

SISTEM PAKAR UNTUK DIAGNOSA PENYAKIT NYERI AKUT MENGGUNAKAN METODE *CERTAINTY FACTOR* DAN *FORWARD CHAINING* BERBASIS WEB

Wayan Andre Pratama¹, Dr. I Made Gede Sunarya², I Nengah Eka Mertayasa³
Program Studi Pendidikan Teknik Informatika

Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha

E-mail: wyn.andrepratama@gmail.com¹, sunarya@undiksha.ac.id², eka.mertayasa@undiksha.ac.id³

*Abstrak--Nyeri akut tercatat sebagai keluhan yang paling banyak membawa pasien ke rumah sakit. Nyeri akut yang tidak ditangani sedari awal secara tepat dan berkelanjutan berkelanjutan dapat beresiko menjadi nyeri kronis. Jumlah tenaga kesehatan yang terbatas menyebabkan proses pelayanan kesehatan dalam mengatasi nyeri akut sedari awal menjadi lebih sulit untuk dilakukan. Hal ini memicu kebiasaan masyarakat untuk lebih memilih melakukan swamedikasi. Akan tetapi kebiasaan tersebut tidak didukung baik oleh fakta bahwa pengetahuan masyarakat Indonesia dalam menggunakan obat masih tergolong rendah sampai sedang. Hal ini dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya medication error seperti meningkatkan efek samping obat. Pada penanganan nyeri akut dibutuhkan konsultan yang dapat mendiagnosa jenis penyakit nyeri akut. Dalam penelitian ini, sistem pakar dibangun untuk mendiagnosa jenis penyakit nyeri akut yang dialami pasien, serta memberikan solusi untuk setiap jenis penyakit nyeri akut. Metode yang digunakan pada sistem pakar ini adalah kombinasi metode *Certainty Factor* dan *Forward Chaining*. Kombinasi dua metode ini dipilih karena cocok dalam proses identifikasi jenis nyeri akut, dan hasil dari penerapan metode ini adalah persentase. Sistem ini dibangun menggunakan metode *Waterfall* dengan tahap-tahap mulai dari tahap analisis, perancangan, implementasi, pengujian dan pemeliharaan. Berdasarkan tahapan yang telah dilakukan, sistem ini berhasil dibangun dengan sangat baik dilihat dari uji *blackbox* dan *whitebox* perangkat lunak dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%. Pengujian akurasi hasil diagnosa sistem terhadap diagnosa pakar yang melibatkan 20 kasus pengujian mendapatkan tingkat kesesuaian sebesar 100% yang artinya sistem ini dapat mendiagnosa jenis penyakit nyeri akut dengan sangat baik.*

Kata Kunci: Sistem Pakar, Nyeri Akut, *Certainty Factor*, *Forward Chaining*

Abstract-- Acute pain has been recorded as the most common complaint which brings patients to the hospital. Acute pain that is not treated early on a proper and sustainable basis can be at risk of becoming chronic pain. The limited number of health workers makes the health services process on handling acute pain earlier become harder to do. This triggers people's habits to prefer to do

*self-medication. However, this habit is not well supported by the fact that Indonesian people's knowledge of using drugs is still low to moderate. It can increase the possibility of medication errors such as increasing drug side effects. In the management of acute pain, a consultant who can diagnose the type of acute pain disease is needed. In this research, an expert system was built to diagnose types of acute pain that experienced by patients, as well as provided solutions for each type of acute pain disease. The method used in this expert system is a combination of *Certainty Factor* and *Forward Chaining* methods. The combination of these two methods was chosen because it is suitable in the process of identifying the type of acute pain, and the result of applying this method is a percentage. This system was built using the *Waterfall* method with stages starting from the analysis, design, implementation, testing, and maintenance stages. Based on the stages that have been carried out, this system has been successfully built very well, it could be seen from the *BlackBox* and *Whitebox* software tests with a 100% success rate. The accuracy testing of the system diagnoses results against expert diagnoses involving 20 test cases obtained a 100% conformity level, which means this system could be used to diagnose the acute pain diseases very well.*

Keywords: Expert System, Acute Pain, *Certainty Factor*, *Forward Chaining*

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini peran teknologi informasi dapat dirasakan dalam setiap aktivitas manusia. Kecepatan dan kemudahan yang diberikan oleh teknologi informasi dapat memenuhi tuntutan yang wajib dipenuhi saat ini. Penerapan teknologi informasi dalam berbagai sub bidang pekerjaan manusia terbukti membawa banyak perubahan, khususnya dalam bidang kesehatan. Salah satu masalah yang hampir dikeluhkan oleh seluruh pasien yang datang ke dokter adalah nyeri.

[3] menyebutkan bahwa hingga saat ini nyeri tercatat sebagai keluhan yang paling banyak membawa pasien keluar masuk untuk berobat ke rumah sakit. Dari berbagai jenis nyeri yang ada, salah satu jenis nyeri yang paling sering dirasakan

oleh seseorang adalah nyeri akut. Nyeri akut merupakan rasa sakit yang tidak berlangsung lama, yaitu tidak lebih dari 3 bulan. Nyeri akut yang tidak ditanganin sedari awal secara adekuat dan baik dapat menjadi nyeri kronis.

Terbatasnya jumlah tenaga kesehatan menyebabkan proses pelayanan kesehatan dalam mengatasi nyeri akut sedari awal menjadi lebih sulit untuk dilakukan. Hal ini memicu adanya kebiasaan masyarakat yang lebih memilih untuk melakukan swamedikasi. Swamedikasi merupakan mengobati segala keluhan pada diri sendiri dengan obat-obat yang sederhana yang dibeli bebas di apotik atau toko obat atas inisiatif sendiri tanpa nasihat dokter [14]. Akan tetapi, hal tersebut tidak didukung baik oleh tingkat pengetahuan masyarakat dalam menggunakan obat-obatan. Sebuah riset menunjukkan bahwa pengetahuan masyarakat Indonesia dalam menggunakan obat masih tergolong rendah sampai sedang [2]. Jika hal ini terus berlanjut tanpa didasari pengetahuan yang cukup akan menyebabkan *medication error* seperti meningkatnya efek samping obat atau kejadian yang tidak diharapkan (KTD). Oleh karena itu diperlukan sebuah system yang dapat menjembatani antara pasien dengan ahli dalam menangani masalah nyeri akut yang dialami pasien tanpa harus bertemu langsung. Cabang dari sistem yang dapat mengadopsi pengetahuan seorang ahli/pakar dalam mengambil keputusan disebut dengan Sistem Pakar / *Expert System*.

Sistem pakar merupakan salah satu sub bidang ilmu kecerdasan buatan. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam mendiagnosa sebuah penyakit adalah *certainty factor* dan *forward chaining*. Pada penelitian terdahulu, metode *certainty factor* dan *forward chaining* banyak digunakan untuk mendiagnosa berbagai penyakit dan mendapatkan hasil yang akurat.

