

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENANGANAN PENDERITA JANTUNG MENGGUNAKAN KLASIFIKASI NAÏVE BAYES

Aa Kurniawan¹, Nurfiqih²

²Department, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, 15310
e-mail: ²dosen02361@unpam.ac.id

²Department, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, 15310
e-mail: ²dosen02371@unpam.ac.id

Abstract

According to the official website of Indonesia's Ministry of Health (Kemenkes RI) in 2023, cardiovascular disease is the leading cause of death worldwide. This illness often affects individuals in their productive years, causing a high mortality rate that leads to significant social and economic burdens. The American Heart Association reported that over 17 million deaths are caused by cardiovascular disease annually, and this number is projected to increase to 23.3 million by 2030. Medical diagnosis of heart disease still faces various challenges, particularly due to incomplete or reduced data. To address this issue, computer-based data mining techniques can help uncover meaningful insights from heart disease patient datasets. One commonly used approach in data mining is classification, which involves building models to differentiate between data classes and predict unknown class labels. This study applies the Naïve Bayes classification algorithm to identify heart disease risks. Using a dataset from Kaggle, the research involves eight independent variables and one dependent variable to classify patient data. The aim is not only to demonstrate the algorithm's usefulness but also to educate both medical professionals and the wider community. As part of the implementation, a web-based application is developed, enabling easier access to early and independent heart disease screening. With widespread internet availability, this tool has the potential to assist in early diagnosis and improve public awareness about heart health

Abstrak

Menurut situs resmi Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI) pada tahun 2023, penyakit kardiovaskular merupakan penyebab kematian utama di seluruh dunia. Penyakit ini sering menyerang individu pada usia produktif, sehingga menyebabkan tingkat kematian yang tinggi dan menimbulkan beban sosial serta ekonomi yang signifikan. American Heart Association melaporkan bahwa lebih dari 17 juta kematian setiap tahunnya disebabkan oleh penyakit kardiovaskular, dan jumlah ini diperkirakan akan meningkat menjadi 23,3 juta pada tahun 2030. Diagnosis medis terhadap penyakit jantung masih menghadapi berbagai tantangan, terutama karena data yang tidak lengkap atau berkurang. Untuk mengatasi masalah ini, teknik data mining berbasis komputer dapat membantu menggali wawasan yang bermakna dari kumpulan data pasien penyakit jantung. Salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam data mining adalah klasifikasi, yang melibatkan pembangunan model untuk membedakan antara kelas data dan memprediksi label kelas yang tidak diketahui. Penelitian ini menerapkan algoritma klasifikasi Naïve Bayes untuk mengidentifikasi penanganan penderita penyakit jantung. Data yang digunakan bersumber dari Kaggle dataset, penelitian ini melibatkan delapan variabel independen dan satu variabel dependen untuk mengklasifikasikan penanganan penderita jantung berdasarkan data pasien. Tujuan dari penelitian ini kita dapat mengimplementasikan, memanfaatkan serta memberi edukasi tidak hanya untuk tenaga medis tetapi juga bagi masyarakat. Pengembangan penelitian ini berbasis web yang memungkinkan akses lebih mudah untuk klasifikasi penanganan penderita penyakit jantung secara dini dan mandiri untuk membantu dalam diagnosis awal dan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang kesehatan jantung.

Keywords: Data mining; Klasifikasi; Naïve Bayes; Penderita Jantung;

1. PENDAHULUAN

Menurut data dari World Health Organization (WHO), penyakit jantung dan pembuluh darah merupakan penyebab utama kematian di dunia, dengan angka kematian lebih dari 17 juta jiwa setiap tahunnya. Jumlah ini diproyeksikan meningkat hingga mencapai 23,3 juta kasus pada tahun 2030 [1]. Negara-negara dengan pendapatan rendah dan menengah, seperti Indonesia, memberikan kontribusi besar terhadap angka tersebut, dengan estimasi kontribusi hingga 80% dari total kasus [2] [3].

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI) menegaskan bahwa penyakit jantung menjadi penyebab kematian tertinggi, bahkan di kalangan usia produktif. Kondisi ini menyebabkan beban sosial dan ekonomi yang signifikan pada masyarakat [3] [4]. Berdasarkan laporan Institute for Health Metrics and Evaluation, Indonesia mencatat angka kematian akibat penyakit kardiovaskular sebesar 651.481 jiwa per tahun [4]. Selain itu, berdasarkan data BPJS Kesehatan tahun 2021, penyakit jantung juga menjadi beban pembiayaan kesehatan terbesar, mencapai Rp7,7 triliun [5].

Melihat tingginya kasus dan beban yang ditimbulkan, dibutuhkan pendekatan yang lebih menyeluruh dan inovatif untuk menangani penyakit ini. Salah satu pendekatan potensial adalah memanfaatkan internet sebagai sarana edukasi dan penyuluhan. Penanganan penyakit jantung tidak hanya melalui medikasi, tetapi juga dengan terapi alternatif seperti rehabilitasi, konseling, dan pengelolaan gaya hidup [6].

