

## Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Jantung Menggunakan Algoritma *Nearest Neighbour*

Deny Erwandi<sup>1</sup>, M Darul Husni<sup>2</sup>, Ikbal Jamaludin<sup>3</sup>, Silma Ismul Usna<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Informatika, STMIK Tasikmalaya, Tasikmalaya

Email : <sup>1</sup>[denyerwandi@gmail.com](mailto:denyerwandi@gmail.com), <sup>2</sup>[darul@stmik-tasikmalaya.ac.id](mailto:darul@stmik-tasikmalaya.ac.id), <sup>3</sup>[ikbal@stmik-tasikmalaya.ac.id](mailto:ikbal@stmik-tasikmalaya.ac.id),

<sup>4</sup>[silmaismulusna1998@gmail.com](mailto:silmaismulusna1998@gmail.com)

### Abstrak

Penyakit jantung merupakan penyakit yang sangat berbahaya bagi kelangsungan hidup manusia, World Health Organization (WHO) menyatakan pada tahun 2016 diperkirakan 17,9 juta orang meninggal karena penyakit kardiovaskular, dari kematian ini 85% disebabkan oleh penyakit serangan jantung dan stroke. Lebih dari tiga perempat kematian akibat penyakit kardiovaskular terjadi di negara-negara yang berpenghasilan rendah (WHO, 2017). Oleh sebab itu penyakit jantung harus segera diatasi sejak dini ketika gejalanya muncul. Kemajuan teknologi Artificial Intelligence salah satunya sistem pakar dapat mengatasi permasalahan ini yaitu dengan merancang sebuah sistem komputer berbasis web yang menggunakan database dan bahasa pemrograman seperti PHP-MySQL sehingga dapat membantu pasien jantung untuk mendiagnosis penyakit tersebut. Oleh karena itu penulis memiliki tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun sebuah sistem pakar diagnosis penyakit jantung berbasis web. Aplikasi sistem pakar ini menggunakan metode Nearest Neighbour Retrieval agar dapat merepresentasikan pengetahuan dokter spesialis jantung dan dapat bermanfaat bagi masyarakat. Sistem ini dapat mendiagnosis 27 gejala atau kondisi terkait penyakit jantung, sehingga diagnosis dari gejala tersebut akan menghasilkan output berupa probabilitas kemungkinan penyakit sesuai dengan korelasi gejala yang diinputkan. Sistem ini cukup efektif untuk dijadikan solusi alternatif bagi masyarakat dalam diagnosis penyakit jantung, karena sistem ini telah teruji oleh pakar dan menghasilkan tingkat akurasi sebesar 90,00%.

**Kata Kunci :** Penyakit Jantung, Artificial Intelligence, Nearest Neighbour Retrieval.

### Abstrack

*Heart disease is a disease that is very dangerous for human survival, the World Health Organization (WHO) states in 2016 an estimated 17.9 million people died from cardiovascular disease, of these deaths 85% were caused by heart attacks and strokes. More than three-quarters of deaths from cardiovascular disease occur in low-income countries (WHO, 2017). Therefore, heart disease must be treated early when symptoms appear. Advances in Artificial Intelligence technology, one of which is an expert system, can overcome this problem by designing a web-based computer system that uses databases and programming languages such as PHP-MySQL so that it can help heart patients to diagnose the disease. Therefore, the author has the aim of this study is to build a web-based expert system for diagnosing heart disease. This expert system application uses the Nearest Neighbor Retrieval method in order to represent the knowledge of cardiologists and can be useful for the community. This system can diagnose 27 symptoms or conditions related to heart disease, so that the diagnosis of these symptoms will produce output in the form of the probability of possible disease according to the correlation of the symptoms entered. This system is effective enough to be used as an alternative solution for the community in diagnosing heart disease, because this system has been tested by experts and produces an accuracy rate of 90.00%.*

**Keywords:** Heart disease, Artificial Intelligence, Nearest Neighbour Retrieval.

### 1. Pendahuluan

*Artificial Intelligence* atau Kecerdasan Buatan merupakan teknologi yang mampu mengadopsi proses dan cara berpikir manusia. Sistem pakar adalah salah satu bagian dari teknologi kecerdasan buatan yang mengandung pengetahuan tertentu sehingga setiap orang dapat menggunakannya untuk

memecahkan berbagai masalah yang bersifat spesifik, dalam hal ini adalah permasalahan kesehatan seperti mendiagnosis penyakit jantung.

