

Implementasi Sistem Pakar Deteksi Dini Resiko Penyakit Jantung Koroner Menggunakan Metode Backward Chaining dan Certainty Factor pada Android

Andreas Prasetyo¹
Program Studi Informatika
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121 – 131
Surabaya 60236, Indonesia
Telp. (031) – 2983455
andreas_prst@yahoo.co.uk¹

Rudy Adipranata²
Program Studi Informatika
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121 – 131
Surabaya 60236, Indonesia
Telp. (031) – 2983455
rudya@petra.ac.id²

Indar Sugiarto³
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121 – 131
Surabaya 60236, Indonesia
Telp. (031) – 2983455
indi@petra.ac.id³

ABSTRAK

Perubahan pola hidup di era modern saat ini dapat memberi dampak yang cukup membahayakan bagi kehidupan kita salah satunya adalah penyakit jantung koroner. Penyakit jantung koroner adalah ketidakmampuan jantung baik secara kronis maupun akut, yang disebabkan oleh kurangnya suplai darah pada sel otot jantung dan berdampak pada terjadinya penyempitan pembuluh darah arteri yang dapat mengakibatkan terjadinya ketidakseimbangan antara suplai darah dan oksigen.

Dalam penelitian ini menggunakan metode *Backward chaining* yang berfungsi untuk menelusuri fakta-fakta yang ada dan menggabungkannya dengan hipotesa-hipotesa yang dapat memperkuat fakta-fakta tersebut. *Certainty factor* adalah metode yang digunakan untuk mengukur faktor kepastian dari fakta-fakta yang telah dibuat dan memberikan hasil berupa *scoring* untuk menentukan tingkat akurasi dari fakta-fakta yang telah dibuat oleh pakar.

Pada penelitian ini akan menghasilkan aplikasi sistem pakar yang berguna untuk deteksi dini penyakit jantung koroner pada manusia dengan output berupa hasil pengelompokan hasil potensi seseorang memiliki resiko penyakit jantung koroner disertai prosentase kemungkinan seseorang memiliki potensi resiko terkena penyakit jantung koroner dan saran. Diharapkan dengan dibuatnya sistem pakar ini akan memudahkan seseorang untuk mendeteksi adanya potensi seseorang terkena penyakit jantung koroner berdasarkan kebiasaan sehari-hari sehingga nantinya dapat menjadi diagnosa awal apakah seseorang memiliki potensi penyakit jantung koroner atau tidak.

Kata Kunci: Jantung koroner, *Backward Chaining*, *Certainty factor*

ABSTRACT

Lifestyle in the modern era today can have a harmful impact on our lives, one of which is coronary heart disease. Coronary heart disease is the chronic and acute heart's inability to pump oxygenated blood due to a lack of blood supply in the heart's muscle cells.

This research, using the backward chaining method, serves to trace the facts and combine them with hypotheses that can strengthen those facts. Certainty factor is the method used to measure the

certainty of the facts that have been made and provide results in the form of scoring to determine the level of accuracy of the facts that have been given by experts.

This research will produce an expert-system application that is useful for early detection of coronary heart disease. Output will be in the form of grouped results, which is the results of a person's potential risk of coronary heart disease, along with a percentage-based risk potential of developing said disease. It is hoped that the creation of this system will make it easier for a person to detect the disease based on daily habits, so it can later be used as the initial diagnosis whether or not a person has said disease.