Menurut data dari Katadata, gaya hidup masyarakat Indonesia tergolong berisiko tinggi terhadap penyakit jantung. Faktor-faktor seperti kebiasaan merokok, kelebihan berat badan, dan hipertensi menjadi penyebab utama. Statistik menunjukkan bahwa enam dari sepuluh pria di Indonesia adalah perokok, dan empat di antaranya mulai merokok pada usia 13–15 tahun. Selain itu, tingkat obesitas pada perempuan juga tinggi, dengan tekanan darah rata-rata mencapai 123,3 mmHg [7].

Perubahan gaya hidup sehat bukanlah proses yang mudah dan membutuhkan pendekatan promotif yang efektif. Tenaga kesehatan menghadapi tantangan dalam mendorong rehabilitasi pasien jantung melalui pendekatan gaya hidup sehat. Promosi kesehatan yang interaktif dan menyenangkan terbukti lebih efektif dalam mendorong perubahan perilaku positif [8]. Tuah et al. menjelaskan bahwa metode promosi yang menggabungkan edukasi dan aktivitas dapat mempercepat proses pemulihan pasien [9].

Digitalisasi dalam promosi kesehatan menjadi alternatif yang menjanjikan. Penggunaan aplikasi berbasis gawai (mobile health) telah

menunjukkan hasil positif dalam pengelolaan diri pasien jantung. Namun, motivasi penggunaan aplikasi digital kesehatan masih rendah, dan memerlukan pendekatan yang lebih bersifat personal dan berkelanjutan [10], [11].

Dalam konteks teknologi informasi, pendekatan berbasis klasifikasi dan klusterisasi data menjadi sangat relevan untuk mendukung pengambilan keputusan medis. Klasifikasi merupakan metode dalam supervised learning yang bertujuan membentuk model berdasarkan data berlabel, yang kemudian digunakan untuk memprediksi kelas dari data baru [12]. Teknik ini memungkinkan proses diagnosis atau evaluasi dini terhadap data medis yang kompleks.

Salah satu metode klasifikasi yang cukup populer dan efektif adalah Naïve Bayes. Metode ini memiliki kelebihan dalam menangani dataset yang besar serta proses perhitungan probabilitas yang efisien. Beberapa penelitian telah menggunakan Naïve Bayes dalam klasifikasi penyakit, seperti diagnosa penyakit hati [13], manajemen diri penderita penyakit jantung [14], serta perubahan perilaku berbasis aplikasi gim pada pengguna smartphone [15]. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa metode ini memberikan hasil klasifikasi yang akurat dan konsisten. Namun demikian, tantangan dalam implementasi aplikasi digital kesehatan tidak lepas dari faktor literasi digital dan motivasi penggunaan. Hal ini lah yang mendorong perlu adanya aplikasi yang mudah diakses dan user friendly bagi penderita.

Meskipun pemerintah Indonesia telah melakukan berbagai upaya dalam pencegahan dan pengendalian penyakit jantung, seperti pelatihan teknis, monitoring, dan penyuluhan, implementasi di lapangan masih menghadapi tantangan. Penyuluhan tidak merata, dan akses informasi belum menjangkau semua lapisan masyarakat. Oleh karena itu, pemanfaatan aplikasi berbasis internet menjadi solusi strategis untuk menjangkau masyarakat secara luas tanpa batasan geografis maupun waktu [3].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pendukung keputusan dalam penanganan penyakit jantung menggunakan metode klasifikasi Naïve Bayes. Sistem ini diharapkan mampu memberikan informasi yang cepat, akurat, dan dapat diakses oleh masyarakat luas guna menurunkan angka kematian akibat penyakit jantung.

2. PENELITIAN YANG TERKAIT

Tinjauan Pustaka

Berbagai metode klasifikasi telah banyak dimanfaatkan oleh para peneliti dalam mendukung

proses diagnosis penyakit, termasuk diabetes. Misalnya, penelitian oleh Surbakti menerapkan algoritma Naïve Bayes untuk membantu dalam proses identifikasi penyakit hati, yang bertujuan mempermudah deteksi awal gejala penyakit tanpa perlu kunjungan langsung ke fasilitas kesehatan yang jauh [13]. Sementara itu, Ardianti et al. mengkaji strategi self-management bagi pasien penyakit jantung pasca prosedur kateterisasi, dengan fokus pada aspek integrasi diri, regulasi diri, interaksi dengan tenaga medis, pemantauan diri, dan kepatuhan terhadap pengobatan [14]. Di sisi lain, Wardiyana dan Herawati melakukan studi tinjauan pustaka terkait pemanfaatan aplikasi permainan di smartphone untuk mendorong perilaku hidup sehat pada penderita penyakit jantung, dan hasilnya menunjukkan bahwa pendekatan berbasis game memiliki dampak positif terhadap motivasi, kepatuhan pasien, serta kondisi psikologis mereka [15].

Algoritma Naïve Bayes sendiri bekerja dengan prinsip bahwa setiap atribut pada data dianggap memiliki kontribusi yang sama dalam proses pengambilan keputusan dan diasumsikan bersifat independen antar atribut. Metode ini dikenal memiliki keunggulan dalam hal kemudahan implementasi serta performa klasifikasi yang baik. Pengambilan keputusan dalam algoritma ini didasarkan pada perhitungan probabilitas bersyarat dari suatu fitur terhadap kelas tertentu, setelah dilakukan seleksi fitur menggunakan metode yang sesuai [16]. Namun demikian, kelemahan dari algoritma ini adalah apabila terdapat probabilitas bersyarat yang bernilai nol, maka hasil klasifikasinya juga akan bernilai nol, yang tentunya dapat menurunkan akurasi sistem.

