

Implementasi Algoritma *Naïve Bayes* dan *Certainty Factor* pada Sistem Pakar Deteksi Penyakit Diabetes Mellitus Tahap Awal

Alfian Junior Ridwan¹, Vihi Atina², Dwi Hartanti³, Desy Puspa Putri⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Duta Bangsa Surakarta

⁴Universitas Sebelas Maret Surakarta

Email: ¹alfiankinjonun123@staff.uns.ac.id, ²vihi_atina@udb.ac.id, ³dwihartanti@udb.ac.id,

⁴desypuspa@staff.uns.ac.id

(Naskah masuk: 1 Agustus 2024, diterima untuk diterbitkan: 5 Maret 2025)

Abstrak: Penyakit diabetes mellitus merupakan masalah kesehatan yang semakin memprihatinkan di Indonesia, termasuk di Kota Surakarta. Rumah Sakit Universitas Sebelas Maret Surakarta adalah salah satu rumah sakit yang memiliki visi untuk meningkatkan layanan kesehatan dalam pemeriksaan penyakit diabetes mellitus. Proses pemeriksaan dan deteksi penyakit diabetes mellitus di Rumah Sakit Universitas Sebelas Maret Surakarta biasanya dilakukan dengan cara mengumpulkan riwayat rekam medis, pemeriksaan dan tes medis serta pemeriksaan tambahan lainnya. Data yang sudah terkumpul disimpan dalam catatan medis fisik dalam bentuk kertas yang disimpan dalam arsip. Sistem tersebut memiliki masalah dalam hal keterbatasan aksesibilitas serta membutuhkan ruang penyimpanan yang besar, data manual yang begitu banyak menyebabkan tidak efisien dalam hal analisis penyakit diabetes mellitus dengan cepat dan tepat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah sistem pakar yang menggunakan algoritma *Naïve Bayes* dan *Certainty Factor* dalam deteksi penyakit diabetes mellitus pada tahap awal dengan studi kasus di Rumah Sakit Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penulis pada penelitian ini menggunakan Metode SDLC (System Development Life Cycle) model Waterfall, pada proses implementasi sistem pakar menggunakan bahasa pemrograman php dan basis data MySQL. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah sistem pakar yang memiliki fitur manajemen data pasien, data pengguna, data gejala, data penyakit, basis pengetahuan, data training dan konsultasi pasien. Sistem pakar dapat membantu tenaga medis dalam melakukan manajemen sistem pada penyakit diabetes mellitus dan membantu pasien dalam mendeteksi penyakit diabetes mellitus secara mandiri dan memberikan pengetahuan tentang penyakit tersebut.

Kata Kunci - Sistem pakar; diabetes mellitus; *naïve bayes*; *certainty factor*; *sdlc*

Implementation of *Naïve Bayes* Algorithm and *Certainty Factor* in an Expert System for Early Stage Diabetes Mellitus Detection

Abstract: Diabetes mellitus is a growing health concern in Indonesia, including in the city of Surakarta. The Universitas Sebelas Maret Hospital in Surakarta aims to enhance healthcare services for the diagnosis of diabetes mellitus. The process of diagnosing and detecting diabetes mellitus at the Universitas Sebelas Maret Hospital typically involves gathering medical history records, conducting medical examinations and tests, and performing additional assessments. The collected data is stored in physical medical records in paper form, which are kept in archives. This system faces issues related to limited accessibility and requires large storage space. The abundance of manual data results in inefficiency in quickly and accurately analyzing diabetes mellitus cases. The purpose of this research is to develop an expert system that uses the *Naïve Bayes* algorithm and *Certainty Factor* for early-stage detection of diabetes mellitus, with a case study at the Universitas Sebelas Maret Hospital in Surakarta. The author of this research employs the SDLC (System Development Life Cycle) Waterfall model. For the implementation of the expert system, PHP programming language and MySQL database are used. The result of this research is an expert system featuring patient data management, user data management, symptom data, disease data, knowledge base, training data, and patient consultation. The expert system can assist medical personnel in managing the diabetes mellitus system and help patients independently detect diabetes mellitus and gain knowledge about the disease.

Keywords - expert system; diabetes mellitus; *naïve bayes*; *certainty factor*; *sdlc*

1. PENDAHULUAN

Penyakit diabetes *mellitus*, telah menjadi masalah yang sangat mengkhawatirkan di Indonesia [1]. Pada tanggal 1 Februari 2023, Ikatan Dokter Anak Indonesia (IDAI) melaporkan peningkatan drastis sebanyak 70 kali lipat dalam jumlah kasus diabetes mellitus pada anak dari tahun 2010 hingga Januari 2023. Berdasarkan data dari IDAI, dari total 1.645 anak yang menderita diabetes *mellitus*, 46,23% berusia 10–15 tahun, 31,05% berusia 5–9 tahun, 19% berusia 0–4 tahun, dan 3% berusia lebih dari 15 tahun [2]. Diabetes telah menjadi beban kesehatan yang signifikan di Indonesia, dengan prevalensi yang terus meningkat tidak hanya di kalangan dewasa saja namun juga di kalangan anak dan usia remaja. Meskipun tingginya jumlah penderita, kesadaran akan penyakit ini masih rendah di masyarakat yang dapat menghambat upaya pencegahan dan pengelolaan yang efektif. Pencegahan diabetes pada tahap awal memiliki dampak yang sangat penting dalam mengurangi beban kesehatan secara keseluruhan, dengan melihat masalah yang kompleks penting untuk mengambil langkah-langkah proaktif dalam mengatasi tantangan tersebut.

Penyakit diabetes *mellitus* merupakan masalah kesehatan yang semakin memprihatinkan di Indonesia, termasuk di Kota Surakarta. Prevalensi yang terus meningkat menunjukkan perlunya upaya pencegahan dan pengelolaan yang lebih efektif. Rumah Sakit UNS adalah salah satu rumah sakit yang memiliki visi untuk meningkatkan layanan kesehatan dalam pemeriksaan penyakit diabetes *mellitus*. Proses pemeriksaan dan deteksi penyakit diabetes mellitus di Rumah Sakit Universitas Sebelas Maret Surakarta biasanya dilakukan dengan cara mengumpulkan riwayat rekam medis, pemeriksaan dan tes medis serta pemeriksaan tambahan lainnya. Data yang sudah terkumpul disimpan dalam catatan medis fisik dalam bentuk kertas yang disimpan dalam arsip. Sistem tersebut memiliki masalah dalam hal keterbatasan aksesibilitas serta membutuhkan ruang penyimpanan yang besar, data manual yang begitu banyak menyebabkan tidak efisien dalam hal analisis penyakit diabetes mellitus dengan cepat dan tepat. Data yang banyak juga relatif sulit untuk diproses karena keterbatasan subyektifitas tenaga medis dalam melakukan pemeriksaan yang menyebabkan variasi dalam interpretasi gejala dan hasil tes pasien. Masalah-masalah tersebut dapat diatasi dengan menerapkan teknologi berbasis informasi yaitu sistem pakar, diharapkan dengan adanya adopsi teknologi ini dapat memfasilitasi deteksi dini dan manajemen penyakit diabetes mellitus pada tahap awal, meningkatkan kesadaran serta kualitas hidup pasien dan memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan pelayanan kesehatan di Rumah Sakit Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Masalah-masalah tersebut dapat diatasi dengan membuat perancangan dan membuat sebuah sistem yang mampu mendeteksi penyakit diabetes *mellitus*. Sistem pakar adalah sebuah sistem yang dirancang untuk meniru kemampuan seorang ahli agar bisa digunakan untuk memecahkan berbagai permasalahan dalam bidang tertentu [3]. Seperti halnya konsultasi dengan manusia, sistem pakar dapat memberikan masukan dan penjelasan terhadap masalah yang dihadapi [4]. Sistem pakar memiliki hubungan yang erat dengan data *mining*, karena data *mining* dapat digunakan untuk menggali pengetahuan yang diperlukan dalam membangun atau meningkatkan kinerja sistem pakar. Data *mining* adalah proses ekstraksi atau penggalian data dan informasi yang besar serta belum diketahui sebelumnya, namun dapat dipahami dan berguna dari *database* yang besar. Hasil dari proses ini digunakan untuk membuat keputusan bisnis yang sangat penting [5]. Salah satu tehnik utama dalam data mining adalah klasifikasi dan teknik yang sering digunakan adalah *Naive Bayes* dimana metode tersebut dapat memberikan prediksi berdasarkan probabilitas dari suatu atribut.