Berdasarkan dari permasalahan yang disampaikan, peneliti melihat bahwa diperlukan sebuah sistem yang mudah diakses oleh masyarakat untuk mengetahui jenis penyakit nyeri akut yang dialami serta cara mengatasinya berlandaskan ilmu pengetahuan seorang ahli tanpa harus datang ke dokter atau ahli secara langsung. Oleh karena bermaksud untuk membangun sebuah sistem pakar yang dapat diakses oleh masyarakat umum untuk mendiagnosis jenis penyakit nyeri akut berdasarkan gejala-gejala yang dialami oleh pasien serta memberikan informasi penanganan terbaik yang dapat dilakukan oleh pasien dalam menangani masalah yang dialaminya. Dengan adanya sistem tersebut, diharapkan mampu mengatasi masalah yang ada seperti kesalahan dalam melakukan swamedikasi, kekhawatiran tertular penyakit apabila datang ke rumah sakit atau dokter, layanan kesehatan penyakit nyeri yang sulit dijangkau, serta efisiensi biaya dalam melakukan konsultasi kesehatan.

II. KAJIAN TEORI

A. Penelitian Terkait

Penelitian pertama adalah penelitian yang dilakukan oleh Susilo (2018) terkait dengan sistem pakar menggunakan metode *forward chaining* dan *certainty factor* untuk mengidentifikasi penyakit pertusis pada anak. Berdasarkan hasil pengujian pada penelitian ini dengan menggunakan metode *forward chaining* dan *certainty factor*, didapatkan nilai tingkat keyakinan penyakit pertusis pada anak 97% dan dapat membantu user dalam penggunaan dan melakukan proses identifikasi penyakit pertusis

Penelitian kedua adalah penelitian internasional dari Muludi, *et al.* (2018) terkait implementasi *forward chaining* dan *certainty factor* dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman tomat. Berdasarkan hasil kuisioner menunjukkan bahwa sistem pakar ini memberikan informasi yang bermanfaat bagi masyarakat khususnya petani tomat dengan persentase sebesar 87,33% dan dapat membantu dalam mengidentifikasi penyakit dengan baik dengan presentase sebesar 79,44%.

B. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan merupakan adalah sebuah bidang keilmuan dengan pemfokuskan berupa perancangan sistem yang dapat melakukan sebuah tindakan cerdas dalam sudut pandang manusia dan salah satu ruang lingkup dari kecerdasan buatan atau *artificial intelligence* adalah sistem pakar.

C. Sistem Pakar

a. Pengertian sistem pakar

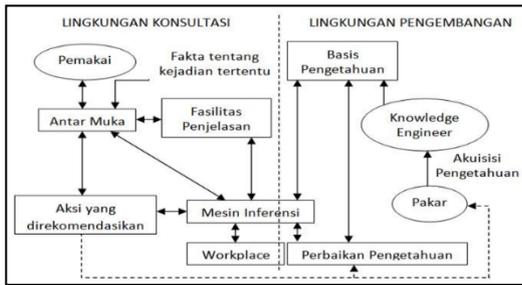
Sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan seorang pakar/ahli dalam mengambil suatu keputusan untuk menyelesaikan masalah.

b. Konsep dasar dan ciri – ciri system pakar

Konsep dasar sistem pakar keahlian (*expertise*), ahli/pakar, pengalihan keahlian (*Transferring Expertise*), mengambil keputusan (*inferencing*), aturan, dan kemampuan menjelaskan (*explanation capability*). Ciri-ciri paling mudah untuk melihat apakah suatu sistem merupakan sistem pakar adalah sistem tersebut dapat memberikan keluaran berupa infrensi yang berbasis sebuah pengetahuan seorang pakar.

c. Struktur Sistem Pakar

Struktur sistem pakar pada dasarnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Struktur Sistem Pakar

Berikut keterangan beberapa komponen yang terdapat pada Gambar 1.

1) Akuisisi Pengetahuan

Subsistem ini memasukkan pengetahuan seorang pakar dengan cara merekayasa pengetahuan tersebut agar dapat diproses oleh komputer dan di taruh kedalam basis pengetahuan dengan format tertentu.

2) Antarmuka Pengguna (User Interface)

User interface merupakan mekanisme yang digunakan oleh pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi. Antarmuka menerima informasi dari pemakai dan mengubahnya dalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem

3) Basis pengetahuan (Knowledge Base)

Basis pengetahuan merupakan komponen yang digunakan untuk menyimpan pengetahuan yang berasal dari pakar yang berisi pengetahuan-pengetahuan dalam menyelesaikan masalah.

4) Mesin inferensi (Inference Engine)

Mesin inferensi adalah sebuah program yang berfungsi memandu proses penalaran terhadap suatu kondisi berdasarkan pada basis pengetahuan yang ada, memanipulasi dan mengarahkan kaidah, model dan fakta yang disimpan dalam basis pengetahuan untuk mencapai solusi atau kesimpulan.

5) Workplace

Workplace merupakan area dari sekumpulan memori kerja (working memory). Memori kerja merupakan bagian dari sistem pakar yang menyimpan fakta-fakta yang diperoleh saat dilakukan proses konsultasi. Fakta-fakta inilah yang nanti akan diolah oleh mesin inferensi berdasarkan pengetahuan yang disimpan dalam basis pengetahuan untuk menentukan suatu keputusan pemecahan masalah. Hasilnya dapat berupa hasil diagnosis, tindakan ataupun akibat.

d. Keuntungan Sistem Pakar

Sistem pakar memiliki banyak kelebihan. Sistem pakar dapat meringankan beban masyarakat dari segi ekonomi serta dapat membantu pakar dalam menentukan sebuah keputusan yang bersifat konsisten dan relative lebih cepat.

D. Metode Certainty Factor

Menurut [15] Certainty Faktor (CF) adalah untuk mengakomodasi ketidakpastian pemikiran (inexact reasoning) seorang pakar yang di usulkan oleh Shortliffe dan Buchanan pada tahun 1975. Dalam mengekspresikan derajat kepastian, certainty factor untuk mengasumsikan derajat kepastian seorang pakar terhadap suatu data. Konsep ini memiliki formula dalam rumusan dasar sebagai berikut.

$$CF[H,E] = MB[H,E] - MD[H,E]$$

Keterangan :

- CF[H,E] adalah certainty factor (faktor kepastian) dalam hypothesis H yang dipengaruhi oleh evidence E.
- MB(H,E) adalah measure of belief (ukuran kepercayaan) terhadap hypothesis H, jika diberikan evidence E (antara 0 dan 1).
- MD(H,E) adalah measure of disbelief (ukuran kepercayaan) terhadap evidence H, jika diberikan evidence E (antara 0 dan 1).
- H adalah hypothesis (hipotesis).
- E adalah evidence (peristiwa atau fakta).

$$CF[H,E]1 = CF[H] * CF[E]$$

Keterangan :

- CF(E) adalah certainty factor evidence E yang dipengaruhi oleh evidence E
- CF(H) adalah certainty facto hypothesis dengan asumsi evidence diketahui dengan pasti, yaitu ketika $CF(E,e) = 1$
- $CF(H,E) = certainty\ factor\ hypothesis$ yang dipengaruhi oleh evidence e diketahui dengan pasti

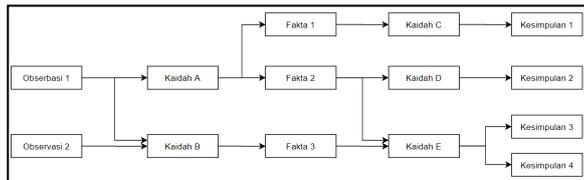
Certainty Factor untuk kaidah dengan kesimpulan yang serupa (similarly concluded rules) memiliki formula dalam rumusan dasar sebagai berikut.

$$CF_{combine1,2} = CF[H,E]1 + CF[H,E]2 * (1 - CF[H,E]1)$$

$$CF_{combine\ old,3} = CF[H,E]old + CF[H,E]3 * (1 - CF[H,E]old)$$

E. Metode Forward Chaining

Forward chaining adalah suatu metode dengan memulai penalaran atau pelacakan data dari fakta-fakta yang ada menuju suatu kesimpulan. Ilustrasi alur metode ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Forward Chaining

F. Nyeri

a. Pengertian Nyeri

Nyeri adalah pengalaman sensorik dan emosional yang tidak menyenangkan akibat kerusakan jaringan, baik aktual maupun potensial atau yang digambarkan dalam bentuk kerusakan tersebut.

b. Klasifikasi Nyeri

Menurut [7] nyeri dapat digolongkan dalam berbagai cara, yaitu sebagai berikut.