Namun demikian, tantangan dalam implementasi aplikasi digital kesehatan tidak lepas dari faktor literasi digital dan motivasi penggunaan. Jaarsma et al mengidentifikasi bahwa rendahnya kepatuhan terhadap aplikasi *exergaming* disebabkan oleh hambatan psikologis dan teknis, yang perlu diantisipasi dalam pengembangan sistem. Hal ini lah yang mendorong perlu adanya aplikasi yang mudah diakses dan user friendly bagi penderita [11].

Meskipun berbagai studi telah dilakukan, terdapat celah penelitian (*research gap*) yang belum banyak dijelajahi, yaitu pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis *web* dengan integrasi algoritma *Naïve Bayes* yang mampu mengklasifikasikan penanganan penderita jantung secara mandiri dan efisien. Sebagian besar penelitian terdahulu hanya fokus pada diagnosis atau edukasi, dan belum menyatukan aspek klasifikasi klinis dengan kemudahan akses melalui platform digital berbasis *web* menggunakan *dataset* terbuka. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengisi kekosongan tersebut dengan merancang sistem klasifikasi berbasis *web* untuk penanganan penderita jantung menggunakan metode *Naïve Bayes*, yang diharapkan dapat

digunakan sebagai alat bantu diagnosa awal dan edukasi digital.

Naïve Bayes

Naive Bayes merupakan salah satu metode yang digunakan dalam teknik klasifikasi. Algoritma ini didasarkan kepada prinsip probabilitas dan statistika. Teorema *Bayes* digunakan untuk memperkirakan kemungkinan suatu peristiwa di masa depan berdasarkan data atau pengalaman sebelumnya. Metode ini mengasumsikan bahwa setiap atribut bersifat independen atau tidak saling bergantung satu sama lain. Dalam proses klasifikasinya, diasumsikan bahwa keberadaan suatu fitur dalam satu kelas tidak bergantung pada keberadaan fitur lain dari kelas yang berbeda.

Persamaan dari torema *Bayes* adalah:

$$P(H|X) = \frac{P(X|H) \cdot P(H)}{P(X)}$$

Ket:

X : Data dengan kelas yang belum diketahui

H : Hipotesis data X merupakan suatu kelas spesifik

P(H|X) : Probabilitas hipotesis H berdasarkan kondisi X

P(H) : Probabilitas hipotesis

P(X|H) : Probabilitas X berdasarkan kondisi pada hipotesis H

P(X) : Probabilitas X

Klasifikasi

Klasifikasi merupakan salah satu pendekatan dalam data mining yang bertujuan untuk menetapkan suatu entitas ke dalam kategori tertentu berdasarkan kesamaan atribut atau karakteristik. Proses ini lazim digunakan dalam berbagai aplikasi untuk menangani permasalahan yang memerlukan pengambilan keputusan berbasis pola data. Umumnya, proses klasifikasi melibatkan pemisahan dataset menjadi dua subset utama, yaitu data pelatihan (*training data*) dan data pengujian (*testing data*). Pembagian ini bertujuan agar model dapat dilatih terlebih dahulu sebelum diuji terhadap data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Proporsi antara data latih dan data uji memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat keakuratan dari model klasifikasi yang dihasilkan [17].

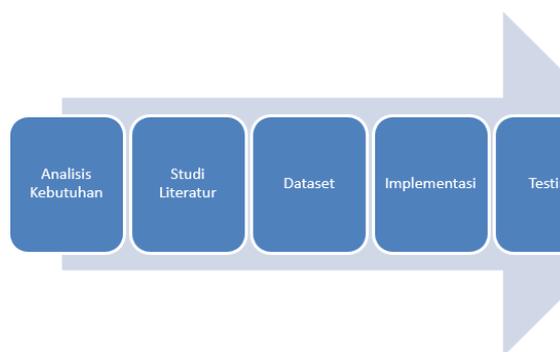
3. METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Dalam menganalisis sistem yang sedang berjalan, telah diketahui bahwa proses diagnosis penanganan penderita penyakit jantung membutuhkan peran seorang pakar. Oleh karena itu, sistem yang diusulkan perlu dianalisis secara menyeluruh agar dapat dirancang dan dikembangkan dengan optimal, sehingga mampu berfungsi layaknya seorang pakar dalam melakukan klasifikasi secara akurat. Selain itu,

agar perangkat lunak yang dibangun bersifat ramah pengguna (*user-friendly*) dan perangkat kerasnya dapat mendukung kinerja sistem pakar secara maksimal, maka diperlukan juga tahapan analisis kebutuhan dan analisis pengetahuan.

