

**APLIKASI DIAGNOSA PENYAKIT JANTUNG DAN SISTEM
PELACAKAN RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN
ALGORITMA FUZZY-TSUKAMOTO DAN EDSGER
DIJKSTRA BERBASIS ANDROID UNTUK MASYARAKAT
INDONESIA**

***HEART DISEASE DIAGNOSIS APPLICATION AND HOSPITAL
TRACKING SYSTEM USING THE ANDROID-BASED FUZZY-
TSUKAMOTO AND EDSGER DIJKSTRA ALGORITHM FOR
INDONESIAN COMMUNITY***

Azani Cempaka Sari¹, Hendro Nindito², Maryani³

¹ Program Study Teknik Informatika Universitas Bina Nusantara- @Alam Sutera Jl. Jalur
Sutera Barat Kav. 21, Alam Sutera, Tangerang 021 – 53 69 69 19

^{2,3} Program Study Sistem Informasi Universitas Bina Nusantara- @Kemanggisan Jl. Kebon
Jeruk Raya No. 27 Kebon Jeruk Jakarta Barat 11530

¹ acsari@binus.edu, ² Hendro.nindito@binus.ac.id, ³ yanie@binus.edu;

Abstrak

Adapun penelitian ini merancang aplikasi diagnosa penyakit jantung dan sistem pelacakan rumah sakit berbasis android untuk masyarakat Indonesia. Hasil penelitian ini dapat memberikan gambaran dan penjelasan kepada *user* dalam mendiagnosa lebih dini penyakit jantung berdasarkan gejala-gejala atau penyebab yang ada dengan cepat dan tepat. Selain itu, aplikasi ini mempermudah *user* dalam memberikan gambaran mengenai informasi kesehatan penyakit jantung yang dialami dan memberikan pengetahuan tentang jenis-jenis penyakit jantung dan gejala, penyebab disertai tindakan yang harus diambil untuk pencegahannya sebagai langkah awal dalam mengantisipasi penyakit jantung. Di sisi lain, aplikasi ini juga dilengkapi fitur-fitur lainnya, seperti artikel, video, dan info rumah sakit terkait dan terdekat yang dapat dilacak oleh *user*.

Kata Kunci: aplikasi, diagnosa, jantung, pelacakan, Android

Abstract

This study aims to design android-based heart disease diagnosis application and hospital tracking system for Indonesian community. The result of this study can provide a quick and precise overview and explanation about early diagnosis of heart disease based on the existing symptoms or causes to the users. In addition, it also provides an overview on the heart disease experienced and provides knowledge about the types of heart disease, the symptoms, the causes along with actions to take for prevention. In addition, this application also features articles, videos, and partner hospitals close to the user's location.

Keywords: Application, Diagnosis, Heart, Tracking, Android, Society, Indonesia

Tanggal Terima Naskah : 07 Juni 2017

Tanggal Persetujuan Naskah : 20 Oktober 2017

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia [1], kesehatan menjadi *concern* utama pemerintah. Isu keselamatan pasien mulai dibahas pada tahun 2000 [2], diikuti dengan studi pertama di 15 rumah sakit dengan 4.500 rekam medik. Penyebaran informasi kesehatan menjadi tugas yang berat bagi pemerintah. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (Balitbangkes) Kementerian Kesehatan menyatakan baru saja menyelesaikan analisis awal survei penyebab kematian berskala nasional. Survei itu disebut *Sample Registration Survey* (SRS). Datanya, menurut Prof. dr. Tjandra Yoga Aditama, Kepala Balitbangkes, dikumpulkan dari kejadian selama tahun 2014. Data dikumpulkan dari *sample* yang mewakili Indonesia, meliputi 41.590 kematian sepanjang tahun 2014. Pada semua kematian itu dilakukan autopsi verbal, sesuai pedoman Badan Kesehatan Dunia (WHO) secara *real time* oleh dokter dan petugas terlatih. Dari data tersebut terlihat bahwa 10 jenis penyakit paling sering menjadi penyebab kematian di Indonesia: 1. Kanker, 2. Cerebrovaskular, 3. Jantung, 4. Diabetes Melitus, 5. Tuberculosis pernapasan, 6. Hipertensi, 7. Paru Obstruktif Kronis (PPOK), 8. Liver atau hati, 9. Pneumonia, 10. Gastro-enteritis [3]. Penyakit jantung menjadi salah satu dari 10 penyakit mematikan di Indonesia.

Pada penelitian ini disajikan suatu media aplikasi diagnosa penyakit jantung berbasis android untuk masyarakat Indonesia, yang dapat memberikan gambaran dan penjelasan kepada *user* dalam mendiagnosa lebih dini penyakit jantung berdasarkan gejala-gejala atau penyebab yang ada dengan cepat dan tepat. Selain itu, mempermudah *user* dalam memberikan gambaran mengenai informasi kesehatan penyakit jantung yang dialami dan memberikan pengetahuan tentang jenis-jenis penyakit jantung dan gejala, penyebab disertai tindakan yang harus diambil untuk pencegahannya sebagai langkah awal dalam mengantisipasi penyakit jantung. Di sisi lain, aplikasi diagnosa juga dilengkapi dengan fitur-fitur lainnya, seperti artikel, video, dan info rumah sakit terkait dan terdekat yang dapat di lacak oleh *user*.

Jantung merupakan salah satu organ vital pada manusia. Jantung berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh. Karena fungsi jantung sangat penting bagi manusia, maka kesehatan jantung sangat perlu diperhatikan. Jantung sangat rentan terhadap berbagai penyakit dan gangguan yang dapat mengganggu aktifitas bahkan menyebabkan kematian. Penyakit dan gangguan jantung ini sering tidak dirasakan atau diketahui si penderita, terkadang diketahui setelah penyakit tersebut telah parah atau merenggut nyawa. Penyakit jantung dapat disebabkan oleh pola hidup yang kurang sehat. Oleh karena gejala penyakit dan gangguan jantung sering tidak dirasakan atau diketahui si penderita, masyarakat sering lalai atau kurang memperhatikan kesehatan jantungnya. Hal ini juga disebabkan karena mahalnya biaya *check up* kesehatan dan tidak adanya waktu karena kesibukan kerja. Di sisi lain, dengan jumlah penduduk Indonesia yang mencapai lebih dari 250 juta jiwa, maka akses informasi dan komunikasi yang cukup efektif dan efisien adalah dengan menggunakan *smartphone*. Pengguna *smartphone* di Indonesia juga bertumbuh dengan pesat. Lembaga riset *digital marketing* Emarketer memperkirakan pada tahun 2018 jumlah pengguna aktif *smartphone* di Indonesia lebih dari 100 juta orang. Dengan jumlah sebesar itu, Indonesia akan menjadi negara dengan pengguna aktif *smartphone* terbesar keempat di dunia setelah Cina, India, dan Amerika [4].

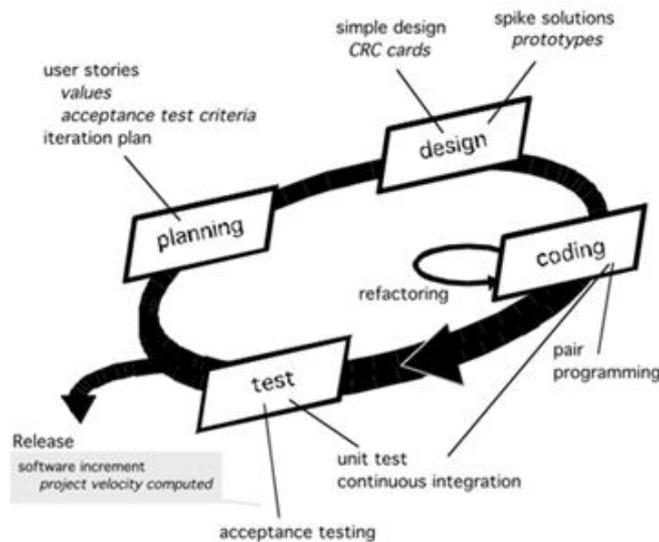


Gambar 1. Pengguna aktif *Smartphone* di Indonesia

Pada penelitian ini dilakukan perancangan aplikasi informasi kesehatan dan diagnosa penyakit jantung berbasis android. Hasil analisis metode yang telah diuji dan efektif, dapat dijadikan penerapan metode yang tepat sebagai salah satu dari fitur diagnosa aplikasi kesehatan. Aplikasi ini dapat memberikan gambaran mengenai penyakit jantung yang dialami dan memberikan pengetahuan tentang jenis-jenis penyakit jantung dan gejala-gejala, penyebab disertai tindakan yang harus diambil untuk pencegahannya sebagai langkah awal dalam mengantisipasi penyakit jantung.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan *extreme program* yang merupakan salah satu bagian dari *Agile Software Development* yang berbasis pada pengembangan secara iteratif dan bergantung pada *feedback* [5]. Metode *extreme program*, memiliki empat tahapan.