Naive Bayes merupakan metode dalam klasifikasi dimana menghasilkan klasifikasi kelas dilakukan dengan membandingkan nilai posterior dari kelas kelas yang ada [6]. Algoritma ini dapat memberikan prediksi kelas atau label untuk data baru berdasarkan probabilitas yang dihitung dari fitur-fitur yang diamati. Pemilihan *Naive Bayes* sebagai teknik klasifikasi dalam data mining didasarkan pada kombinasi antara kemudahan implementasi, efisiensi dan kinerja yang baik dalam situasi di mana terdapat jumlah atribut yang besar dan independen. *Naive Bayes* memiliki kelebihan dalam kesederhanaan dan kemudahan pemahaman, efisiensi dalam penggunaan memori dan

waktu, kemampuan menangani data *categorical* dan *numerical*, efektivitas pada *dataset* dengan fitur banyak, keterampilan untuk melakukan klasifikasi multiclass dengan baik, kemudahan interpretasi hasil dan ketahanan terhadap *overfitting*. Penggunaan Metode *naïve bayes* pada penelitian ini mampu menghasilkan hasil diagnosa apakah pasien mengidap penyakit diabetes *mellitus* sesuai dengan data *training*, namun belum mampu menghasilkan jenis diabetes *mellitus*. Untuk mengatasi masalah perlu adanya metode tambahan yang mampu memberikan diagnosa lebih mendalam tentang jenis diabetes *mellitus* dari pasien. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode *certainty factor*, yaitu metode yang digunakan untuk menentukan apakah suatu fakta itu pasti atau tidak pasti dalam bentuk metrik, biasanya digunakan dalam sistem pakar [7]. Metode ini mampu menangani ketidakpastian dalam sistem berbasis aturan dan persentase jenis penyakit diabetes *mellitus* berdasarkan basis pengetahuan yang telah ditentukan oleh pakar.

Dewi Fortuna dkk (2021) melakukan penelitian dengan judul “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Diabetes *Mellitus* Menggunakan Metode *Naïve Bayes* Berbasis *Web*”. Penulis menjelaskan bahwa diabetes *mellitus* adalah penyakit di mana terdapat kelebihan kadar gula dalam tubuh. Berdasarkan hasil penelitian terhadap 60 pasien, ditemukan bahwa persentase keberhasilan pengobatan untuk diabetes *mellitus* tipe 1 yang tidak bergantung pada insulin adalah 64,3%, sedangkan untuk diabetes *mellitus* tipe 2 yang bergantung pada insulin adalah 35,7% [8]. Syahrullah dan Nurwijayanti (2023) melakukan penelitian dengan judul “Klasifikasi Diagnosa Penyakit Diabetes Dengan Metode *Naïve Bayes* Berbasis *Web*”. Penulis menjelaskan bahwa Diabetes adalah salah satu penyakit yang telah berubah menjadi mesin pembunuh. Dengan pendekatan kerja dan penggunaan metode *Naïve Bayes*, klasifikasi penyakit diabetes dan gejala-gejala lain yang ditimbulkannya sebenarnya dapat dilakukan secara otomatis menggunakan ilmu teknologi dan informasi [9]. Haposan Sitorus, dkk (2022) melakukan penelitian dengan judul “Perancangan sistem pakar diagnosis penyakit diabetes berbasis *web* menggunakan algoritma *Naïve Bayes*”. Penulis menjelaskan bahwa diabetes adalah penyakit kronis yang akan diderita seumur hidup oleh penderitanya. Hasil pengujian sistem pakar untuk diagnosis penyakit diabetes, dengan menggunakan algoritma *Naïve Bayes* pada *rule* diagnosis dan dilakukan melalui pengujian *dataset* sebanyak 10 kali, menunjukkan hasil yang sesuai dengan kepakaran yang diperoleh dari pengujian sistem menggunakan metode *whitebox* dan *blackbox testing* [10]. Nur Mahar Aji, Vihi Atina dan Nugroho Arif Sudibyo pada penelitian dengan judul “Pemodelan Prediksi kelulusan Mahasiswa Dengan Metode *Naïve Bayes* Di Uniba”. Penulis menyampaikan bahwa penelitian tersebut menggunakan metode *Naïve Bayes* untuk memprediksi kelulusan mahasiswa, baik tepat waktu maupun terlambat. Hasil prediksi ini dapat dijadikan sebagai informasi dan masukan data bagi perguruan tinggi untuk meningkatkan kualitas pendidikan di perguruan tinggi tersebut [11].

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, penulis pada penelitian ini membuat perbedaan dengan memperluas pendekatan diagnosis diabetes *mellitus* dengan menggabungkan metode *Naïve Bayes* dan *Certainty Factor*. Penulis menggunakan algoritma *Naïve Bayes* untuk mendeteksi apakah pasien positif atau negatif diabetes *mellitus*, sementara *Certainty Factor* menentukan persentase jenis diabetes *mellitus* yang diderita. Kombinasi ini memberikan diagnosis yang lebih akurat dan informasi mengenai tingkat kepastian jenis diabetes yang meningkatkan pengambilan keputusan medis. Sistem pakar yang dikembangkan juga memiliki fitur manajemen data yang lebih komprehensif, seperti data pasien, pengguna, gejala, penyakit, basis pengetahuan, dan konsultasi pasien, serta menggunakan teknologi PHP dan MySQL yang umum dan mudah diakses. Dengan kelebihan ini penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi diagnosis dan manajemen diabetes *mellitus*, serta membantu pasien dalam mendeteksi penyakit secara mandiri dan memperoleh pengetahuan yang lebih baik tentang kondisi mereka.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metode Pengembangan Sistem

Penulis pada penelitian ini menggunakan Metode SDLC (*System Development Life Cycle*) model *Waterfall*. *System Development Life Cycle* (SDLC) adalah metodologi umum yang digunakan untuk

mengembangkan sistem informasi [12]. Alur dan langkah-langkah yang penulis gunakan pada metode tersebut adalah sebagai berikut :

a. *Requirement Analysis*

Penulis pada tahap ini mengidentifikasi masalah yang dihadapi oleh Rumah Sakit Universitas Sebelas Maret Surakarta dalam mendeteksi dan mengelola penyakit diabetes *mellitus*. Penulis melakukan pengumpulan data dengan mengumpulkan data riwayat rekam medis, hasil pemeriksaan dan tes medis, serta informasi tambahan lain dari arsip rumah sakit. Selain itu penulis juga melakukan dentifikasi kebutuhan pengguna dengan menganalisa kebutuhan tenaga medis dan pasien dalam deteksi awal diabetes *mellitus*, termasuk kebutuhan aksesibilitas dan efisiensi analisis.

b. *Design*

Penulis pada tahap ini melakukan desain arsitektur sistem dengan merancang struktur sistem pakar, termasuk komponen-komponen utama seperti modul *Naïve Bayes*, modul *Certainty Factor* dan basis data. Pada proses ini penulis menggunakan UML (*Unified Modeling Language*) yaitu pemodelan untuk membantu proses perancangan sistem sehingga meminimalisir kesalahan dalam membuat program [13].

c. *Development*

Penulis pada tahap ini melakukan pengembangan sistem dengan membuat sistem pakar menggunakan *html* dan *framework bootstrap* sebagai *frontend* dan bahasa pemrograman PHP sebagai *backend*, PHP adalah salah satu jenis bahasa *scripting* yang digunakan untuk membangun aplikasi untuk *web* dan menghubungkannya ke *server* [14]. Selain itu penulis menggunakan MySQL sebagai basis data, MySQL merupakan *software* yang tergolong sebagai DBMS (*Database Managemen System*) yang bersifat *Open Source* [15].

d. *Testing*

Penulis pada proses melakukan pengujian dengan sebuah metode *confusion matrix* yang memiliki harapan untuk menghitung akurasi sistem pakar untuk mendeteksi diabetes *mellitus*. *Confusion matrix* adalah alat yang digunakan untuk mengevaluasi model klasifikasi dengan memperkirakan jumlah prediksi yang benar dan salah terhadap setiap kelas target [16].

e. *Maintenance*

Penulis pada tahap ini melakukan pemantauan dan perawatan rutin dengan melakukan pemantauan secara berkala dan pemeliharaan sistem untuk mencegah dan memperbaiki kesalahan atau *bug*. Penulis melakukan pembaruan atau peningkatan sistem berdasarkan umpan balik dari pengguna dan perkembangan teknologi. Penulis juga menyediakan dukungan teknis dan pelatihan bagi tenaga medis dan pasien dalam menggunakan sistem pakar.

