan kulit (Krisnawan dkk, 2014).

Penyakit kulit yang beragam dapat disebabkan oleh berbagai hal seperti peradangan, kelainan autoimun, infeksi, faktor lingkungan dan lain sebagainya (Alodokter, 2021). Berbagai jenis penyakit kulit dapat diidentifikasi melalui gejala-gejala yang muncul seperti nyeri, gatal, kemerahan, dan lain sebagainya.

Diagnosis dini terhadap penyakit kulit sebelum perlakuan lebih lanjut dapat membantu untuk meringankan penyakit dengan memberikan beberapa pertolongan pertama yang sesuai. Selain melalui dokter, diagnosis dini penyakit dapat dibantu dengan sistem pakar yang melakukan diagnosis terhadap penyakit secara lebih efisien karena pasien tidak perlu mendatangi dokter dan menceritakan berbagai keluhan. Selain itu, keberadaan sistem pakar dapat membantu keterbatasan tenaga medis terlebih sistem pakar telah digunakan dalam berbagai kasus di bidang kedokteran (Ervinaeni dkk, 2019), meskipun tanpa bermaksud menggantikan peran seorang pakar di bidang medis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan membuat suatu aplikasi sistem pakar untuk melakukan diagnosis dini terhadap penyakit kulit pada manusia.

Penelitian sebelumnya terkait dengan sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit kulit di antaranya dilakukan oleh Setiawan dan Ratnasari (2014) yang membuat sistem pakar diagnosis penyakit kulit dan kelamin dengan metode Certainty Factor dan Fuzzy Logic. Selain itu, Fadhilah dkk (2012) merancang aplikasi sistem pakar penyakit kulit pada anak dengan metode expert system development life cycle. Pada penelitian kali ini, sistem pakar yang dibuat untuk diagnosis penyakit kulit menggunakan metode Naive Bayes berdasarkan gejala-gejala yang muncul pada pasien, sedangkan program yang digunakan adalah Shiny pada pemrograman R.

KAJIAN TEORITIS

Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan cabang ilmu dari Artificial Intellegent (AI) yang cukup tua karena sistem ini mulai dikembangkan pada pertengahan tahun 1980. Sistem pakar yang pertama kali dikembangkan yaitu General Purpose Solver (GPS) yang dikembangkan oleh Newel dan Simon (Sutojo, 2011). Secara umum, sistem pakar adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti biasa yang dilakukan oleh ahli (Dwiyanto, 2015).

Penyakit Kulit

Kulit merupakan salah satu organ tubuh yang sangat penting. Selain untuk melindungi tubuh dari berbagai macam penyakit, kulit juga berfungsi untuk mengatur suhu badan. Oleh karena itu, sangat penting untuk menjaga kesehatan kulit. Penyakit kulit adalah suatu penyakit yang infeksi yang umum terjadi pada manusia dari segala umur. Gangguan pada kulit sering terjadi karena ada faktor penyebabnya seperti iklim, lingkungan, tempat tinggal, alergi, pola hidup, dan lain-lain (Hamimah, 2019).

Naive Bayes Classifier

Naive Bayes Classifier (NBC), disebut juga Bayesian Classification, merupakan metode klasifikasi statistik yang dapat digunakan untuk memprediksi probabilitas suatu kelas (Hafsah, 2015). Keuntungan dari teknik ini adalah bahwa ia hanya membutuhkan sejumlah kecil data pelatihan untuk memperkirakan parameter (sarana dan varians dari variabel) yang diperlukan untuk klasifikasi (Meisner, 2003). Dalam prosesnya, karena variabel diasumsikan independen, NBC mengasumsikan bahwa ada atau tidaknya suatu fitur pada suatu kelas tidak berhubungan dengan ada atau tidaknya fitur lain di kelas yang sama (Hamimah, 2018).

Secara umum, algoritma NBC didasarkan pada teorema bayes yaitu sebagaimana dilihat pada persamaan (1) (Hafsah, 2015).

$$P(C_i|X) = \frac{P(C_i|X)P(C_i)}{P(X)} \quad (1)$$

dengan,

C_i = hipotesis data X merupakan suatu kategori/kelas spesifik

X = data dengan kelas yang belum diketahui

$P(C_i|X)$ = probabilitas hipotesis C_i berdasarkan kondisi X

$P(X|C_i)$ = probabilitas X berdasarkan kondisi hipotesis C_i

$P(C_i)$ = probabilitas hipotesis C_i

$P(X)$ = probabilitas data X

Shiny Package

Shiny adalah sebuah paket dalam R Programming yang memungkinkan penggunanya membangun web apps yang interaktif. Shiny menggabungkan antara kekuatan komputasi statistika R dan interaksinya dengan web modern. Di dalam shiny, terdapat 2 komponen utama yaitu User Interface (IU) yang merupakan fungsi yang mendefinisikan tampilan web dari aplikasi yang dibangun, dan Server yang berfungsi untuk mendefinisikan logika kerja analisis (Hakim, 2019).

