

E-Diagnosa Penyakit Jantung Menggunakan Metode Teorema Bayes

Eka Santi M. Manalu¹, Hendra Jaya², Sobirin³

^{1,2,3} Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹ekasanti@gmail.com, ²hendrajaya@gmail.com, ³sobirin@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: ekasanti@gmail.com

Abstrak

Jantung merupakan organ vital yang rentan terhadap berbagai penyakit, menjadikannya penyebab utama kematian di dunia, termasuk Indonesia. Keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan, terutama di daerah terpencil, serta kurangnya kesadaran masyarakat terhadap deteksi dini penyakit jantung, memperburuk situasi ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan mengembangkan sistem pakar berbasis web yang mampu mendiagnosis penyakit jantung secara cepat dan akurat menggunakan metode Teorema Bayes. Sistem ini dirancang untuk membantu masyarakat dan tenaga medis dalam proses diagnosis awal dengan mengintegrasikan pengetahuan medis dan gejala penyakit jantung. Data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan dari Rumah Sakit Mitra Sehati Medan, mencakup data pasien dan riwayat penyakit jantung. Metode Teorema Bayes diterapkan untuk menghitung probabilitas terjadinya penyakit jantung berdasarkan gejala yang dilaporkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pakar yang dikembangkan mampu mendeteksi penyakit jantung seperti Penyakit Jantung Koroner, Gagal Jantung, dan Aritmia dengan akurasi yang memadai. Pengujian menggunakan metode blackbox testing mengkonfirmasi fungsionalitas sistem dalam input gejala, pemrosesan menggunakan Teorema Bayes, hingga penyajian hasil diagnosis. Sistem ini diharapkan dapat menjadi alat bantu yang efektif untuk deteksi dini penyakit jantung, meningkatkan kesadaran masyarakat, dan mendukung tenaga medis, terutama di daerah dengan keterbatasan fasilitas kesehatan.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Teorema Bayes, Penyakit Jantung, Diagnosis Dini, Aplikasi Web

Abstract

The heart is a vital organ that is vulnerable to various diseases, making it a leading cause of death worldwide, including in Indonesia. Limited access to healthcare services, especially in remote areas, and the lack of public awareness regarding early detection of heart disease exacerbate this situation. This study aims to address these issues by developing a web-based expert system capable of diagnosing heart diseases quickly and accurately using the Bayes Theorem method. The system is designed to assist both the public and medical professionals in the initial diagnosis process by integrating medical knowledge and heart disease symptoms. The data used in this research were collected from Mitra Sehati Hospital in Medan, covering patient records and heart disease histories. The Bayes Theorem method was applied to calculate the probability of heart disease occurrence based on reported symptoms. The results of the study show that the developed expert system can detect heart diseases such as Coronary Heart Disease, Heart Failure, and Arrhythmia with satisfactory accuracy. Testing using the black-box method confirmed the system's functionality in symptom input, processing with Bayes Theorem, and presenting diagnostic results. This system is expected to serve as an effective tool for early detection of heart disease, increase public awareness, and support healthcare professionals, particularly in areas with limited medical facilities.

Keywords: Expert System, Bayes Theorem, Heart Disease, Early Diagnosis, Web Application.

1. PENDAHULUAN

Jantung merupakan organ vital yang berperan dalam memompa darah ke seluruh tubuh, memastikan distribusi oksigen dan nutrisi yang diperlukan untuk fungsi organ-organ lainnya. Penyakit jantung, seperti penyakit arteri koroner, gagal jantung, dan aritmia, menjadi penyebab utama kematian di Indonesia dan dunia. Faktor risiko penyakit jantung meliputi hipertensi, diabetes, kolesterol tinggi, obesitas, merokok, dan gaya hidup sedentari. Menurut data, penyakit kardiovaskular menyumbang sekitar 42% dari total kematian dini di negara-negara berpenghasilan rendah. Kondisi ini tidak hanya terjadi di Indonesia, tetapi juga di sejumlah negara lain seperti Nigeria, Bangladesh, Ethiopia, dan Nepal, di mana keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan, rendahnya kesadaran masyarakat terhadap pola hidup sehat, serta kurangnya deteksi dan penanganan dini menjadi faktor utama tingginya angka kematian akibat penyakit ini. [1].

Proses diagnosis penyakit jantung seringkali memerlukan waktu yang lama dan tergantung pada keahlian dokter spesialis. Di daerah terpencil atau dengan keterbatasan akses ke fasilitas kesehatan, masyarakat menghadapi kesulitan dalam mendapatkan diagnosis yang cepat dan akurat. Hal ini dapat menyebabkan keterlambatan penanganan dan meningkatkan risiko komplikasi serius. Selain itu, kurangnya kesadaran masyarakat untuk melakukan pemeriksaan kesehatan secara rutin memperparah situasi ini. Salah satu cara dalam menangani masalah keterbatasan akses adalah penerapan sebuah sistem pakar.

Berdasarkan konfirmasi yang dilakukan penulis dengan dr. Abdul Halim Raynaldo, Sp.JP(K), FIHA dan dr. Bless Dova Fransza AS. Hutabarat, Sp.JP, selaku dokter spesialis jantung di Rumah Sakit Mitra Sehati Medan, dijelaskan bahwa jumlah kasus penyakit jantung yang tercatat di rumah sakit tersebut mencapai 20 kasus selama periode akhir tahun 2024. Menurut data internal yang diperoleh dari dr. Elvida Sulistiana Sinaga, MKM, MH, selaku direktur sekaligus penanggung jawab riset ini, penyakit jantung menduduki urutan ke-5 sebagai penyakit dengan prevalensi tertinggi di antara seluruh jenis penyakit yang ditangani di RS Mitra Sehati Medan. Pihak rumah sakit juga menyampaikan bahwa mereka sering mengalami kesulitan dalam melakukan diagnosis awal terhadap jenis penyakit jantung secara cepat dan tepat, terutama dalam kondisi keterbatasan waktu dan jumlah pasien yang tinggi. Oleh karena itu, penulis merekomendasikan

pengembangan sebuah e-diagnosa berbasis web menggunakan metode Teorema Bayes, sebagai alat bantu dalam mempercepat proses diagnosis awal dan meningkatkan akurasi identifikasi jenis penyakit jantung berdasarkan gejala yang dilaporkan pasien.

Sistem pakar berbasis web atau disebut e-diagnosis dapat menjadi solusi untuk mengatasi keterbatasan dalam proses diagnosis penyakit jantung. Dengan mengintegrasikan pengetahuan medis ke dalam sistem komputer, masyarakat dapat melakukan self-assessment berdasarkan gejala yang dialami. Sistem ini memberikan rekomendasi awal yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan untuk konsultasi lebih lanjut dengan tenaga medis. Penggunaan sistem pakar juga dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses diagnosis. Sistem pakar ini dapat diintegrasikan dengan data medis yang telah ada serta pengetahuan dari ahli jantung untuk memberikan rekomendasi diagnostik dan solusi yang lebih tepat [2]. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk membangun sistem pakar dalam mendeteksi penyakit jantung adalah Teorema Bayes, yang memungkinkan sistem untuk memperhitungkan kemungkinan terjadinya penyakit berdasarkan data yang tersedia.