2.2. Metode *Naïve Bayes*

Naïve Bayes adalah salah satu algoritma yang terdapat pada Teknik klasifikasi [17]. Metode ini sering digunakan dalam klasifikasi teks, deteksi spam *email*, dan klasifikasi dokumen lainnya. Alur dari perhitungan metode tersebut :

a. Mengumpulkan data latih (*Data Training*)

Penulis pada alur ini mengumpulkan data historis pasien, termasuk fitur-fitur seperti usia, berat badan, tingkat gula darah, riwayat keluarga, dan gejala lainnya. Data ini akan digunakan untuk melatih model.

b. Menghitung Probabilitas Prior

Pada alur ini hitung probabilitas awal untuk setiap kelas (misalnya, diabetes positif dan negatif) berdasarkan frekuensi dalam data latih. Rumus yang digunakan adalah :

$$P(C) = \frac{\text{Jumlah sampel dalam kelas } C}{\text{Total jumlah sampel}} \quad (1)$$

c. Menghitung Likelihood

Pada alur ini hitung probabilitas setiap fitur diberikan kelas tertentu. Proses ini melibatkan menghitung frekuensi setiap nilai fitur dalam masing-masing kelas.

$$P(X_i|C) = \frac{\text{Jumlah sampel dengan fitur } X_i \text{ dalam kelas } C}{\text{Jumlah sampel dalam kelas } C} \quad (2)$$

Untuk fitur data kontinu dapat menggunakan distribusi *Gaussian* (Normal). Rumus distribusi *Gaussian* adalah sebagai berikut :

$$P(X_i|C) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2C}} \text{EXP}\left(-\frac{(X_i-\mu C)^2}{2\sigma^2C}\right) \quad (3)$$

d. Menghitung Probabilitas Posterior

Untuk setiap kelas, hitung probabilitas posterior menggunakan teorema Bayes. Hitungan yang digunakan :

$$P(C|X) = \frac{P(X|C).(P|C)}{(P|X)} \quad (4)$$

e. Melakukan Klasifikasi

Setelah hasil hitungan didapatkan, langkah berikutnya tentukan kelas dengan probabilitas tertinggi sebagai hasil prediksi.

2.3. Metode Certainty Factor

Certainty Factor (CF) merupakan nilai parameter klinis yang diberikan MYCIN untuk menunjukkan besarnya kepercayaan [7]. Metode ini dikembangkan untuk mengatasi ketidakpastian dan kekurangan data dalam pengambilan keputusan, memungkinkan sistem pakar untuk memberikan hasil yang lebih fleksibel dan realistis. Untuk setiap aturan yang kondisinya terpenuhi, CF dapat dihitung menggunakan rumus:

$$CF_{\text{hasil}} = CF_{\text{pakar}} \times CF_{\text{bukti}} \quad (5)$$

Jika ada beberapa bukti yang mendukung atau menolak kesimpulan yang sama, nilai CF dari bukti-bukti tersebut perlu digabungkan. Penggabungan ini dilakukan dengan cara yang berbeda tergantung pada apakah bukti-bukti tersebut mendukung (positif) atau menolak (negatif) kesimpulan yang sama, rumus CF gabungan adalah:

$$CF_{\text{gabungan}} = CF_1 + CF_2 \times (1 - CF_1) \quad (6)$$

2.4. Pengacuan Pustaka

Dewi Fortuna dkk melakukan penelitian dengan judul “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Diabetes Mellitus Menggunakan Metode *Naive Bayes* Berbasis *Web*”. Menurut penulis, diabetes melitus adalah kondisi di mana kadar gula dalam tubuh meningkat. Karena saat ini kesadaran masyarakat terhadap diabetes melitus masih sangat minim, maka diperlukan suatu sistem yang dapat mengedukasi masyarakat tentang kondisi tersebut. Saat ini banyak orang yang tidak menyadari tanda-tanda diabetes melitus. Metode ini dirancang untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi tanda-tanda diabetes melitus pada individu dan memberikan pilihan pengobatan dan pencegahan. Pendekatan *Certainty Factor* dan *Naive Bayes* digunakan untuk membuat sistem ini. Pendekatan *Naive Bayes* menggunakan rumus Bayes untuk mengatasi ketidakpastian data, sedangkan metode *Certainty Factor* mengatasi ketidakpastian. Diabetes melitus tipe 1 yang bergantung pada insulin memiliki tingkat keberhasilan sebesar 64,3%, tetapi diabetes melitus tipe 2 yang bergantung pada insulin memiliki tingkat keberhasilan sebesar 35,7%, menurut data penelitian yang membandingkan penyakit dari lokasi penelitian dengan 60 pasien. [8].

Haposan Sitorus, dkk melakukan penelitian dengan judul “Perancangan sistem pakar diagnosis penyakit diabetes berbasis *web* menggunakan algoritma *Naive Bayes*”. Menurut penulis, penderita diabetes memiliki penyakit kronis yang akan memengaruhi mereka selama sisa hidup mereka. Jika diabetes tidak dikelola dengan baik, hal itu dapat menyebabkan sejumlah konsekuensi berbahaya lainnya. Karena kurangnya pemahaman mendasar tentang penyakit ini dan kurangnya waktu untuk menemui dokter, banyak orang tidak menyadari bahwa mereka menderita diabetes pada awalnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan membangun sistem pakar yang, dari gejala yang dimasukkan, dapat menentukan apakah seseorang menderita diabetes atau tidak. Selain itu, sistem ini menawarkan saran dalam bentuk pengetahuan dan pilihan pengobatan penyakit. Perhitungan algoritma *Naive Bayes* digunakan oleh sistem pakar yang telah

dibuat. Berdasarkan kinerja masa lalu, algoritma *Naive Bayes* merupakan klasifikasi yang menggunakan probabilitas dan nilai statistik yang meramalkan prospek masa depan. Temuan analisis menunjukkan bahwa sistem ini mampu mengelola proses konsultasi pengguna dengan tingkat akurasi yang cukup baik. Hasil pengujian aturan diagnosis sistem pakar untuk diagnosis diabetes menggunakan algoritma *Naive Bayes* yang dilakukan sepuluh kali melalui kumpulan data uji konsisten dengan pengetahuan yang diperoleh dari data uji sistem pengujian *whitebox* dan *blackbox* [10].

Syahrullah dan Nurwijayanti melakukan penelitian dengan judul “Klasifikasi Diagnosa Penyakit Diabetes Dengan Metode *Naive Bayes* Berbasis *Web*”. Menurut penulis, salah satu penyakit yang telah berevolusi menjadi mesin pembunuh adalah diabetes. Pemeriksaan medis terkait diabetes dapat dilakukan untuk mendiagnosis penyakit tersebut berdasarkan hasil uji laboratorium dan riwayat gejala medis pasien. Diagnosis dini oleh tenaga medis sangat penting untuk menurunkan tingkat kematian penyakit tersebut. Teknologi dan ilmu informasi benar-benar dapat digunakan untuk mengklasifikasikan diabetes dan gejala lain yang ditimbulkannya secara otomatis dengan menggunakan pendekatan kerja dan teknik *Naive Bayes*. [9].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perhitungan *Naive Bayes*

Proses prediksi apakah pasien mengidap penyakit diabetes *mellitus* dengan metode *Naive Bayes*, perhitungan ini menggunakan data *training* dengan hasil kelas “Positif” atau “negatif”. Proses hitungan metode *Naive Bayes* :

a. *Data Training dan Data Testing*

Penulis menyiapkan data *training* dan data *testing* yang dibutuhkan pada proses penerapan metode *Naive Bayes*. contoh data *testing* yang penulis gunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data training

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Kelas
40	L	N	Y	N	Y	N	N	N	Y	N	Y	N	Y	Y	Y	Positif
58	L	N	N	N	Y	N	N	Y	N	N	N	Y	N	Y	N	Positif
41	L	Y	N	N	Y	Y	N	N	Y	N	Y	N	Y	Y	N	Positif
45	L	N	N	Y	Y	Y	Y	N	Y	N	Y	N	N	N	N	Positif
60	L	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Positif
55	L	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	N	Y	Y	Y	Positif
57	L	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	N	N	Y	Y	N	N	N	Positif
66	L	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	N	N	Positif
67	L	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Positif
70	L	N	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	N	N	Y	N	Positif
44	L	Y	Y	N	Y	N	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Positif
38	L	Y	Y	N	N	Y	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	N	Positif
35	L	Y	N	N	N	Y	Y	N	N	Y	Y	N	N	Y	N	Positif
61	L	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	Y	Y	Positif
30	P	Y	N	Y	Y	Y	N	N	N	N	Y	N	N	N	N	Positif
53	P	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	N	N	Positif
50	P	Y	Y	Y	N	Y	N	N	N	N	Y	Y	N	N	N	Positif
50	P	N	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	Positif
35	P	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	N	Y	Y	Y	N	N	Positif
40	P	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	N	N	Y	Y	N	N	Positif
60	L	Y	N	N	N	N	N	Y	N	N	N	Y	N	Y	N	Positif
63	L	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	Positif
35	L	Y	N	Y	N	N	N	N	N	N	N	Y	N	Y	N	Positif
40	L	N	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	N	N	Y	Y	N	N	Negatif
34	L	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Negatif