Gambar 2. *Extreme Program Method*

- a. *Planning*
 Pada tahap *planning* dilakukan penyebaran kuesioner dan tanya jawab kepada ahli medis (dokter umum maupun *specialist*) mengenai informasi penyakit jantung secara detil dan beberapa kebutuhan *user* mengenai informasi kesehatan jantung yang akan ditampilkan, khususnya untuk mengetahui fitur yang diperlukan. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan berdasarkan fitur yang digunakan dalam perancangan.
- b. *Design*
 Pada tahap *design*, dilakukan desain aplikasi untuk mengidentifikasi dan mengorganisasi data yang dikumpulkan pada tahap *planning*. *Design* juga dilakukan dengan menggunakan diagram UML, *entity relationship diagram*, dan desain Arsitektur Aplikasi.
- c. *Coding*
Coding dilakukan untuk mewujudkan sistem sesuai dengan perancangan yang sudah disiapkan pada tahap *planning* dan *design*. Pembuatan aplikasi berbasis android ini menggunakan teknologi SDK, Java, JSON, PHP.
- d. *Testing*
Testing dilakukan dengan pengujian terhadap fitur pada sebagian pihak sebagai target pengguna untuk mendapatkan *feedback* dan saran dalam pengembangan aplikasi. Fitur dan fungsionalitas tersebut berasal dari data yang diperoleh dari *user* yang telah diimplementasikan.

2.1 Diagnosa Jantung

Jantung merupakan organ yang vital bagi manusia, yang terletak di rongga dada sebelah kiri. Jantung dibagi menjadi empat, yaitu dua atrium (atrium/serambi kiri dan kanan) dan dua ventrikel/bilik (Ventrikel/bilik kiri dan kanan). Pemompaan darah melalui keempat ruang tersebut dibantu oleh empat katup jantung. Katup membuka dan menutup sehingga darah hanya mengalir dalam satu arah. Keempat katup jantung tersebut adalah Katup trikuspidalis - terletak di antara serambi kanan dan bilik kanan, Katup pulmonalis - terletak di antara bilik kanan dan arteri pulmonalis, Katup mitralis - terletak di antara serambi kiri dan bilik kiri, dan Katup aorta - terletak di antara bilik kiri dan aorta [6].

Tabel 1. Jenis-Jenis Penyakit jantung

JENIS-JENIS PENYAKIT JANTUNG	
JENIS	KETERANGAN
Penyakit Jantung Koroner/Iskemik (PJK)	Penyempitan pembuluh darah kecil yang memasok darah dan oksigen ke jantung. Adapun gejala-gejala yang dapat dirasakan, yaitu nyeri dada secara tiba-tiba, keluarnya keringat dingin yang berlebihan, nyeri kepala berkepanjangan, seluruh tubuh terasa terbakar, mual dan muntah, tubuh cepat lelah dan lemas, mengalami sesak nafas, adanya pembengkakan di sekitar sendi dan kaki. Penyakit jantung koroner disebabkan oleh tekanan darah yang tinggi (hipertensi), diabetes, kolesterol, obesitas, merokok, mengkonsumsi alkohol, dan faktor keturunan.

Tabel 1. Jenis-Jenis Penyakit jantung (Lanjutan)

JENIS-JENIS PENYAKIT JANTUNG	
JENIS	KETERANGAN
Penyakit Jantung Hipertensi (PJH)	Suatu penyakit yang berkaitan dengan dampak sekunder pada jantung karena hipertensi sistemik yang berkepanjangan. Adapun gejala-gejala yang dapat dirasakan, yaitu sakit kepala, nyeri dada secara tiba-tiba, jantung berdebar-debar, tubuh cepat lelah dan lemas, mimisan. Penyakit jantung hipertensi disebabkan oleh tekanan darah yang tinggi (hipertensi), kolesterol, obesitas, stress, merokok, mengkonsumsi alkohol. Penyakit ini dapat dicegah dengan melakukan olahraga secara teratur, berhenti merokok dan mengkonsumsi alkohol, menghindari makanan berlemak dan berkolesterol tinggi, menjaga kesehatan mental, dan mengkonsumsi air putih minimal satu setengah liter per hari.
Penyakit Jantung Perikarditis (PJP)	Peradangan pada kantung jantung atau perikardium sehingga menimbulkan penimbunan cairan dan penebalan. Adapun gejala-gejala yang dapat dirasakan, yaitu mual dan muntah, tubuh cepat lelah dan lemas, demam, sulit bernapas, batuk, dada terasa sakit, pembengkakan perut, sesak napas. Penyakit jantung perikarditis disebabkan oleh Infeksi virus seperti Cocksakie dan influenza, infeksi bakteri seperti Streptococcus, Staphylococcus, Meningococcus, dan Gonococcus, infeksi parasit, infeksi jamur, menderita kanker, menderita infark miokard, dan menderita tuberkulosis. Penyakit ini dapat dicegah dengan anti biotik, anti jamur, perikardiosentesis, obat anti peradangan, analgesik, dan aspirin.
Penyakit Jantung Rematik (PJR)	Suatu kondisi dimana terjadi kerusakan pada katup jantung, bisa berupa penyempitan atau kebocoran, terutama katup mitral (stenosis katup mitral) sebagai akibat adanya gejala sisa dari Demam Rematik (DR). Adapun gejala-gejala yang dapat dirasakan, yaitu nyeri sendi yang berpindah-pindah, bercak kemerahan di kulit yang terbatas, gerakan tangan yang tak beraturan dan tak terkendali, sesak napas, benjolan kecil-kecil di bawah kulit, nyeri perut, kehilangan berat badan, mudah lelah, dan demam. Penyakit jantung rematik disebabkan oleh faktor genetik, umur, keadaan gizi, golongan etnik dan ras, jenis kelamin, dan reaksi autoimun. Penyakit ini dapat dicegah dengan rajin membersihkan rumah, olahraga, mengkonsumsi makanan sehat, menghindari rokok, memakai masker di lingkungan berdebu.
Penyakit Jantung Otot	Hilangnya kemampuan jantung untuk memompa darah dan berdenyut secara normal. Adapun gejala-gejala yang dapat dirasakan, yaitu sesak nafas, pembengkakan kaki dan tangan, perut terasa kembung, mudah lelah, detak jantung tidak teratur, kepala pusing. Penyakit otot jantung disebabkan oleh tekanan darah yang tinggi(hipertensi), masalah katup jantung, kerusakan jaringan jantung dari serangan jantung sebelumnya, detak jantung yang terlalu cepat, gangguan metabolisme, kekurangan gizi, vitamin atau mineral esensial, penyalahgunaan obat kokain atau anti depresan, penggunaan beberapa obat kemotrapi, penumpukan besi di otot jantung, dan mengkonsumsi alkohol.

Tabel 1. Jenis-Jenis Penyakit jantung (Lanjutan)

JENIS		KETERANGAN
Penyakit Jantung	Gagal	Kondisi dimana jantung kehilangan kemampuan untuk memompa cukup darah ke jaringan tubuh. Adapun gejala-gejala yang dapat dirasakan, yaitu nafas pendek, sering batuk, pembengkakan di sekitar kaki, bengkak atau nyeri perut, mudah lelah, pusing, sesak napas. Penyakit gagal jantung disebabkan oleh tekanan darah tinggi, anemia, kolesterol, diabetes, obesitas, merokok, obat antivirus (zidofudin), pola hidup tidak teratur, kurang berolahraga dan stres, meningkatnya asupan garam, endokarditis infeksi, obat kemotrapasi seperti doxorubicin. Penyakit ini dapat dicegah dengan mengurangi makanan berlemak, berhenti merokok, olahraga, pola hidup yang teratur, dan rajin memeriksakan diri ke dokter.