Teorema Bayes merupakan sebuah metode statistik yang digunakan untuk menghitung probabilitas suatu peristiwa dengan memperbarui keyakinan berdasarkan bukti baru [3]. Dalam konteks sistem pakar untuk diagnosis penyakit jantung, Teorema Bayes dapat digunakan untuk menghitung probabilitas terjadinya penyakit berdasarkan gejala yang terdeteksi. Dengan memanfaatkan data gejala yang relevan serta pengetahuan medis yang telah dikumpulkan sebelumnya, sistem pakar ini mampu memberikan diagnosis yang lebih akurat [4].

Penelitian mengenai penggunaan sistem pakar berbasis Teorema Bayes dalam dunia medis telah banyak dilakukan sebelumnya. Jurnal Elektronika Sriwijaya (2023) oleh Al Hafiz dkk. menerapkan Teorema Bayes dalam prediksi penyakit jantung di 61 sampel dari RS lokal, menghasilkan akurasi 85,25 % [5]. Penelitian ini tidak hanya mengonfirmasi efektivitas probabilitas posterior Bayes lokal, tetapi juga menekankan kebutuhan model dibandingkan dengan metode machine learning lainnya untuk meningkatkan praktik klinis. Kemudian penelitian di Jurnal BSI (2023) menggabungkan Naïve Bayes dengan seleksi fitur Gain Ratio, meningkatkan akurasi hingga 91,2 % pada data lokal, menyiratkan bahwa fitur yang dipilih secara statistik dapat meningkatkan kinerja model Bayes [6].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini merupakan pendekatan ilmiah yang bertujuan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan mengolah data secara sistematis dalam rangka mengidentifikasi dan mendiagnosis penyakit jantung pada manusia. Penelitian ini memanfaatkan metode *Teorema Bayes* dalam sistem pakar untuk memberikan solusi diagnostik yang akurat dan berbasis probabilistik. Dengan penerapan metode ini, sistem diharapkan mampu membantu dalam pengambilan keputusan medis yang tepat dalam penanganan penyakit jantung, sehingga dapat meningkatkan kualitas diagnosis dan penanganan pasien secara menyeluruh.

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan melalui serangkaian langkah sistematis yang mencakup studi literatur medis, observasi gejala klinis, wawancara dengan tenaga medis, serta analisis dan pengembangan basis pengetahuan dengan penetapan nilai probabilitas berdasarkan metode *Teorema Bayes*. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi jenis dan tingkat keparahan penyakit jantung secara lebih akurat dan cepat.

Dengan pendekatan yang sistematis dan berbasis data, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam upaya deteksi dini dan penanganan penyakit jantung. Hasil dari penelitian ini tidak hanya membantu dokter dan tenaga kesehatan dalam proses diagnosis, tetapi juga mendukung peningkatan kualitas layanan kesehatan serta menurunkan risiko komplikasi dan angka kematian akibat penyakit jantung.

2.1 Data Collecting (Teknik Pengumpulan Data)

Dalam penelitian mengenai diagnosa penyakit jantung pada manusia, teknik pengumpulan data merupakan langkah krusial untuk memperoleh informasi yang akurat, relevan, dan dapat dipertanggungjawabkan. Teknik ini sangat penting dalam menyusun basis pengetahuan yang akan digunakan dalam sistem pakar berbasis *Teorema Bayes*, guna menghasilkan diagnosis yang tepat dan berbasis probabilistik.

Berbagai metode ilmiah digunakan dalam proses ini untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan memahami faktor-faktor yang berkontribusi terhadap timbulnya gejala dan jenis penyakit jantung. Adapun beberapa teknik yang diterapkan dalam pengumpulan data pada penelitian ini antara lain:

1. Pengamatan (Observasi)

Observasi merupakan salah satu metode utama dalam pengumpulan data yang dilakukan dengan mengamati secara langsung kondisi pasien atau individu yang memiliki riwayat penyakit jantung. Observasi ini dilakukan di rumah sakit Mitra Sehati Medan dengan bimbingan ahli dari tenaga medis, seperti dokter spesialis jantung. Teknik observasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi gejala awal penyakit jantung, menentukan tingkat keparahan, serta menganalisis pola-pola klinis yang muncul dan dapat memengaruhi proses diagnosis.

2. Wawancara (Interview)

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui percakapan langsung antara peneliti dan narasumber, dengan tujuan memperoleh informasi yang relevan dan mendalam sesuai dengan kebutuhan penelitian. Dalam konteks ini, wawancara dilakukan untuk menggali data empiris mengenai kondisi pasien, riwayat penyakit,

serta pendekatan medis yang telah diterapkan. Wawancara dilaksanakan dengan tenaga medis seperti dokter yaitu ibu Juliana Heppy Tanjung. Melalui tanya jawab yang terstruktur, informasi yang diperoleh mencakup:

1. Riwayat penyakit jantung pada pasien,
2. Faktor risiko seperti hipertensi, kolesterol tinggi, kebiasaan merokok, dan gaya hidup,
3. Hambatan dalam proses diagnosis atau pengobatan,
4. Harapan dan kebutuhan akan sistem pendukung berbasis teknologi seperti sistem pakar.

Data hasil wawancara ini digunakan sebagai referensi dalam pengembangan basis pengetahuan sistem pakar, serta dalam penentuan nilai probabilitas yang diperlukan untuk proses diagnosis menggunakan metode *Teorema Bayes*.

Tabel 1 Data Penyakit Jantung

No	Nama Penyakit	Penanganan
1	Gagal Jantung Kongestif	• Pemeriksaan fisik menyeluruh (termasuk pengukuran tekanan darah, denyut nadi, dan pemeriksaan klinis lain) • Pemeriksaan penunjang: Elektrokardiogram (EKG), Ekokardiografi, X-ray dada, tes darah (misalnya BNP, elektrolit, fungsi ginjal) • Terapi obat-obatan: Diuretik untuk mengurangi cairan, ACE inhibitor untuk memperbaiki fungsi jantung, beta blocker untuk menurunkan tekanan darah dan menstabilkan detak jantung • Edukasi gaya hidup: Pembatasan garam, pemantauan berat badan, dan penghentian merokok • Perawatan lanjutan jika diperlukan: Alat bantu pompa jantung atau transplantasi jantung
2	Penyakit Jantung Koroner	• Pemeriksaan awal: EKG, tes darah (profil lipid, troponin), treadmill test • Pencitraan lanjutan: CT <i>angiografi</i> koroner atau kateterisasi jantung • erapi medis: Penggunaan nitrat untuk meredakan nyeri dada, statin untuk menurunkan kolesterol, beta blocker dan ACE inhibitor untuk pengontrolan tekanan darah • Tindakan intervensi: PCI (angioplasti dengan pemasangan stent) atau operasi bypass koroner jika penyumbatan parah • Konseling gaya hidup: Diet rendah lemak, olahraga teratur, manajemen stres
3	Aritmia Jantung	• Evaluasi ritme jantung: EKG, Holter monitor 24 jam, studi elektrofisiologi • Pengobatan tergantung tipe aritmia: Obat antiaritmia (misalnya <i>amiodarone</i>), beta blocker atau <i>calcium channel blocker</i> • Tindakan non-farmakologis: Ablasi kateter untuk menghancurkan titik fokus aritmia • Penanganan alat: Implantasi pacemaker untuk bradikardia atau <i>defibrillator</i> untuk aritmia berisiko tinggi • Pemantauan dan evaluasi berkala oleh dokter spesialis jantung

2. Studi Kepustakaan (*Library Research*)

Studi kepustakaan merupakan salah satu elemen penting dalam penelitian yang berfungsi sebagai landasan teoritis dan konseptual untuk memahami permasalahan yang dikaji secara mendalam. Studi ini memberikan dasar yang kuat bagi peneliti dalam merancang metode, teknik, serta pendekatan yang tepat dalam penyusunan sistem pakar untuk diagnosa penyakit jantung.