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Kelas
30	L	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Negatif
67	L	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Negatif
60	L	N	N	N	Y	N	N	N	N	N	N	Y	Y	N	N	Negatif
58	L	N	N	N	N	Y	N	N	Y	N	Y	N	N	Y	Y	Negatif
54	L	N	N	Y	Y	N	Y	N	N	N	Y	N	N	Y	N	Negatif
43	L	N	N	Y	N	N	Y	N	N	N	Y	N	N	Y	N	Negatif
39	L	N	N	N	Y	N	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	Negatif
40	L	N	N	N	Y	N	N	N	N	Y	N	N	N	N	N	Negatif
43	L	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	N	N	N	N	N	Negatif
51	P	N	N	N	N	N	Y	N	Y	N	Y	N	N	Y	N	Negatif
59	P	N	N	N	Y	N	N	Y	Y	N	Y	N	Y	Y	Y	Negatif
50	P	N	N	N	Y	N	N	Y	Y	N	Y	N	N	Y	N	Negatif
51	P	N	N	N	N	N	Y	N	Y	N	Y	N	N	Y	N	Negatif
59	P	N	N	N	Y	N	N	Y	Y	N	Y	N	Y	Y	Y	Negatif
50	P	N	N	N	Y	N	N	Y	Y	N	Y	N	N	Y	N	Negatif
40	P	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	?

Tabel 2. Data *Testing*

No	Atribut	Keterangan
1.	A	Umur (tahun)
2.	B	Jenis Kelamin (L : Laki-Laki, P: Perempuan)
3.	C	Sering buang air kecil (Y : Ya, N : Tidak)
4.	D	Rasa haus yang berlebihan (Y : Ya, N : Tidak)
5.	E	Penurunan berat badan (Y : Ya, N : Tidak)
6.	F	Sering terjadi kelelahan (Y : Ya, N : Tidak)
7.	G	Nafsu makan meningkat / rasa lapar berlebihan (Y : Ya, N : Tidak)
8.	H	Infeksi jamur (Y : Ya, N : Tidak)
9.	I	Pandangan Kabur (Y : Ya, N : Tidak)
10.	J	Terjadi rasa gatal pada area tertentu (Y : Ya, N : Tidak)
11.	K	Mudah tersinggung (Y : Ya, N : Tidak)
12.	L	Penyembuhan luka lambat (Y : Ya, N : Tidak)
13.	M	Terjadi kelemahan otot (Y : Ya, N : Tidak)
14.	N	Terjadi ketegangan otot (Y : Ya, N : Tidak)
15.	O	Terjadi kebotakan (Y : Ya, N : Tidak)
16.	P	Obesitas (Y : Ya, N : Tidak)

b. *Menghitung Probabilitas Prior*

Fungsi menghitung probabilitas *prior* dalam *Naive Bayes* adalah untuk frekuensi relatif dari setiap kelas dalam data *training*, proses penghitungan adalah sebagai berikut :

Jumlah Data *Training* = 40, Jumlah Kelas Positif = 23, Jumlah Kelas Negatif = 17.
 Probabilitas Positif = $23/40 = 0,575$.
 Probabilitas Negatif = $17/40 = 0,425$.

c. *Menghitung Likelihood*

likelihood adalah probabilitas suatu fitur tertentu yang muncul pada sebuah kelas, *likelihood* Dipergunakan untuk mengestimasi kemungkinan suatu kategori berdasarkan karakteristik yang ada.. Proses hitungan adalah sebagai berikut :

1) *Menghitung Atribut Data Kontinu*

Umur merupakan atribut dengan model data kontinu, maka proses hitungan menggunakan distribusi *Gaussian* (Normal), proses hitungan sebagai berikut :

Hasil mean (μ) dari umur untuk setiap kelas pada data *training* :

Tabel 3. Hasil *mean*

Kelas	Mean
Positif	50,13043
Negatif	48,70588

Hasil standar deviasi (σ) dari umur untuk setiap kelas pada data *training*.

Tabel 4. Hasil standar deviasi

Kelas	Standar Deviasi
Positif	11,95181
Negatif	10,24552

Hasil Distribusi Gaussian pada data *testing* untuk umur $x=40$ adalah sebagai berikut :

$$P(X = 40|\text{Positif}) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot (11,95181)^2}} \text{EXP} \left(-\frac{(40 - 50,13043)^2}{2 \cdot (11,95181)^2} \right) = 0,080592887$$

$$P(X = 40|\text{Negatif}) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot (10,24552)^2}} \text{EXP} \left(-\frac{(40 - 48,70588)^2}{2 \cdot (10,24552)^2} \right) = 0,086889134$$

2) Menghitung Atribut Data Kategori

Tabel 5. Hitungan likelihood data kategori

Atribut	Subset	Jumlah Positif	Jumlah Negatif	Probabilitas Positif	Probabilitas negatif
B	P	6	6	6/23 = 0,26087	6/17 = 0,352941
C	Y	17	1	17/23 = 0,73913	1/17 = 0,058824
D	Y	16	1	16/23 = 0,695652	1/17 = 0,058824
E	Y	12	3	12/23 = 0,521739	3/17 = 0,176471
F	Y	17	10	17/23 = 0,73913	10/17 = 0,588235
G	N	7	15	7/23 = 0,304348	15/17 = 0,882353
H	Y	8	5	8/23 = 0,347826	5/17 = 0,294118
I	Y	11	6	11/23 = 0,478261	6/17 = 0,352941
J	Y	14	9	14/23 = 0,608696	9/17 = 0,529412
K	Y	8	3	8/23 = 0,347826	3/17 = 0,176471
L	Y	14	10	14/23 = 0,608696	10/17 = 0,588235
M	N	12	15	12/23 = 0,521739	15/17 = 0,882353
N	N	10	12	10/23 = 0,434783	12/17 = 0,705882
O	N	11	7	11/23 = 0,478261	7/17 = 0,411765
P	N	17	13	17/23 = 0,73913	13/17 = 0,764706

3) Menghitung Probabilitas Posterior

Probabilitas *Posterior* Positif :

$$0,080592887 \times 0,26087 \times 0,73913 \times 0,695652 \times 0,521739 \times 0,73913 \times 0,304348 \times 0,347826 \times 0,478261 \times 0,608696 \times 0,347826 \times 0,608696 \times 0,521739 \times 0,434783 \times 0,478261 \times 0,73913 = 0,00000218112$$

Probabilitas *Posterior* Negatif :

$$0,086889134 \times 0,352941 \times 0,058824 \times 0,058824 \times 0,176471 \times 0,588235 \times 0,882353 \times 0,294118 \times 0,352941 \times 0,529412 \times 0,176471 \times 0,588235 \times 0,882353 \times 0,705882 \times 0,411765 \times 0,764706 = 0.0000000108741$$

4) *Memastikan Klasifikasi*

Berdasarkan pada hitungan probabilitas *posterior* maka didapat hasil terbesar pada Kelas "Positif", maka hasil klasifikasi pada data *testing* adalah : Positif.

3.2. *Perhitungan Certainty Factor*

a. *Basis Pengetahuan / Basis Aturan*

Basis pengetahuan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup berbagai jenis penyakit beserta gejalanya yang terkait. Setiap gejala dilengkapi dengan nilai CF atau nilai kepastian yang sesuai dengan metode certainty factor, sesuai dengan kebutuhan penelitian. Basis pengetahuan pada penelitian ini dirangkum sebagai berikut :

Tabel 6. Penyakit Diabetes Tipe 1

No.	Gejala-Gejala
G01	Sering Kencing
G02	Rasa haus yang berlebihan
G03	Penurunan berat badan
G04	Sering terjadi kelelahan
G05	Nafsu makan meningkat / rasa lapar berlebihan
G06	Infeksi jamur (misalnya pada kulit, gusi, atau kandung kemih)
G07	Pandangan Kabur
G08	Terjadi rasa gatal pada area tertentu
G09	Mudah tersinggung
G10	Penyembuhan luka lambat
G11	Terjadi kelemahan otot
G12	Terjadi ketegangan otot
G13	Terjadi kebutakan
G14	Obesitas (kelebihan lemak tubuh)
G15	Merasa mual dan muntah
G16	Kehilangan kesadaran
G17	Merasa kesemutan atau mati rasa di tangan atau kaki
G18	Kulit yang menggelap di area tertentu
G19	Sedang hamil tri semester kedua atau ketiga
G20	Nafas Berbau Buah