World Health Organization (WHO) menyatakan pada tahun 2016 diperkirakan 17,9 juta orang meninggal karena penyakit kardiovaskular, dari kematian ini 85% disebabkan oleh penyakit serangan jantung dan stroke. Lebih dari tiga perempat kematian akibat penyakit kardiovaskular terjadi di negara-negara yang berpenghasilan rendah (WHO, 2017).[4]

Kebutuhan informasi yang cepat dan tepat dari seorang dokter sangat diharapkan oleh semua orang sakit, namun hal tersebut masih terkendala beberapa masalah dengan keterbatasan waktu, harus menunggu antrian, biaya konsultasi dan pengobatan yang cukup mahal. Hal inilah yang mendorong penulis untuk membangun sebuah sistem pakar agar dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit Jantung. Sistem ini dapat memberikan diagnosis awal penyakit jantung berdasarkan gejala-gejala yang dirasakan oleh penderita tanpa harus bertanya langsung ke pakar (Dokter). Diagnosis tersebut akan diproses dalam sistem, kemudian hasilnya akan disampaikan lagi ke pasien. Diharapkan sistem ini mampu memberikan informasi yang optimal untuk memberikan solusi dalam penanganan penyakit jantung.

Berangkat dari beberapa penelitian terkait yang telah dikumpulkan diantaranya yang diteliti oleh Moch. Bayu Noviantoro, Priyo Sidik Sasongko, Kushartantya dari Universitas Diponegoro Semarang tentang SISTEM PAKAR UNTUK MENDETEKSI PENYAKIT JANTUNG KORONER MENGGUNAKAN FUZZY-MAMDANI[1]. Saran pengembangan untuk penelitian ini yaitu perlu ditambahkan proses pendiagnosisan penyakit tidak hanya untuk satu jenis penyakit, pada saat pasien melakukan proses pendiagnosisan/tanya jawab seputar gejala penyakit, alangkah lebih baiknya jika proses tersebut tidak dilakukan secara manual, sehingga pasien tidak perlu menulis kembali jawaban dan proses pendiagnosisan akan lebih efisien, dari segi program alangkah baiknya aplikasi berbasis WEB untuk mempermudah pasien dalam pengaksesan aplikasi dan bisa dilakukan dimana saja/mobile. Lalu penelitian oleh Ardhito Patera A dari Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro tentang SISTEM PAKAR DIAGNOSIS AWAL PENYAKIT JANTUNG MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR BERBASIS ANDROID2]. Saran pengembangan penelitian ini alangkah baiknya hasil diagnosis penyakit tidak dibatasi dua penyakit saja, tapi dimunculkan semua kemungkinan jenis penyakitnya agar pasien tidak melakukan diagnosis berulang kali sehingga proses diagnosis akan lebih efisien, ditambahkan fasilitas back end untuk mempermudah admin ketika melakukan penambahan data, penghapusan data pada program tersebut. Dan yang terakhir penelitian dari Universitas Nusantara PGRI Kediri, Sulaksono dan Darsono tentang SISTEM PAKAR PENENTUAN PENYAKIT GAGAL JANTUNG MENGGUNAKAN METODE NAIVE BAYES CLASSIFIER[3]. Saran pengembangan untuk penelitian ini perlu ditambahkan proses pendiagnosisan penyakit tidak hanya untuk satu jenis penyakit, dari segi program alangkah baiknya aplikasi berbasis WEB untuk mempermudah pasien dalam pengaksesan aplikasi dan bisa dilakukan dimana saja/mobile.