Dalam konteks penelitian ini, studi kepustakaan dilakukan dengan merujuk pada berbagai literatur ilmiah dan 25 jurnal penelitian nasional maupun internasional yang relevan, guna memperkuat kajian mengenai:

1. Teori dasar sistem pakar dan kecerdasan buatan dalam bidang kesehatan,
2. Penerapan *Teorema Bayes* dalam proses inferensi dan pengambilan keputusan medis,
3. Klasifikasi dan karakteristik penyakit jantung, termasuk gejala, faktor risiko, dan jenis-jenis penyakit jantung, Teknik dan teknologi terbaru dalam diagnosa penyakit jantung berbasis komputer dan sistem pakar (*expert system*).

2.2 Jantung

Jantung adalah organ vital dalam sistem sirkulasi darah. Fungsi utama jantung adalah memompa darah ke seluruh tubuh agar kebutuhan metabolisme tubuh dapat terpenuhi secara terus-menerus, baik saat kondisi istirahat maupun saat tubuh sedang aktif bekerja [7]. Jantung merupakan organ vital dalam sistem peredaran darah manusia yang berfungsi untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Organ ini terdiri dari empat ruang, yaitu dua atrium (serambi) dan dua ventrikel (bilik). Jantung bekerja secara ritmis dan teratur untuk memastikan darah yang kaya oksigen dapat tersalurkan ke seluruh organ tubuh. Gangguan pada jantung dapat mengakibatkan berbagai kondisi yang membahayakan kesehatan dan bahkan

mengancam jiwa. Beberapa gangguan jantung yang umum terjadi antara lain gagal jantung kongestif, penyakit jantung koroner, dan aritmia jantung.

Sistem *kardiovaskular* terdiri atas jantung, pembuluh darah, dan darah yang bekerja secara terkoordinasi untuk menyuplai oksigen, zat gizi, dan hormon ke seluruh bagian tubuh, serta mengangkut produk sisa metabolisme untuk dibuang melalui ginjal atau paru-paru. Jantung bertindak sebagai pusat penggerak sirkulasi darah yang terbagi dalam dua jalur utama, yakni sirkulasi *pulmonal* yang mengalirkan darah ke paru-paru guna pertukaran gas, dan sirkulasi *sistemik* yang mendistribusikan darah ke seluruh jaringan tubuh. Kinerja jantung sangat bergantung pada konsep *cardiac output*, yaitu volume darah yang dipompa oleh bilik jantung setiap menit. Nilai *cardiac output* ini dipengaruhi oleh *heart rate* (jumlah denyut jantung per menit) dan *stroke volume* (volume darah yang dipompa setiap denyut). Efektivitas kerja jantung juga ditentukan oleh faktor *intrinsik*, seperti kekuatan kontraksi otot jantung, dan faktor *ekstrinsik* seperti pengaruh dari sistem saraf otonom. Gangguan pada fungsi jantung dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan seperti penyakit jantung koroner, gagal jantung, dan *aritmia*. Penyakit jantung koroner umumnya disebabkan oleh penyempitan arteri koroner akibat penumpukan plak *aterosklerosis*, yang menghambat aliran darah ke otot jantung. Di sisi lain, gagal jantung merupakan kondisi di mana jantung tidak mampu memompa darah secara optimal, sehingga suplai oksigen ke jaringan tubuh menurun [8].

2.2.1 Gagal Jantung Kongestif

Gagal jantung kongestif adalah kondisi kronis di mana jantung tidak mampu memompa darah secara efisien untuk memenuhi kebutuhan tubuh. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti hipertensi, serangan jantung sebelumnya, atau penyakit katup jantung. Gejala yang umum ditemukan pada penderita gagal jantung kongestif meliputi sesak napas, kelelahan, pembengkakan pada kaki dan pergelangan kaki, serta penurunan kemampuan beraktivitas. Penanganan gagal jantung biasanya mencakup perubahan gaya hidup, obat-obatan, dan dalam kasus yang parah, intervensi medis seperti pemasangan alat bantu atau transplantasi jantung.

Gagal jantung (*heart failure*; HF), menurut definisi *American College of Cardiology (ACC)* dan *American Heart Association (AHA)*, merupakan suatu *clinical syndrome* yang kompleks akibat kelainan struktural atau fungsional pada proses *ventricular filling* maupun *ejection*. HF menjadi masalah kesehatan global dengan tingkat *morbidity* dan *mortality* yang tinggi. Diperkirakan sekitar 26 juta orang di seluruh dunia menderita *congestive heart failure (CHF)*, sehingga beban biaya *healthcare* meningkat, kapasitas fungsional pasien menurun, dan *quality of life* mereka terpengaruh secara signifikan. Diagnosis tepat dan terapi efektif sangat krusial untuk mencegah rawat inap berulang, menurunkan angka *morbidity* dan *mortality*, serta memperbaiki hasil pengobatan pasien [9].

2.2.2 Jantung Koroner

Penyakit jantung koroner terjadi akibat penyempitan atau penyumbatan pembuluh darah koroner yang memasok darah ke otot jantung. Penyumbatan ini umumnya disebabkan oleh *aterosklerosis*, yaitu penumpukan plak kolesterol pada dinding arteri. Kondisi ini dapat menurunkan suplai oksigen ke jantung dan memicu gejala seperti nyeri dada (*angina*), sesak napas, hingga serangan jantung. Faktor risiko meliputi pola makan tidak sehat, merokok, tekanan darah tinggi, kolesterol tinggi, dan diabetes. Deteksi dini dan perubahan gaya hidup sangat penting dalam mencegah dan mengendalikan penyakit jantung koroner.

Penyakit jantung koroner adalah kelainan pada jantung dan pembuluh darah di mana dinding arteri koroner menebal sehingga menyempit dan bahkan tersumbat, sehingga aliran darah menuju otot jantung terhambat dan fungsi jantung terganggu. Penyakit jantung koroner menjadi persoalan kesehatan yang signifikan dan berdampak secara *sosio-ekonomi*, karena biaya obat yang tinggi, durasi perawatan dan pengobatan yang panjang, serta beragam pemeriksaan penunjang yang diperlukan selama proses terapi [10].