Journal	Improved Study of Heart Disease Prediction System using Data Mining Classification Techniques	Prediction of Heart Disease using Decision Tree a Data Mining Technique	A Heart Disease Prediction Model using Decision Tree	Efficient Heart Disease Prediction System
Publications	International Journal of Computer Applications (0975-888) Volume 47-No.10,	International Journal of Computer Science and Network, Volume 5, Issue 6, December	IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE) e-ISSN: 2278-0661, p- ISSN: 2278-	Procedia Computer Science 85 (2016) 962-969
Goal	This paper has analysed prediction systems for Heart disease using more number of input attributes	To diagnose a heart disease is by using decision tree algorithm. This research work investigates the results after applying a range of techniques to different types of Decision Trees in order to get better performance in heart disease diagnosis	To develop a heart disease prediction model that can assist medical professionals in predicting heart disease status based on the clinical data of patients. Firstly, we select 14 important clinical features, and diagnosis of heart disease. Secondly, we develop an prediction model using J48 decision tree for classifying heart	we have planned a framework that can proficiently find the tenets to foresee the risk level of patients in view of the given parameter about their health.
Attribute	13 common + 2 new		14 Attribute	14 Attributes
	Age	Thalach	Age	Exang
	Sex	Exang	Sex	Oldpeak
	Chest Pain Type	Old peak ST	Chest Pain	Slope
	Trestbps	ca	Old peak ST	Ca
	Chol	thal	Ca	Thal
	Restecg	solpe	Thal	Num
	Fbs	Obesity	Diagnosis	Restecg
		Smoking		Thalach
Methodology	The performance of these techniques is compared,		J48 Decision Tree based on Gain Ratio	gain ratio decision tree
Data Source	The Cleveland Heart Disease database consists of 303 records		Cleveland Clinic Foundation Heart disease data set available at	UCI Machine Learning Repository [homepage on the Internet]. Arlington: The Association; 2006
Result	Algoritma	Accuracy	Algoritma	Accuracy
	Decision Trees	100%	J4.8 Decision Tree	78.90%
	Naive Bayes	99.62%	Bagging Algorithm	81.41%
	Neural Networks	90.74%	Equal Frequency Discretization	84.10%
			Proposed Model (using Nine voting Equal Frequency Discretization with Gini Index Decision Tree)	85.30%
				J48 Unpruned tree
				J48 Pruned tree
				SVM
				C4.5
				1- NN
				PART
				MLP
				RBF
				TSEAFS
				Efficient Heart Disease Prediction System

Gambar 3. Penelitian sebelumnya

Beberapa hasil penelitian sebelumnya dengan beberapa atribut, metode, algoritma, serta *data source* yang berbeda. Algoritma yang telah digunakan pada penelitian sebelumnya, yaitu *Decision trees* 100% tingkat akurasi, Naive Bayes 99.62%, *Neural Networks* 90.74%, *Bagging Algorithm* 81.41%, *Equal Frequency Discretization* 84.1%, *J48 Unpruned tree* 72.82%, *J48 Pruned tree* 73.79%, SVM 70.59%, 1- NN 76.47%, PART 73.53%, MLP 74.85%, RBF 78.53%, TSEAFS 77.45% [7],[8],[9],[10].

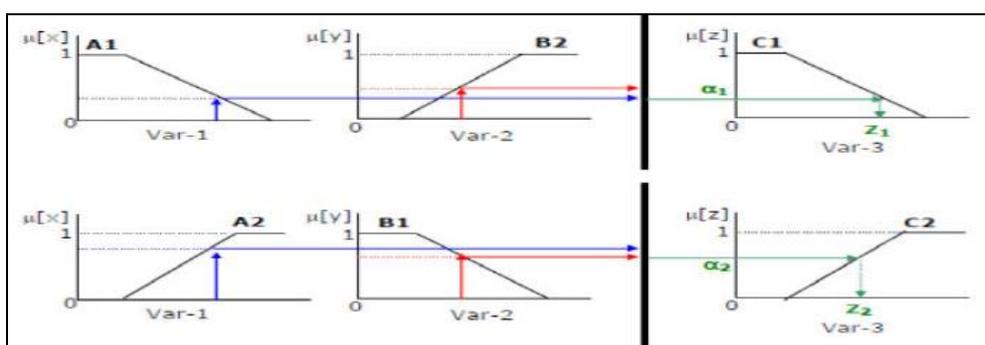
Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, tingkat akurasi yang sangat signifikan terlihat pada penelitian studi peningkatan prediksi penyakit jantung dengan teknik klasifikasi *data mining*, yakni dengan total 15 atribut, hasil akurasi dengan komparasi algoritma adalah *Decision trees* 100%, Naive Bayes 99.62%, dan *Neural Networks* 90.74%. Namun pada penelitian diagnosa penyakit jantung dan sistem pelacakan berbasis android untuk masyarakat Indonesia ini, penulis melakukan penerapan pada metode logika fuzzy-Tsukamoto dan Djistrak.

Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. *Output* hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Proses agregasi antaraturan dilakukan dan hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan *defuzzy* dengan konsep rata-rata terbobot. Misalkan ada variabel *input*, yaitu x dan y, serta satu variabel *output*, yaitu z. Variabel x terbagi atas dua himpunan, yaitu A1 dan A2, variabel y terbagi atas dua himpunan juga, yaitu B1 dan B2, sedangkan variabel *output* Z terbagi atas dua himpunan, yaitu C1 dan C2. Tentu saja himpunan C1 dan C2 harus merupakan himpunan yang bersifat monoton. Diberikan dua aturan sebagai berikut [11]:

[R1] IF x is A1 and y is B2 THEN z is C1

[R2] IF x is A2 and y is B1 THEN z is C1

Pertama-tama dicari fungsi keanggotaan dari masing-masing himpunan *fuzzy* dari setiap aturan, yaitu himpunan A1, B2, dan C1 dari aturan *fuzzy* [R1] dan himpunan A2, B1 dan C2 dari aturan *fuzzy* [R2]. Aturan *fuzzy* R1 dan R2 dapat direpresentasikan dalam Gambar 4 untuk mendapatkan suatu nilai crisp



Gambar 4. Inferensi Metode Tsukamoto [12]

$$Z = \frac{\alpha_1 Z_1 + \alpha_2 Z_2}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

dimana rata-rata terbobot

Karena pada metode Tsukamoto operasi himpunan yang digunakan adalah konjungsi (AND), maka nilai keanggotaan anteseden dari aturan *fuzzy* [R1] adalah irisan dari nilai keanggotaan A1 dari Var-1 dengan nilai keanggotaan B1 dari Var-2. Menurut teori operasi himpunan pada persamaan, maka nilai keanggotaan anteseden dari operasi konjungsi (And) dari aturan *fuzzy* [R1] adalah nilai minimum antara nilai keanggotaan A1 dari Var-1 dan nilai keanggotaan B2 dari Var-2.

Demikian pula nilai keanggotaan anteseden dari aturan *fuzzy* [R2] adalah nilai minimum antara nilai keanggotaan A2 dari Var-1 dengan nilai keanggotaan B1 dari Var-2. Selanjutnya, nilai keanggotaan anteseden dari aturan *fuzzy* [R1] dan [R2] masing-masing disebut dengan α_1 dan α_2 . Nilai α_1 dan α_2 kemudian disubstitusikan pada fungsi keanggotaan himpunan C1 dan C2 sesuai aturan *fuzzy* [R1] dan [R2] untuk memperoleh nilai z_1 dan z_2 , yaitu nilai z (nilai perkiraan produksi) untuk aturan *fuzzy* [R1] dan [R2]. Untuk memperoleh nilai *output* crisp/nilai tegas Z , dicari dengan cara mengubah *input* (berupa himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*) menjadi suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Cara ini disebut dengan metode defuzzifikasi (penegasan). Pada model basis ini, secara umum terdapat tiga langkah untuk menentukan tingkat keparahan penyakit berdasarkan penyebab dengan metode Tsukamoto, yaitu mendefinisikan variabel, inferensi, dan defuzzifikasi (menentukan *output*).

a. Mendefinisikan variabel *fuzzy*

Pada tahap ini, nilai keanggotaan himpunan tekanan darah, gula darah, kolesterol, dan BMI saat ini dicari menggunakan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* dengan memperhatikan nilai maksimum dan nilai minimum data satu periode terakhir dari tiap variabel. variabel yang digunakan, yaitu tekanan darah, gula darah, kolesterol, BMI, dan riwayat keluarga.