Berdasarkan latar belakang masalah dan studi literatur dari ketiga penelitian terkait diatas, dan untuk memberikan layanan konsultasi gratis bagi masyarakat maka penulis bermaksud untuk merancang sistem yang dapat mengatasi permasalahan tersebut. Untuk itu Penulis membangun sebuah aplikasi Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Jantung Menggunakan Algoritma Nearest Neighbour Retrieval. Algoritma Nearest Neighbour Retrieval adalah suatu teknik pembobotan dengan membandingkan kasus baru dengan kasus lama (knowledge base) untuk dicari kecocokan yang paling dekat/ mirip (similar).

Diagnosis ini menggunakan suatu sistem berbasis komputerisasi yang ditujukan untuk membantu pengambilan keputusan dengan memanfaatkan data dan model tertentu untuk memecahkan berbagai persoalan yang tidak terstruktur. Komponen sistem dapat diakses dengan mudah oleh pengguna untuk memberikan dukungan pada pengambilan keputusan maupun dijadikan sebagai media pembelajaran. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat memudahkan para pasien dalam mendiagnosis penyakit jantung yang meliputi beberapa jenis penyakit jantung yang bisa didiagnosis dengan berbagai macam gejala, untuk mengetahui kemungkinan penyakit yang diderita dan memberikan saran tindakan/ anjuran kepada pasien yang menderita penyakit tersebut.

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian digunakan sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian agar hasil yang dicapai tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditentukan. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif adalah metode yang bersifat deskriptif dan cenderung menggunakan analisis. Peneliti diharuskan lebih kreatif dalam menganalisis masalah, sehingga dengan begitu dapat ditarik sebuah kesimpulan dari masalah yang sedang diteliti. Dengan penggunaan metode penelitian tersebut penulis berharap dapat mengumpulkan informasi yang banyak tentang penyakit jantung termasuk penyakit jantung coroner, bawaan, kardiomiopati dan aritmia agar dapat dianalisis sehingga bisa menghasilkan pengetahuan dan sistem baru yang dapat berguna bagi masyarakat maupun dunia penelitian.

### 2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah sebuah program komputer yang mencoba meniru atau menstimulasikan pengetahuan (*knowledge*) dan ketrampilan (*skill*) dari seorang pakar pada area tertentu. Pada umumnya pengetahuan sistem pakar berusaha meniru metodologi dan kinerja dari seorang manusia yang pakar dalam domainnya. Tujuan dari sistem pakar sebenarnya bukan untuk menggantikan peran manusia, tetapi untuk merepresentasikan pengetahuan manusia ke dalam bentuk sistem sehingga dapat digunakan oleh orang banyak [4].

### 2.2 Algoritma Nearest Neighbour

K-NN (*K-Nearest Neighbour*) adalah sebuah algoritma untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Kasus khusus dimana klasifikasi diprediksikan berdasarkan data pembelajaran yang paling dekat (dengan kata lain,  $k = 1$ ) disebut algoritma *nearest neighbor*. Algoritma *nearest neighbor* beroperasi berdasarkan pada proses pembelajaran menggunakan analogi / *learning by analogi*. *Training* sampelnya dideskripsikan dalam bentuk atribut numerik n-dimensi. (Fransica Octaviani S). Tiap sampel mewakili sebuah titik pada ruang n-dimensi. Dengan cara ini, semua *training* sampel disimpan pada pola ruang n-dimensi. Ketika diberikan *unknown* sampel, *k-nearest neighbor classifier* mencari pola ruang *K training* sampel yang paling dekat *unknown* sampel tersebut. *K training* sampel ini adalah *k nearest neighbor* dari *unknown* sampel.