METODE PENELITIAN

Data dan Area Studi

Data penyakit beserta gejala sebagai evidence diperoleh dari Panduan Praktis Klinis Bagi Dokter di Fasilitas Pelayanan Kesehatan Primer (IDI, 2014) sebagaimana disarankan oleh pakar dalam penelitian ini yakni seorang dokter bernama dr. Azharani Anwar. Jumlah jenis penyakit dibatasi pada 10 jenis penyakit kulit, yaitu miliaria, veruka vulgaris, herpes zoster, moluskum contagiosum, reaksi gigitan serangga, skabies, pedikulosis kapitis, pedikulosis pubis, dermatofitosis, dan pioderma.

Data 10 penyakit beserta 26 gejala diverifikasi melalui wawancara kepada pakar. Verifikasi data bertujuan untuk melengkapi data terutama gejala yang menyertai penyakit tertentu dan memperjelas istilah-istilah medis agar dapat dipahami oleh orang awam. Tabel 1 menunjukkan jenis-jenis penyakit kulit pada penelitian ini, sedangkan Tabel 2 menampilkan gejala-gejala yang timbul menyertai penyakit kulit. Adapun masing-masing penyakit kulit beserta dengan gejala-gejalanya ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 1. Jenis Penyakit Kulit

No	Nama penyakit
1	Miliaria/Biang keringat
2	Veruka vulgaris
3	Herpes zoster
4	Moluskum contagiosum

5	Reaksi gigitan serangga
6	Skabies (Kutu debu) / infeksi tungau
7	Pedikulosis kapitis / Kutu kepala
8	Pedikulosis pubis / Rambut kemaluan
9	Dermatofitosis / infeksi jamur
10	Pioderma / infeksi bakteri

Sumber: IDI, 2014

Tabel 2. Gejala-gejala Penyakit Kulit

No	Nama penyakit
1	gatal
2	timbul vesikel (gelembung) atau bintil pada lokasi predileksi
3	pedih
4	kutil pada kulit dan mukosa
5	nyeri radikular (menjalar)
6	demam
7	pusing
8	malise (lemas)
9	kulit kemerahan
10	kelainan kulit berupa benjolan yang berukuran jarum pentul (< 0.5 mm)
11	rasa tidak nyaman
12	nyeri
13	dalam waktu singkat menjadi vasikel (gelembung) berkelompok dengan dasar eritem (merah) dan edema (bengkak)
14	nyeri tekan
15	hangat
16	bengkak pada daerah tubuh yang digigit
17	gatal hebat terutama pada malam hari atau saat penderita berkeringat
18	lesi/luka timbul di stratum korneum (kulit ari) yang tipis, seperti di sela jari, pergelangan tangan dan kaki, aksila/ketiak, umbilikus/pusar, dan di bawah payudara (pada wanita) serta genital eksterna/alat kelamin (pria)
19	gatal di kepala akibat reaksi hipersensitivitas/sensitif secara berlebihan terhadap saliva/liur kutu
20	gatal di daerah pubis/kemaluan dan sekitarnya

21	ada bercak hitam pada celana dalam putih yang dilihat penderita setelah bangun tidur
22	bercak merah bersisik
23	riwayat kontak dengan orang penderita dermatofitosis/infeksi jamur
24	koreng atau luka di kulit
25	awalnya berbentuk seperti bintil kecil yang gatal, dapat berisi cairan atau nanah dengan dasar dan pinggiran sekitarnya kemerahan. Keluhan ini dapat meluas menjadi bengkak disertai dengan rasa nyeri
26	bintil kemudian pecah dan menjadi keropeng/koreng yang mengering, keras dan sangat lengket