Keywords: *Coronary heart, Backward Chaining, Certainty factor.*

1. PENDAHULUAN

Penyakit jantung ada beberapa macam yang salah satunya adalah penyakit jantung koroner (PJK) yaitu ketidakmampuan jantung secara kronis maupun akut, yang disebabkan karena kurangnya suplai darah sehingga kebutuhan oksigen pada sel otot jantung (miokardium) berhubungan langsung dengan penyakit pada sistem nadi koroner [20]. Penyakit ini menempati urutan pertama pada penyebab kematian tidak menular di dunia, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Organisasi Kesehatan Dunia [19]. Data yang dihimpun oleh Riskesdas (Riset Kesehatan Dasar) Kementerian Kesehatan menunjukkan bahwa 15 dari 1000 orang, atau sekitar 2.784.064 individu di Indonesia menderita penyakit jantung [8]. Beberapa faktor penyebab penyakit jantung koroner sebenarnya bisa dihindari dengan melakukan deteksi dini, memperbaiki pola hidup, mengobati penyakit yang ada sehingga faktor-faktor pencetus dapat diminimalkan, mengontrol tekanan darah dan mengurangi faktor stress. Faktor-faktor ini merupakan sindrom metabolik yaitu sekumpulan kondisi yang bisa terjadi secara bersamaan seperti peningkatan tekanan darah, kadar gula darah yang tinggi (Diabetes Melitus), kelebihan lemak, merokok, aktivitas fisik (*exercise*) atau olahraga, tingkat stress. Kondisi ini membuat penderitanya berisiko tinggi mengalami penyakit jantung, antara lain penyakit Jantung koroner. [5] Berdasarkan faktor-faktor tersebut maka dapat dilakukan pencegahan dengan cara menerapkan pola hidup sehat, sehingga dapat dilakukan pelacakan sejauh mana seseorang dapat memiliki potensi terkena penyakit jantung koroner dan melakukan perhitungan seberapa besar seseorang berpotensi terkena penyakit jantung koroner. Pada

penelitian yang dilakukan oleh Raharjo[13], peneliti dalam melakukan pembuatan aplikasi tersebut peneliti tidak memberikan suatu knowledge tabel pada bagian kode penyakit.kelebihan dari penelitian ini adalah adanya dua aktor dalam pembuatan aplikasi ini yaitu *user* dan *admin*. Selain itu pada program ini hanya memberikan daftar berupa gejala saja tanpa memberikan pertanyaan lain. Pada penelitian lain oleh Hoendarto [3],peneliti dalam melakukan perumusan aplikasi tersebut tidak mencantumkan knowledge base dalam jurnal. Kelebihan dari penelitian ini adalah setiap rule yang dibuat memiliki bobot tanpa adanya faktor kepastian di bagian konklusinya. Dalam penelitian ini akan dibuat program deteksi dini sebagai tindakan dari pencegahan yang dapat ditelusuri berdasarkan kegiatan sehari-hari dari *user* aplikasi tersebut.Serta penelitian ini memanfaatkan metode *backward chaining* dan *certainty factor* untuk mendeteksi adanya potensi seseorang terkena penyakit jantung koroner dan memberikan solusi serta saran yang relevan. Sehingga diharapkan dapat memudahkan seseorang untuk mengetahui seberapa besar seseorang memiliki resiko penyakit jantung.

2. DASAR TEORI

ada bab ini dijelaskan mengenai teori tentang Sistem pakar, *Forward chaining*, *Backward chaining*, *inference engine*,*Mycin*,*Certainty factor* yang merupakan dasar dari sistem yang dibuat, dan Knowledge base sebagai Tabel pengetahuan yang dibuat berdasarkan pengetahuan dari para ahli yang digunakan dalam sistem pakar untuk pengambilan keputusan yang berkaitan dengan proses untuk mendapatkan kembali pengetahuan yang sebelumnya telah dikumpulkan.

2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar (*expert system*) adalah sebuah Sistem yang berusaha untuk melakukan adopsi pengetahuan manusia untuk dipindahkan kedalam suatu komputer untuk melakukan sebuah penyelesaian masalah yang biasanya dihadapi oleh para ahli. untuk mendapatkan hasil terbaik dalam menyelesaikan suatu permasalahan tertentu adalah dengan cara meniru mekanisme kerja yang telah diajarkan oleh para ahli kepada computer [9].