Alur metodologi penelitian penerpaan algoritma *Naïve Bayes* dalam mengklasifikasikan penanganan penderita penyakit jantung ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar. 1 Alur Penelitian

Agar dapat merancang sistem yang efektif dan sesuai dengan tujuan, langkah awal yang perlu dilakukan adalah mengumpulkan data serta informasi mengenai sistem yang telah berjalan. Data ini diperoleh melalui proses analisis terhadap sistem yang ada, sehingga dari hasil analisis tersebut dapat ditentukan rancangan sistem yang akan dikembangkan. Melalui informasi dari analisis sistem yang sedang berjalan, kita juga bisa mengidentifikasi kebutuhan informasi yang perlu dipenuhi oleh sistem baru.

Dataset

Dataset yang digunakan diperoleh dari platform Kaggle, terdiri atas 40 entri data penderita jantung. Data ini mencakup satu atribut dependen (klasifikasi penanganan) dan tujuh atribut independen, yaitu: jenis kelamin, umur, tekanan darah (blood pressure), kadar kolesterol, status diabetes, status merokok, dan jenis nyeri dada, seperti yang disajikan dalam table berikut:

Table I. Tabel Atribut

No.	Variabel	Kriteria	Value
1.	Jenis kelamin	Pria/wanita	1. Male 2. Female
2.	Umur	Umur	33-89 tahun
3.	Blood Pressure	Tekanan darah	91 mm Hg- 197 mm Hg
4.	Cholesterol	Tingkat kolesterol	91 mg/dl - 197 mg/dl
5.	Has diabetes	Memiliki riwayat diabetes	1. Yes 2. No

6.	Somiking Status	Kecanduan terhadap rokok	1. Never 2. Current 3. Former
7.	Chest Pain type	Nyeri dada	1. typical angina 2. Atypical angina 3. Non-anginal pain

Dataset kemudian dibagi menjadi data latih (30 data) dan data uji (10 data) untuk pelatihan serta evaluasi performa model.

Algoritma Naïve Bayes

Algoritma Naïve Bayes bekerja berdasarkan Teorema Bayes dan mengasumsikan bahwa setiap fitur bersifat independen. Proses klasifikasi dilakukan dengan menghitung probabilitas posterior dari setiap kelas berdasarkan nilai fitur yang diberikan. Prediksi akhir ditentukan oleh kelas dengan nilai probabilitas tertinggi.

Langkah-langkah klasifikasi sebagai meliputi:

a. Pengumpulan dan Pemilihan Dataset

Dataset yang digunakan bersumber dari platform *Kaggle*, yang telah banyak digunakan dalam penelitian medis. Dataset ini mencakup informasi vital terkait kondisi pasien jantung seperti umur, jenis kelamin, tekanan darah, kadar kolesterol, status diabetes, kebiasaan merokok, dan jenis nyeri dada. Setiap atribut ini merupakan fitur (feature) yang digunakan dalam proses klasifikasi.

b. Pra-pemrosesan Data (*Preprocessing*)

Pra-pemrosesan merupakan tahapan penting untuk meningkatkan kualitas data. Dalam penelitian ini, tahapan ini meliputi:

- Penanganan nilai hilang (missing values): menghapus atau mengganti entri yang kosong.
- Normalisasi data: memastikan semua fitur berada pada skala yang seimbang jika diperlukan.
- Label encoding: mengubah data kategorikal (misalnya: "male/female", "yes/no") menjadi bentuk numerik yang dapat diproses oleh algoritma.

c. Pembagian Data: *Training* dan *Testing*

Dataset dibagi menjadi dua bagian utama:

- Data Latih (Training set) sebanyak 30 data: digunakan untuk melatih model klasifikasi.
- Data Uji (Testing set) sebanyak 10 data: digunakan untuk menguji kemampuan

generalisasi model terhadap data baru yang tidak terlihat sebelumnya.

d. Pembentukan Model Naïve Bayes

Naïve Bayes membentuk model klasifikasi berdasarkan prinsip probabilitas bersyarat dari Teorema Bayes:

$$P(H|X) = \frac{P(X|H) \cdot P(H)}{P(X)}$$

e. Perhitungan Probabilitas Posterior

Setelah model dilatih, data uji dimasukkan ke dalam sistem dan probabilitas posterior dihitung untuk setiap kelas. Algoritma akan mengidentifikasi kelas dengan probabilitas tertinggi sebagai hasil klasifikasi. Misalnya hasil dari data latih berikut:

- Lifestyle Changes: 11/30
- Angioplasty: 9/30
- Medication: 5/30
- Coronary Artery Bypass Graft (CABG): 5/30

Table II. Tabel Probabilitas Naïve Bayes

No	Treatment	P(Treatment)	P(Gender=Female Class)	P(Dial Class)
1	Lifestyle Changes	0.3103	0.4444	0.5556
2	Angioplasty	0.3103	0.6667	0.4444
3	CABG	0.2069	0.5000	0.5000
4	Medication	0.1724	0.4000	0.4000

f. Evaluasi Hasil Klasifikasi

Hasil dari model Naïve Bayes dievaluasi dengan membandingkan label prediksi dan label aktual dari data uji. Berikut dilampirkan table data latih data uji berdasarkan data dari Kaggle Ukuran performa yang digunakan adalah akurasi, yaitu:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{banyaknya jumlah data yang benar}}{\text{banyak jumlah data testing}} \times 100\%$$