- 1) Berdasarkan jenisnya nyeri dibagi menjadi 3 (tiga) yaitu : nyeri nosiseptik, nyeri neurogenik, dan nyeri psikogenik
- 2) Berdasarkan timbulnya nyeri dibagi menjadi 2 (dua) yaitu : nyeri akut dan nyeri kronik
- 3) Berdasarkan penyebabnya nyeri dibagi menjadi 2 (dua) yaitu : nyeri onkologik dan nyeri non-onkologik
- 4) Berdasarkan derajatnya nyeri dibagi menjadi 3 (tiga) yaitu : nyeri ringan, sedang, dan berat

Dengan penilaian nyeri yang lengkap dapat dibedakan antara nyeri nosiseptik (somatik dan visera) dengan nyeri neuropatik.

c. Nyeri Akut

Nyeri Akut adalah pengalaman sensorik atau emosional yang berkaitan dengan kerusakan jaringan actual atau fungsional, dengan onset mendadak atau lambat dan berintensitas ringan hingga berat yang berlangsung kurang dari 3 bulan.

d. Derajat Nyeri

Menurut [7] mengungkapkan bahwa berbagai cara dipakai untuk mengukur derajat nyeri secara sederhana dengan menentukan derajat nyeri secara kualitatif sebagai berikut.

- 1) Nyeri ringan, adalah nyeri dengan tipe kemunculan yang hilang timbul, terutama sewaktu melakukan aktivitas sehari-hari dan hilang pada waktu tidur.
- 2) Nyeri sedang, adalah nyeri yang terjadi terus menerus, sehingga dapat mengganggu aktivitas dan hanya hilang apabila penderita tidur.
- 3) Nyeri berat, adalah nyeri yang berlangsung terus menerus sepanjang hari serta menyebabkan penderita tak dapat tidur atau sering terjaga oleh gangguan nyeri sewaktu tidur

e. Pengukuran Derajat Nyeri Mandiri

[7] mengemukakan bahwa cara untuk membantu mengetahui akibat nyeri berdasarkan intensitasnya dapat menggunakan skala assessment nyeri unidimensional (tunggal) atau multidimensi karena cocok (*appropriate*) untuk nyeri akut dan memberikan skala yang biasa digunakan untuk evaluasi pemberian analgetik.

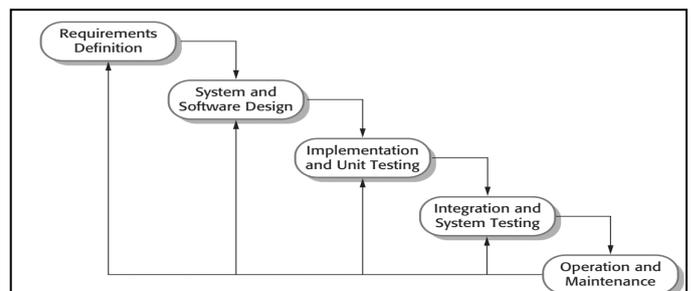
III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan .

B. Model Pengembangan

Pada penelitian ini menggunakan SDLC dengan model pengembangan air terjun (*waterfall*). metode *Waterfall* menurut [12] metode *Waterfall* memiliki tahapan utama dari *waterfall model* yang mencerminkan aktifitas pengembangan dasar. Terdapat 5 (lima) tahapan pada metode *waterfall*, yaitu analisa kebutuhan (*requirement definition*), desain sistem (*system and software design*), penulisan kode program (*implementation and unit testing*), pengujian program (*integration and system testing*), serta penerapan program dan pemeliharaan (*operation and maintenance*). Ilustrasi 5 (lima) tahapan pada metode *waterfall* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Model *Waterfall* [12]

a. Analisis Kebutuhan Sistem

Tahap menganalisis kebutuhan atau *requirement definition* merupakan tahapan penetapan fitur, kendala dan tujuan sistem melalui konsultasi dengan pengguna sistem. Semua hal tersebut akan ditetapkan secara rinci dan berfungsi sebagai spesifikasi sistem.

b. Desain Sistem

Pada tahap desain sistem ini akan dibentuk suatu arsitektur sistem berdasarkan persyaratan yang telah ditetapkan. Penulis melakukan identifikasi dan penggambaran terhadap abstraksi dasar sistem perangkat lunak beserta hubungannya

c. Implementasi Sistem

Tahap penulisan kode program atau *implementation and unit testing* adalah tahap ditranslasikan desain ke dalam

program perangkat lunak. Hasil dari tahap ini adalah sebuah desain yang sudah diubah bentuknya menjadi sebuah bentuk yang data dimengerti oleh mesin, yaitu Bahasa pemrograman melalui proses *coding* sesuai dengan desain yang telah dibuat pada tahap desain.

d. Pengujian Sistem

Pada tahap pengujian atau *integration and system testing* dilakukan uji coba semua fungsi perangkat lunak agar terbebas dari kesalahan (*error*). Tahap ini juga memastikan keluaran yang dihasilkan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Pengujian pada sistem pakar berbasis web dapat dilakukan dengan melakukan pengujian *white box testing*, *black box*, uji ahli media, dan uji validasi pakar.

1. Pengujian Whitebox

White box testing merupakan pengujian suatu perangkat lunak untuk memeriksa dan menganalisis kode program. Teknik *whitebox testing* yang digunakan pada penelitian ini adalah *basic path testing*.

2. Pengujian Blackbox

Black box testing merupakan pengujian yang didasarkan pada kesesuaian alur fungsi pada setiap proses yang dijalankan oleh perangkat lunak.

3. Uji Kelayakan Antarmuka Sistem

Uji ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kesesuaian antarmuka sistem yang digunakan dengan standar seorang ahli media. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan angket dan melibatkan ahli media.

4. Uji Validasi Pakar

Pengujian validitas pakar ini dilakukan dengan menentukan persentase ketepatan data penyakit pasien hasil analisis diagnosis awal yang dilakukan oleh sistem pakar dengan keputusan seorang pakar dalam mendiagnosa penyakit berdasarkan gejala-gejala yang diinput oleh pasien pada sistem pakar.

e. Penerapan dan Pemeliharaan Sistem

Pada tahap penerapan program dan pemeliharaan, sistem sudah mulai digunakan. Tahap ini dilakukan untuk memperbaiki *error* yang tidak ditemukan selama tahap sebelumnya.

C. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan instrumen untuk mengumpulkan data, yaitu melalui wawancara dan angket.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit nyeri akut menggunakan metode *certainty factor* dan *forward chaining* berbasis web. Hasil dari proses pengembangan aplikasi ini dapat dilihat pada uraian berikut.

a. Analisa Kebutuhan

Tahap pengumpulan informasi dilakukan melalui literasi, observasi dan wawancara. Informasi yang telah dikumpulkan selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan berupa solusi dari masalah yang telah didapatkan.

a) Analisa Masalah dan solusi

Pada tahap pengumpulan informasi didapatkan beberapa masalah terkait penanganan nyeri akut yang terjadi dilingkungan masyarakat umum yaitu sebagai berikut:

- 1) Nyeri tercatat sebagai keluhan yang paling banyak membawa pasien keluar masuk untuk berobat ke rumah sakit.
- 2) Terbatasnya tenaga anastesi menyebabkan proses pelayanan kesehatan dalam mengatasi nyeri akut sedari awal menjadi lebih sulit untuk dilakukan.
- 3) Kebiasaan pasien dalam melakukan swamedikasi yang tidak diikuti dengan tingkat pengetahuan yang baik.
- 4) Belum terdapat sistem yang dapat membantu pasien dalam mendiagnosis serta memberikan solusi dari masalah nyeri yang dirasakan.

Berikut merupakan solusi yang bisa diusulkan dari perangkat lunak yang dikembangkan:

- 1) Dapat mengidentifikasi jenis nyeri akut yang sedang dialami pasien.
- 2) Dapat memberikan solusi penanganan yang tepat berdasarkan jenis nyeri akut yang dialami pasien berdasarkan rekomendasi dokter. Sehingga resiko terjadinya *error* dalam melakukan swamedikasi dapat di minimalisir.
- 3) Dapat memberikan kemudahan pasien karena dapat diakses secara daring melalui web baik menggunakan komputer pribadi maupun *smartphone*.

b) Analisa Kebutuhan

Analisis kebutuhan perangkat lunak ini ada dua yaitu analisis kebutuhan fungsionalitas pada Tabel 1 dan analisis kebutuhan non fungsionalitas pada Tabel 2.

Tabel 1 Kebutuhan Fungsional

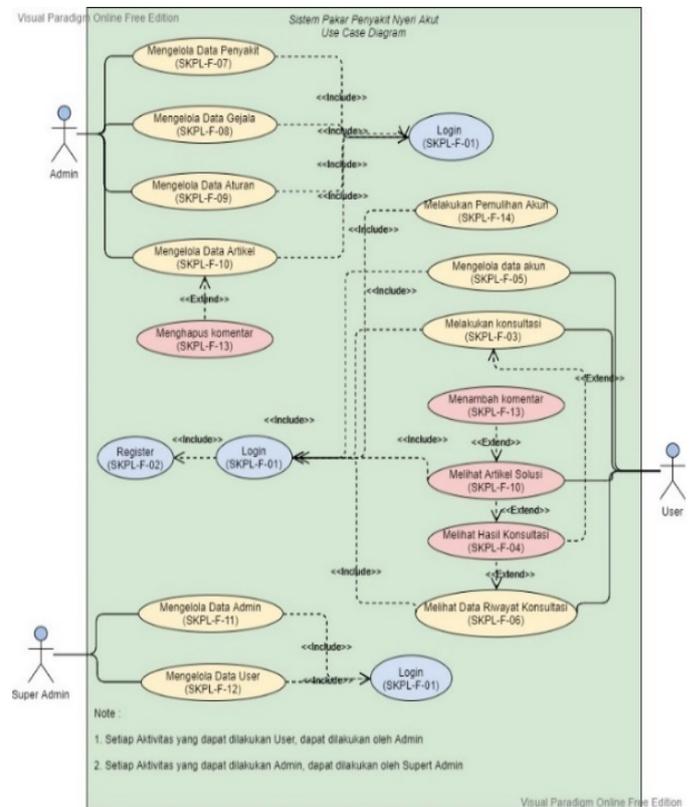
No	SKPL-F	Deskripsi
1	SKPL-F-01	Sistem dapat mengelola login
2.	SKPL-F-02	Sistem dapat mengelola registrasi
3.	SKPL-F-03	Sistem dapat mengelola konsultasi
4.	SKPL-F-04	Sistem dapat menampilkan hasil konsultasi

5.	SKPL-F-05	Sistem dapat mengelola data akun
6.	SKPL-F-06	Sistem dapat menampilkan riwayat konsultasi
7.	SKPL-F-07	Sistem dapat mengelola data penyakit
8.	SKPL-F-08	Sistem dapat mengelola data gejala penyakit
9.	SKPL-F-09	Sistem dapat mengelola data aturan
10.	SKPL-F-10	Sistem dapat mengelola data artikel
11.	SKPL-F-11	Sistem dapat mengelola data admin
12.	SKPL-F-12	Sistem dapat mengelola data user
13.	SKPL-F-13	Sistem dapat mengelola data komentar
14.	SKPL-F-14	Sistem dapat melakukan pemulihan akun user sesuai hak akses yang dimilikinya

Tabel 2 Kebutuhan Non-Fungsional

No	SKPL-F	Deskripsi
1	SKPL-NF-01	Sistem memiliki rancangan antarmuka perangkat lunak yang <i>user friendly</i>
2.	SKPL-NF-02	Sistem memiliki fitur panduan konsultasi agar user lebih mudah dalam melakukan konsultasi.
3.	SKPL-NF-03	Sistem memiliki sifat responsive terhadap setiap ukuran layar <i>device</i> , sehingga dapat diakses secara <i>mobile</i> maupun dekstop
4.	SKPL-NF-04	Sistem dapat memberikan hasil diagnosa dalam waktu singkat pada kondisi internet yang normal
5	SKPL-NF-05	Sistem dapat memberikan hasil diagnosa lebih dari satu sebagai tambahan opsi

- b. Desain Sistem
a) Rancangan Diagram Use Case
Rancangan yang diterapkan diagnosa penyakit nyeri akut4.

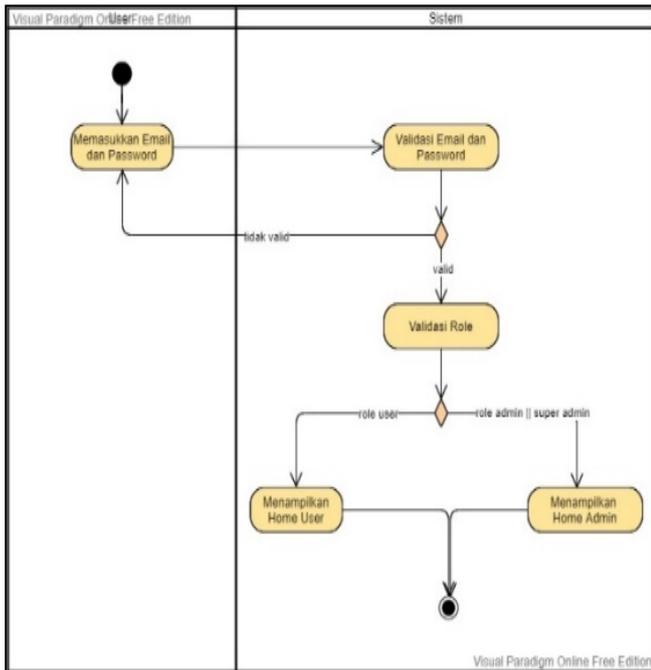


Gambar 4 Diagram Use Case

- b) Rancangan Activity Diagram

Activity diagram merupakan gambaran dari berbagai macam alur aktifitas yang mungkin terjadi dalam perancangan sebuah sistem. Berikut merupakan beberapa activity diagram pada sistem ini.