2.2 Inference Engine

Inference Engine adalah bagian yang menyediakan mekanisme dari fungsi berpikir dan pola-pola penalaran sistem yang digunakan oleh seorang pakar.Mekanisme dari inferensi ini adalah menganalisa masalah tertentu dan mencari jawaban dan kesimpulan yang terbaik dan *inference engine* akan bekerja untuk melacak dengan cara mencocokkan kaidah-kaidah dari basis pengetahuan. Dalam membuat suatu solusi *inference engine* ini menggunakan beberapa strategi untuk memberikan solusi antara lain.Proses Kinerja dari *backward chaining* adalah suatu metode dimana proses ini menjelaskan bahwa fakta yang dibuat dan jawaban dari *user* akan dibandingkan dan mencari hipotesa serta aturan-aturan yang telah dibuat oleh pakar.Proses kinerja dari *forward chaining* adalah suatu metode dimana proses ini menjelaskan bahwa fakta yang dibuat dan jawaban dari *user* akan dibandingkan dan dilakukan pengecekan dengan aturan atau fakta yang telah dibuat tanpa melakukan hipotesa untuk mencapai suatu konklusi. Selain Backward Chaining dan Certainty factor ada metode lainnya yaitu *fuzzy inferensi* Dalam penelitian yang dilakukan oleh Irman fiano [2] .Peneliti menggunakan metode Fuzzy untuk menghitung probabilitas dari premis yang telah diberikan oleh User dan dinyatakan dalam bentuk suatu himpunan.

2.3 Forward Chaining

Forward Chaining merupakan suatu Teknik penalaran yang dimulai dari fakta untuk mendapatkan kesimpulan (*conclusion*) dari fakta tersebut. *Forward chaining* ini bisa dikatakan sebagai strategi *inference* yang bermula dari sejumlah fakta yang diketahui. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Raharjo[13].Peneliti terlebih mengumpulkan data untuk pembuatan tabel gejala melalui wawancara dengan seorang dokter umum untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan proses pembuatan dan pengembangan aplikasi sistem cerdas. Setelah melakukan proses wawancara tersebut peneliti menjabarkan berupa tabel gejala dan tabel representasi pengetahuan. Setelah merangkai tabel tersebut barulah peneliti membuat *rule* yang berisikan gabungan antara tabel gejala dan tabel representasi.

2.4 Backward Chaining

Metode *backward chaining* adalah metode pelacakan ke belakang yang memulai penalarannya dari kesimpulan (*goal*), dengan mencari sekumpulan hipotesis-hipotesis menuju fakta-fakta yang mendukung sekumpulan hipotesis-hipotesis tersebut.Dalam penelitian yang dilakukan oleh Hoendarto [3], Peneliti membuat program yang bersifat multi user yang berisikan antara lain *user* dan pakar. Dalam pembuatannya peneliti memberikan *skoring* pada setiap gejala yang dijawab oleh *user*. Di bagian konklusi ditampilkan persentase dari total jawaban yang dipilih.

2.5 Mycin

MYCIN adalah sebuah sistem pakar yang dibuat oleh Edward Shortliffe dari Stanford University sekitar tahun 70-an.Program MYCIN ini dibuat dengan menggunakan Bahasa pemrograman INTERLISP yang berasal dari bahasa LISP (List Processing).MYCIN Ini adalah Software yang digunakan dalam bidang kedokteran yang berfungsi untuk melakukan identifikasi penyakit seperti bacterimia, meningitis dan cystitis.Dengan menggunakan Informasi dan pengetahuan yang telah didapat maka aplikasi ini dapat melakukan diagnosa seperti penyebab infeksi. Dalam perkembangannya program ini juga dapat berfungsi untuk memberikan rekomendasi obat dan dosis yang harus digunakan dan harus dimakan.Jika diminta, MYCIN akan menjelaskan alasan yang mengarah pada diagnosis dan rekomendasinya.Menggunakan sekitar 500 aturan produksi, MYCIN beroperasi pada tingkat kompetensi yang kurang lebih sama dengan spesialis manusia dalam infeksi darah dan lebih baik daripada dokter umum.

2.6 Certainty Factor

Faktor kepastian (*certainty factor*) diperkenalkan oleh Shortliffe Buchanan dalam pembuatan MYCIN pada tahun 1975 untuk mengakomodasi ketidakpastian pemikiran (*inexact reasoning*) seorang pakar.Pada penelitian sebelumnya oleh Aji[1].tidak adanya *inference engine* yang digunakan untuk melakukan pelacakan terhadap jawaban dari pertanyaan yang diberikan oleh program sehingga penelitian tersebut hanya menghitung akurasi serta validasi dari knowledge yang diberikan dari para sang pakar.Berikut ini adalah contoh rumus proses menghitung *certainty factor* yang dikerjakan secara manual:

$$CF(Rule) = MB - MD \quad (1)$$

CF (Rule)= Faktor Kepastian

MB = Measure Belief

MD = Measure Disbelief

$$CF_{gejala} = CF_{user} * CF_{pakar} \quad (2)$$

CF_{gejala} = Gabungan Dari Cf User Dan Cf Pakar

CF_{user} = Cf dari semua premis

CF_{pakar} = Cf yang telah dibuat oleh pakar

$$CF_{kombinasi} = CF_{si} + CF_{pji} * (1 - CF_{si}) \quad (3)$$

$CF_{kombinasi}$ = Cf kombinasi dari Cf gejala dan pakar

CF_{si} = hasil hitung dari cf sebelumnya

CF_{pji} = Gabungan Dari Cf User Dan Cf Pakar

2.7 Android Kotlin

Kotlin merupakan suatu bahasa pemrograman yang berjalan dengan mekanisme virtual java dan memiliki bentuk *source code* dari Javascript. dalam membuat suatu variabel tidak perlu dibuat inisiasi untuk menentukan jenis variabel tersebut. Serta dalam pembuatan coding di pemrograman ini dipermudah dengan penggunaan fungsi secara object oriented dan merupakan pengembangan dari pada Bahasa pemrograman Java. Pada penelitian sebelumnya oleh Jaroji[6]. Peneliti membuat program mampu menganalisa penyakit berdasarkan jawaban berupa pemilihan gejala oleh petani melalui smartphone android sehingga mendapatkan hasil diagnosa pada tanaman. Dalam pembuatannya peneliti membuat dua versi yaitu mobile dan web. Pada versi web peneliti memanfaatkan framework CodeIgniter sebagai bahasa pemrogramannya.

2.8 Nama Beberapa Faktor Resiko

Berdasarkan jurnal yang dibuat oleh Sabah [16], ada beberapa faktor yang dapat menimbulkan seseorang memiliki resiko terkena penyakit jantung koroner antara lain Gender, Umur, Kadar lemak(LDL), Tekanan darah (*systole*), Riwayat diabetes, Kebiasaan merokok, BMI(*Body mass Index*) Selain faktor diatas ada beberapa faktor lain yang dapat memberikan pengaruh dalam kehidupan sehari hari seperti Tingkatan stress, Olah raga. Seperti dikutip dari jurnal[17].

- Gender
- Umur
- Kadar lemak(LDL)
- Tekanan darah (*systole*)
- Riwayat diabetes
- Kebiasaan merokok
- BMI(*Body mass Index*)

3. ANALISIS DAN DESAIN SISTEM

Pada bab ini dibahas mengenai desain sistem dan metode yang digunakan dalam sistem, proses kerja sistem, proses pengolahan data dari tabel knowledge base dan solusi. Proses analisis dan desain ini dilakukan untuk memberikan gambaran besar tentang alur kerja dari sistem pakar dan bagaimana sistem pakar mengolah fakta sehingga implementasi dari program ini mudah dipahami dan digunakan oleh masyarakat umum.

3.1 Analisis Faktor Resiko Penyakit Jantung Koroner

Dalam kehidupan sehari-hari ada beberapa macam faktor yang dapat menjadi penyebab timbulnya penyakit jantung koroner dan salah satunya bisa terjadi melalui kebiasaan kita sehari hari yang

tanpa kita sadari bisa memiliki potensi tersebut dan memiliki dampak yang cukup membahayakan bagi kehidupan sehari hari.

3.2 Analisa Kebutuhan

Dari permasalahan yang muncul maka beberapa hal berikut ini yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem deteksi dini resiko penyakit jantung koroner antara lain:

Dibutuhkan suatu sistem yang dapat memberikan keputusan atau konklusi mengenai potensi resiko penyakit jantung koroner melalui gejala-gejala yang diberikan oleh user.

3.3 Decision Tabel

Pada bagian Decision tabel ini menampilkan beberapa bagian Tabel seperti. Tabel Resiko, Tabel Gejala Dan Tabel Decision tabel. Pada bagian ini menjelaskan mengenai aturan aturan berdasarkan tabel 8 dan tabel 9 dan digabungkan dan menjadi tabel 10.