Sumber: IDI, 2014

Tabel 3. Penyakit Kulit dan Gejalanya

No	Nama penyakit	Indeks gejala
1	Miliaria/Biang keringat	G1, G2, G3
2	Veruka vulgaris	G4
3	Herpes zoster	G1, G5, G6, G7, G8, G9
4	Moluskum kontagiosum	G10
5	Reaksi gigitan serangga	G1, G9, G11, G12, G14, G15, G16
6	Skabies (Kutu debu)/infeksi tungau	G1, G17, G18
7	Pedikulosis kapitis/Kutu kepala	G1, G19
8	Pedikulosis pubis/Rambut kemaluan	G1, G20, G21
9	Dermatofitosis/infeksi jamur	G22, G23
10	Pioderma/infeksi bakteri	G24, G25, G26

Sumber: IDI, 2014

Diagnosis Penyakit Kulit dengan Metode NBC

Pendekatan NBC memilih klasifikasi V_{nb} dengan probabilitas tertinggi diberikan input nilai atribut a_1, a_2, \dots, a_n sebagaimana pada persamaan (2) (Hikmah dan Utamimmah, 2017).

$$V_{nb} = \operatorname{argmax}_{v_j \in V} P(v_j | a_1 a_2 a_3 \dots a_n) \quad (2)$$

dengan,

V_{nb} = kelas dengan probabilitas tertinggi

v_j = jenis penyakit kulit

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ = atribut input (gejala)

Dengan menggunakan teorema Bayes (1), V_{nb} dapat dihitung dengan rumus sebagaimana pada persamaan (3).

$$V_{nb} = \operatorname{argmax}_{v_j \in V} P(v_j) \prod P(a_i | v_j) \quad (3)$$

dengan,

V_{nb} = label (penyakit kulit) dengan probabilitas tertinggi

$P(v_j)$ = probabilitas jenis penyakit kulit ke- j

$P(a_i | v_j)$ = probabilitas atribut input gejala a_i jika diketahui penyakit kulit v_j

Secara umum, $P(a_i | v_j)$ dapat diestimasi dengan persamaan (4) berikut.

$$P(a_i | v_j) = \frac{n_c + mp}{n + m} \quad (4)$$

dengan,

n = jumlah sampel pelatihan untuk $v = v_j$

n_c = jumlah sampel untuk $v = v_j$ dan $a = a_i$

p = peluang estimasi apriori untuk $P(a_i | v_j)$

m = jumlah parameter atau gejala

Membangun Aplikasi Sistem Pakar menggunakan Shiny

Sistem pakar berbasis web untuk diagnosis penyakit kulit pada manusia dibangun menggunakan Shiny pada pemrograman R. Cara kerja sistem pakar ini adalah jika diberikan input berupa gejala-gejala, maka sistem akan melakukan analisis terhadap gejala-gejala yang dirasakan tersebut kemudian menampilkan hasil analisis berupa jenis penyakit yang paling mungkin diderita.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diagnosis Penyakit Kulit dengan Metode NBC

Jenis penyakit kulit yang diderita pasien ditentukan berdasarkan gejala-gejala yang dirasakan atau dikeluhkan. Dengan kata lain, jika diberikan *input* gejala, maka *output* yang dihasilkan adalah jenis penyakit kulit. Misalnya, suatu pasien mengeluhkan

beberapa gejala seperti merasa gatal (G1) disertai dengan rasa nyeri yang menjalar (G5), demam (G6), dan pusing (G7), maka langkah-langkah perhitungan NBC sebagaimana pada rumus (4) adalah sebagai berikut.

1. Menentukan nilai n_c untuk setiap kelas penyakit

- Penyakit miliaria (K1)
 $n = 1; p = 1/10 = 0.1; m = 26; n_{c1} = 1, n_{c5} = 0; n_{c6} = 0, n_{c7} = 0$
- Penyakit veruka vulgaris (K2)
 $n = 1; p = 1/10 = 0.1; m = 26; n_{c1} = 0, n_{c5} = 0; n_{c6} = 0, n_{c7} = 0$
- Penyakit herpes zoster (K3)
 $n = 1; p = 1/10 = 0.1; m = 26; n_{c1} = 1, n_{c5} = 1; n_{c6} = 1, n_{c7} = 1$, dan seterusnya hingga penyakit kulit ke-10.