Variabel	KETERANGAN	HASIL KURVA
Tekanan Darah	Variabel yang digunakan terdiri atas 3 himpunan fuzzy, yaitu: RENDAH, NORMAL dan TINGGI Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy RENDAH dari variabel Tekanan Darah : $\mu_{\text{rendah}} = \begin{cases} 1 & ; X < 110 \\ \frac{120-X}{120-110} & ; 110 \leq X \leq 120 \\ 0 & ; X > 120 \end{cases}$	
	Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy NORMAL dari variabel Tekanan Darah : $\mu_{\text{normal}} = \begin{cases} 0 & ; X < 110 \\ \frac{X-110}{120-110} & ; 110 \leq X \leq 120 \\ \frac{140-X}{140-120} & ; 120 \leq X \leq 140 \\ 1 & ; X > 140 \end{cases}$	
	Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy TINGGI dari variabel Tekanan Darah $\mu_{\text{tinggi}} = \begin{cases} 0 & ; X < 120 \\ \frac{X-120}{140-120} & ; 120 \leq X \leq 140 \\ 1 & ; X > 140 \end{cases}$	

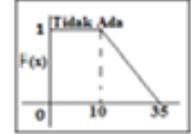
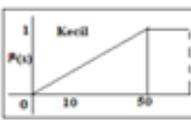
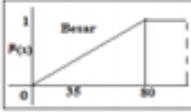
Gambar 5. Variabel Tekanan Darah

Variabel	KETERANGAN	HASIL KURVA
Kolesterol	Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy RENDAH dari variabel Kolesterol $\mu_{\text{Kolesterol Rendah}} = \begin{cases} 1 & ; X < 200 \\ \frac{240-X}{240-200} & ; 200 \leq X \leq 240 \\ 0 & ; X > 240 \end{cases}$	
	Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy NORMAL dari variabel Kolesterol $\mu_{\text{Kolesterol Normal}} = \begin{cases} 0 & ; X < 200 \\ \frac{X-200}{240-200} & ; 200 \leq X \leq 240 \\ \frac{250-X}{250-240} & ; 240 \leq X \leq 250 \\ 1 & ; X > 250 \end{cases}$	
	Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy TINGGI dari variabel Kolesterol $\mu_{\text{Kolesterol Tinggi}} = \begin{cases} 0 & ; X < 240 \\ \frac{X-240}{250-240} & ; 240 \leq X \leq 250 \\ 1 & ; X > 250 \end{cases}$	

Gambar 6. Variabel Kolesterol

Variabel	KETERANGAN	HASIL KURVA
BMI	Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy KURUS dari variabel BMI $\mu_{\text{BMI Kurus}} = \begin{cases} 1 & ; X < 200 \\ \frac{240-X}{240-200} & ; 200 \leq X \leq 240 \\ 0 & ; X > 240 \end{cases}$	
	Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy NORMAL dari variabel BMI $\mu_{\text{BMI Normal}} = \begin{cases} 0 & ; X < 200 \\ \frac{X-200}{240-200} & ; 200 \leq X \leq 240 \\ \frac{250-X}{250-240} & ; 240 \leq X \leq 250 \\ 1 & ; X > 250 \end{cases}$	
	Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy OBESITAS dari variabel BMI $\mu_{\text{BMI Obesitas}} = \begin{cases} 0 & ; X < 240 \\ \frac{X-240}{250-240} & ; 240 \leq X \leq 250 \\ 1 & ; X > 250 \end{cases}$	
Riwayat	Variabel BMI terdiri atas 2 himpunan fuzzy, yaitu: Ada dan Tidak Ada. $\mu_{\text{RiwayatKel}} = 1$; ada & 0 ; tidak ada	

Gambar 7. Variabel BMI dan Riwayat

Variabel	KETERANGAN	HASIL KURVA
	Variabel Potensi terdiri atas 3 himpunan fuzzy, yaitu: Tidak Ada, Kecil dan Besar	
Potensi	Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy TIDAK ADA dari variabel Potensi $\mu_{\text{Tidak Ada}} = \begin{cases} 1 & ; X < 10 \\ \frac{35-X}{35-10} & ; 10 \leq X \leq 35 \\ 0 & ; X > 35 \end{cases}$	
	Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy KECIL dari variabel Potensi $\mu_{\text{Kecil}} = \begin{cases} 0 & ; X < 10 \\ \frac{X-10}{35-10} & ; 10 \leq X \leq 35 \\ \frac{50-X}{50-35} & ; 35 \leq X \leq 50 \\ 1 & ; X > 50 \end{cases}$	
	Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy BESAR dari variabel Potensi $\mu_{\text{Besar}} = \begin{cases} 0 & ; X < 50 \\ \frac{X-50}{80-50} & ; 50 \leq X \leq 80 \\ 1 & ; X > 80 \end{cases}$	

Gambar 8. Variabel Potensi

b. Inferensi

Dengan mengkombinasikan himpunan-himpunan *fuzzy* tersebut, maka diperoleh 162 aturan *fuzzy* sebagai berikut:

RULE		Tekanan Darah	Gula Darah	Kolesterol	BMI	Riwayat Kel		Potensi
1	IF	Rendah	Rendah	Rendah	Kurus	Ada	THEN	Kecil
2	IF	Rendah	Rendah	Rendah	Kurus	Tidak Ada	THEN	Tidak ada
3	IF	Rendah	Rendah	Rendah	Normal	Ada	THEN	Kecil
4	IF	Rendah	Rendah	Rendah	Normal	Tidak Ada	THEN	Tidak ada
5	IF	Rendah	Rendah	Rendah	Obesitas	Ada	THEN	Besar
6	IF	Rendah	Rendah	Rendah	Obesitas	Tidak Ada	THEN	Kecil
7	IF	Rendah	Rendah	Normal	Kurus	Ada	THEN	Tidak ada
8	IF	Rendah	Rendah	Normal	Kurus	Tidak Ada	THEN	Tidak ada
9	IF	Rendah	Rendah	Normal	Normal	Ada	THEN	Kecil
10	IF	Rendah	Rendah	Normal	Normal	Tidak Ada	THEN	Tidak ada

Gambar 9. Kombinasi Himpunan *Fuzzy*

Berdasarkan 162 aturan *fuzzy* tersebut, akan ditentukan nilai α dan z untuk masing-masing aturan. α adalah nilai keanggotaan anteseden dari setiap aturan, sedangkan z adalah nilai perkiraan potensi untuk diagnosa penyakit dari setiap aturan.

c. Menentukan *Output Crisp* (Defuzzifikasi)

Output Crisp (defuzzifikasi) merupakan proses menggunakan nilai rata-rata terbobot dalam menghasilkan nilai *output crisp*. Berikut ini adalah defuzzifikasi berdasarkan dari fuzzyfikasi dan *rules* yang sudah ditentukan.

$$Z = \frac{(\alpha_1 \times Z_1) + \dots + (\alpha_n \times Z_n)}{\alpha_1 + \dots + \alpha_n}$$

Berikut ini merupakan tabel aturan gejala penyakit terhadap penyakit pada sistem diagnosa awal penyakit jantung.

Nama Gejala	Penyakit					
	Koroner / Iskemik	Hipertensi	Perikarditis	Rematik	Otot Jntng	Gagal Jntng
Nyeri dada tiba-tiba	√	√	√			
Sesak Nafas	√		√	√	√	√
Cepat lelah&lemas	√	√	√	√	√	√
Nyeri kepala/pusing	√	√			√	√
Bengkak disekitar sendi & kaki	√				√	√
Mual dan muntah	√		√			
Keringat dingin berlebihan	√					
Seluruh tubuh terasa terbakar	√					
Jantung berdebar-debar		√			√	
Mimisan		√				
Bengkak di perut			√	√		√
Batuk yang berkepanjangan			√			√
Demam			√	√		
Bercak kemerahan dikulit				√		
Gerakan tangan tak terkontrol				√		
Benjolan kecil di bawah kulit				√		
Berat turun drastic				√		
Perut kembung					√	
Nafas pendek						√

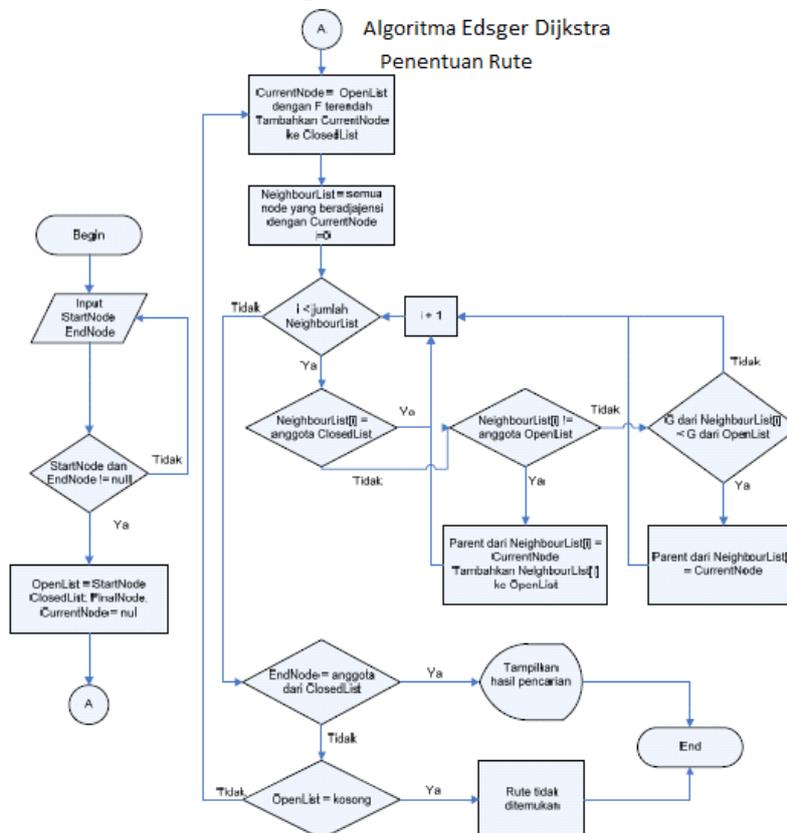
Gambar 10. Aturan gejala penyakit pada jantung

Adapun cara kerja aplikasi diagnosa penyakit jantung dengan menganalisis gejala dan akan menampilkan tampilan berupa pertanyaan mengenai gejala-gejala yang mungkin dialami oleh *user*. Setelah itu sistem akan menghasilkan hasil akhir analisa (*output*) yaitu nama penyakit dan tindakan, info berupa artikel, video terkait dan informasi rumah sakit terdekat dengan keberadaan *user*.