Tabel 8. Tabel Resiko

Tabel Resiko	
R1	Rendah
R2	Sedang
R3	Tinggi

Tabel 9. Tabel Gejala

Tabel Gejala	
Kode	Faktor penyebab
A1	Tidak
A2	≤10 batang perhari
A3	≥ 10 batang perhari
A4	<75
A5	75-150
A6	>150
A7	<= 120
A8	120-140
A9	>140
A10	Rutin
A11	Jarang
A12	Tidak
A13	Tidak memiliki riwayat
A14	ya, Memiliki Riwayat
A15	YA
A16	Tidak
A17	Laki-laki
A18	Perempuan
A19	Normal(ideal)
A20	Kelebihan Berat badan
A21	Obesitas(Kegemukan)
A22	<40
A23	40-50
A24	>50

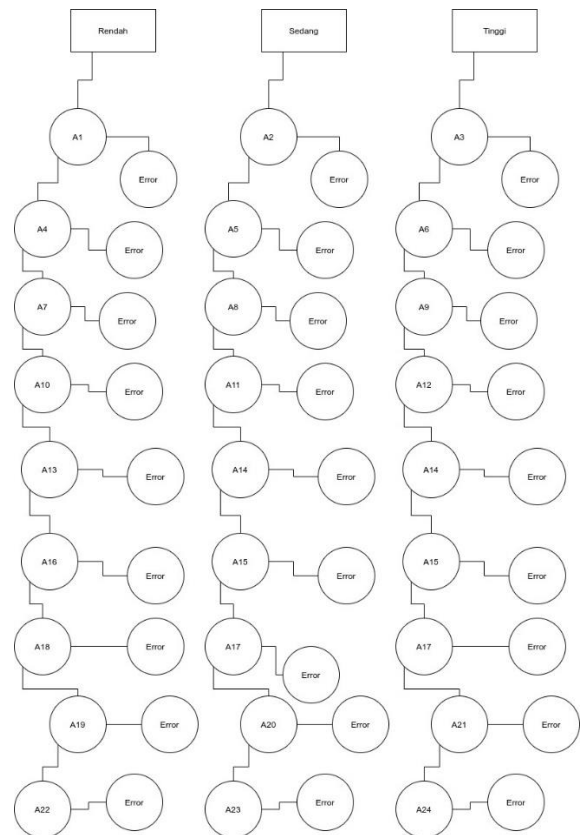
Tabel 10. Decision Table

Decision Table			
Kode	Rendah	Sedang	Tinggi
A1	V		
A2		V	
A3			V
A4	V		
A5		V	
A6			V
A7	V		
A8		V	
A9			V
A10	V		
A11		V	
A12			V
A13	V		
A14		V	V
A15		V	V
A16	V		
A17		V	V
A18	V		
A19	V		
A20		V	
A21			V
A22	V		
A23		V	
A24			V

Pada tabel 10 ini merupakan tabel gejala yang didapatkan dari hasil wawancara pada pakar yaitu seorang dokter spesialis jantung yang praktik di rumah sakit Bhayangkara Surabaya. Setelah melakukan wawancara tersebut maka hasil yang diperoleh dari wawancara akan dikonversi ke dalam tabel gejala yang nampak pada tabel 10. Setelah membuat tabel 10 ini maka Langkah selanjutnya adalah menggabungkan antara tabel 8 dengan tabel 9, sehingga hasil yang didapatkan nampak pada tabel 10 ini

3.4 Diagram Tree

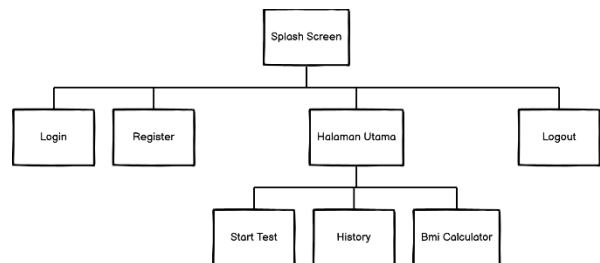
Pada bagian diagram pohon ini merupakan bentuk tampilan dari mekanisme decision table yang di implementasikan pada gambar 1. gambar berikut merupakan proses mekanisme dari inferensi backward chaining yang digambarkan dengan menggunakan diagram pohon. Pada diagram ini merupakan gambaran dari decision table yang telah dibuat sehingga dapat mempermudah untuk melakukan pembacaan hasil yang telah dibuat dari decision table.