2. Menghitung nilai $P(a_i|v_j)$ dan nilai $P(v_j)$

- Penyakit miliaria (K1)

$$P(G1|K1) = \frac{1 + 26 * 0.1}{1 + 26} = 0.1333333$$

$$P(G5|K1) = \frac{0 + 26 * 0.1}{1 + 26} = 0.0962963$$

$$P(G6|K1) = \frac{0 + 26 * 0.1}{1 + 26} = 0.0962963$$

$$P(G7|K1) = \frac{0 + 26 * 0.1}{1 + 26} = 0.0962963$$

$$P(K1) = \frac{1}{10} = 0.1$$
- Penyakit veruka vulgaris (K2)

$$P(G1|K2) = \frac{0 + 26 * 0.1}{1 + 26} = 0.1333333$$

$$P(G5|K2) = \frac{0 + 26 * 0.1}{1 + 26} = 0.1333333$$

$$P(G6|K2) = \frac{0 + 26 * 0.1}{1 + 26} = 0.1333333$$

$$P(G7|K2) = \frac{0 + 26 * 0.1}{1 + 26} = 0.1333333$$

$$P(K2) = \frac{1}{10} = 0.1$$
- Penyakit herpes zoster (K3)

$$P(G1|K3) = \frac{1 + 26 * 0.1}{1 + 26} = 0.0962963$$

$$P(G5|K3) = \frac{1 + 26 * 0.1}{1 + 26} = 0.0962963$$

$$P(G6|K3) = \frac{1 + 26 * 0.1}{1 + 26} = 0.0962963$$

$$P(G7|K3) = \frac{1 + 26 * 0.1}{1 + 26} = 0.0962963$$

$P(K3) = \frac{1}{10} = 0.1$, dan seterusnya hingga penyakit kulit ke-10.

3. Menghitung $P(v_j)P(a_i|v_j)$ untuk setiap kelas v

- Penyakit miliaria (K1)

$$\begin{aligned} &P(K1)P(G1|K1)P(G5|K1)P(G6|K1)P(G7|K1) \\ &= 0.1 * 0.1333333 * 0.0962963 * 0.0962963 * 0.0962963 \\ &= 1.190604e - 5 \end{aligned}$$

- Penyakit veruka vulgaris (K2)

$$\begin{aligned} &P(K2)P(G1|K2)P(G5|K2)P(G6|K2)P(G7|K2) \\ &= 0.1 * 0.0962963 * 0.0962963 * 0.0962963 * 0.0962963 \\ &= 8.598810e - 6 \end{aligned}$$

- Penyakit herpes zoster (K3)

$$\begin{aligned} &P(K3)P(G1|K3)P(G5|K3)P(G6|K3)P(G7|K3) \\ &= 0.1 * 0.1333333 * 0.1333333 * 0.1333333 * 0.1333333 \\ &= 3.160494e - 5, \text{ dan seterusnya hingga penyakit kulit ke-10.} \end{aligned}$$

4. Menentukan hasil klasifikasi

Hasil klasifikasi yaitu berupa jenis penyakit dengan hasil perkalian probabilitas v tertinggi. Tabel 4 berikut menampilkan nilai v untuk setiap jenis penyakit.

Tabel 4. Penyakit Kulit dan Gejalanya

No	Nama penyakit	Nilai v
1	Miliaria	1.1906E-05
2	Veruka vulgaris	8.5988E-06
3	Herpes zoster	3.1605E-05
4	Moluskum contagiosum	8.5988E-06
5	Reaksi gigitan serangga	1.1906E-05

6	Skabies	1.1906E-05
7	Pedikulosis kapitis	1.1906E-05
8	Pedikulosis pubis	1.1906E-05
9	Dermatofitosis	8.5988E-06
10	Pioderma	8.5988E-06

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh penyakit herpes zoster memiliki nilai probabilitas v terbesar sehingga, penyakit yang diderita pasien tersebut diklasifikasikan sebagai herpes zoster.

Sistem Pakar untuk Diagnosis Penyakit Kulit Menggunakan Shiny

Sistem pakar untuk diagnosis penyakit kulit pada manusia menggunakan metode NBC yang dikembangkan pada penelitian ini telah melalui tahap deployment dan dapat diakses pada halaman <http://sispakkulit.shinyapps.io/shiny>. Sistem pakar yang dibangun dalam penelitian ini dibuat secara sederhana dan terdiri dari 3 menu, yaitu Dashboard atau halaman depan, Daftar Penyakit dan Gejala, dan Analisis Penyakit. Halaman depan (Dashboard) menampilkan deskripsi terkait sistem pakar sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1. Pada halaman ini, terlihat bahwa terdapat 10 jenis penyakit yang tersedia dalam database sedangkan jumlah gejala yang tersedia adalah 26 gejala.