*Unknown* sampel ditetapkan dengan class yang paling umum diantara *k nearest neighbors*nya. Ketika  $k = 1$ , *unknown* sampel ditetapkan dengan class dari *training* sampel yang paling dekat dengan polanya. Algoritma *nearest neighbour retrieval* menyimpan semua *training* sampel dan tidak membangun *classifier* sampai sampel baru (*unlabeled*) perlu diklasifikasikan, sehingga algoritma *nearest neighbour retrieval* sering disebut dengan *instance-based learning* atau *memory-based learning* [3].

Perbedaan *nearest neighbour retrieval* dengan *k- nearest neighbour* biasa adalah proses klasifikasi yang dilakukan tidak diperlukan sampel data latih (*data training*), karena sudah ada pengetahuan atau data kasus baku yang tersimpan pada sistem (dalam penelitian ini basis pengetahuannya dari dokter spesialis jantung dan dokter spesialis pembuluh darah tentang penyakit jantung koroner, jantung bawaan, kardiomiopati, dan aritmia). Setelah data kasus baru diterima oleh *working memory*, tahap selanjutnya adalah penggunaan kembali (*retrieve*) kasus umum yang telah ditetapkan oleh pakar untuk dilakukan perhitungan nilai kemiripan (*similarity*) dengan kasus baru yang diinputkan. Nilai *similarity* kasus dapat diperoleh menggunakan algoritma *Nearest Neighbour retrieval* dari jumlah nilai gejala similar terpilih dikali dengan bobot dan dibagi dengan total nilai bobot parameter.

Adapun rumus dari perhitungan bobot kemiripan (*similarity*) menggunakan algoritma *nearest neighbour retrieval* adalah sebagai berikut [3] :



	lemah pada kaki maupun lengan				
G006	Mengalami rasa nyeri pada leher	1			
G007	Mengalami rasa nyeri pada rahang	1			
G008	Mengalami Nyeri Tenggorokan	1			
009	Mengalami Nyeri Pada Perut Bagian Atas Maupun Nyeri Pada Punggung	5			
G0010	Sering Merasa Mual , Tidak Nafsu Makan Bahkan Muntah	1			
G011	Merasakan Berdebar Pada Dada				5
G012	Merasakan Detak jantung lebih cepat diatas normal (takikardia)				5
G013	Merasakan Detak jantung lebih lambat dari Kondisi normal (bradikardia)				5
G014	Sering Merasakan Lelah dan Lemas		3	3	3
G015	Sering Mengalami Sesak Napas	3		1	1

Keterangan :

- P001 = Jantung Koroner
- P002 = Jantung Bawaan
- P003 = Kardiomiopati
- P004 = Aritimia

Contoh perhitungan manual algoritma nearest neighbour :

jika diketahui kasus baru memiliki gejala pusing (G001), merasakan nyeri pada dada (G002), sering merasa mual, tidak nafsu makan bahkan muntah (G011), irama jantung tidak beraturan(G021) dan sering keluar keringat dingin (G025).

Maka rumus dari nearest neighbour untuk mencari penyakit terdekat atau paling mirip dengan kasus gejala di atas sebagai berikut :Maka rumus dari nearest neighbour untuk mencari penyakit terdekat atau paling mirip dengan kasus gejala di atas sebagai berikut :

1. Mencari nilai kemiripan dengan penyakit Koroner (X|K)

$$\text{Similarity (X,Koroner)} = \frac{S1.W1+S2.W2+...+Sn.Wn}{W1+W2+...+Wn} \dots(1)$$

$$.S(X|K) = \frac{(1x5)+(0x1)+(0x1)+(0x5)+(0x1)+(0x1)+(0x1)+(0x5)+...}{5+1+1+5+1+1+1+5+1+3} \dots(2)$$

$$S(X|K) = \frac{6}{24} \dots(3)$$

$$S(X|K) = 0,25 \dots(4)$$

Kemungkinan menderita penyakit Koroner = 0,25 x100% =25,00 %

2. Mencari nilai kemiripan dengan penyakit Jantung Bawaan (X|B)

$$\text{Similarity (X, Jantung Bawaan)} = \frac{S1.W1+S2.W2+\dots+S_n.W_n}{W1+W2+\dots+W_n} \dots(1)$$