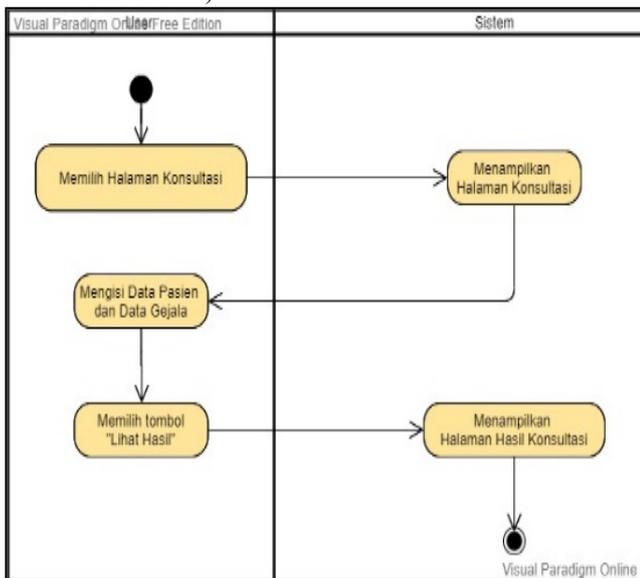
1. Rancangan Activity Diagram Mengelola Login



Gambar 5 Activity Diagram Mengelola Login

Pada Gambar 5 *user* atau pengguna menginput data *email* dan *password* maka sistem akan melakukan validasi *email* dan *password* serta *role user*.

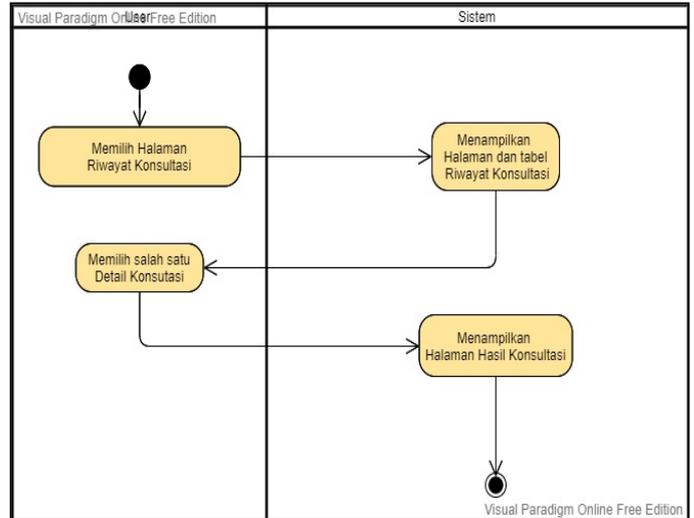
2. Rancangan Activity Diagram Melakukan Konsultasi (SKPL-F-03)



Gambar 6 Activity Diagram Melakukan Konsultasi

Pada Gambar 6 *user* akan diminta untuk mengisi data pasien serta data gejala yang dimiliki oleh pasien. Jika semua data sudah terisi maka pasien bisa melihat hasil dengan memilih *button* “Lihat Hasil”.

3. Rancangan Activity Diagram Menampilkan Hasil Konsultasi (SKPL-F-04)

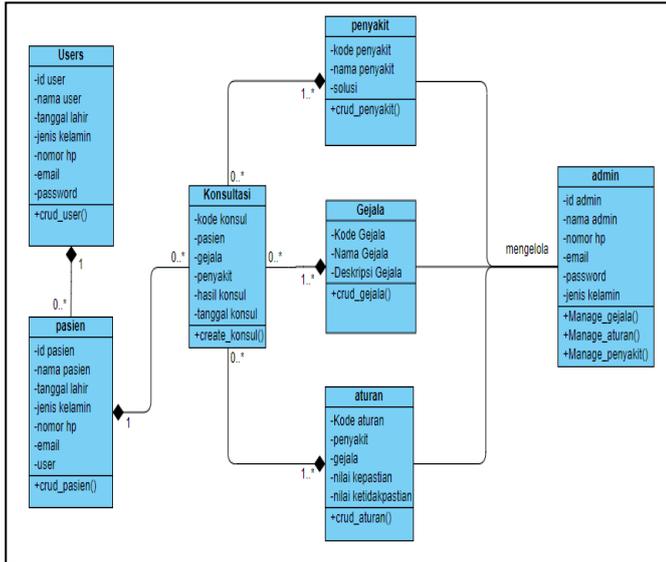


Gambar 7 Activity Diagram Menampilkan Hasil Konsultasi

Pada Gambar 7 *user* memilih halaman riwayat konsultasi. Apabila *user* sudah pernah melakukan konsultasi sebelumnya, *user* dapat melihat hasil konsultasi tersebut dengan memilih salah satu *button* “Detail”. *User* juga dapat mengakses halaman hasil konsultasi dengan melakukan konsultasi baru seperti pada *use case* Gambar 9.

c) Rancangan Struktur Data

Rancangan struktur data perangkat lunak pada sistem ini dibuat menggunakan diagram kelas. Adapun diagram kelas pada sistem pakar ini dapat dilihat pada Gambar 8.

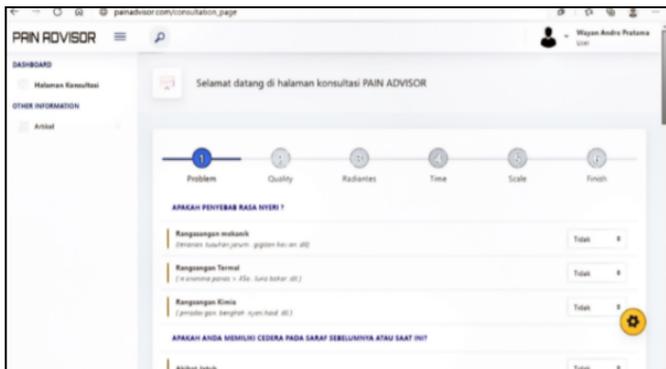


Gambar 8 Diagram Kelas

d) Rancangan Antarmuka

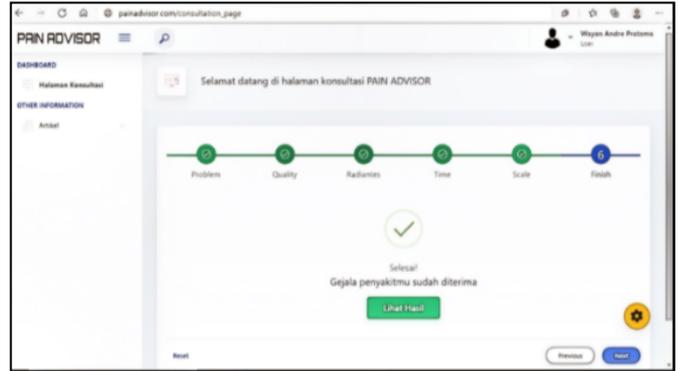
Rancangan antarmuka dari ini ditampilkan dalam beberapa form terkait implementasi dan antarmuka dari program yang akan dibuat. Adapun rancangan antarmuka dari sistem tersebut adalah sebagai berikut.