Gambar 1. Halaman utama sistem

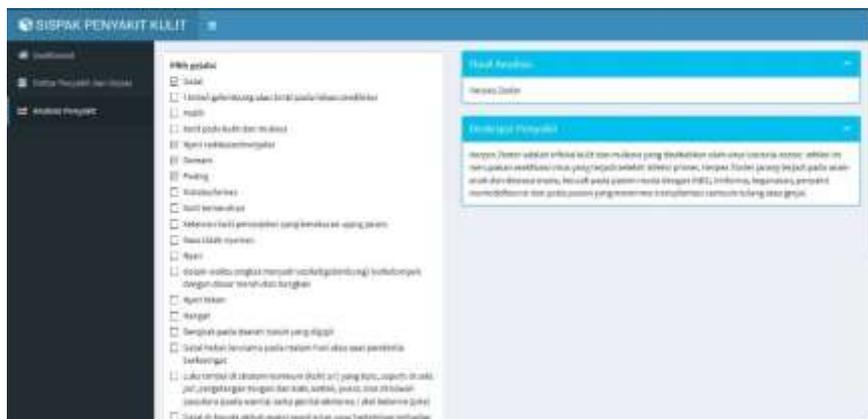
Adapun halaman Daftar Penyakit dan Gejala menampilkan daftar penyakit berikut gejala-gejala yang timbul menyertai masing-masing penyakit. Pada halaman ini juga memungkinkan untuk melakukan pencarian terhadap data yang ada pada daftar. Halaman

Daftar Penyakit dan Gejala dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Halaman daftar penyakit dan gejala

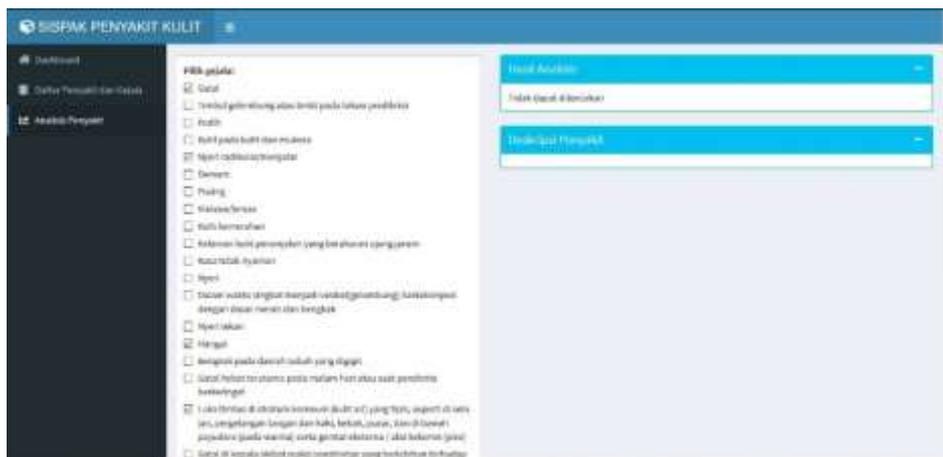
Gambar 3 menampilkan menu Analisis Penyakit dari sistem pakar yang dikembangkan. Pada menu ini, pengguna dapat memilih satu atau lebih gejala pada pilihan gejala. Kemudian dengan menekan tombol “Analisis” maka sistem akan menampilkan hasil klasifikasi penyakit yang paling mungkin diderita oleh pengguna. Sebagai contoh, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3, jika dipilih beberapa gejala seperti gatal, nyeri yang menjalar, demam, dan pusing, maka sistem memberikan hasil analisis penyakit yang paling mungkin diderita yaitu herpes zoster. Selain itu, sistem juga menampilkan deskripsi singkat tentang penyakit yang diderita serta alternatif penanganan dini yang dapat dilakukan untuk mengatasi atau meringankan penyakit yang diderita sebelum melakukan pemeriksaan lebih lanjut kepada dokter.



Gambar 3. Halaman analisis penyakit

Dalam kasus metode NBC memberikan hasil klasifikasi lebih dari satu kelas

penyakit, maka sistem menampilkan hasil analisis sebagai “Tidak dapat ditentukan” sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Hal ini dapat disebabkan bahwa gejala yang dirasakan pasien belum spesifik menunjukkan penyakit tertentu atau penyakit yang diderita pasien berada di luar domain penyakit pada data penelitian ini. Sehingga, perlu adanya pengembangan sistem lebih lanjut dengan menambahkan data penyakit kulit pada manusia berikut gejala-gejala yang menyertainya.