2.2 Sistem Pelacakan

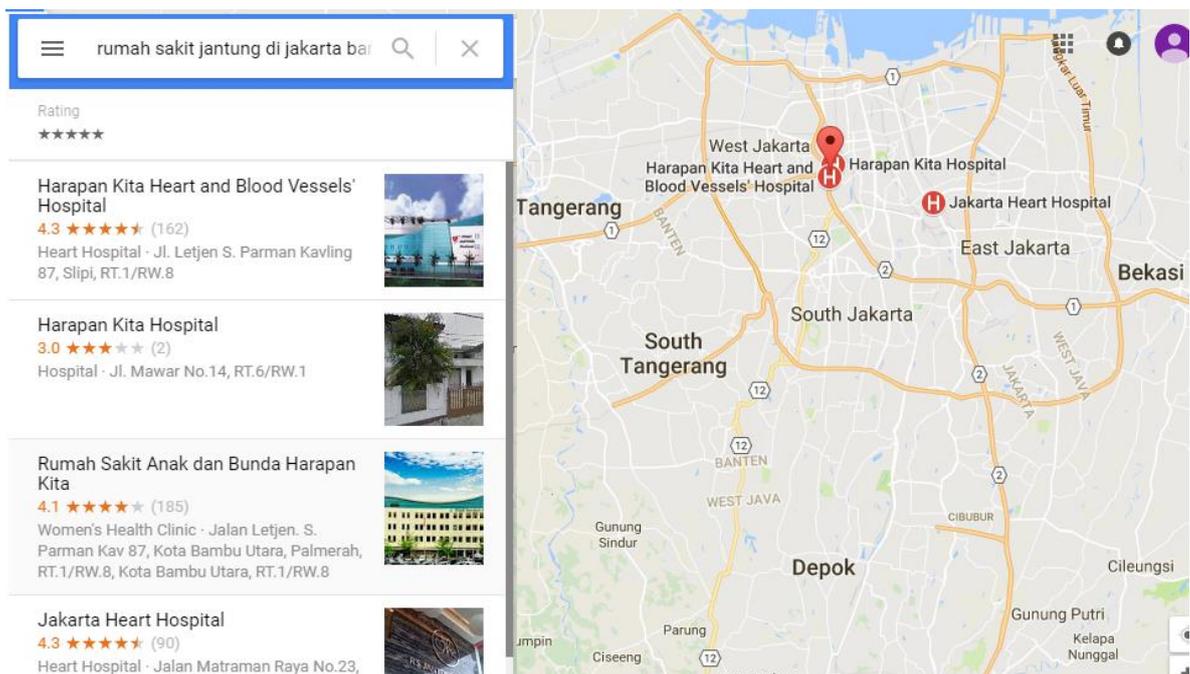
Edsger Dijkstra merupakan bentuk yang paling dikenal dari *Best First Search*. Algoritma ini merupakan algoritma yang dapat memecahkan masalah pencarian jalur terpendek dari suatu graf pada setiap simpul yang bernilai tidak negatif. Dijkstra merupakan algoritma yang termasuk dalam algoritma greedy, yaitu algoritma yang sering digunakan untuk memecahkan masalah yang berhubungan dengan suatu optimasi [13]. Dalam pencarian jalur terpendeknya algoritma dijkstra bekerja dengan mencari bobot yang paling minimal dari suatu graf berbobot, jarak terpendek akan diperoleh dari dua atau lebih titik dari suatu graf dan nilai total yang didapat adalah yang bernilai paling kecil. Misalkan G adalah graf berarah berlabel dengan titik-titik $V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ dan *path* terpendek yang dicari adalah dari v_1 ke v_n . Algoritma Dijkstra dimulai dari titik v_1 . Dalam iterasinya, algoritma akan mencari satu titik yang jumlah bobotnya dari titik 1 terkecil. Titik-titik yang terpilih dipisahkan dan titik-titik tersebut tidak diperhatikan lagi dalam iterasi berikutnya. Berikut merupakan langkah-langkah algoritma Edsger Dijkstra [14]:

- Pada awalnya pilih *node* sumber sebagai *node* awal, diinisialisasikan dengan 1.
- Bentuk tabel yang terdiri dari *node*, status, bobot, dan *predecessor*. Lengkapi kolom bobot yang diperoleh dari jarak *node* sumber ke semua *node* yang langsung terhubung dengan *node* sumber tersebut.
- Jika *node* sumber ditemukan maka tetapkan sebagai *node* terpilih.
- Tetapkan *node* terpilih dengan label permanen dan perbaharui *node* yang langsung terhubung.
- Apakah *node* yang terpilih merupakan *node* tujuan?. Jika ya, maka kumpulan *node* terpilih atau *predecessor* merupakan rangkaian yang menunjukkan lintasan terpendek.



Gambar 11. Algoritma Edsger Dijkstra Penentuan Rute

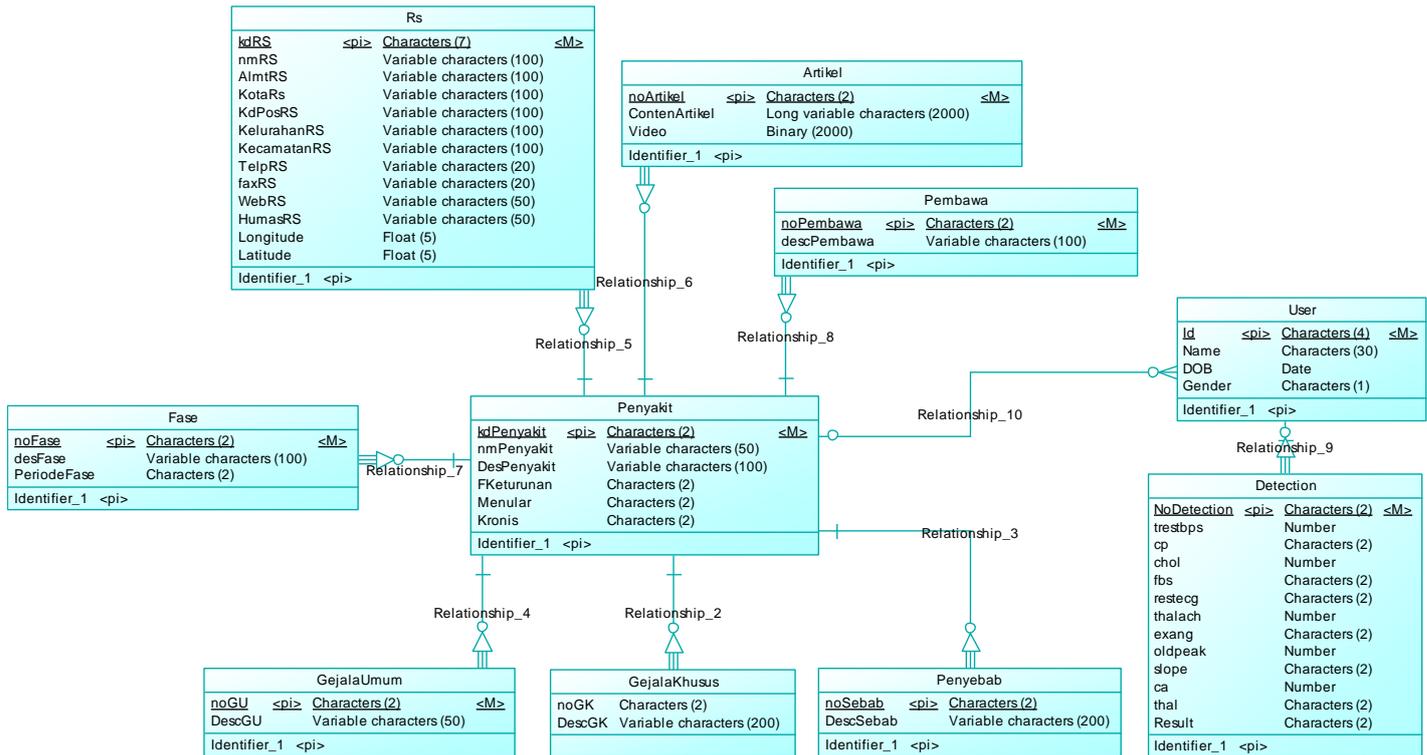
Selain menggunakan Algoritma Edsger Dijkstra, pada penelitian ini digunakan Graf. Graf berfungsi untuk merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut. Banyak persoalan pada dunia nyata yang sebenarnya merupakan representasi visual dari graf. Contoh salah satu representasi visual dari graf adalah peta. Banyak hal yang dapat digali dari representasi tersebut, diantaranya adalah menentukan jalur terpendek dari satu tempat ke tempat lain, menggambarkan dua kota yang bertetangga dengan warna yang berbeda pada peta, menentukan tata letak jalur transportasi, pengaturan jaringan komunikasi atau jaringan internet, dan masih banyak lagi. Selain peta, masih banyak hal lain dalam dunia nyata yang merupakan representasi visual dari graf. Pada penelitian ini, diambil *sample* pencarian rumah sakit jantung terdekat. Sebagai contoh, *user* meng-input keyword lokasi di Jakarta barat.