2.2.3 Aritmia Jantung

Aritmia adalah gangguan irama jantung yang dapat membuat detak jantung menjadi terlalu cepat (*takikardia*), terlalu lambat (*bradikardia*), atau tidak teratur. Aritmia dapat disebabkan oleh kelainan struktur jantung, ketidakseimbangan elektrolit, efek samping obat, atau gangguan sistem konduksi listrik jantung. Meskipun beberapa aritmia bersifat ringan dan tidak menimbulkan gejala, namun aritmia tertentu dapat berbahaya dan memerlukan penanganan medis segera. Diagnosis aritmia biasanya dilakukan melalui elektrokardiogram (EKG), dan pengobatannya dapat meliputi pemberian obat antiaritmia, pemasangan alat pacu jantung, atau tindakan ablasi.

Untuk mengidentifikasi adanya *aritmia*, pemantauan detak jantung dapat dilakukan menggunakan *pulse sensor* yang dipasang di ujung jari. Aritmia merupakan gangguan elektrofisiologi jantung yang muncul akibat disfungsi sistem konduksi serta kelainan pada pembentukan dan penghantaran *impulse*. Salah satu bentuk aritmia adalah *atrial fibrillation (AF)*, di mana sinyal listrik di dalam atrium dan ventrikel tidak teratur, sehingga detak jantung menjadi sangat cepat, lambat, atau kacau [11].

2.3 Sistem Pakar

Expert system adalah sebuah sistem yang memuat pengetahuan dari seorang ahli dan dirancang untuk membantu dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Melalui sistem ini, individu yang bukan ahli pun dapat menangani persoalan yang biasanya membutuhkan pengetahuan khusus. Bagi para pakar, sistem ini berfungsi sebagai alat bantu dalam mengatasi masalah pada bidang tertentu, seperti halnya pada *expert system* yang digunakan untuk mendiagnosis penyakit yang menyerang tanaman buah *Citrus (lemon)* [12].

1. Berdasarkan pendapat Sutojo (dalam *Jurnal MNEMONIC*), *expert system* adalah suatu sistem yang dirancang untuk menirukan keahlian yang dimiliki oleh seorang pakar dalam menyelesaikan atau memberikan jawaban terhadap suatu permasalahan [13].
2. Menurut Kusri (dalam *Jurnal Core-IT: Jurnal Komputasi dan Teknologi Informasi*), *expert system* merupakan sistem informasi yang memuat pengetahuan dari seorang pakar, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sarana konsultasi. Pengetahuan yang tersimpan dalam sistem tersebut menjadi dasar bagi *expert system* dalam memberikan jawaban atas pertanyaan yang diajukan [14].
3. Berdasarkan pendapat Giarratano dan Riley (dalam *Jurnal Diffusion*), *expert system* merupakan bentuk aplikasi dari *artificial intelligence* yang dirancang untuk memberikan solusi terhadap permasalahan yang kompleks [15].

2.3.1 Konsep Sistem Pakar

Pengalihan keahlian yang dimiliki oleh pakar ke komputer lalu dialihkan ke orang lain merupakan tujuan utama dari sistem pakar, proses pengalihan pengetahuan membutuhkan 4 tahapan aktivitas. :

1. Melakukan penambahan pengetahuan dari berbagai sumber.
2. Melakukan representasi pengetahuan ke komputer.
3. Melakukan inferensi ke dalam komputer.
4. Terakhir adalah pengalihan pengetahuan ke pengguna lain.

Pengetahuan yang tersimpan dalam komputer dikenal sebagai basis pengetahuan, yang memiliki dua pendekatan, yaitu penalaran berbasis aturan (*Rule Based Reasoning*) dan penalaran berbasis kasus (*Case Based Reasoning*). Salah satu kemampuan penting dalam sistem pakar adalah kemampuan untuk melakukan penalaran. Komputer diharapkan mampu melakukan penalaran berdasarkan pengetahuan yang telah tersimpan, dan proses penalaran masuk.

2.3.2 Kelebihan Dan Kelemahan Sistem Pakar

Sistem Pakar menjadi sangat populer karena sangat banyak kemampuan atau kelebihan yang diberikannya, di antaranya sebagai berikut :

1. Mempunyai keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah.
2. Menyimpan data dalam jangka waktu yang lama dalam bentuk tertentu dan dapat mengerjakan perhitungan secara cepat dan tepat serta mencari kembali data yang tersimpan dengan kecepatan tinggi.
3. Meningkatkan kualitas seorang pakar

Selain memiliki kelebihan sistem pakar juga memiliki kelemahan sebagai berikut:

1. Terbatasnya pengetahuan yang kurang lengkap sehingga sistem tidak akan mampu menangani kasus baru yang tidak ada dalam databasenya.
2. Untuk membuat suatu sistem yang berkualitas sangat sulit dan memerlukan biaya yang tinggi
3. Sistem pakar tidak sepenuhnya benar untuk perlu diuji ulang sebelum digunakan.

2.4 Teorema Bayes

Bayes' theorem adalah sebuah teorema yang diperkenalkan oleh Thomas Bayes untuk menghubungkan tingkat keyakinan awal (*prior*) dengan keyakinan baru (*posterior*) setelah adanya observasi atau bukti baru (*evidence*). Teorema ini menggunakan fungsi keyakinan untuk mengubah data yang tidak pasti menjadi lebih pasti dengan membandingkan probabilitas kejadian yang terjadi dan tidak terjadi. Probabilitas *Bayes* adalah salah satu metode untuk menangani ketidakpastian data dengan memanfaatkan rumus *Bayes*.

Probabilitas *Bayes* adalah metode yang digunakan untuk mengatasi ketidakpastian data dengan memanfaatkan data sampel yang diambil dari populasi, sekaligus mempertimbangkan distribusi awal yang menggambarkan pengetahuan sebelumnya mengenai parameter sebelum pengamatan dilakukan, yang disebut sebagai distribusi *prior* [16].

Bayes' theorem adalah metode untuk menghitung *conditional probability*. *Conditional probability* sendiri merupakan peluang terjadinya suatu peristiwa dengan syarat bahwa peristiwa tersebut memiliki keterkaitan dengan satu atau lebih peristiwa lain yang sudah terjadi. Teorema Bayes memiliki bentuk umum sebagai berikut :

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

Dalam hal ini:

X = data dengan class yang belum diketahui

H = hipotesis data X merupakan suatu class spesifik $P(H|X)$ = probabilitas hipotesis H berdasar kondisi X

$P(H)$ = probabilitas hipotesis H $P(X|H)$ = Probabilitas X berdasarkan kondisi pada hipotesis H

$P(X)$ = Probabilitas dari X Teorema Bayes”.