Peancangan Sistem

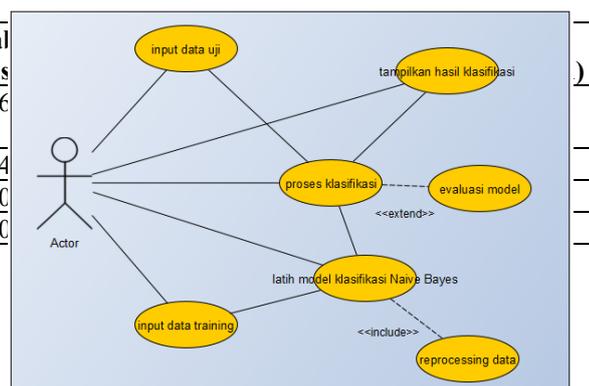
Sistem dirancang dalam bentuk aplikasi web dengan antarmuka yang sederhana dan intuitif. Diagram use case, diagram aktivitas, serta ERD digunakan untuk menggambarkan fungsionalitas dan alur sistem secara menyeluruh. Sistem memungkinkan input data pasien untuk diklasifikasikan secara otomatis dan memberikan hasil prediksi penanganan berdasarkan model yang telah dilatih.

Pada fase perancangan sistem, dikembangkan sebuah model klasifikasi untuk mendukung proses pengambilan keputusan dalam penanganan penderita jantung. Model ini menerapkan algoritma *Naïve Bayes* sebagai metode inti, yang bekerja berdasarkan prinsip

probabilitas kondisional untuk menentukan kemungkinan klasifikasi suatu kasus berdasarkan data yang tersedia. Proses pengembangannya menyertakan *reprocessing data* dan melakukan evaluasi model untuk meningkatkan performa *Naïve Bayes*.

Proses perancangan diawali dengan penyusunan *use case diagram* (lihat Gambar 2), yang berfungsi untuk menggambarkan kebutuhan fungsional dari sistem secara menyeluruh. Diagram ini mendeskripsikan aktor yang terlibat beserta interaksinya terhadap sistem. Berdasarkan diagram tersebut, diketahui bahwa sistem hanya melibatkan satu aktor utama, yaitu admin. Peran admin meliputi melakukan input terhadap data latih dan data uji serta menjalankan proses klasifikasi.

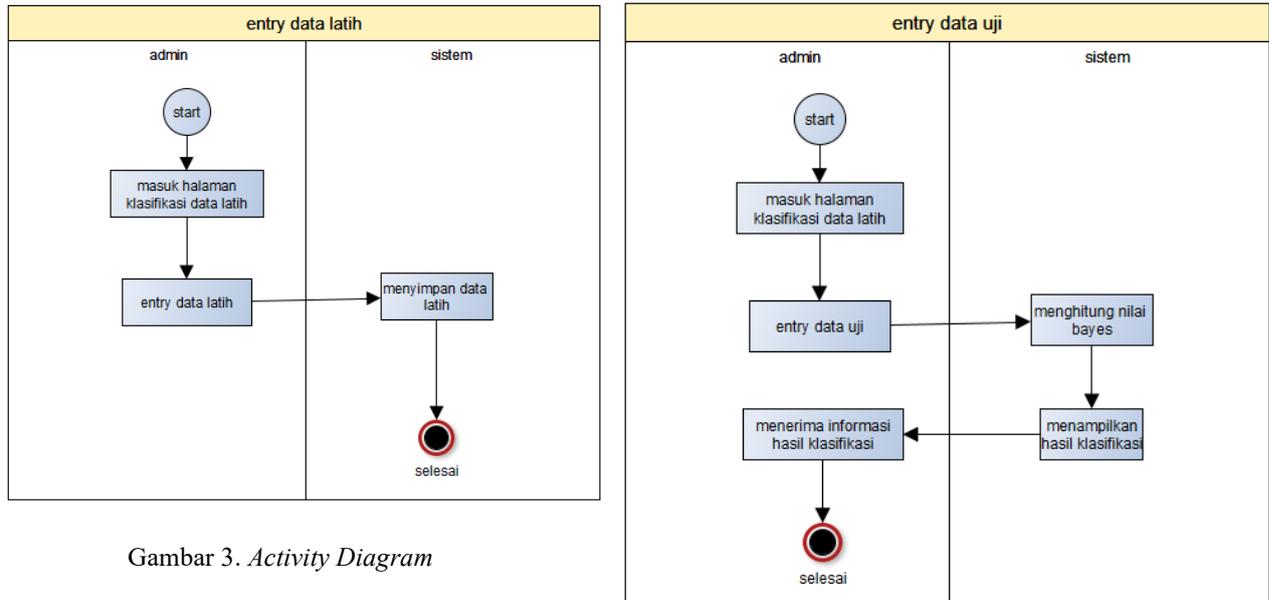
Sistem dirancang untuk memproses data latih sebagai dasar pembentukan model klasifikasi *Naïve Bayes*. Algoritma kemudian melakukan analisis terhadap data tersebut untuk membentuk distribusi probabilitas dari masing-masing kelas yang ada. Setelah model terbentuk, data uji digunakan untuk mengukur kemampuan model dalam memprediksi kategori penanganan berdasarkan nilai atribut input.