Tabel 7. Basis pengetahuan

No	Nama Penyakit	Gejala
1	Diabetes Tipe 1	G01, G02, G03, G04, G05, G06, G07, G20
2	Diabetes Tipe 2	G01, G02, G04, G05, G06, G07, G08, G14, G17, G18
3	Diabetes Gestasional	G01, G02, G04, G05, G06, G07, G15, G16, G19
4	Diabetes LADA	G01, G02, G03, G04, G05, G07, G20
5	Diabetes MODY	G01, G02, G03, G04, G05, G07, G14, G17

b. *Contoh Hitungan Certainty Factor*

Seorang pasien memiliki gejala-gejala antara lain adalah sebagai berikut: Sering buang air kecil, Rasa haus yang berlebihan, Sering terjadi kelelahan, Nafsu makan meningkat / rasa lapar berlebihan, Infeksi jamur (misalnya pada kulit, gusi, atau kandung kemih), Pandangan Kabur, Terjadi rasa gatal pada area tertentu, Mudah tersinggung, Penyembuhan luka lambat. Hitungan *Certainty Factor* berdasarkan gejala tersebut adalah sebagai berikut :

Diabetes Tipe 1 :

Gejala yang masuk pada Diabetes Tipe 1 adalah sebagai berikut :

Sering buang air kecil (0.8), Rasa haus yang berlebihan (0.8), Sering terjadi kelelahan (0.6), Nafsu makan meningkat / rasa lapar berlebihan (0.5), Infeksi jamur (misalnya pada kulit, gusi, atau kandung kemih) (0.5), Pandangan Kabur (0.4).

$$CF_{\text{kombinasi1}}=0.8+0.8 \times (1-0.8)=0.8+0.16=0.96$$

$$CF_{\text{kombinasi2}}=0.96+0.6 \times (1-0.96)=0.96+0.024=0.984$$

$$CF_{\text{kombinasi3}}=0.984+0.5 \times (1-0.984)=0.984+0.008=0.992$$

$$CF_{\text{kombinasi4}}=0.992+0.5 \times (1-0.992)=0.992+0.004=0.996$$

$$CF_{\text{kombinasi5}}=0.996+0.4 \times (1-0.996)=0.996+0.0016=0.9976$$

Diabetes Tipe 2 :

Gejala yang masuk pada Diabetes Tipe 2 adalah sebagai berikut :

Sering buang air kecil (0.6), Rasa haus yang berlebihan (0.6), Sering terjadi kelelahan (0.5), Nafsu makan meningkat / rasa lapar berlebihan (0.5), Infeksi jamur (misalnya pada kulit, gusi, atau kandung kemih) (0.4), Pandangan Kabur (0.5), Terjadi rasa gatal pada area tertentu (0.4).

$$CF_{\text{kombinasi1}}=0.6+0.6 \times (1-0.6)=0.6+0.24=0.84$$

$$CF_{\text{kombinasi2}}=0.84+0.5 \times (1-0.84)=0.84+0.08=0.92$$

$$CF_{\text{kombinasi3}}=0.92+0.5 \times (1-0.92)=0.92+0.04=0.96$$

$$CF_{\text{kombinasi4}}=0.96+0.4 \times (1-0.96)=0.96+0.016=0.976$$

$$CF_{\text{kombinasi5}}=0.976+0.5 \times (1-0.976)=0.976+0.012=0.988$$

$$CF_{\text{kombinasi6}}=0.988+0.4 \times (1-0.988)=0.988+0.0048=0.9928$$

Diabetes Tipe Gestasional :

Gejala yang masuk pada Diabetes Tipe Gestasional adalah sebagai berikut :

Sering buang air kecil (0.5), Rasa haus yang berlebihan (0.5), Sering terjadi kelelahan (0.4), Nafsu makan meningkat / rasa lapar berlebihan (0.5), Infeksi jamur (misalnya pada kulit, gusi, atau kandung kemih) (0.4), Pandangan Kabur (0.4).

$$CF_{\text{kombinasi1}}=0.5+0.5 \times (1-0.5)=0.5+0.25=0.75$$

$$CF_{\text{kombinasi2}}=0.75+0.4 \times (1-0.75)=0.75+0.1=0.85$$

$$CF_{\text{kombinasi3}}=0.85+0.5 \times (1-0.85)=0.85+0.075=0.925$$

$$CF_{\text{kombinasi4}}=0.925+0.4 \times (1-0.925)=0.925+0.03=0.955$$

$$CF_{\text{kombinasi5}}=0.955+0.4 \times (1-0.955)=0.955+0.018=0.973$$

Diabetes Tipe LADA :

Gejala yang masuk pada Diabetes Tipe LADA adalah sebagai berikut :

Sering buang air kecil (0.7), Rasa haus yang berlebihan (0.7), Sering terjadi kelelahan (0.6), Nafsu makan meningkat / rasa lapar berlebihan (0.5), Pandangan Kabur (0.5)

$$CF_{\text{kombinasi1}}=0.7+0.7 \times (1-0.7)=0.7+0.21=0.91$$

$$CF_{\text{kombinasi2}}=0.91+0.6 \times (1-0.91)=0.91+0.054=0.964$$

$$CF_{\text{kombinasi3}}=0.964+0.5 \times (1-0.964)=0.964+0.018=0.982$$

$$CF_{\text{kombinasi4}}=0.982+0.5 \times (1-0.982)=0.982+0.009=0.991$$

Diabetes Tipe MODY :

Gejala yang masuk pada Diabetes Tipe MODY adalah sebagai berikut :

Sering buang air kecil (0.6), Rasa haus yang berlebihan (0.6), Sering terjadi kelelahan (0.5), Nafsu makan meningkat / rasa lapar berlebihan (0.5), Pandangan Kabur (0.4).

$$CF_{kombinasi1} = 0.6 + 0.6 \times (1 - 0.6) = 0.6 + 0.24 = 0.84$$

$$CF_{kombinasi2} = 0.84 + 0.5 \times (1 - 0.84) = 0.84 + 0.08 = 0.92$$

$$CF_{kombinasi3} = 0.92 + 0.5 \times (1 - 0.92) = 0.92 + 0.04 = 0.96$$

$$CF_{kombinasi4} = 0.96 + 0.4 \times (1 - 0.96) = 0.96 + 0.016 = 0.976$$

Hasil CF Akhir :

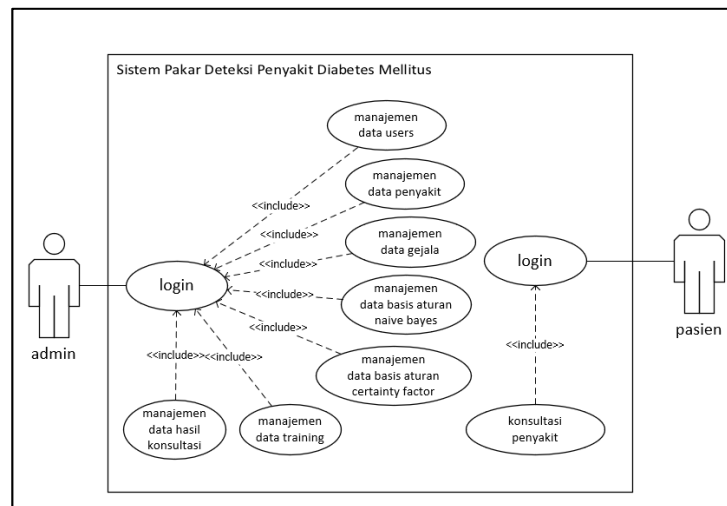
Diabetes Tipe 1: 0.9976 atau 99,76%, Diabetes Tipe 2: 0.9928 atau 99,28%, Diabetes Gestasional: 0.973 atau 97,3%, Diabetes LADA: 0.991 atau 99,1%, Diabetes MODY: 0.976 atau 97,6%. Berdasarkan nilai CF yang dihitung, kemungkinan besar pasien mengalami Diabetes Tipe 1 dengan nilai CF sebesar 0.9976 atau dengan persentase 99,76%

3.3. Desain Sistem

Desain sistem pakar yang akan penulis rancang menggunakan diagram UML dengan rancangan antara lain sebagai berikut :

a. Use Case Diagram

Diagram *use case* secara grafis menggambarkan interaksi antara aktor (klien) dengan sistem (kerangka kerja atau kerangka luar) dan menunjukkan fungsi-fungsi atau skenario-skenario yang dilakukan oleh aktor dalam sistem tersebut. [18]. Desain *use case diagram* pada sistem pakar yang penulis rancang adalah sebagai berikut :