Gambar 12. Sistem Pelacakan menggunakan Algoritma Edsger Dijkstra

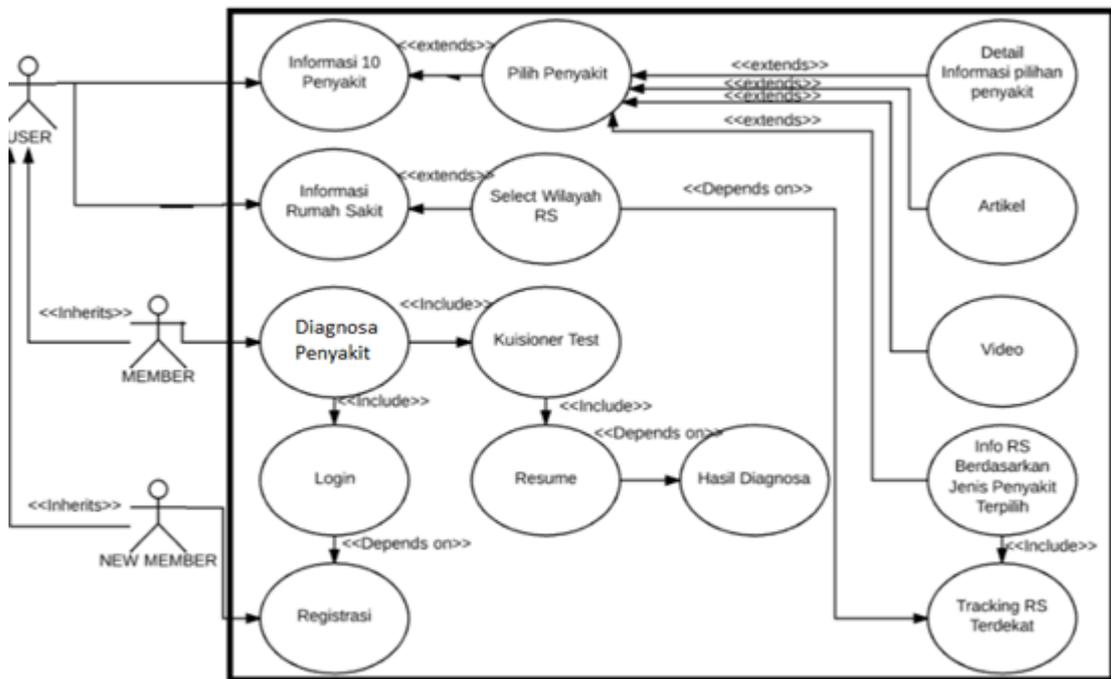
3. DESAIN APLIKASI

Pada penelitian ini digunakan *Entity Relation diagram* untuk menjelaskan hubungan antar data dalam basis data berdasarkan objek-objek dasar data yang mempunyai hubungan antar relasi. Di rancang *Entity Relation diagram* berdasarkan hasil analisis dan wawancara dengan beberapa dokter. *Entities* berikut ini merepresentasikan data rumah sakit. Beberapa *entities* diantaranya *table entity* penyakit berisi data penyakit. *Table entity* penyebabnya mengandung penyebab penyakit. *table entity* gejala umum berisi gejala umum disentri. *Table entity* gejala khusus berisi penyebab dari gejala penyakit tertentu. *Table entity* fase berisi fase penyakit. *Table entity* pembawa berisi organisme hidup atau perantara yang membawa penyakit. *Table entity* artikel berisi artikel penyakit.



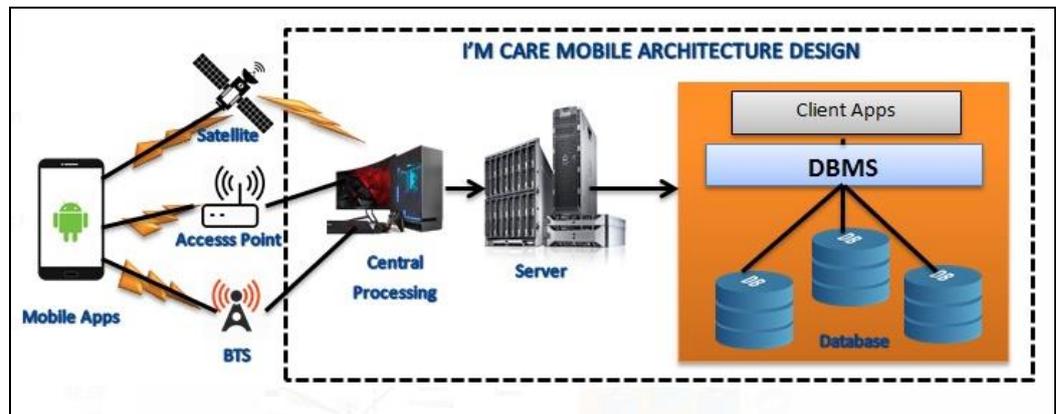
Gambar 13. Entity Relation Diagram Application

Unified Modelling Language (UML) yang digunakan untuk menganalisis *design* pada aplikasi diagnosa penyakit jantung berbasis *android* ini dengan menggunakan *Use Case diagram*. Pada penelitian ini, *actors* terbagi menjadi tiga bagian yang memiliki sifat *inherits*, yaitu *user* yang merupakan generalisasi dari *member* dan *new member*. *User* dapat mengakses beberapa *activities*, yaitu informasi 10 penyakit (terdiri dari pilihan dan detail penyakit yang dipilih, artikel, video, info rumah sakit berdasarkan jenis penyakit terpilih, serta sistem pelacakan rumah sakit terdekat), dan informasi rumah sakit. *Member*, selain dapat mengakses menu seperti *user*, *member* diberikan *privilege* dengan cara melakukan *login* terlebih dahulu sesuai dengan *username* dan *password user* untuk dapat mengakses fitur diagnosa penyakit dengan menjawab beberapa kuisisioner berkaitan dengan gejala, sehingga pada akhirnya mendapatkan hasil diagnosa penyakit. *New member* terlebih dahulu melakukan registrasi, mengisi beberapa *form* untuk mendapatkan hak akses sebagai *member*.



Gambar 14 .Use Case Diagram Aplikasi Informasi Kesehatan dan Diagnosa

Pada desain arsitektur aplikasi kesehatan dan fitur diagnosa jantung ini, aplikasi dapat diakses dengan *mobile device* melalui *access point*, *satellite*, ataupun *BTS*. Kemudian diproses di dalam *central processing* untuk mengeksekusi perintah atau *input* dari perangkat lunak. Selanjutnya data disimpan di dalam *server* untuk pembatasan akses, melakukan *control* data dan aliran data yang terjadi. Tahap selanjutnya data yang diakses, disimpan pada *file database* melalui *database management system*.