Gambar 2. Use Case Diagram

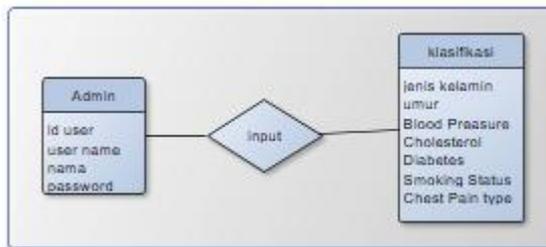
Activity diagram (gambar 3) digunakan untuk menggambarkan alur proses logis dalam suatu sistem tanpa mempertimbangkan aspek lingkungan fisik tempat berlangsungnya aliran data. Diagram ini menekankan urutan aktivitas dan logika kontrol yang terjadi dalam proses bisnis atau sistem yang dianalisis.

Pada konteks pengembangan sistem pakar untuk klasifikasi penderita penyakit jantung, *activity diagram* berperan penting dalam memvisualisasikan tahapan-tahapan operasional yang dilakukan sistem, mulai dari input data pasien, proses klasifikasi menggunakan algoritma *Naïve Bayes*, hingga pemberian hasil rekomendasi atau diagnosis. Diagram aktivitas ini memberikan pemahaman menyeluruh mengenai aliran kerja sistem secara logis dan membantu pengembang dalam mengidentifikasi fungsi-fungsi penting serta potensi integrasi antar komponen sistem.



Gambar 3. Activity Diagram

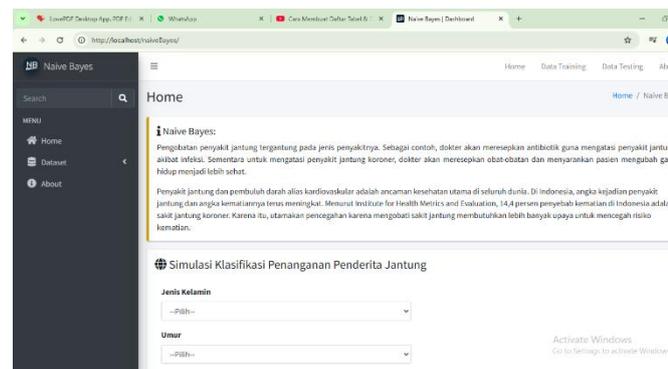
Pada tahap ini dilakukan proses pemodelan data menggunakan *Entity Relationship Diagram* (ERD) sebagai alat bantu untuk mendeskripsikan struktur dan hubungan antar entitas dalam sistem perangkat lunak yang dikembangkan. Pemodelan ERD ini berfungsi sebagai dasar dalam perancangan basis data serta membantu dalam memahami alur data secara sistematis. Adapun rancangan ERD yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. ERD

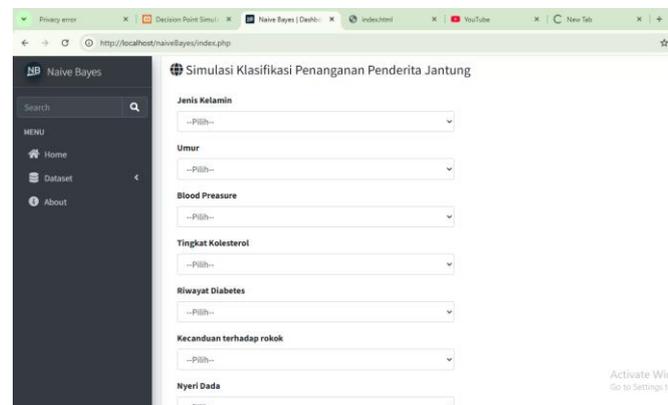
Rancangan Antar Muka

Antar muka pengguna merupakan tampilan visual dalam aplikasi yang dapat dilihat oleh user. *User interface* dibuat supaya *user* dapat melakukan interaksi dan menggunakan semua fungsi pada aplikasi dengan baik dan optimal. Berikut tampilan dari aplikasi sistem pakar klasifikasi penderita jantung.



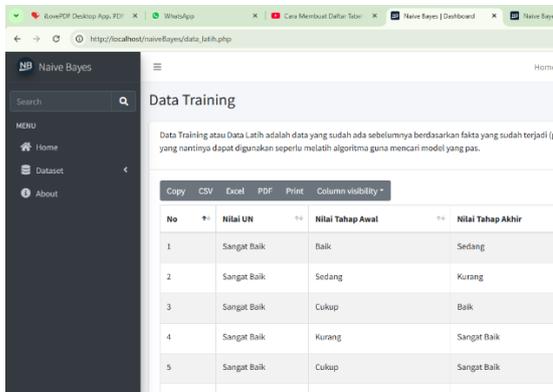
Gambar 5. Halaman Utama

Pada halaman utama ini pengguna diberikan informasi terkait penyakit jantung dan penanganannya, serta *user* bisa langsung menggunakan fitur klasifikasi penderita jantung.