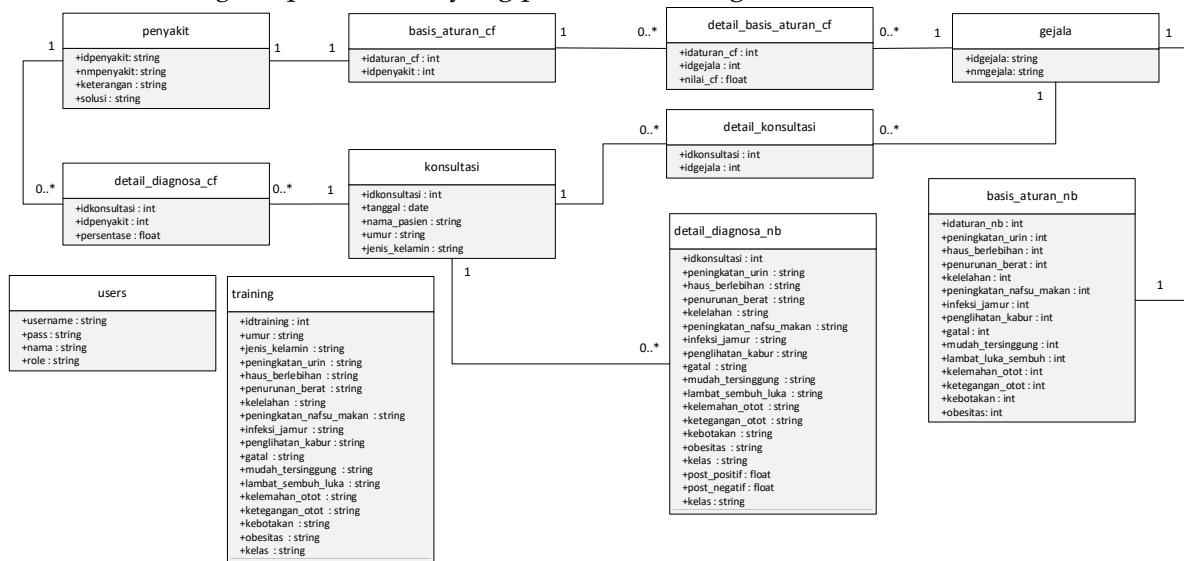
Gambar 1. Use case diagram

Penjelasan *use case diagram* pada Gambar 1 adalah sebagai berikut:

- 1) Admin : *actor* dapat melakukan proses login, manajemen data users, manajemen data penyakit, manajemen data gejala, manajemen data basis aturan *naive bayes*, manajemen data basis aturan *certainty factor*, manajemen data *training* dan manajemen data hasil konsultasi. Proses manajemen untuk data users, penyakit, gejala, basis aturan, *training* dan hasil konsultasi terdiri dari beberapa proses antara lain menampilkan, menyimpan, memperbarui dan menghapus.
- 2) Pasien : *actor* dapat melakukan proses login dan konsultasi penyakit.

b. Class Diagram

Desain *class diagram* pada sistem yang penulis kembangkan :



Gambar 2. *Class Diagram*

Penjelasan hubungan *class diagram* pada gambar 2 adalah sebagai berikut:

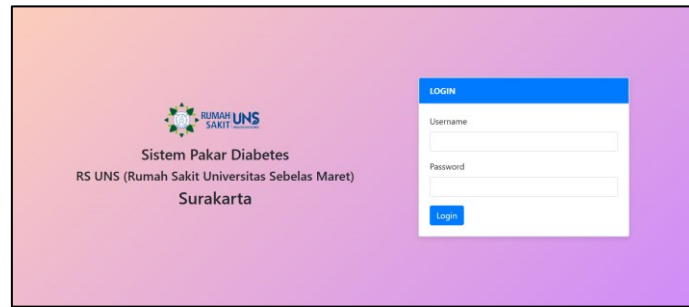
- a. Penyakit ke Basis Aturan CF: Satu penyakit bisa memiliki satu basis aturan CF, sehingga hubungan ini adalah satu ke satu.
- b. Penyakit ke Detail Diagnosa CF: Satu penyakit bisa memiliki banyak detail diagnosa CF, sehingga hubungan ini satu ke banyak.
- c. Gejala ke Basis Aturan NB: Satu gejala bisa memiliki satu basis aturan NB, sehingga hubungan ini satu ke satu.
- d. Gejala ke Detail Basis Aturan CF: Satu gejala bisa memiliki banyak detail basis aturan CF, sehingga hubungan ini satu ke banyak.
- e. Gejala ke Detail Konsultasi: Satu gejala bisa memiliki banyak detail konsultasi, sehingga hubungan ini satu ke banyak.
- f. Penyakit ke Detail Diagnosa CF: Satu penyakit bisa memiliki banyak detail diagnosa CF, sehingga hubungan ini satu ke banyak.
- g. Basis Aturan CF ke Detail Basis Aturan CF : Satu basis aturan CF bisa memiliki banyak detail aturan CF, sehingga hubungan ini satu ke banyak.
- h. Konsultasi ke Detail Diagnosa CF : Satu konsultasi bisa memiliki banyak detail diagnosa CF, sehingga hubungan ini satu ke banyak.
- i. Konsultasi ke Detail Konsultasi : Satu konsultasi bisa memiliki banyak detail konsultasi, sehingga hubungan ini satu ke banyak.
- j. Konsultasi ke Detail Konsultasi : Satu konsultasi bisa memiliki banyak detail konsultasi, sehingga hubungan ini satu ke banyak.

3.4. Interface Sistem

Hasil dari sistem pakar yang mampu memberikan klasifikasi penyakit diabetes dan jenis diabetes, *interface* Aplikasi yang penulis kembangkan :

a. Menu Login

Halaman masuk digunakan untuk otentikasi pengguna sebelum *login* ke dalam Aplikasi pakar. Tampilan Bagian masuk :



Gambar 3. Menu *Login*

b. Bagian Utama

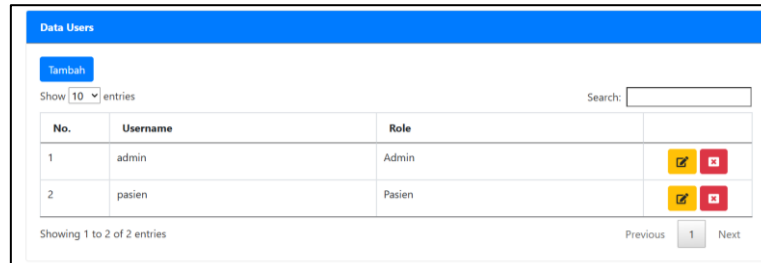
Bagian tampilan utama digunakan untuk menampilkan menu-menu yang dibutuhkan pada sistem pakar. Tampilan Bagian utama :



Gambar 4. Bagian utama

c. Bagian Data *Users*

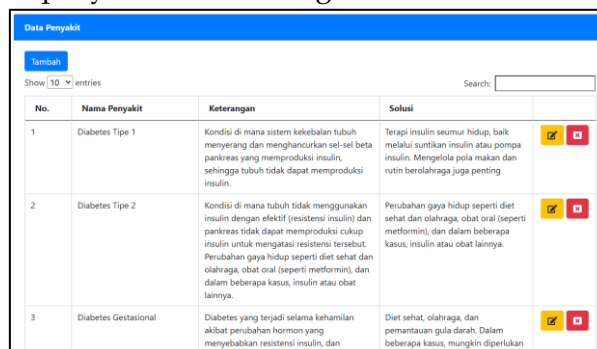
Bagian tampilan data *users* digunakan untuk manajemen data pengguna pada sistem pakar, halaman ini berisi fitur menampilkan, mencari, menambah, menyunting dan menghapus. Tampilan halaman data *users* adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Bagian data *users*

d. Bagian Data Penyakit

Bagian tampilan data penyakit digunakan untuk manajemen data penyakit pada sistem pakar, halaman ini berisi fitur menampilkan, mencari, menambah, menyunting dan menghapus. Tampilan halaman data penyakit adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Bagian data penyakit

e. Bagian Data Gejala

Bagian tampilan data gejala digunakan untuk manajemen data gejala pada sistem pakar, halaman ini berisi fitur menampilkan, mencari, menambah, menyunting dan menghapus. Tampilan bagian data gejala adalah sebagai berikut :

No.	Nama Gejala		
1	Infeksi jamur (misalnya pada kulit, gusi, atau kantung kemih)		
2	Kehilangan kesadaran		
3	Kulit yang menggelap di area tertentu		
4	Merasa kesemutan atau mati rasa di tangan atau kaki		
5	Merasa mual dan muntah		
6	Mudah tersinggung		
7	Nafas Berbau Buah		
8	Nafsu makan meningkat / rasa lapar berlebihan		

Gambar 7. Bagian data gejala

f. Bagian Basis Aturan *Naive Bayes*

Bagian tampilan basis aturan *Naive Bayes* digunakan untuk manajemen data basis aturan pada metode *Naive Bayes*, halaman ini berisi fitur menambah dan menghapus. Tampilan halaman data basis aturan *Naive Bayes* adalah sebagai berikut :