$$.S(X|B) = \frac{(1x3)+(0x3)+(0x5)+(0x5)+(0x1)+(1x3)+(1x3)+(0x3)\dots}{3+3+5+5+1+3+3+3} \dots(2)$$

$$S(X|B) = \frac{6}{26} \dots(3)$$

$$S(X|B) = 0,2308 \dots(4)$$

Kemungkinan menderita penyakit Jantung Bawaan =  $0,2308 \times 100\% = 23,08\%$

### 3. Mencari nilai kemiripan dengan penyakit Kardiomiopati (X|Kd)

$$\text{Similarity (X, Kardiomiopati)} = \frac{S1.W1+S2.W2+\dots+S_n.W_n}{W1+W2+\dots+W_n} \dots(1)$$

$$S(X|Kd) = \frac{(1x1)+(1x3)+(1x3)+(0x1)+(0x5)+(0x3)+(0x1)+(1x3)}{1+3+1+3+1+5+3+1+1+3} \dots(2)$$

$$S(X|Kd) = \frac{10}{20} \dots(3)$$

$$S(X|Kd) = 0,50 \dots(4)$$

Kemungkinan menderita penyakit Kardiomiopati =  $0,50 \times 100\% = 50\%$

### 4. Mencari nilai kemiripan dengan penyakit Aritmia (X|A)

$$\text{Similarity (X, Aritmia)} = \frac{S1.W1+S2.W2+\dots+S_n.W_n}{W1+W2+\dots+W_n} \dots(1)$$

$$.S(X|A) = \frac{(1x1)+(1x3)+(0x5)+(0x5)+(0x5)+(1x3)+(0x1)+(0x1)}{1+3+5+5+5+3+1+1} \dots(2)$$

$$S(X|A) = \frac{7}{24} \dots(3)$$

$$S(X|A) = 0,2917 \dots(4)$$

Kemungkinan menderita penyakit Aritmia =  $0,2917 \times 100\% = 29,17\%$

Keterangan:

X = gejala atau kondisi yang terjadi

K = Koroner

B = Jantung Bawaan

Kd = Kardiomiopati

A = Aritmia

S = Similarity (kemiripan)

W = Weight (bobot)

Si akan bernilai 1 jika terdapat kesamaan antara gejala yang diinputkan dengan gejala penyakit pada sistem, dan akan bernilai 0 jika tidak ada kesamaan.

Kesimpulan hasil diagnosis di atas:

1. Kemungkinan Jantung Koroner adalah sebesar 25,00%
2. Kemungkinan Jantung Bawaan adalah sebesar 23,08%
3. Kemungkinan Kardiomiopati adalah sebesar 50%
4. Kemungkinan Aritmia adalah sebesar 29,17%

Dengan demikian, berdasarkan dari tingkat kemiripan kasus di atas, maka didapat nilai tertinggi adalah Kardiomiopati, serta kemungkinan lainnya adalah Aritmia.

### 3.3 Pengujian Akurasi Sistem

Agar sistem yang dirancang dapat diketahui kredibilitasnya, maka hasil diagnosis sistem tersebut harus diuji. Cara pengujian sistem tersebut bisa dengan cara membandingkan hasil diagnosis sistem dengan hasil diagnosis pakar.