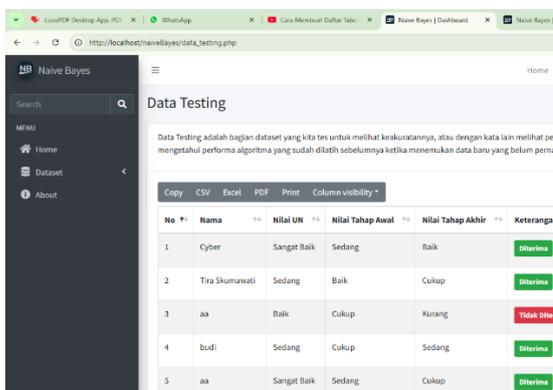
Gambar 6. Simulasi Klasifikasi Penderita Jantung

Pada halaman ini, user dapat melakukan input data testing untuk diuji berdasarkan atribut yang tersedia. Di sebelah kiri terdapat 3 menu yaitu *home*, *data set* dan *about* yang dapat kita akses .



Gambar 7. Halaman data training

Pada halaman ini user dapat melihat tabel data latih yang digunakan dalam klasifikasi Naïve Bayes. Pada halaman ini juga kita bisa melakukan menambahkan, merubah serta menghapus yang telah kita input sebelumnya.



Gambar 8. Halaman data testing

Pada halaman ini kita bisa melihat hasil data uji yang kita lakukan sebelumnya. Pada halaman ini kita juga bisa menghapus data uji yang sebelumnya sudah diinput.

Evaluasi dan Pengujian

a. Black Box

Sebelum suatu aplikasi dijalankan, penting untuk memastikan bahwa program tersebut bebas dari berbagai kesalahan. Oleh karena itu, dilakukan proses pengujian guna mendeteksi kemungkinan adanya eror. Metode yang digunakan adalah pengujian *blackbox*, yaitu jenis pengujian yang berfokus pada fungsi dari aplikasi

tanpa melihat struktur internal program. Tujuan dari metode ini adalah untuk mengidentifikasi kesalahan yang berkaitan dengan fungsi sistem. Pengujian dilakukan dengan memberikan sejumlah data masukan ke dalam aplikasi, yang kemudian diproses sesuai dengan spesifikasi fungsional, guna mengevaluasi apakah hasil keluarannya sudah sesuai dengan yang diharapkan dan mendukung fungsi yang telah dirancang. Berikut ini beberapa kasus pengujian *blackbox* yang dilakukan untuk mengecek fitur pada aplikasi sistem pakar penanganan penderita jantung

Table III. Uji Black Box

<i>Input/Even</i>	Proses	<i>Output</i>	Hasil
<i>Load Halaman Utama</i>	<i>Load</i> halaman utama	Tidak Ada	Sesuai
<i>Tambah Data Training</i>	Melakukan Proses penambahan data training	Data Penyakit Disimpan	Sesuai
<i>Hapus Data Training</i>	Melakukan proses hapus data training	Data Penyakit Dihapus	Sesuai
<i>Load Halaman Data Testing</i>	<i>Load</i> halaman table dari hasil uji klasifikasi	Tampil tabel halaman uji	Sesuai
<i>Tambah Data Testing</i>	Menambahkan data uji ke dalam sistem untuk diklasifikasikan	Data uji testing diklasifikasi dan disimpan	Sesuai
<i>Hapus Data Testing</i>	Menghapus data uji testing yang sudah diinput sebelumnya	Data uji dihapus	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian *blackbox* pada table 2, semua fitur pada aplikasi sistem pakar dalam klasifikasi penanganan penderita jantung ini berhasil dijalankan dan bekerja 100 % sesuai dengan yang diharapkan.

b. Evaluasi akurasi Model

Evaluasi model adalah proses penting dalam pengembangan dan penerapan algoritma pembelajaran mesin, termasuk dalam metode klasifikasi seperti Naïve Bayes ini. Tujuan utama

evaluasi adalah untuk mengukur seberapa baik model yang dibangun dapat memprediksi data yang belum pernah dilihat sebelumnya (data uji). Hasil akurasi dibutuhkan untuk mengetahui *performance model training* yang digunakan. Maka berdasarkan hasil pengujian, akurasinya adalah sebagai berikut:

- b. Algoritma *Naïve Bayes* dapat diimplementasikan secara efektif dalam proses klasifikasi penanganan penderita jantung, dengan menunjukkan kinerja sistem yang cukup optimal, ditandai oleh tingkat akurasi mencapai 80%.
- c. Berdasarkan hasil pengujian *blackbox*, seluruh fitur yang tersedia dalam aplikasi mampu berfungsi dengan baik. Pengujian fungsionalitas menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100%, yang menandakan bahwa sistem telah berjalan sesuai dengan spesifikasi yang dirancang.