Gambar 1. Diagram tree

3.5 Desain Menu

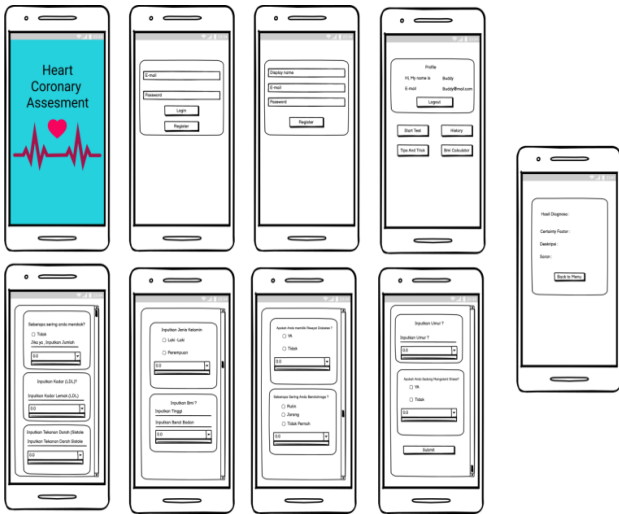
Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai menu-menu yang terdapat pada sistem Struktur menu Pada Sistem dapat dilihat pada gambar 2. Pada gambar tersebut adalah gambaran kasar mengenai pembuatan aplikasi pada perangkat mobile. Selain itu pada desain ini juga dapat digunakan untuk membuat fungsi pada setiap bagian seperti login, Register dan logout



Gambar 2. Desain Tampilan Menu

3.6 Desain Tampilan Mobile

Pada sub bab berikut ini akan ditampilkan dari desain user interface dari aplikasi yang merupakan gambaran keseluruhan dari tampilan aplikasi. Dapat dilihat pada gambar 3 sebagai model dan tampilan secara keseluruhan dari aplikasi ini seperti login, register, uji aplikasi, hasil diagnosa dan pada gambar 3 tersebut merupakan gambaran sketsa dari mekanisme aplikasi tersebut secara keseluruhan pada aplikasi ini.



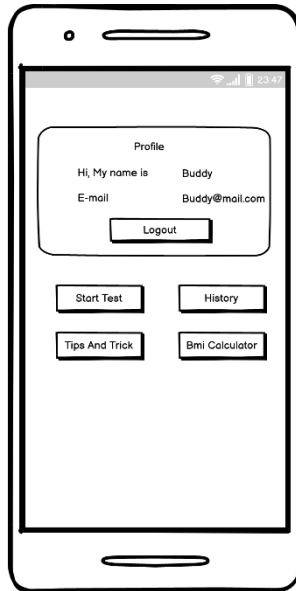
Gambar 3. Desain user interface dari aplikasi

Pada Gambar 3 merupakan sketsa tampilan keseluruhan dari program yang akan dibuat dan akan diimplementasikan pada program yang akan dibuat.

4. DESAIN TAMPILAN APLIKASI

4.1 Tampilan Home

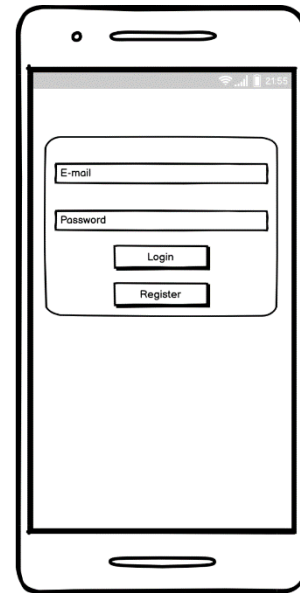
Pada Sub bab berikut adalah desain halaman awal setelah user melakukan Login atau Registrasi dan ketika user ingin melakukan test maka user harus menekan tombol Mulai test yang. Nampak pada gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Home