Hasilnya, sistem ini dapat mendiagnosa dan dapat memberikan solusi untuk penanggulangan penyakit serta dapat membantu pekerjaan seorang pakar, dan didapatkan persentase perhitungan yang akurat . Adapun algoritma dari penyelesaian dari metode Teorema Bayes yaitu sebagai berikut [17]:

1. Mendefinisikan terlebih dahulu nilai probabilitas dari tiap *evidence* untuk setiap hipotesis berdasarkan data *sample* yang ada menggunakan rumus probabilitas Bayes.

$$P(H|E) = \frac{p(E|H).P(H)}{P(E)} \dots\dots\dots [1]$$

2. Menjumlahkan nilai probabilitas dari tiap *evidence* untuk masing-masing hipotesis berdasarkan data *sample*.

$$\sum_{k=1}^n k = 1 = G1 + \dots + Gn \dots\dots\dots [2]$$

3. Mencari nilai probabilitas hipotesis H tanpa memandang *evidence* apapun bagi masing-masing hipotesis.

$$P(H_i) = \frac{P(E|H_i)}{\sum_{k=1}^n} \dots\dots\dots [3]$$

4. Mencari nilai probabilitas hipotesis memandang *evidence* dengan cara mengalikan nilai probabilitas *evidence* awal dengan nilai-nilai probabilitas hipotesis tanpa mengandung *evidence* dan menjumlahkan perkalian bagi masing-masing hipotesis.

$$\sum_{k=1}^n = p(H1) * p(E|H1) + \dots + p(Hi) * p(E|Hi) \dots\dots\dots [4]$$

5. Mencari nilai $p(H_i|E)$ atau probabilitas H_i benar jika diberikan *evidence* E.

$$P(H_i|E_i) = \frac{P(H_i * p(E|H_i))}{\sum_{k=1}^n} \dots\dots\dots [5]$$

6. Mencari nilai kesimpulan dari Teorema Bayes dengan cara mengalikan nilai probabilitas *evidence* awal atau $p(E|H_i)$ dengan nilai hipotesis H_i benar jika diberikan *evidence* E atau $p(H_i|E)$ dan menjumlahkan hasil perkalian.

$$\sum_{k=1}^n \text{bayes} = \text{bayes } 1 + \dots + \text{Bayes } n \dots\dots\dots [6]$$

Secara umum Teorema Bayes dengan E kejadian dan hipotesis H dapat dituliskan dalam bentuk :

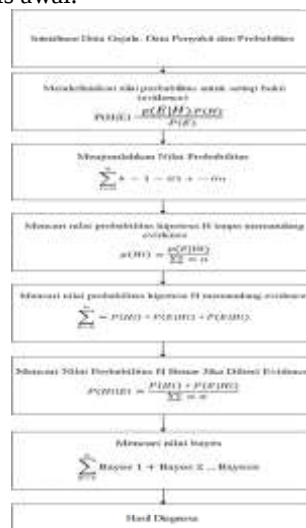
$$P(H_i|E) = \frac{P(E \cap H_i)}{\sum_i P(E \cap H_i)} = \frac{P(E|H_i)P(H_i)}{P(E)} \quad [7]$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode *Teorema Bayes* merupakan salah satu pendekatan probabilistik yang banyak digunakan dalam sistem pakar untuk melakukan diagnosa berbasis kemungkinan. Pendekatan ini bekerja dengan menghitung probabilitas suatu penyakit jantung berdasarkan gejala-gejala yang muncul pada pasien, serta mengaitkannya dengan data dan pengetahuan sebelumnya mengenai hubungan antara gejala dan jenis penyakit jantung.

Dalam konteks diagnosa penyakit jantung, *Teorema Bayes* dimanfaatkan untuk memperkirakan kemungkinan terjadinya suatu jenis penyakit jantung (seperti penyakit jantung koroner, aritmia, atau gagal jantung) berdasarkan kombinasi beberapa gejala yang dialami pasien secara bersamaan, seperti nyeri dada, sesak napas, denyut jantung tidak teratur, dan tekanan darah tinggi. Meskipun data gejala yang tersedia bersifat tidak pasti atau terbatas, metode ini tetap memungkinkan sistem menghasilkan hasil diagnosis yang objektif dan terukur.

Proses diagnosis dalam sistem pakar ini mencakup serangkaian langkah logis yang dimulai dari input data gejala oleh pengguna, perhitungan probabilitas menggunakan rumus *Teorema Bayes*, hingga penyajian hasil diagnosis lengkap dengan saran penanganan atau tindakan medis awal.



Gambar 1 Kerangka Kerja Metode *Teorema Bayes*

Dalam sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit jantung berbasis *Teorema Bayes*, input utama yang dibutuhkan berupa data gejala yang dialami pasien, seperti nyeri dada, sesak napas, kelelahan, detak jantung tidak teratur, dan lain-lain. Setiap gejala tersebut memiliki bobot atau nilai tertentu yang merepresentasikan seberapa besar pengaruhnya terhadap kemungkinan suatu jenis penyakit jantung. Bobot ini dapat diperoleh berdasarkan data klinis, hasil studi epidemiologi, maupun pengalaman medis dari tenaga kesehatan.

Data gejala yang diinput oleh admin kemudian akan diproses oleh algoritma sistem untuk menghitung probabilitas masing-masing penyakit jantung yang mungkin terjadi, berdasarkan kombinasi gejala yang dipilih. Dengan demikian, sistem dapat memberikan diagnosis yang akurat sekaligus menyarankan langkah-langkah penanganan yang sesuai dengan jenis penyakit jantung yang terdeteksi.

Berikut ini adalah tahapan algoritma penyelesaian menggunakan metode *Teorema Bayes* dalam sistem pakar diagnosa penyakit jantung:

1. Menentukan nilai probabilitas dari setiap gejala (*evidence*) terhadap masing-masing penyakit jantung (hipotesis), berdasarkan data medis yang tersedia.
2. Menjumlahkan semua nilai probabilitas dari masing-masing gejala untuk tiap penyakit yang menjadi hipotesis.
3. Menghitung probabilitas awal dari masing-masing hipotesis tanpa memperhatikan *evidence* (*prior probability*).
4. Menghitung probabilitas keseluruhan dari *evidence* dengan mengalikan probabilitas awal *evidence* dengan probabilitas tiap hipotesis, lalu menjumlahkannya.
5. Menghitung nilai posterior $P(H_i|E)P(H_i|E)P(H_i|E)$, yaitu probabilitas suatu penyakit (H_i) terjadi jika diketahui *evidence* (E).
6. Menghitung kesimpulan diagnosis dengan mengalikan nilai $P(E|H_i)P(E|H_i)P(E|H_i)$ dan $P(H_i|E)P(H_i|E)P(H_i|E)$ untuk seluruh hipotesis, lalu mengambil hasil tertinggi sebagai penyakit jantung yang paling mungkin diderita pasien.

3.1 Mendefinisikan Nilai Probabilitas

Probabilitas dalam pendekatan *Teorema Bayes* sering disebut sebagai probabilitas Bayesian merupakan metode untuk memperbarui nilai kemungkinan dari suatu hipotesis (dalam hal ini, jenis penyakit jantung) berdasarkan bukti atau gejala baru yang muncul. Dalam penerapannya, pendekatan ini menggabungkan informasi awal (*prior probability*), yaitu kemungkinan awal terjadinya suatu penyakit sebelum gejala diketahui, dengan bukti baru (*likelihood*) berupa gejala yang dialami pasien, untuk menghitung probabilitas yang telah diperbarui (*posterior probability*).

Dalam konteks penelitian ini, sistem pakar menganalisis gejala-gejala yang dialami pasien untuk menentukan jenis penyakit jantung yang paling mungkin terjadi. Tabel gejala yang telah disusun digunakan sebagai dasar dalam proses inferensi untuk memperkirakan tingkat kemungkinan dari masing-masing penyakit, sehingga menghasilkan diagnosis yang lebih akurat dan berbasis data.