Table IV. Uji Akurasi

Gender	Age	Blood Pressure	Cholesterol	Diabetes	Smoking Status	Chest Pain	Treatment (Prediction)
Male	55	193	161	No	Former	Typical Angina	Lifestyle Changes
Male	81	135	274	Yes	Former	Atypical Angina	Coronary Artery Bypass Graft (CABG)
Female	39	190	248	No	Former	Typical Angina	Lifestyle Changes
Female	32	154	205	No	Former	Atypical Angina	Medication
Female	71	129	280	No	Former	Asymptomatic Angina	Angioplasty
Male	46	126	295	No	Former	Atypical Angina	Angioplasty
Female	88	129	270	No	Never	Atypical Angina	Lifestyle Changes
Male	52	134	255	Yes	Current	Atypical Angina	Lifestyle Changes
Male	76	125	188	Yes	Current	Atypical Angina	Medication
Male	46	193	246	Yes	Former	Typical Angina	Coronary Artery Bypass Graft (CABG)

Dari hasil perbandingan antara hasil klasifikasi naïve bayes dengan data di data set, ada 2 perbedaan hasil, yati pada baris k3-3 dan ke-8. Sehingga kita bisa menghitung akurasinya sebagai berikut:

Akurasi

$$= \frac{\text{banyaknya jumlah data yang benar}}{\text{banyak jumlah data testing}} \times 100\%$$

$$Akurasi = \frac{8}{10} \times 100\%$$

$$Akurasi = 80\%$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap implementasi metode, perancangan, dan pengujian aplikasi sistem pakar untuk klasifikasi penanganan penderita jantung, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- a. Aplikasi sistem pakar klasifikasi berbasis *web* yang dikembangkan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sarana untuk mengetahui penanganan penderita jantung. Dengan demikian, aplikasi ini berpotensi meningkatkan pemahaman penyakit jantung serta mendorong perubahan pola hidup ke arah yang lebih sehat.

[1] W. H. Organization, "World Health Organization," 2021. [Online]. Available: [https://www.who.int/newsroom/factsheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/newsroom/factsheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)).

[2] B. Dwiputra, "Masalah dan tantangan kesehatan Indonesia saat ini," 28 September 2018. [Online]. Available: <https://p2ptm.kemkes.go.id/dokumen-ptm/mengenal-tanda-dan-gejala-serangan-dini-penyakit-jantung-dr-bambang-dwiputra-hari-jantung-sedunia-2018>.

[3] Kemenkes, "Penyakit Jantung Penyebab Kematian Tertinggi, Kemenkes Ingatkan CERDIK," 2017.

[4] "Global Burden of Disease Collaborative Network," Institute of Health, 2019. [Online]. Available: <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>. [Accessed 22 3 2025].

[5] K. K. R. Indonesia, "Kemkes," 2021. [Online]. Available: https://kemkes.go.id/app_asset/file_content_download/Profil-Kesehatan-Indonesia-2021.pdf. [Accessed 22 2 2025].

[6] T. Aniamarta, A. S. Huda and F. L. Aqsha, "Penyebab dan Pengobatan Serangan Jantung," *Biologica Samudra*, 2022.

[7] T. P. Katadata, "Kata data," 14 5 2018. [Online]. Available: <https://katadata.co.id/infografik/5e9a55f6c337f/indonesia-dalam-risiko-penyakit-kardiovaskular>. [Accessed 22 2 2025].

[8] P. Arjuna and M. D'Souza, "Efficacy of nurse-led cardiac rehabilitation on health care behaviours in adults with chronic heart failure," *JHCN Journal of Health and Cardiovascular Nursing*, 2023.

-
- [9] N. Tuah, F. Ahmedy, A. Gani and L. Young, "A survey on gamification for health rehabilitation care: Applications, opportunities, and open challenges," *Information (Switzerland)*, pp. 1-27, 2021.
- [10] Y. G. Z. B. F. F. Y. T. Z. Y. H. P. H. Y. Li, Y. LI and et al, "Effects on Adherence to a Mobile App-Based Self management Digital Therapeutics Among Patients With Coronary Heart Disease: Pilot Randomized Controlled Trial," *JMIR MHealth and UHealth*, pp. 1-12, 2022.
- [11] T. K. L. S. A. B. ., T. M. J. V. d. W. M. V. e. Jaarsma, T. Jaarsma and et al, "Exploring factors related to non-adherence to exergaming in patients with chronic heart failure," *ESC Heart Failure*, pp. 4644-4651, 2021.
- [12] A. T. E.-S. A. A. & H. A. E. Azar, "Fuzzy and hard clustering analysis for thyroid disease," *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, , vol. 111(1), pp. 1-16, 2013.
- [13] J. Surbakti, "Implementasi Metode NaïveBayes Untuk Diagnosa Penyakit Hati," *Jikoms*, pp. 30-40, 2022.
- [14] R. Ardianti, Erwin and W. Lestari, "Self-Management Pasien Penyakit Jantung Koroner Pasca Katerisasi Jantung," *Jurnal Ners Indonesia*, vol. 1, 2022.
- [15] W. Wardiyana and T. Herawati, "Perubahan Perilaku Hidup Sehat pada Pasien Penyakit Jantung Berbasis Aplikasi Game Smartphone," *JHCN Journal of Health and Cardiovascular Nursing*, 2023.
- [16] H. Zang and X. Wang, "An Improved Naïve Bayes Algorithm for Classification," in *Proceedings of the IEEE International Conference on Intelligent Computing and Intelligent Systems (ICIS)*, 2011.
- [17] E. Turban, *Decision Support System and Intelligent Systems*, Yogyakarta: Andi, 2005.