4.2 Tampilan Login

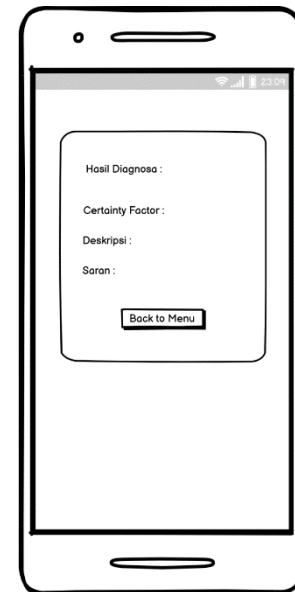
Pada Sub bab ini adalah desain awal ketika user membuka aplikasi tersebut. Pada tampilan ini user pertama kali harus mengisi data seperti alamat surel dan password. Jika user telah memiliki akun pada aplikasi tersebut, maka user akan masuk kedalam halaman login seperti pada gambar 5. Jika user belum memiliki akun pada aplikasi tersebut maka user akan diminta untuk melakukan registrasi terlebih dahulu.



Gambar 5. Tampilan Login

4.3 Tampilan Hasil Diagnosa

Pada bagian ini merupakan hasil diagnosa ketika user telah mengisi semua pertanyaan yang telah diberikan oleh aplikasi dan bagian ini akan ditampilkan saran seperti melakukan pengecekan lebih lanjut harap menghubungi dokter spesialis jantung terdekat.



Gambar 6. Hasil Diagnosa

4.4 Desain Pengujian

Pada Desain pengujian ini akan membahas mengenai mekanisme dari aplikasi ini. Pada pengujian ini dilakukan setelah program yang telah dibuat dapat dijalankan pada emulator atau perangkat handphone. Pengujian yang akan dilakukan pada bab ini adalah pengujian mengenai Backward Chaining dan certainty factor. Selain dijalankan pada emulator pengujian ini juga melibatkan pengujian user testing untuk mengetahui seberapa menarik tampilan dari aplikasi yang telah dibuat.

4.4.1 Desain pengujian Backward Chaining

Pengujian ini berfungsi untuk melakukan Analisa hasil terhadap mekanisme pemodelan implementasi sistem pakar deteksi dini. Pada aplikasi ini pada sisi backend memanfaatkan firebase untuk melakukan penyimpanan dan hasil pengolahan data yang telah dilakukan oleh aplikasi Serta menyimpan tabel knowledge base yang telah dibuat.

4.4.2 Desain pengujian certainty factor

Pengujian certainty factor pada aplikasi ini digunakan untuk mendukung dan menambahkan tingkat keakuratan dari backward chaining serta untuk mengukur performa dari pemodelan sistem pakar yang telah memberikan hasil diagnosis kesimpulan yang berupa hasil Resiko pada penyakit jantung koroner. Data yang akan dianalisa berjumlah 20 sampel data yang telah disimpulkan oleh analisa pakar dari aplikasi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada sistem pakar tersebut ada beberapa hal yang dapat disimpulkan pada penelitian ini antara lain:

1. Pengujian yang dilakukan dibagi menjadi 2 yaitu pengujian Backward Chaining dan pengujian Certainty Factor. Pada masing-masing pengujian pakar tersebut didapatkan hasil pengujian sebanyak 20 data percobaan dimana 5 diantaranya terdapat terdapat ketidak cocokan terhadap hasil yang telah dilakukan oleh pakar.
2. Pengujian yang dilakukan pada user testing menunjukkan bahwa Sebagian besar dari responden memberikan penilaian bagus mengenai kemudahan dan fungsi utama dari aplikasi ini dapat memberikan kemudahan untuk melakukan pencegahan terhadap resiko penyakit jantung koroner, dalam hal ini dapat menjawab permasalahan pada Rumusan masalah no 2.