Tabel 2 Jenis Penyakit Jantung

No.	Kode	Penyakit
1.	P1	Gagal Jantung Kongestif
2.	P2	Penyakit Jantung Koroner
3.	P3	Aritmia Jantung

Berikut ini adalah gejala dari penyakit jantung, antara lain adalah sebagai berikut:

Tabel 3 Gejala dari Penyakit Jantung

No	Kode	Gejala
1	G1	Sesak napas
2	G2	Kelelahan
3	G3	Batuk berdahak putih
4	G4	Pembengkakan pada kaki dan pergelangan kaki
5	G5	Detak jantung tidak teratur
6	G6	Sulit tidur karena sesak napas
7	G7	Nyeri dada (angina/nyeri dada sesekali)
8	G8	Mual atau pusing
9	G9	Berkeringat dingin
10	G10	Palpitasi (jantung berdebar-debar)
11	G11	Pusing atau hampir pingsan

Dalam proses diagnosa penyakit jantung, sistem pakar berbasis *Teorema Bayes* memerlukan serangkaian aturan inferensi (*rule*) yang disusun secara sistematis berdasarkan gejala yang diamati dan nilai probabilitasnya. Langkah awal dalam pendekatan ini adalah membangun aturan diagnostik dengan cara mengaitkan setiap gejala yang teridentifikasi pada pasien dengan kemungkinan jenis penyakit jantung tertentu.

Aturan-aturan ini dirumuskan dengan mengikuti prinsip kerja sistem pakar dan prinsip dasar dari *Teorema Bayes*, yaitu menggabungkan pengetahuan awal (*prior*) dengan bukti baru (gejala yang muncul) untuk menghitung probabilitas akhir (*posterior*) dari masing-masing kemungkinan penyakit. Dengan demikian, setiap kombinasi gejala yang dimasukkan oleh pengguna akan dianalisis oleh sistem untuk menghasilkan inferensi berupa jenis penyakit jantung yang paling mungkin terjadi, lengkap dengan tingkat kepastiannya. Aturan inferensi ini menjadi inti dari proses pengambilan keputusan dalam sistem pakar, yang bertujuan memberikan hasil diagnosa yang cepat, akurat, dan berbasis data.

Tabel 4 Rule Inferensi

No	Gejala	Gagal Jantung Kongestif	Penyakit Jantung Koroner	Aritmia Jantung
1	Sesak napas	✓	✓	✓
2	Kelelahan	✓	✓	✓
3	Batuk berdahak putih	✓		
4	Pembengkakan pada kaki dan pergelangan kaki	✓		
5	Detak jantung tidak teratur	✓	✓	✓
6	Sulit tidur karena sesak napas	✓		
7	Nyeri dada (angina/nyeri dada sesekali)		✓	✓
8	Mual atau pusing		✓	
9	Berkeringat dingin		✓	
10	Palpitasi (jantung berdebar-debar)			✓
11	Pusing atau hampir pingsan			✓

Dalam sistem pakar diagnosa penyakit jantung menggunakan metode *Teorema Bayes*, data gejala yang diperoleh dari hasil observasi atau pemeriksaan pasien sangat penting untuk digunakan sebagai dasar perhitungan probabilitas. Data ini kemudian akan menjadi landasan dalam menentukan tingkat kepastian dari suatu diagnosa secara probabilistik.

Berikut adalah data pasien yang mengidap penyakit jantung yang diperoleh dari rumah sakit mitra sejati medan.

Tabel 5 Data Pasien

No.	Kode Pasien	Nama	Umur
1	Ps01	Fernando Simalango	54
2	Ps02	Sulastri Rd	47
3	Ps03	Elvina	50
4	Ps04	Suryadi I	58
5	Ps05	Purnama Br Sihombing	52
6	Ps06	Menson Purba	60
7	Ps07	Sutijah	62
8	Ps08	Sumarno	56
9	Ps09	Amran Jodi	49
10	Ps10	Bantu	63
11	Ps11	Rusmina Simanullang	53
12	Ps12	Mesti Sinulingga	45
13	Ps13	Tuppal Simbolon	61
14	Ps14	Mhd Rizal	48
15	Ps15	Rosdiana Sinaga	55
16	Ps16	Susri	51
17	Ps17	Sabitun Noer	57
18	Ps18	Sufiarni	50
19	Ps19	Togap Sampe Tua Munte	59
20	Ps20	Leni Muliani	46

Berikut adalah data riwayat penyakit jantung yang diperoleh dari rumah sakit mitra sejati medan.

Tabel 6 Data Riwayat Diagnosa

No.	Kode Pasien	Diag	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	G11
1	Ps01	P2		✓			✓			✓	✓		
2	Ps02	P2		✓			✓		✓	✓			

3	Ps03	P2		✓					✓			
4	Ps04	P3	✓	✓								
5	Ps05	P2		✓			✓		✓	✓	✓	
6	Ps06	P3		✓			✓		✓		✓	✓
7	Ps07	P3		✓			✓		✓		✓	✓
8	Ps08	P1	✓	✓	✓	✓		✓				
9	Ps09	P1	✓		✓	✓	✓	✓				
10	Ps10	P3	✓	✓					✓		✓	✓
11	Ps11	P2	✓	✓			✓			✓		
12	Ps12	P1	✓	✓		✓	✓	✓				
13	Ps13	P3	✓						✓		✓	✓
14	Ps14	P2	✓				✓		✓	✓		
15	Ps15	P1			✓		✓	✓				
16	Ps16	P1		✓	✓	✓		✓				
17	Ps17	P2	✓				✓		✓		✓	
18	Ps18	P1	✓			✓	✓	✓				
19	Ps19	P1	✓		✓	✓						
20	Ps20	P3	✓	✓					✓		✓	✓

Berdasarkan hasil pengumpulan data dari 20 sampel pasien, diperoleh lima jenis penyakit jantung yang umum terjadi, masing-masing disertai jumlah kasus sebagai berikut:

1. P1 (Penyakit Jantung Koroner) = 7 kasus
2. P2 (Gagal Jantung) = 7 kasus
3. P3 (Aritmia) = 6 kasus

$$P(A|B) = \frac{P(B \cap A)}{P(B)}$$

P01= Penyakit Jantung Koroner

$$G01 = \frac{5}{7} = 0.714$$

$$G02 = \frac{3}{7} = 0.429$$

$$G03 = \frac{5}{7} = 0.714$$

$$G04 = \frac{6}{7} = 0.857$$

$$G05 = \frac{4}{7} = 0.571$$

$$G06 = \frac{6}{7} = 0.857$$

P02 = Gagal Jantung

$$G01 = \frac{3}{7} = 0.429$$

$$G02 = \frac{5}{7} = 0.714$$

$$G05 = \frac{6}{7} = 0.857$$

$$G06 = \frac{4}{7} = 0.571$$

$$G08 = \frac{5}{7} = 0.714$$

$$G09 = \frac{4}{7} = 0.571$$

P03 Aritmia

$$G01 = \frac{4}{6} = 0.667$$

$$G02 = \frac{5}{6} = 0.833$$

$$G05 = \frac{2}{6} = 0.333$$

$$G07 = \frac{5}{6} = 0.833$$

$$G10 = \frac{5}{6} = 0.833$$

$$G11 = \frac{5}{6} = 0.833$$

Tabel 7 Nilai Probabilitas

No	Gejala penyakit	Kode penyakit		
		P01	P02	P03
1	Sesak napas	0.714	0.429	0.667
2	Kelelahan	0.429	0.714	0.833
3	Batuk berdahak putih	0.714		
4	Pembengkakan pada kaki dan pergelangan kaki	0.857		
5	Detak jantung tidak teratur	0.571	0.857	0.333
6	Sulit tidur karena sesak napas	0.857		
7	Nyeri dada (angina/nyeri dada sesekali)		0.571	0.833
8	Mual atau pusing		0.714	
9	Berkeringat dingin		0.571	
10	Palpitasi (jantung berdebar-debar)			0.833
11	Pusing atau hampir pingsan			0.833