Tambah Data Basis Aturan Naive Bayes

Gejala Peningkatan Urin
 Sering buang air kecil

Gejala Haus Berlebihan
 Rasa haus yang berlebihan

Gejala Penurunan Berat Badan
 Penurunan berat badan

Gejala Kelelahan
 Sering terjadi kelelahan

Gejala Peningkatan Nafsu Makan
 Nafsu makan meningkat / rasa lapar berlebihan

Gejala Infeksi Jamur
 Infeksi jamur (misalnya pada kulit, gusi, atau kantung kemih)

Gejala Penglihatan Kabur
 Pandangan kabur

Gambar 8. Bagian basis aturan *naive bayes*

g. Bagian Basis Aturan *Certainty Factor*

Bagian tampilan data basis aturan *Certainty Factor* digunakan untuk manajemen data basis aturan metode *Certainty Factor* pada sistem pakar, halaman ini berisi fitur menampilkan, mencari, menambah, menyunting dan menghapus. Tampilan halaman data basis aturan *Certainty Factor* adalah sebagai berikut :

No.	Nama Penyakit	Keterangan		
1	Diabetes Tipe 1	Kondisi di mana sistem kekebalan tubuh menyerang dan menghancurkan sel-sel beta pankreas yang memproduksi insulin, sehingga tubuh tidak dapat memproduksi insulin.		
2	Diabetes Tipe 2	Kondisi di mana tubuh tidak menggunakan insulin dengan efektif (resistensi insulin) dan pankreas tidak dapat memproduksi cukup insulin untuk mengatasi resistensi tersebut. Perubahan gaya hidup seperti diet sehat dan olahraga, obat oral (seperti metformin), dan dalam beberapa kasus, insulin atau obat lainnya.		
3	Diabetes Gestasional	Diabetes yang terjadi selama kehamilan akibat perubahan hormon yang menyebabkan resistensi insulin, dan biasanya hilang setelah melahirkan.		
4	Diabetes LADA (Latent Autoimmune Diabetes in Adults)	Jenis diabetes autoimun yang mirip dengan diabetes tipe 1, tetapi berkembang lebih lambat dan terjadi pada orang dewasa.		
5	Diabetes MODY (Maturity Onset Diabetes of the Young)	Jenis diabetes yang disebabkan oleh mutasi genetik yang mempengaruhi produksi insulin, biasanya muncul pada usia muda dan sering kali diturunkan dalam keluarga.		

Gambar 9. Bagian basis aturan *certainty factor*

h. Bagian Data *Training*

Bagian interface data training pada sistem pakar. Halaman ini mencakup fitur untuk menampilkan, mencari, menambah, mengedit, dan menghapus data. Tampilan bagian data training adalah seperti berikut :

No.	Umur	Jenis Kelamin	Kelas	
1	40	Laki-Laki	Positif	
2	58	Laki-Laki	Positif	
3	41	Laki-Laki	Positif	
4	45	Laki-Laki	Positif	
5	60	Laki-Laki	Positif	
6	55	Laki-Laki	Positif	
7	57	Laki-Laki	Positif	
8	66	Laki-Laki	Positif	

Gambar 10. Bagian data *training*

i. Bagian Hasil Konsultasi

Bagian antarmuka hasil Berkonsultasi digunakan untuk melihat hasil konsultasi pasien dalam sistem pakar. Halaman ini mencakup fitur untuk menampilkan dan melihat detail dari hasil konsultasi. Tampilan bagian hasil konsultasi dapat dilihat seperti berikut :

No.	Tanggal	Nama Pasien	Umur	Jenis Kelamin	Kelas	
1	23-06-2024	Budi	40	Laki-Laki	Positif	
2	23-06-2024	Andi	30	Laki-Laki	Positif	

Showing 1 to 2 of 2 entries Previous 1 Next

Gambar 11. Bagian hasil konsultasi

j. Bagian Konsultasi Pasien

Bagian tampilan konsultasi pasien digunakan untuk input data konsultasi pasien, halaman ini berisi fitur menambah data gejala penyakit dan menampilkan hasil diagnosa. Tampilan halaman konsultasi pasien adalah sebagai berikut :

Konsultasi Penyakit

Nama Pasien

Umur

Jenis Kelamin

Pilih jenis kelamin

Pilih gejala-gejala berikut :

No.	Nama Gejala
<input type="checkbox"/> 1	Sering buang air kecil
<input type="checkbox"/> 2	Rasa haus yang berlebihan
<input type="checkbox"/> 3	Pemurunan berat badan
<input type="checkbox"/> 4	Sering terjadi kelelahan
<input type="checkbox"/> 5	Nafsu makan menurun / rasa lapar berlebihan

Gambar 12. Bagian konsultasi pasien

Bagian hasil klasifikasi penyakit diabetes pada sistem pakar adalah sebagai berikut :

Hasil Konsultasi	
Nama Pasien	
Budi	
Umur	
40	
Jenis Kelamin	
Laki-Laki	
Gejala-Gejala Penyakit Yang Dipilih:	
No.	Nama Gejala
1	Sering buang air kecil
2	Penurunan berat badan
3	Sering terjadi kelelahan
4	Infeksi jamur (misalnya pada kulit, gusi, atau kandung kemih)
5	Pandangan Kabur
6	Terjadi rasa gatal pada area tertentu

Gambar 13. Bagian hasil klasifikasi penyakit

Bagian hasil persentase jenis penyakit diabetes pada sistem pakar adalah sebagai berikut :

Detail Jenis Diabetes:				
No.	Nama Penyakit	Keterangan	Solusi	Persentase
1	Diabetes Tipe 1	Kondisi di mana sistem kekebalan tubuh menyerang dan menghancurkan sel-sel beta pankreas yang memproduksi insulin, sehingga tubuh tidak dapat memproduksi insulin.	Terapi insulin seumur hidup, baik melalui suntikan insulin atau pompa insulin. Mengelola pola makan dan rutin berolahraga juga penting	99.2800%
2	Diabetes LADA (Latent Autoimmune Diabetes in Adults)	Jenis diabetes autoimun yang mirip dengan diabetes tipe 1, tetapi berkembang lebih lambat dan terjadi pada orang dewasa.	Awalnya mungkin dapat dikelola dengan obat oral, tetapi seiring waktu biasanya memerlukan terapi insulin.	97.6000%
3	Diabetes Tipe 2	Kondisi di mana tubuh tidak menggunakan insulin dengan efektif (resistensi insulin) dan pankreas tidak dapat memproduksi cukup insulin untuk mengatasi resistensi tersebut. Perubahan gaya hidup seperti diet sehat dan olahraga, obat oral (seperti metformin), dan dalam beberapa kasus, insulin atau obat lainnya.	Perubahan gaya hidup seperti diet sehat dan olahraga, obat oral (seperti metformin), dan dalam beberapa kasus, insulin atau obat lainnya.	96.4000%
4	Diabetes MODY (Maturity Onset Diabetes of the Young)	Jenis diabetes yang disebabkan oleh mutasi genetik yang mempengaruhi produksi insulin, biasanya muncul pada usia muda dan sering kali diturunkan dalam keluarga.	Tergantung pada jenis mutasinya, beberapa kasus dapat dikelola dengan perubahan pola makan dan obat oral, sementara yang lain mungkin memerlukan terapi insulin.	94.0000%

Gambar 14. Bagian persentase jenis penyakit

3.5. Pengujian

1. Pengujian Metode *Confesion Matrix*

Pada tahap pengujian, penulis menggunakan metode diatas sebagai bahan evaluasi untuk mencari model perhitungan klasifikasi dengan membandingkan prediksi model dengan hasil yang sebenarnya. Metode ini diterapkan untuk menguji metode *naïve bayes*, dengan proses pengujian yang dijelaskan sebagai berikut :

Tabel 8. Data Pengujian

Nama	Hasil Aktual	Hasil Prediksi
pasien 1	Positif	Positif
pasien 2	Positif	Positif
pasien 3	Positif	Positif
pasien 4	Positif	Positif
pasien 5	Positif	Positif
pasien 6	Negatif	Negatif
pasien 7	Negatif	Negatif
pasien 8	Negatif	Negatif
pasien 9	Negatif	Negatif
pasien 10	Negatif	Positif

Tabel 9. Tabel confusion matrix

	Prediksi Positif	Prediksi Negatif
Aktuan Positif	5	0
Aktual Negatif	1	4

True Positives (TP) : 5 (Pasien 1, 2, 3, 4, 5)
 True Negatives (TN) : 4 (Pasien 6, 7, 8, 9)
 False Positives (FP) : 1 (Pasien 10)
 False Negatives (FN) : 0

Akurasi = $(TP+TN) / (TP+TN+FP+FN)$
 = $9/10 : 0,9$ atau 90%

Presisi = $TP / (TP+FN)$
 = $5/6 : 0,833$ atau 83,3%

Recall = $TP / (TP/FN)$
 = $5/5 : 1$ atau 100%

F1-Score = $2 \times ((Presisi \times Recall) / (Presisi+Recall))$
 = $2 \times ((0,833 \times 1) / (0,833 + 1) :) : 0,909$ atau 90,9%

Berdasarkan *confusion matrix* dan metrik evaluasi di atas, maka akurasi model ini adalah 90%, dengan F1-Score sekitar 90.9%, menunjukkan bahwa model memiliki performa yang baik.