Tabel 2. Tabel Pengujian Akurasi Sistem

No	Gejala	Sistem	Pakar	Akurasi
1	G001,G003,G004 G024,G022,G005	P001 (Jantung Koroner 41,67%)	P001	Sesuai
2	G002,G013,G014 G015,G017, G026	P004 Aritmia 70,83%)	P004	Sesuai
3	G011,G015,G021 G023,G024,G027	P002 (Jantung Bawaan 46.15%)	P002	Sesuai
4	G011,G015,G016 G024,G026,G027	P002 (Jantung Bawaan 38.46%)	P002	Sesuai
5	G010,G012,G015,G0 16,G018	P003 (Kardiomiopati 45.00%)	P003	Sesuai
6	G002,G004,G005 G012,	P001 (Koroner 45.83%)	P001	Sesuai
7	G012,G015,G019,G0 20,G021,G022	P003 (Kardiomiopati 50,00%)	P003	Sesuai
8	G012,G013,G015 G017	P002 (Aritmia 58,33%)	P004	Sesuai
9	<b>G015,G022,G026 G027</b>	<b>P004 (Jantung Bawaan 53,85%)</b>	<b>P002</b>	<b>Sesuai</b>
10	G002,G005,G010 G016	P001 (Koroner 75,00 %)	P001	Sesuai
11	G003,G015,G022,G0 25	P002 (Jantung Bawaan 42,31%)	P002	Sesuai
12	G010,G015,G017	P001 (Koroner 20.83%)	P001	Tidak Sesuai
13	G001,G002,G014 G015	P004 (Aritmia 50,00%)	P004	Sesuai
14	G002,G009,G016 G018	P003 (Kardiomiopati 45.00 %)	P003	Sesuai
15	G004,G013,G017	P004	P004	Tidak

	G020,G026	(Aritmia 25,00%)		Sesuai
16	G014,G022,G023 G024,G025	P002 (Jantung Bawaan 53,85%)	P002	Sesuai
17	G002,G012,G013 G014,	P004 (Aritmia 66,67 %)	P004	Sesuai
18	G003,G008,G015 G026	P002 (Jantung Bawaan 23,08%)	P002	Sesuai
19	G001,G002,G017 G019	P003 (Kardiomiopati 60,00%)	P003	Sesuai
20	G002,G002,G005 G014,G025	P001 (Koroner 41,67%)	P001	Sesuai

Keterangan :

1. Kolom sistem = merupakan hasil dari diagnosis sistem, kemudian hasil diagnosis dengan angka *similarity* tertinggi adalah data yang diambil dan dicantumkan kedalam kolom sistem diatas.
2. Kolom pakar = hasil dari diagnosis pakar
3. Kolom data uji = data uji mengenai penyakit paru yang diambil dari jurnal dengan judul “Rancang Bangun Aplikasi Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Paru Menggunakan Metode *Case Based Reasoning*”.
4. Kolom akurasi = perbandingan antara hasil diagnosis sistem dengan diagnosis pakar atau data uji dari jurnal lain. Jika hasil diagnosisnya sama maka akurasinya sesuai, dan jika tidak sama maka akurasinya tidak sesuai.

Dari hasil pengujian diatas maka didapatkan hasil diagnosis yang akurat sebanyak 18 dan hasil diagnosis yang tidak akurat sebanyak 2 dari keseluruhan jumlah data uji sebanyak 20 data. Sehingga hasil diagnosis sistem dapat diukur tingkat akurasinya seperti dibawah ini :

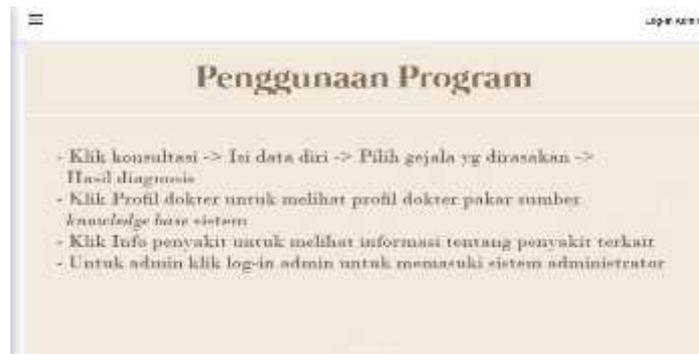
$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah hasil diagnosis akurat}}{\text{Jumlah seluruh proses diagnosis}} \times 100\% \quad \dots(1)$$