1. Rancangan Antarmuka Halaman Konsultasi User



Gambar 9 Rancangan Antarmuka Halaman Konsultasi Awal

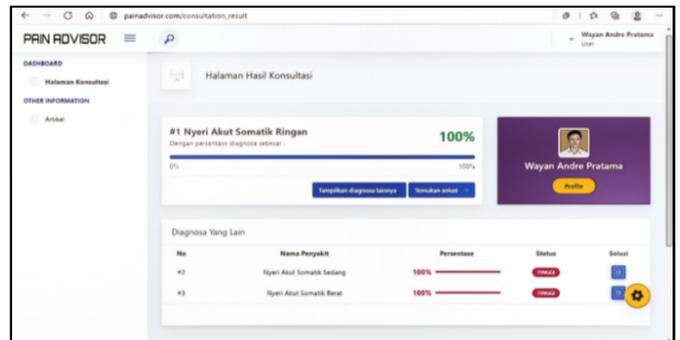
Pada halaman konsultasi user, terdapat halaman konsultasi untuk user menjawab pertanyaan.



Gambar 10 Rancangan Antarmuka Halaman Konsultasi Akhir

Setelah user selesai memasukkan data gejala yang dialami pasien, maka akan muncul button yang mengarahkan user untuk ke halaman hasil konsultasi

2. Tampilan Halaman Hasil Konsultasi



Gambar 11 Rancangan Antarmuka Halaman Hasil Konsultasi

e) Rancangan Mekanisme Certainty Factor dan Forward Chaining

Tabel 3 Tabel Tingkat Keyakinan

No	Keterangan	Nilai User
1	Sangat Yakin	1
2	Yakin	0,8
3	Cukup Yakin	0,6
4	Sedikit Yakin	0,4
5	Tidak Tahu	0,2
6	Tidak	0

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data terhadap gejala, penyakit dan rule atau aturan hasil dari akuisi pengetahuan pakar yang merupakan bagan dari metode Forward Chaining, maka selanjutnya mengimplementasikan kedalam algoritma certainty factor. Pada penelitian ini simulasi perhitungan certainty factor diberikan pilihan jawaban yang masing- masing memiliki bobot seperti pada Gambar 18.

Pada bagian ini terdapat contoh kasus dengan gejala yang dipilih secara acak berdasarkan data yang telah didapat untuk memudahkan memahami desain perhitungan metode secara konvensional. Adapun gejala – gejala tersebut sebagai berikut

- 1) Rangsangan termal atau tersentuh cairan panas (M002) dengan nilai user 0,8
- 2) Kondisi memburuk saat beraktivitas berat (Q003) dengan nilai user 0,6
- 3) Rasanya seperti terbakar (S008) dengan nilai user 1
- 4) Nyeri berlangsung dibawah 3 bulan (U001) dengan nilai user 0.8
- 5) Intensitas nyeri “Sedikit Sakit” (Y002) dengan nilai user 1

Dengan menggunakan metode certainty factor nantinya dapat diketahui penyakit yang diderita oleh pengguna. Dengan merujuk pada tabel bobot CF yang pada kasus ini maka akan dihitung diagnosa yang cocok dengan gejala yang diinputkan user. Berikut salah satu contoh perhitungan persentase jenis penyakit nyeri aku yaitu Viseral Ringan.

Hasil pencocokan yang dimiliki penyakit Viseral Ringan didapat 4 data gejala yang sama yaitu: Rangsangan termal atau tersentuh cairan panas (M002), berlangsung kurang dari 3 bulan (U001), kondisi memburuk saat beraktivitas berat (Q003) dan masih dapat berkomunikasi dengan baik (Y002)

- 1) $CF[E]1 = M002 = 0,8$
 $CF [H,E]1 = CF[H]1 * CF[E]1 = 0,1 * 0,8 = 0,08$
- 2) $CF[E]2 = Q003 = 0,6$
 $CF [H,E]2 = CF[H]2 * CF[E]2 = 0,35 * 0,6 = 0,21$
- 3) $CF[E]3 = Y002 = 1$
 $CF [H,E]3 = CF[H]3 * CF[E]3 = 0,75 * 1 = 0,75$
- 4) $CF[E]4 = U001 = 0.8$

- $CF [H,E]4 = CF[H]4 * CF[E]4 = 0.4 * 0.8 = 0,32$
- 5) $CFk1 = CF[H,e]1+CF[H,E]2*(1-CF[H,e]1) = 0,08 + 0,21 * (1-0,08) = 0,2732$
- 6) $CFk2 = CFk1+ CF[H,E]3 * (1- CFk1) = 0,2732+ 0,75 * (1-0,2732) = 0,8183$
- 7) $CFk3 = CFk2+ CF[H,E]4 * (1- CFk2) = 0,8183+ 0,32 * (1-0,8183) = 0,876444$

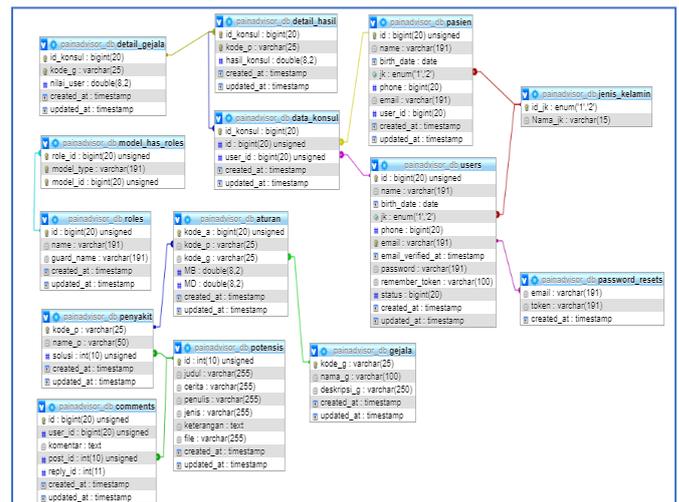
Maka CF dari gejala yang diinputkan pengguna untuk penyakit Nyeri Viseral Ringan kemungkinannya sebesar 0,876444 atau 88%

Untuk Tidak Nyeri dan Kronis tidak dilakukan perhitungan karena tidak ada data yang sama. Dari perhitungan CF masing-masing penyakit, diperoleh nilai CF terbesar hingga terendah yang disusun pada tabel dibawah

c. Implementasi

a) Implementasi Struktur Data

Tabel-tabel yang diimplementasikan diatas kemudian direlasikan sesuai dengan hubungan masing-masing data dalam tabel 12.



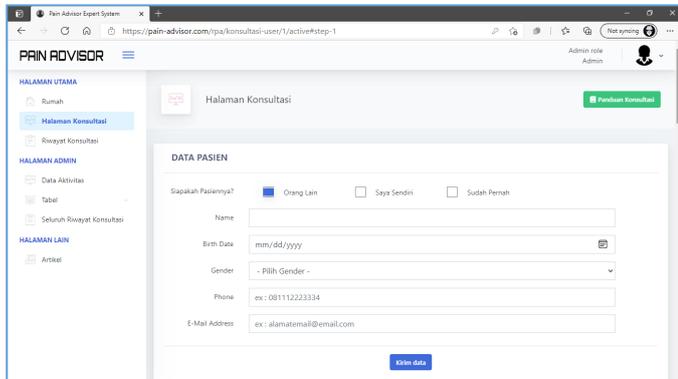
Gambar 12 Implementasi struktur data

b) Implementasi Antarmuka

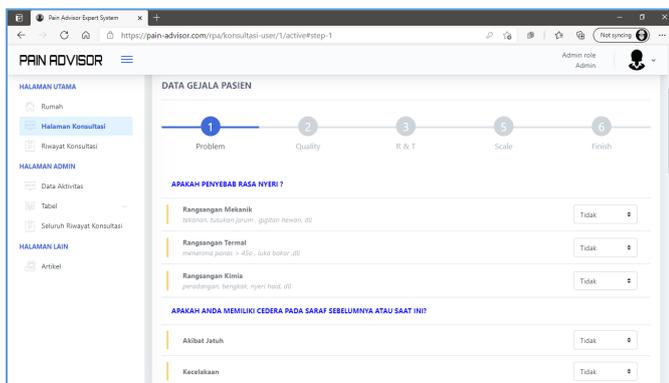
Implementasi antar muka perangkat lunak diimplementasikan dalam halaman-halaman pada web diantaranya:

- 1) Implementasi Antarmuka Halaman Halaman Konsultasi

Tampilan antarmuka halaman konsultasi memiliki 2 (dua) tampilan form yang diperlukan untuk melakukan konsultasi. *Form* pertama adalah *form* data pasien yang dapat dilihat pada Gambar 13 dan *form* kedua adalah *form* data gejala yang dapat dilihat pada Gambar 14.

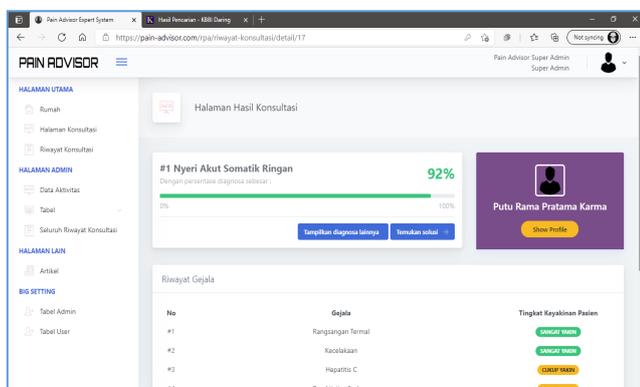


Gambar 13 Antarmuka Halaman Konsultasi Data Pasien



Gambar 14 Antarmuka Halaman Konsultasi Data Gejala

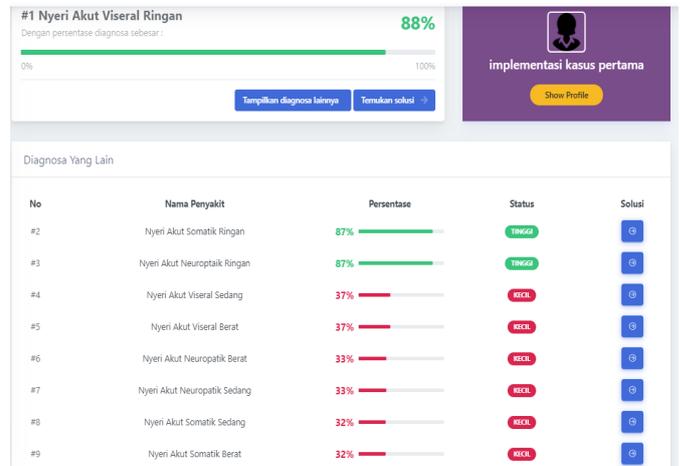
2) Implementasi Antarmuka Halaman Hasil Konsultasi



Gambar 15 Antarmuka Halaman Hasil Konsultasi

c) Implmentasi Mekanisme Certainty Factor dan Forward Chaining

Hasil diagnosa yang dihasilkan sistem berdasarkan kasus pertama diatas dapat dilihat pada dibawah.



Gambar 16 Implementasi contoh kasus

Pada Gambar 16 terdapat hasil diagnosa yang dihasilkan sistem berdasarkan gejala-gejala yang terdapat pada contoh kasus. Hasil tersebut sesuai dengan hasil dari rancangan contoh kasus yang dihitung secara manual pada Tabel 4.

d. Pengujian

a) Pengujian Blackbox

Pengujian fungsionalitas perangkat lunak atau blackbox dilakukan dengan teknik menginstall perangkat lunak pada komputer server serta mengujicobakannya. Tahap proses uji coba ini akan memasukkan data yang valid dan tidak valid untuk mengetahui repon yang diberikan oleh perangkat lunak tersebut.

Berdasarkan hasil dari pengujian ini, perangkat lunak berjalan dengan baik dimana keluaran yang dihasilkan telah sesuai seperti yang diharapkan dengan tingkat kesesuaian sebesar 100%.

b) Pengujian Whitebox

Pelaksanaan pengujian perangkat lunak untuk pengujian perangkat lunak dilakukan sendiri oleh penulis. Teknik pengujian yang dilakukan menggunakan teknik pengujian *basis path* yang menggunakan notasi graph untuk menggambarkan sebuah aliran kontrol.

Berdasarkan hasil pengujian ini, tingkat keberhasilan algoritma penerapan metode dalam mendapatkan nilai persentase diagnosa setiap penyakit terhadap gejala-gejala yang dimasukkan oleh user mencapai 100% yang menunjukkan bahwa semua proses yang dilakukan pada sistem dapat berjalan dengan baik.

c) Pengujian Ahli Media

Pelaksanaan pengujian kelayakan antarmuka dilakukan oleh 2 (dua) ahli media yaitu dosen jurusan teknik informatika yaitu I Gede Bendesa Subawa, S.Pd., M.Kom dan Ida Bagus Nyoman Pascima, S.Pd., M.Cs. Pada pengujian ini dilakukan perbandingan kesesuaian antara aspek yang diperlukan terhadap implementasi yang telah dilakukan pada sistem.

Berdasarkan pengujian oleh ahli media I Gede Bendesa Subawa, S.Pd., M.Kom didapatkan kesimpulan berupa sistem dinyatakan layak digunakan dengan revisi. Sedangkan pengujian oleh ahli media Ida Bagus Nyoman Pascima, S.Pd., M.Cs. didapatkan kesimpulan berupa sistem dinyatakan layak digunakan dengan revisi.

Berdasarkan dua pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan bahwa Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Nyeri Akut Menggunakan Metode *Certainty Factor* dan *Forward Chaining* Berbasis Web layak digunakan dengan melakukan beberapa revisi. Setiap revisi diberikan pada bagian saran dan kritik yang terdapat pada angket uji kelayakan sistem dengan catatan bahwa tidak semua saran dan kritik harus diterapkan pada sistem.

d) Pengujian Akurasi

Pelaksanaan pengujian perangkat lunak untuk uji hasil diagnosa sistem dilakukan oleh peneliti dilanjutkan dengan uji hasil diagnosa pakar dan kesesuaian hasil diagnosa sistem terhadap hasil diagnosa pakar dilakukan oleh Pakar. Pada pengujian ini dilakukan perbandingan hasil diagnosa sistem terhadap diagnosa pakar

Berdasarkan pengujian pada lampiran 12, didapatkan hasil yakni dari 25 kasus pengujian terdapat 25 pengujian yang sesuai dan 0 pengujian yang tidak sesuai. Maka dapat dihitung tingkat akurasi perangkat lunak (A) dengan rumus:

$$A = \frac{\text{skor berhasil}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

$$A = \frac{25}{25} \times 100 = 100\%$$

Hasil pengujian yang didapatkan sudah sesuai dengan yang diharapkan yang mencapai tingkat akurasi 100% sehingga perangkat lunak ini sudah layak digunakan untuk mendiagnosa penyakit nyeri akut.