Setelah menetapkan aturan inferensi berdasarkan tabel di atas, langkah berikutnya adalah menerapkan mesin inferensi dari tabel tersebut dan melakukan perhitungan menggunakan metode Bayes. Setiap kemungkinan yang tersedia akan dihitung menggunakan pendekatan metode Bayes, dengan langkah-langkah perhitungannya dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 8 Konsultasi

Kode Gejala	Pertanyaan berdasarkan gejala	Jawaban
G01	Sesak napas	Ya
G02	Kelelahan	Ya
G03	Batuk berdahak putih	
G04	Pembengkakan pada kaki dan pergelangan kaki	
G05	Detak jantung tidak teratur	
G06	Sulit tidur karena sesak napas	
G07	Nyeri dada (angina/nyeri dada sesekali)	Ya
G08	Mual atau pusing	Ya
G09	Berkeringat dingin	
G10	Palpitasi (jantung berdebar-debar)	Ya
G11	Pusing atau hampir pingsan	

Langkah pertama mengidefinisikan terlebih dahulu nilai probabilitas dari tiap *evidence* untuk hipotesis berdasarkan data sampel yang ada menggunakan rumus probabilitas bayes:

- P01 = Penyakit Jantung Koroner

G01 = $P(E|H1) = 0.714$

G02 = $P(E|H1) = 0.429$
- P02 = Gagal Jantung

G01 = $P(E|H2) = 0.429$

G02 = $P(E|H2) = 0.714$

G07 = $P(E|H2) = 0.571$
- G08 = $P(E|H2) = 0.714$

P03 = Aritmia

G01 = $P(E|H3) = 0.667$

G02 = $P(E|H3) = 0.833$

G07 = $P(E|H3) = 0.833$

G10 = $P(E|H2) = 0.833$

3.1.1 Menjumlahkan Nilai Probabilitas

Langkah kedua menjumlahkan nilai probabilitas dari tiap *evidence* untuk masing-masing hipotesis berdasarkan data sampel.

- P01 = Penyakit Jantung Koroner

G01 = $P(E|H1) = 0.714$

G02 = $P(E|H1) = 0.429$

$$\sum_{Gn}^n P1 = 0.714 + 0.429 = 1.143$$
- P02 = Gagal Jantung

G01 = $P(E|H2) = 0.429$

G02 = $P(E|H2) = 0.714$

G07 = $P(E|H2) = 0.571$

G08 = $P(E|H2) = 0.714$

$$\sum_{Gn}^n P2 = 0.429 + 0.714 + 0.571 + 0.714 = 2.428$$
- P03 = Aritmia

G01 = $P(E|H3) = 0.667$

G02 = $P(E|H3) = 0.833$

G07 = $P(E|H3) = 0.833$

G10 = $P(E|H2) = 0.833$

$$\sum_{Gn}^n P3 = 0.667 + 0.833 + 0.833 + 0.833 = 3.166$$

3.1.2 Mencari Nilai Probabilitas Tanpa Memandang Evidence

Langkah ketiga mencari nilai probabilitas hipotesis H tanpa mengandung *evidence* apapun bagi masing-masing hipotesis.

- P01 = Penyakit Jantung Koroner

G01 = $P(E|H1) = \frac{0.714}{1.143} = 0.625$

G02 = $P(E|H1) = \frac{0.429}{1.143} = 0.375$
- P02 = Gagal Jantung

G01 = $P(E|H2) = \frac{0.429}{2.428} = 0.177$

G02 = $P(E|H2) = \frac{0.714}{2.428} = 0.294$

G07 = $P(E|H2) = \frac{0.571}{2.428} = 0.235$
- G08 = $P(E|H2) = \frac{0.714}{2.428} = 0.294$

P03 = Aritmia

G01 = $P(E|H3) = \frac{0.667}{3.166} = 0.211$

G02 = $P(E|H3) = \frac{0.833}{3.166} = 0.263$

G07 = $P(E|H3) = \frac{0.833}{3.166} = 0.263$

G10 = $P(E|H3) = \frac{0.833}{3.166} = 0.263$

3.1.3 Mencari Nilai Hipotesis dengan Evidence

Langkah keempat setelah nilai ($P(H_i)$) diketahui, probabilitas hipotesis H tanpa memandang *evidence* apapun, maka langkah selanjutnya adalah:

- P01 = Penyakit Jantung Koroner

$$\sum_{k=n}^n = (0.714 * 0.625) + (0.429 * 0.375) = 0.607$$

2. P02 = Gagal Jantung

$$\sum_{k=n}^n = (0.429 * 0.177) + (0.714 * 0.294) + (0.571 * 0.235) + (0.714 * 0.294) = 0.630$$

3. P03 = Aritmia

$$\sum_{k=n}^n = (0.667 * 0.211) + (0.833 * 0.263) + (0.833 * 0.263) + (0.833 * 0.263) = 0.798$$

3.1.4 Mencari Nilai P(H|E)

Langkah kelima mencari nilai P(H_i|E) atau probabilitas hipotesis H_i benar jika diberikan *evidence* E.

1. P01 = Penyakit Jantung Koroner

$$P(H_i|E) = \frac{0.714 * 0.625}{0.607} = 0.735$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.429 * 0.375}{0.607} = 0.265$$

2. P02 = Gagal Jantung

$$P(H_i|E) = \frac{0.429 * 0.177}{0.630} = 0.120$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.714 * 0.294}{0.630} = 0.333$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.571 * 0.235}{0.630} = 0.213$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.714 * 0.294}{0.630} = 0.333$$

3. P03 = Aritmia

$$P(H_i|E) = \frac{0.429 * 0.177}{0.798} = 0.176$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.714 * 0.294}{0.798} = 0.275$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.714 * 0.294}{0.798} = 0.275$$

$$P(H_i|E) = \frac{0.714 * 0.294}{0.798} = 0.275$$

Langkah keenam setelah seluruh nilai P(H_i|E) diketahui, maka jumlahkan seluruh nilai *bayesnya*:

1. P01 = Penyakit Jantung Koroner

$$\sum_{k=n}^n Bayes = (0.714 * 0.735) + (0.429 * 0.265) = 0.638403448$$

2. P02 = Gagal Jantung

$$\sum_{k=n}^n Bayes = (0.429 * 0.120) + (0.714 * 0.333) + (0.571 * 0.213) + (0.714 * 0.333) = 0.649230939$$