$$\text{Akurasi} = \frac{18}{20} \times 100\% \quad \dots(2)$$

$$\text{Akurasi} = 0,9 \times 100\% \quad \dots(3)$$

$$\text{Akurasi} = 90,00\% \quad \dots(4)$$

### 3.4 Tampilan Porgram



Gambar 2. Tampilan Halaman Menu Utama



Gambar 3. Tampilan Halaman Registrasi Pengguna



Gambar 4. Tampilan Halaman Informasi



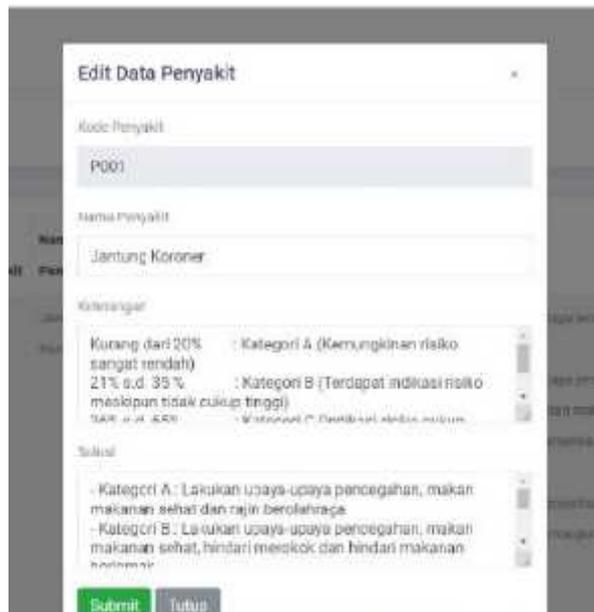
Gambar 5. Tampilan Halaman Login Admin



Gambar 6. Tampilan Halaman Utama Admin



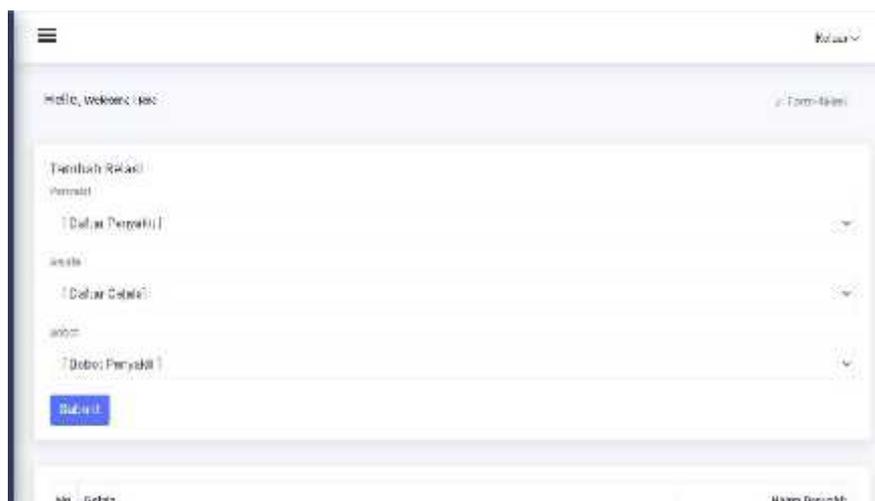
Gambar 7. Tampilan Halaman Input Data Penyakit dan Solusi



Gambar 8. Tampilan Edit Data Penyakit dan Solusi



Gambar 9. Tampilan Data Gejala



Gambar 10. Tampilan Data Relasi Gejala

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan penelitian di atas sistem pakar yang dibangun cukup efektif karena telah teruji dan memiliki nilai akurasi sebesar 90,00%. Sehingga dapat ditarik beberapa kesimpulan seperti dibawah ini :

Sistem yang dibangun bisa dijadikan sebagai solusi alternatif dalam mendiagnosis penyakit jantung kedalam empat kelompok (penyakit jantung koroner, penyakit jantung bawaan, penyakit jantung kardiomiopati dan penyakit jantung aritmia) berdasarkan gejala-gejala yang diinputkan oleh pengguna. Sistem yang dibangun dapat dijadikan sebagai acuan pengambilan tindakan/saran pengobatan berdasarkan informasi output hasil diagnosis.