Berdasarkan penelitian tersebut maka ada beberapa saran yang mungkin dapat berguna untuk penelitian selanjutnya seperti :

1. Untuk meningkatkan akurasi untuk perhitungan probabilitas maka dapat ditambahkan metode fuzzy expert system untuk memberikan hasil perhitungan yang lebih maksimal.
2. Dalam perhitungan certainty factor dapat dipermudah dengan memberikan bobot perhitungan berupa persentase pada setiap gejala sehingga Ketika dilakukan pengolahan data dapat langsung diberikan kesimpulan dari pakar tersebut.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aji, A. H., Furqon, M. T., & Widodo, A. W. 2018. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ibu Hamil Menggunakan Metode Certainty Factor (CF). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(5), 2127–2134. <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/1556>
- [2] Fiano, D. S. I., & Purnomo, A. S. 2017. Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Dengan Fuzzy Inferensi (Mamdani). *INFORMAL : Informatics Journal*, 2(2), 64–78
- [3] Hoendarto, G., Iskandar, R. J., & Avio, D. 2020. Penerapan Metode Backward Chaining Dalam Perancangan Sistem Pakar Pendiagnosa Penyakit Jantung. *Jurnal Informasi Teknologi Dan Sistem*, 7(1), 1.
- <http://journal.widyadharma.ac.id/index.php/inteksis/article/view/726/791>
- [4] Irianto, K. 2014. *Memahami Berbagai Macam Penyakit*. Alfabeta.
- [5] Jahangiry, L., Farhangi, M. A., & Rezaei, F. 2017. Framingham risk score for estimation of 10-years of cardiovascular diseases risk in patients with metabolic syndrome. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 36(1), 36.
- [6] Jaroji, J., Sianturi, A. H., Masinta, M., & Nilamsari, M. K. 2019. Sistem Pakar Pedia Untuk Pertanian Indonesia Berbasis Android Dengan Menerapkan Metode Naïve Bayes. *Sistemasi*, 8(3), 436. <https://doi.org/10.32520/stmsi.v8i3.539>
- [7] Kabo, P. 2008. *Mengungkap pengobatan penyakit jantung koroner* (179th ed.). Gramedia Pustaka Utama
- [8] Kemenkes RI. 2019. Hasil Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018. *Kementrian Kesehatan RI*, 53(9), 1689–1699.
- [9] Kusumadewi, S. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)* (Cet.1). Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [10] Kusumawaty, J., Hidayat, N., & Ginanjar, E. 2016. Hubungan Jenis Kelamin dengan Intensitas Hipertensi pada Lansia di Wilayah Kerja Puskesmas Lakbok Kabupaten Ciamis. *Jurnal Mutiara Medika*, 16(2), 46–51.
- [11] PERKENI. 2011. Konsensus Diabetes Mellitus. *Perkeni*, 16(1994), 1–27. [http://eprints.ums.ac.id/37501/6/BAB II.pdf](http://eprints.ums.ac.id/37501/6/BAB%20II.pdf)
- [12] Price, L. M. W. L. M. W. 2006. *PATOFISIOLOGI : Konsep Klinis Proses - Proses Penyakit. Edisi 6. Vol. II*.
- [13] Raharjo, Joko S Dwi, D Damiyana, S. L. 2017. Perancangan sistem pakar diagnosa penyakit jantung dengan metode forward chaining berbasis android. *Jurnal Sisfotek Global*, 7(2), 102–107. <https://stmikglobal.ac.id/journal/index.php/sisfotek/article/viewFile/159/163>
- [14] Rilantono, L. I. 2013. *Penyakit Jantung Kardiovaskuler (PKV)*. Badan Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- [15] Rodriguez, F., Leonard, D., Defina, L., Barlow, C. E., Willis, B. L., Haskell, W. L., & Maron, D. J. 2019. Association of Educational Attainment and Cardiovascular Risk in Hispanic Individuals: Findings from the Cooper Center Longitudinal Study. *JAMA Cardiology*, 4(1), 43–50. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2018.4294>
- [16] Sabah, K. M. N., Chowdhury, A. W., et al. 2014. Body mass index and waist/height ratio for prediction of severity of coronary artery disease. *BMC Research Notes*, 7(1)(1-7).
- [17] Shiel Jr., W. C. 2020. *Definition of stress*. *MedicineNet*. <https://www.medicinenet.com/stress/definition.htm>
- [18] Tutorialspoint. 2021. *Artificial Intelligence - Expert Systems - Tutorialspoint*. Tutorialspoint.Com. https://www.tutorialspoint.com/artificial_intelligence/artificial_intelligence_expert_systems.htm
- [19] WHO. 2015. *Cardiovascular diseases (CVDs)*. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- [20] WHO. 2017. *Cardiovascular diseases (CVDs)*. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))