3. P03 = Aritmia

$$\sum_{k=n}^n Bayes = (0.667 * 0.176) + (0.833 * 0.275) + (0.833 * 0.275) + (0.833 * 0.275) = 0.803769865$$

3.1.5 Mencari Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan menggunakan metode *Teorema Bayes*, dapat disimpulkan bahwa kemungkinan terbesar dari penyakit yang diderita adalah Aritmia. Hal ini ditunjukkan oleh nilai probabilitas tertinggi yang diperoleh, yaitu sebesar 0.803769865 atau setara dengan 80,37%. Nilai tersebut menunjukkan tingkat keyakinan sistem dalam mengidentifikasi Aritmia sebagai diagnosis yang paling mungkin dibandingkan dengan kemungkinan penyakit lainnya. Dengan demikian, hasil ini menjadi dasar penting dalam pengambilan keputusan medis selanjutnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian terhadap sistem pakar e-diagnosa penyakit jantung menggunakan metode *Teorema Bayes*, dapat disimpulkan bahwa deteksi penyakit jantung berdasarkan gejala dapat dilakukan secara efektif dengan memanfaatkan perhitungan probabilitas untuk setiap jenis penyakit jantung berdasarkan data gejala yang dilaporkan oleh pengguna, sehingga mampu memberikan hasil diagnosis awal yang akurat dan relevan. Perancangan dan pembangunan aplikasi sistem pakar berbasis web berhasil dilakukan dengan menggunakan framework Laravel, yang

menyediakan fitur input gejala, pengolahan data melalui mesin inferensi berbasis Teorema Bayes, serta menampilkan hasil diagnosis beserta rekomendasi tindak lanjut secara informatif. Hasil pengujian menggunakan metode blackbox menunjukkan bahwa seluruh fitur sistem berjalan sesuai perencanaan, mampu memberikan output diagnosis secara cepat, tepat, dan fungsional berdasarkan input gejala dari pengguna.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima Kasih diucapkan kepada kedua orang tua serta keluarga yang selalu memberi motivasi, Doa dan dukungan moral maupun materi, serta pihak-pihak yang telah mendukung dalam proses pembuatan jurnal ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Kiranya jurnal ini bisa memberi manfaat bagi pembaca dan dapat meningkatkan kualitas jurnal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Devi Yana Br.Tarigan, Puji Sari Ramadhan, Rina Mahyuni, “Penerapan Metode Teorema Bayes Pada Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Gangguan Sistem Kardiovaskular Pada Rumah Sakit Umum Pusat Haji Adam Malik,” *Jurnal SI (Sistem Informasi)*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [2] Hafizh Hasan Alauddin Rabbani, Asep Jamaluddin ,Arip Solehudin, “Sistem Pakar Diagnosa Awal Penyakit Jantung Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor Berbasis Website,” *INFOTECH Journal*, vol. 9, no. 2, pp. 442-451, 10 5 2023.
- [3] Agung Pranata, Zulfian Azmi, Dedi Setiawan, “Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Kholik Abdomen Pada Lambung Manusia Menggunakan Metode Theorema Bayes,” *Jurnal CyberTech*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [4] Z. Azmi, “Implementasi Teorema Bayes Untuk Mendiagnosa Tingkat Stres,” *JISICOM (Journal of Information System, Informatics and Computing)*, vol. 2, no. 1, 2018.
- [5] Dimsiyar M Al Hafiz, Khoirul Amaly, “Sistem Prediksi Penyakit Jantung Menggunakan Metode Naive Bayes,” *Jurnal Rekayasa Elektro Sriwijaya*, vol. 2, no. 2, 2023.
- [6] Alifa Lutfia, Gunawan, Ramdhan Saepul Rohman, “Penerapan Seleksi Fitur Gain Ratio Pada Prediksi Penyakit Jantung Berbasis Naïve Bayes,” *JURNAL RESPONSIF*, vol. 6, no. 1, 2024.
- [7] Nur Hasanah, Fadly Putajaya, Lela Kania, Nur Wulan Adi Ismaya,Nanda Nurul Aini, “Gambaran Penyakit Jantung Berdasarkan Demografi Dan Penggunaan Obat,” *Jurnal Kesehatan*, vol. 10, no. 1, pp. 100-111, 2021.
- [8] Feni Atika Tsurroya, Khotimah Nur Ramadhani, Elsa Oktavia Ramadhani, Liss Dyah Dewi Arini, “Tinjauan Organ Jantung sebagai Pusat Kehidupan dalam Sistem Kardiovaskular,” *Jurnal Mahasiswa Ilmu Farmasi dan Kesehatan* , vol. 3, no. 1, pp. 06-11, 2025.
- [9] Pirbhat Shams; Ahmad Malik; Lovely Chhabra., “Heart Failure (Congestive Heart Failure),” *National Library Of Medicine*, vol. 1, no. 23, 2025.
- [10] Lindawati Farida Tampubolon, Amnita Ginting, Florensia Ermasta Saragi Turnip, “Gambaran Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Penyakit Jantung Koroner (Pjk) Di Pusat Jantung Terpadu (Pjt),” *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*, vol. 13, no. 3, pp. 1043-1052, 2023.
- [11] Musfirah Putri Lukman, Armin Lawi, Desi Widyaningsih, Asmila, “Sistem Deteksi Penyakit Aritmia Berdasarkan Jumlah Detak Jantung Berbasis Internet of Things dan Cloud Storage,” *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika*, vol. 1, no. 1, pp. 310-315, 2022.
- [12] Muhammad Zakaria, Egi Affandi,Deski Helsa Pane, “Sistem Pakar Dalam Mendiagnosa Penyakit Blast Pada Tanaman Padi Dengan Metode Teorema Bayes,” *JURNAL SISTEM INFORMASI TGD*, vol. 3, no. 5, pp. 738-747, 2024.
- [13] Taufik Rachman, Ratri Surya Pratiwi, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Mata Menggunakan Metode Forward Chaining (Studi Kasus Rumah Sakit Umum Daerah Lawang),” *Jurnal MNEMONIC*, vol. 4, no. 2, pp. 38-44, 2021.
- [14] Muafi, Andi Wijaya,Vijai Abdul Aziz, “Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Mata Pada Manusia Menggunakan Metode Forward Chaining,” *Core-IT: Jurnal Komputasi dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 43-49, 2020.
- [15] Huzaima Mas’uda, Muthia, “Implementasi Metode Forward Chaining Dalam Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Kerusakan Jaringan Local Area Network (Lan),” *Diffusion*, vol. 4, no. 1, pp. 161-167, 2024.
- [16] Rizal Rachman, Sera Moritami, “Sistem Pakar Deteksi Penyakit Refraksi Mata Dengan Metode Teorema Bayes Berbasis Web,” *JURNAL INFORMATIKA*, vol. 7, no. 1, p. 68~76, 2020.
- [17] Nurul Kholifah, Untoro Apsiswanto, “Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Padi Dengan Metode Teorema Bayes,” *JTKSI (Jurnal Teknologi Komputer dan Sistem Informasi)*, vol. 6, no. 2, pp. 166-170, 2020.