#### Daftar Pustaka

- [1] P. S. S. K. Moch. Bayu Noviantoro, "Sistem pakar untuk mendeteksi penyakit jantung koroner menggunakan fuzzy mamdani," *FSM Universitas Diponegoro Semarang*, pp. 1-10, 2013.
- [2] A. P. A, "Sistem Pakar Diagnosa Awal Penyakit Jantung Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis android," *Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro Semarang*, pp. 1-12, 2014.
- [3] D. Juli sulaksono, "Sistem penentuan penyakit gagal jantung menggunakan metode naive bayes classifier," *universitas nusantara PGRI kediri*, pp. 1-6, 2015.
- [4] Kusriani, *Sistem Pakar Teori dan Aplikasi*, Yogyakarta: Andi, 2006.
- [5] Arhami, *Konsep Dasar Sistem Pakar*, Yogyakarta: Andi, 2005.
- [6] I. S. Hartati S, *Sistem Pakar dan Pengembangannya*, Yogyakarta: Graha ilmu, 2008.
- [7] K. d. E. Donald, *The Art of Computer Programming*, Boston: Addison-Wesley, 1997.
- [8] W. Sri, *Pengantar Basis Data*, Jakarta: Fajar, 2000.
- [9] Abdiansyah, *Intelligent Tutoring System: Expert-Knowledge Module*, Jakarta: Jurnal Generic, 2014.
- [10] M. B. S. F. P. B. V. X. N. Ahmed, *Case-based Reasoning*, Amerika: Weber, 2007.
- [11] Aamodt, *Case-based reasoning: Foundational issues*, England: AI Communication, 1994.
- [12] D. C. Kusuma, "Rancang Bangun Sistem Pakar Pendiagnosa Penyakit," *Jurnal Infotel 6(2)*, vol. II, no. 6, pp. 57-62, 2014.
- [13] N. E. W. R. Ernawati, "Game Simulasi Penentu Resep Masakan Berbasis Case Based Reasonin," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. II, no. 8, pp. 12-19, 2012.
- [14] M. R. Arief, *Pemrograman Web Dinamis menggunakan PHP dan MySQL.*, Yogyakarta: Andi, 2011.
- [15] B. Sidik, *MySQL Untuk Pengguna, Administrator, dan Pengembang Aplikasi Web*, Jakarta:

- Informatika, 2005.
- [16] D. H. S. i. Sp.Jp, Interviewee, *Dokter spesialis jantung dan pembuluh darah*. [Interview]. 20 Maret 2017.
- [17] Jogiyanto, Analisis dan Desain Sistem Informasi Pendekatan Terstruktur Teori dan Praktek Aplikasi Bisnis, Yogyakarta: Andi, 2005.
- [18] Henderi, Unified Modeling Language (UML): Konsep dan Implementasinya Pada Pemodelan Sistem Berorientasi Objek dan Visual, Tangerang: STMIK Raharja, 2008.
- [19] Dharwiyant, Pengantar Unified Modeling(Language (UML), <http://www.ilmukomputer.com>, 2003.
- [20] Z. & A. M. Nurhadi, Metode Penelitian Kualitatif Teori dan Paradigma, Bandung : Alfabeta, 2012.
- [21] Y. Suryana, Metode Penelitian, Bandung: TSAbita, 2008.
- [22] R. A. Shalahuddin, Rekayasa Perangkat Lunak, Bandung: Informatika, 2013.
- [23] H. S. d. Situmorang, Analisis Data untuk Riset Managemen dan Bisnis, Medan Indonesia, 2010.
- [24] P. p. & H. Widodo, Menggunakan UML : UML Secara Luas Digunakan untuk Memodelkan Analisis & Desain Sistem Berorientasi Objek, Bandung: Informatika Bandung, 2011.