2. Pengujian Pakar

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi hasil diagnosa diabetes menggunakan metode *certainty factor*. Metode tersebut membandingkan dari sistem pakar dengan hasil yang diberikan oleh seorang pakar. Proses ini dijelaskan sebagai berikut::

Tabel 10. Data pengujian

Nama	Hasil Sistem Pakar	Hasil Pakar
pasien 1	Tipe 1	Tipe 1
pasien 2	Tipe 1	Tipe 1
pasien 3	Tipe 1	Tipe 1
pasien 4	Tipe 1	Tipe 2
pasien 5	Tipe 1	Tipe 1
pasien 6	Tipe 1	Tipe 1
pasien 7	Tipe 1	Tipe 1
pasien 8	Tipe 1	Tipe 1
pasien 9	Tipe 1	Tipe 2
pasien 10	Tipe 1	Tipe 1

Berdasarkan hasil pengujian maka proses perhitungan persentase adalah hasil yang sama = 7 dari 10 pasien, maka proses hitungan adalah sebagai berikut :

Persentase : $(8/10) \times 100\% = 80\%$

Berdasarkan hitungan maka hasil persentase pengujian pakar adalah 80%.

4. KESIMPULAN

Implementasi *Naive Bayes* dan *Certainty Factor* pada penelitian ini memberikan hasil sistem pakar yang memiliki fitur manajemen data pasien, data pengguna, data gejala, data penyakit, basis pengetahuan, data training dan konsultasi pasien. Sistem pakar dapat membantu tenaga medis

dalam melakukan manajemen sistem pada penyakit diabetes *mellitus* dan membantu pasien dalam mendeteksi penyakit diabetes *mellitus* secara mandiri dan memberikan pengetahuan tentang penyakit tersebut. Aplikasi ini dirancang dengan perhitungan *Naive Bayes* dan *Certainty Factor* memberikan pendekatan yang efektif dan efisien dalam klasifikasi positif atau negatif mengidap penyakit diabetes dengan akurasi model 90%. Kemudian sistem pakar juga mampu memberikan hasil jenis penyakit diabetes dengan akurasi sebesar 80%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Alm Bapak, Ibuk Tercinta, serta keluarga yang selalu memberikan dukungan kepada penulis dalam proses menjalani program studi ini, serta ananda Annisa Putri Hanifa yang telah mendukung dan membantu dalam setiap proses perjalanan penulis, dan juga ucapan rasa terimakasih saya kepada Bapak/Ibu dosen serta Civitas Akademika Universitas Duta Bangsa Surakarta yang telah memberikan ilmu serta pengetahuan dalam proses menuntut ilmu penulis, serta ucapan terima kasih kepada dr Desy Puspa Putri Sp.PD, karena beliau telah bersedia berperan penting untuk pengembangan sistem pakar ini, serta Bapak/Ibu Civitas Hospitalia Rumah Sakit Universitas Sebelas Maret yang sudah banyak membantu penulis dalam melakukan penelitian ini, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan Bapak/Ibu semuanya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Permatasari, S. Bernadette, and I. Kusumawardhana, "Studi Persuasi: Analisis Terhadap Kampanye Kementerian Kesehatan 'Cegah Obati Lawan Diabetes' Melalui Youtube," *Jurnal Sosial dan Humaniora*, vol. 4, pp. 356–370, 2019.
- [2] O. E. Setiawati and E. Yuliasuti, "Pengaruh Pendidikan Kesehatan Dengan Media Flipchart Tentang Diabetes Melitus Terhadap Sikap Remaja Di SMA Muhammadiyah 1 Banjarmasin," *Jurnal Inovasi Penelitian*, vol. 4, no. 6, p. 1093, 2023.
- [3] D. Marcelina, E. Yulianti, and Z. R. Mair, "Penerapan Metode Forward Chaining Pada Sistem Pakar Identifikasi Penyakit Tanaman Kelapa Sawit," *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, vol. 13, no. 2, pp. 107–115, Aug. 2022, doi: [10.36982/jiig.v13i2.2299](https://doi.org/10.36982/jiig.v13i2.2299).
- [4] Y. Istiqomah, J. Maulindar, and D. Hartanti, "Rancang Bangun Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Dispepsia Dengan Metode Forward Chaining," *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 6, no. 2, pp. 390–399, Jul. 2023, doi: [10.29408/jit.v6i2.17438](https://doi.org/10.29408/jit.v6i2.17438).
- [5] C. Zai, "Implementasi Data Mining Sebagai Pengolahan Data," *Jurnal Portal Data*, vol. 2, no. 3, pp. 1–12, 2022.
- [6] H. M. Siregar, "Implementasi Metode Naive Bayes Pada Perancangan Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Bronkiektasis," *Bulletin of Information Technology (BIT)*, vol. 1, no. 3, pp. 112–121, 2020.
- [7] D. Supriyadi et al., "Analisis Sistem Pakar Diagnosa Penyakit THT Menggunakan Metode Certainty Factor," *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Sains*, vol. 1, no. 6, pp. 652–657, 2022, [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/bisik/>
- [8] D. Fortuna, Salahuddi, and Husaini, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Diabetes Mellitus menggunakan Metode Naive Bayes Berbasis Web," in *eProceeding of TIK*, 2021.
- [9] Syahrullah and K. Nurwijayanti, "Klasifikasi Diagnosa Penyakit Diabetes Dengan Metode Naive Bayes Berbasis Web," *Jurnal Kecerdasan Buatan dan Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 3, pp. 115–121, 2023.
- [10] H. Sitorus, V. Yasin, and A. B. Yulianto, "Perancangan sistem pakar diagnosis penyakit diabetes berbasis web menggunakan algoritma Naive Bayes," *Jurnal Sains dan Teknologi Widyaloka*, vol. 1, no. 1, pp. 135–144, 2022.

- [11] N. M. Aji, V. Atina, and N. A. Sudibyo, "Pemodelan Prediksi Kelulusan Mahasiswa Dengan Metode Naïve Bayes Di UNIBA," *Jurnal Manajemen Informatika & Sistem Informasi (MISI)*, vol. 6, no. 2, pp. 148–158, 2023, doi: [10.36595/misi.v5i2](https://doi.org/10.36595/misi.v5i2).
- [12] A. A. Wahid, "Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi," *Jurnal Ilmu-Ilmu Informatika dan Manajemen STMIK*, pp. 1–5, 2020, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/346397070/>
- [13] A. Voutama, "Sistem Antrian Cuci Mobil Berbasis Website Menggunakan Konsep CRM dan Penerapan UML," *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, vol. 11, no. 1, pp. 102–111, Feb. 2022, doi: [10.34010/komputika.v11i1.4677](https://doi.org/10.34010/komputika.v11i1.4677).
- [14] I. Murni, A. Sari Br Pa, B. R. Lubis, and A. Ikhwan, "Pengamanan Pesan Rahasia dengan Algoritma Vigenere Cipher Menggunakan PHP," *Journal on Education*, vol. 05, no. 02, 2023.
- [15] F. Hari Utami, "Aplikasi Pelayanan Antrian Pasien Menggunakan Metode FCFS Menggunakan PHP dan MySQL," *Jurnal Media Infotama*, vol. 18, no. 1, 2022.
- [16] I. Nawangsih, I. Melani, and S. Fauziah, "Pelita Teknologi Prediksi Pengangkatan Karyawan Dengan Metode Algoritma C5.0 (Studi Kasus PT. Mataram Cakra Buana Agung)," *Jurnal Pelita Teknologi*, vol. 16, no. 2, pp. 24–33, 2021.
- [17] N. Pramesti, "Klasifikasi Persediaan Barang Menggunakan Naïve Bayes," *Jurnal Data Science dan Informatika (JDSI)*, vol. 1, no. 2, pp. 53–57, 2021, [Online]. Available: <http://publikasi.bigdatascience.id/>
- [18] N. Didik Hermawan, V. Athina, and A. Srirahayu, "Aplikasi Monitoring Jaringan Berbasis Web Di Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Sragen," *Duta.com*, vol. 16, no. 1, pp. 56–72, 2023.