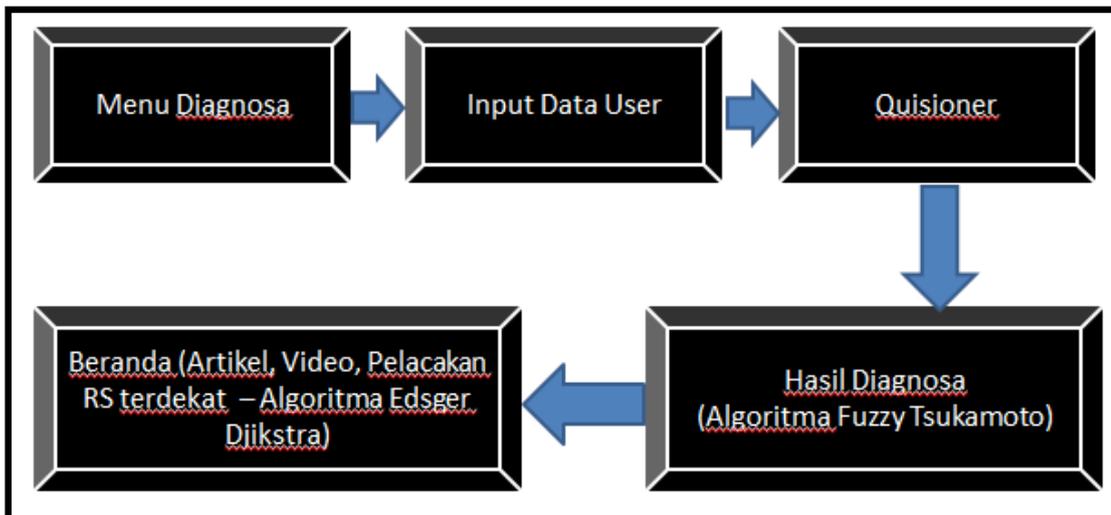
Gambar 15. Desain Arsitektur Aplikasi Kesehatan dan Diagnosa Jantung

Android SDK (*software development kit*) adalah satu set alat pengembangan yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi untuk *platform* Android dan merupakan salah satu *tools* dari API (*Application Programming Interface*) [15]. Aplikasi ini banyak digunakan untuk mengembangkan aplikasi *platform* android dengan bahasa program Java. Pada penelitian ini, digunakan IDE Eclipse (Eclipse Luna SR2 4.4.2). Untuk mengembangkan aplikasi android di Eclipse, dibutuhkan Android SDK dan *Android Development Tools (ADT)*

sebagai *plugin* untuk Eclipse sedangkan ADT (Android *Development Tools*) adalah *plugin* yang didesain untuk IDE Eclipse, sederhananya ADT inilah yang menghubungkan Android SDK yang sudah dimiliki dengan Eclipse yang akan digunakan sebagai media *coding* aplikasi. *Tools* tersebut membantu dalam perancangan sistem pelacakan rumah sakit terdekat berbasis mobile.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

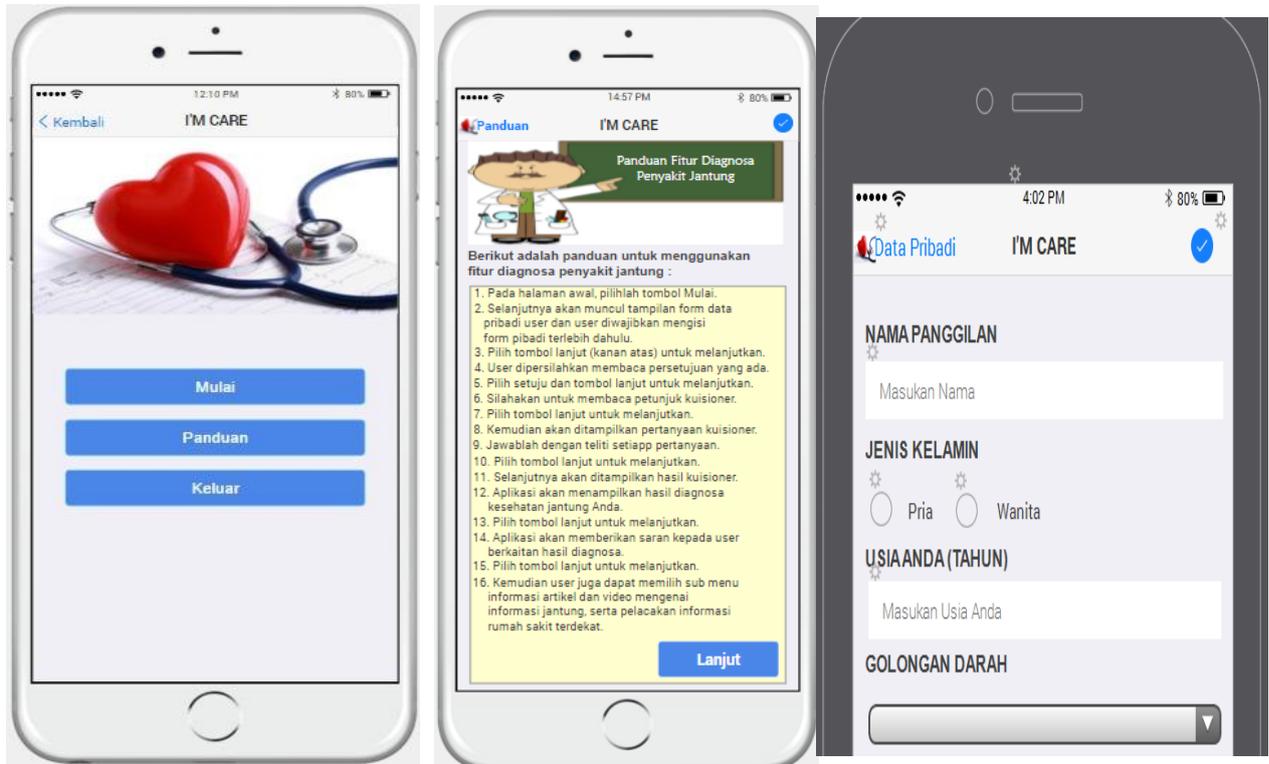
Pada penelitian ini, *user* mengakses menu diagnosa jantung dan meng-*input* data *user*, seperti nama, jenis kelamin, usia, dan identitas *user* lainnya. Selanjutnya *user* akan diberikan serangkaian pertanyaan yang berhubungan dengan gejala penyakit pada jantung (pertanyaan tersebut kemudian diterjemahkan dan diformulasikan menggunakan algoritma *fuzzy* Tsukamoto) dan dihasilkan suatu diagnosa terhadap kondisi *user*. Selanjutnya *user* akan masuk ke dalam suatu *home page* “beranda” dimana *user* dapat mengakses artikel, video terkait, dan detail informasi rumah sakit terdekat kepada *user* (sistem pelacakan) yang diformulasikan dengan algoritma *Edsger Dijkstra*.