Gambar 4. Contoh hasil analisis sistem menampilkan jenis penyakit yang “Tidak dapat ditentukan”

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini mengembangkan sistem pakar untuk mendeteksi penyakit kulit pada manusia menggunakan metode Naive Bayes Classifier (NBC). Sistem pakar yang dikembangkan adalah sistem berbasis web dengan menggunakan Shiny pada pemrograman R. Dari pemaparan pada bab sebelumnya, sistem pakar untuk diagnosis dini penyakit kulit menggunakan Naive Bayes Classifier telah berhasil diterapkan berdasarkan gejala-gejala yang dirasakan oleh penderita. Akan tetapi, masih terdapat beberapa kekurangan pada sistem seperti jumlah penyakit yang dapat dideteksi masih terbatas pada 10 penyakit. Sehingga, sistem pakar dapat dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan data tentang penyakit dan gejala lainnya. Selain itu, evaluasi sistem perlu dilakukan dengan data riil atau oleh pakar untuk mengetahui performa sistem yang dibuat pada domain penyakit yang diteliti.

DAFTAR REFERENSI

- Alodokter. (2021). Penyakit Kulit: Jenis, Penyebab, dan Cara Mengatasinya. Available at: <https://www.alodokter.com/macam-macam-penyakit-kulit-dan-cara-mengatasinya>.
- Dwiyanto, A. K. (2015). Sistem Pakar Mendiagnosis Penyakit Kulit Pada Manusia Berbasis Web. Universitas Dian Nuswantoro. Retrieved from <http://eprints.dinus.ac.id/15256/>.
- Ervinaeni, Y., Hidayat, A. S., & Riana, E. (2019). Sistem Pakar Diagnosa Gangguan Hiperaktif pada Anak dengan Metode Naive Bayes Berbasis Web. *J. media inform.*, 3(2), 90-104. <https://doi.org/10.30865/mib.v3i2.1158>.
- Fadhilah, A. N., Destiani, D., dan Dhamiri, D. J. 2012. Perancangan Aplikasi Sistem Pakar Penyakit Kulit pada Anak dengan Metode Expert System Development Life Cycle. *Jurnal Algoritma*, 9(1), 112-118. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.9-1.112>.
- Hafsah, I. S. (2015). Deteksi Otomatis Penyakit Kulit Menggunakan Ekstraksi Fitur Tekstur pada Citra dan Algoritma Naive Bayes. Universitas Dian Nuswantoro. Retrieved from <http://eprints.dinus.ac.id/16926/>.
- Hakim, R. B. F. (2019). Bermain dengan R Shiny. Available at <https://medium.com/@986110101/bermain-dengan-r-shiny-b3430fc7ae5f>.
- Hamimah. (2018). Sistem Pakar Mendiagnosis Penyakit Kulit pada Manusia Berbasis Web. STMIK Nusa Mandiri, Retrieved from <https://repository.nusamandiri.ac.id/repo/7988/SISTEM-PAKAR-MENDIAGNOSA-PENYAKIT-KULIT-PADA-MANUSIA-MENGGUNAKAN-METODE-FORWARD-CHAINING--BERBASIS-WEB>
- Hikmah, N. & Utamimmah, L. (2017). Pemanfaatan Metode Naive Bayes Classifier dalam Pembuatan Sistem Pakar untuk Diagnosa Penyakit Kelamin. *Jurnal ENERGY*, 7(2), 50-55.
- IDI. (2014). *Panduan Praktik Klinis bagi Dokter di Fasilitas Pelayanan Kesehatan Primer*, Edisi Revisi. Jakarta: Ikatan Dokter Indonesia.
- Krisnawan, I. P. B., Putra, I. K. G. D., & Bayupati, I. P. A. (2014) Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit dan Kelamin dengan Metode Certainty Factor dan Fuzzy Logic. *Merpati*, 2(3), 351-360,
- Meisner, E. (2003). Naive Bayes Classifier example. Available at: <https://www.ic.unicamp.br/~rocha/teaching/2011s1/mc906/aulas/naive-example.pdf>.
- Sutojo, T. (2011). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- Setiawan, W. & Ratnasari, S. (2014). Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Mata menggunakan Naive Bayes Classifier. Di dalam *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*.