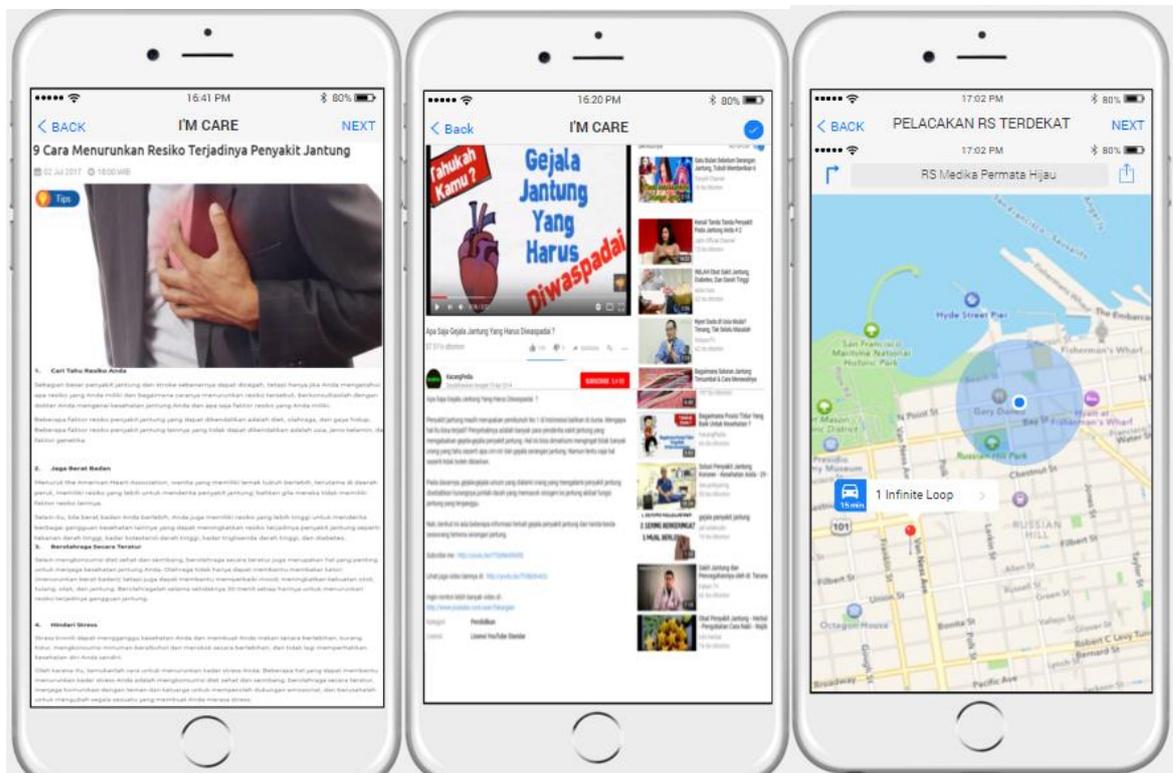
Gambar 16. Alur Kerja Aplikasi

4.1 Tampilan Layar Diagnosa Penyakit Jantung

Pada halaman menu utama diagnosa penyakit jantung, *user* dapat memilih untuk memulai fitur aplikasi, memilih panduan, atau keluar aplikasi. Apabila *user* memulai aplikasi, *user* akan melihat tampilan *form* data pribadi untuk diisi terlebih dahulu, kemudian akan diberikan serangkaian pertanyaan yang berhubungan dengan gejala penyakit pada jantung (pertanyaan tersebut kemudian diterjemahkan dan diformulasikan menggunakan algoritma *fuzzy* Tsukamoto) dan dihasilkan suatu diagnosa terhadap kondisi *user*.



Gambar 17. Halaman menu utama diagnosa jantung (mulai-panduan-keluar)



Gambar 18. Rincian informasi artikel, video, dan pelacakan informasi RS terdekat

Selanjutnya *user* akan masuk ke dalam suatu *home page* “beranda” dimana *user* dapat mengakses artikel, video terkait, dan detail informasi rumah sakit terdekat kepada *user* (sistem pelacakan) yang diformulasikan dengan algoritma edsgers dijkstra.

5. EVALUASI

Setelah dihasilkan suatu model diagnosa dan sistem pelacakan, dilakukan hasil evaluasi kepada 49 responden dengan serangkaian pertanyaan. Berikut hasil evaluasi responden:

PERTANYAAN	HASIL (DALAM DIAGRAM)	KETERANGAN
1. Apakah menurut anda Aplikasi ini mudah digunakan?	<p>2% 98%</p> <p>■ Mudah ■ Sulit</p>	hasil jawaban yang didapat sekitar 98% responden mudah untuk menggunakan aplikasi ini dan sekitar 2% mengatakan sulit untuk menggunakannya.
2. Apakah Aplikasi ini dapat memperkaya dan menambah pengetahuan anda di bidang medis?	<p>0% 100%</p> <p>■ Ya ■ Tidak</p>	hasil jawaban yang didapat sekitar 100% responden, merasa aplikasi ini dapat memperkaya dan menambah pengetahuan di bidang medis.
3. Secara user interface, apakah Apakah tampilan pada aplikasi ini menarik?	<p>0% 34% 66%</p> <p>■ Sangat Menarik ■ Menarik</p>	hasil jawaban yang didapat sekitar 34% responden mengatakan tampilan aplikasi sangat menarik, 66% mengatakan menarik dan 0% mengatakan tidak menarik.
4. Apakah panduan dari aplikasi ini mudah dimengerti?	<p>20% 80%</p> <p>■ Ya ■ Tidak</p>	hasil jawaban yang didapat sekitar 80% responden mengerti dengan panduan aplikasi dan sekitar 20% responden mengatakan tidak mengerti dengan panduan aplikasi.
5. Apakah dengan menggunakan aplikasi ini anda menjadi lebih peduli terhadap kondisi kesehatan anda ?	<p>8% 66% 26%</p> <p>■ Sangat Peduli ■ Peduli ■ Tidak Peduli</p>	hasil jawaban sekitar 66% mengatakan sangat peduli, 26% mengatakan peduli dan 8% mengatakan tidak peduli. Dapat disimpulkan bahwa dengan aplikasi ini, reponden menjadi lebih peduli terhadap kondisi kesehatannya.
6. Apakah secara keseluruhan anda puas terhadap aplikasi ini?	<p>2% 14% 40% 44%</p> <p>■ Sangat Puas ■ Puas ■ Kurang Puas ■ Tidak Puas</p>	hasil jawaban yang didapat dengan pertanyaan apakah secara keseluruhan responden puas terhadap aplikasi ini, yaitu sekitar 40% sangat puas, 44% puas, 14% kurang puas dan 2% mengatakan tidak puas.

Gambar 19. Hasil evaluasi responden

6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kuesioner dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi Diagnosa Penyakit Jantung dan Sistem Pelacakan menggunakan Algoritma Fuzzy-Tsukamoto dan Edsger Dijkstra Berbasis Android untuk Masyarakat Indonesia mudah untuk digunakan.
2. Responden merasa aplikasi Aplikasi Diagnosa Penyakit Jantung dan Sistem Pelacakan menggunakan Algoritma Fuzzy-Tsukamoto dan Edsger Dijkstra Berbasis Android untuk Masyarakat Indonesia dapat memperkaya dan menambah pengetahuan di bidang medis.
3. Dengan aplikasi aplikasi Diagnosa Penyakit Jantung dan Sistem Pelacakan menggunakan Algoritma Fuzzy-Tsukamoto dan Edsger Dijkstra Berbasis Android untuk Masyarakat Indonesia, responden menjadi lebih peduli terhadap kondisi kesehatannya.
4. Secara keseluruhan responden puas dengan aplikasi Diagnosa Penyakit Jantung dan Sistem Pelacakan menggunakan Algoritma Fuzzy-Tsukamoto dan Edsger Dijkstra Berbasis Android untuk Masyarakat Indonesia.

REFERENSI

- [1] B. P. Statistik. 2014. *Persentase Penduduk Daerah Perkotaan menurut Provinsi, 2010m* 2035. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1276>.
- [2] A. Utarini and H. Djasri. *Keselamatan Pasien dan Mutu Pelayan Kesehatan: Menuju Kemana?*, "J. Manaj. Pelayanan Kesehat.", vol. 15, no. 4, pp. 2012–2013, 2012.
- [3] Utami, Widowati. *10 Penyakit Paling Mematikan di Indonesia*. CNN Indonesia, 2015. [Online]. Available: <http://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20150513163407-255-53129/10-penyakit-paling-mematikan-di-indonesia/>.
- [4] Indah, Rahmayani. 2017. *Indonesia Raksasa Teknologi Digital Asia*. Kementerian Komunikasi dan Informatika Republk Indonesia, [Online]. Available : https://www.kominfo.go.id/content/detail/6095/indonesia-raksasa-teknologi-digital-asia/0/sorotan_media
- [5] Bates, B. 2004. *Game Design. 2nd edn. Thomson Course Technology*
- [6] Maryono, Djoko. 2008. *Mitos dan Fakta Seputar Penyakit Jantung*. Jakarta : PT. Buana Ilmu Populer.
- [7] Dangare, C. S., & Apte, S. S. 2012. *Improved study of heart disease prediction system using data mining classification techniques. International Journal of Computer Applications*, 47(10), 44-48.
- [8] Kirmani, M.M., & Ansarullah, S.I. 2016. *Prediction of Heart Disease using Decision Tree a Data Mining Technique. IJCSN International Journal of Computer Science and Network*, Vol. 5(6), 885-892
- [9] Pandey, A.K., Pandey, P., Jaiswal, K.L., & Sen, A.K. 2013. *A Heart Disease Prediction Model using Decision Tree. IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)*, Vol. 12(6), 83-86
- [10] Saxena, K., & Sharma, R. 2016. *Efficient Heart Disease Prediction System. Procedia Computer Science*, 85, 962-969.
- [11] Sari, W. E., Wahyungoro, O., & Fauziati, S. 2016. *A Comparative Study on Fuzzy Mamdani-Sugeno-Tsukamoto for the Childhood Tuberculosis Diagnosis*. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1755, No. 1, p. 070003). AIP Publishing.

- [12] Kusumadewi, S., Purnomo, H., 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Edisi Kedua. Graha Ilmu.
- [13] Gusmão, António 2013. *Sistem Informasi Geografis Pariwisata Berbasis Web Dan Pencarian Jalur Terpendek Dengan Algoritma Dijkstra*. Jurnal EECCIS Vol. 7, No. 2.
- [14] Millington, I. dan Funge, J. 2009. *Artificial Intelligence for Games, (2nd Edition)*. Burlington: Morgan Kauffman.