B. Pembahasan

Pengembangan Sistem Pakar Diagnosa Untuk Penyakit Nyeri Akut Menggunakan Metode *Certainty Factor* dan *Forward Chaining* Berbasis Web dibangun menggunakan metode *Waterfall*. Pada model *waterfall* terdiri dari 5 fase yaitu (1) fase analisis yang terdiri dari analisa masalah dan solusi dan analisa kebutuhan perangkat lunak. (2) fase perancangan yang terdiri dari rancangan kebutuhan fungsional, rancangan struktur data perangkat lunak, rancangan antarmuka rancangan menu, dan rancangan mekanisme *certainty factor* dan *forward chaining*. (3) fase implementasi perangkat lunak yang terdiri dari implementasi arsitektur perangkat lunak, implementasi struktur data perangkat lunak dan implementasi tampilan antarmuka perangkat lunak. (4) fase pengujian yang terdiri dari pengujian tujuan fungsional perangkat lunak dengan hasil pengujian perangkat lunak berjalan dengan baik, pengujian kesesuaian proses dan keluaran yang diharapkan, pengujian algoritma perangkat lunak dengan hasil berjalan dengan baik, pengujian akurasi atau uji pakar mendapatkan hasil sesuai harapan yaitu sebesar 100% dan pengujian kelayakan antarmuka sistem yang menyatakan bahwa sistem layak digunakan dengan beberapa revisi. Dari seluruh pengujian yang telah dilakukan, Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Nyeri Akut Menggunakan Metode *Certainty Factor* dan *Forward Chaining* Berbasis Web berjalan sesuai yang diharapkan dan layak untuk digunakan, (5) fase penerapan dan pemeliharaan sistem sudah mulai dilakukan seiring peneliti menyusun laporan penelitian. Tahap ini dilakukan untuk memperbaiki error yang tidak ditemukan selama tahap sebelumnya.

Kelebihan dari Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Nyeri Akut Menggunakan Metode *Certainty Factor* dan *Forward Chaining* ini adalah sistem yang dapat diakses pada browser desktop maupun *smarthphone* dengan tampilan yang responsive. Pada setiap *device* pada umumnya sudah terdapat browser secara *default*, sehingga user lebih praktis dalam mengakses sistem ini karena tidak perlu melakukan pengunduhan aplikasi maupun *install* aplikasi pada *device* mereka terlebih dahulu. Kelebihan lainnya yaitu metode yang diterapkan memungkinkan sistem untuk memberikan hasil diagnosa lebih dari satu dengan tingkat persentase yang berbeda, sehingga user memiliki opsi lain apabila penanganan dari diagnosa penyakit pertama masih belum menunjukkan hasil.

Berdasarkan rancangan dan implementasi mekanisme metode *certainty factor* dan *forward chaining* yang telah dilakukan, perhitungan hasil diagnosa sistem pakar sudah merepresentasikan dengan tepat perhitungan hasil diagnosa secara manual. Sehingga dapat dikatakan bahwa sistem pakar yang dibangun sudah berhasil mengimplementasikan kombinasi metode *certainty factor* dan *forward chaining* dalam mendiagnosa jenis penyakit nyeri akut berdasarkan gejala-gejala yang dialami pasien. Hasil diagnosa sistem yang

dapat memberikan hasil diagnosa lebih dari satu dengan persentase yang berbeda sesuai dengan karakter dari metode *certainty factor* yang digunakan sebagai algoritma perhitungan dalam sistem pakar ini. Dengan kata lain, sistem ini berhasil mengolah setiap data yang dimasukkan user sesuai dengan algoritma metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kombinasi dari *certainty factor* dan *forward chaining*.

Dalam pengujian perangkat lunak dengan menggunakan metode *blackbox*, dilakukan langsung oleh penulis sebagai pengembang perangkat lunak. Pengujian *blackbox* yang kedua yakni pengujian kesesuaian proses dan keluaran bertujuan untuk mengetahui hasil keluaran tampilan dari perangkat lunak ketika perangkat lunak diberikan inputan atau sedang melakukan proses. Dalam pengujian kesesuaian proses dan keluaran ini pengujian melakukan proses login, logout, mengelola data baik itu menambah, mengubah, atau menghapus data. Pengujian yang telah dilakukan dengan jumlah 28 kasus uji dimana hasil respon dari perangkat lunak serta kesesuaian proses dan keluaran 100% sesuai dengan apa yang diharapkan atau dapat dikatakan bahwa masing-masing kasus uji menghasilkan respon yang sesuai dengan apa yang diharapkan dan perangkat lunak dapat berjalan dengan baik.

Dalam pengujian *whitebox* peneliti menggunakan metode pengujian *basis path* dimana setiap algoritma dibuatkan sebuah *flow graph* yang kemudian diteliti setiap alur *path* yang mungkin terjadi pada algoritma yang diujikan. Pengujian *whitebox* yang dilakukan berfokus pada metode sistem pakar yang digunakan dalam penelitian ini yakni metode *Certainty Factor* dan *Forward Chaining*. Hal ini dilakukan untuk memfokuskan pengujian ke inti dari penelitian ini dan juga untuk memastikan bahwa setiap alur perulangan atau alur kondisional berjalan dengan baik. Dari pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa alur algoritma 100% berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan sehingga perhitungan metode *Certainty Factor* dan metode *Forward Chaining* dapat berjalan dengan baik dan 100% sesuai.

Pengujian kelayakan antarmuka sistem dilakukan oleh 2 (dua) ahli media yaitu I Gede Bendesa Subawa, S.Pd., M.Kom dan Ida Bagus Nyoman Pascima, S.Pd., M.Cs. Pengujian dilakukan oleh ahli media dengan menyesuaikan setiap indikator kelayakan sebuah antarmuka sistem dengan implementasi sistem yang telah dibuat. Berdasarkan dua pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil berupa pernyataan bahwa sistem ini layak digunakan dengan melakukan beberapa revisi. Setiap revisi diberikan pada bagian saran dan kritik yang terdapat pada angket uji kelayakan sistem dengan catatan bahwa tidak semua saran dan kritik harus diterapkan pada sistem.

Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosa utama dengan gejala-gejala pasien yang dilakukan oleh pakar dengan hasil diagnosa yang dihasilkan di perangkat lunak. Pengujian ini melibatkan 20 kasus dengan

gejala-gejala yang didapatkan dari pakar sesuai dengan gejala-gejala yang umum terjadi pada seorang pasien. Pengujian yang dilakukan mendapatkan kesesuaian hasil diagnosa pakar dan hasil diagnosa sistem sebesar 100% dari 20 kasus yang telah diuji. Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa sistem pakar ini dapat mendiagnosa jenis penyakit nyeri akut dengan sangat baik.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Dari analisis, perancangan, implementasi dan pengujian perangkat lunak yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan yang diperoleh diantaranya:

1. Pengembangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Nyeri Akut Menggunakan Metode *Certainty Factor* dan *Forward Chaining* Berbasis Web telah berhasil dilakukan. Tahap pengembangan perangkat lunak dilakukan menggunakan model pengembangan *waterfall* dengan tahap-tahap mulai dari tahap analisis, perancangan, implementasi, pengujian dan pemeliharaan. Dari setiap proses yang dilakukan telah berhasil mengembangkan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Nyeri Akut Menggunakan Metode *Certainty Factor* dan *Forward Chaining* Berbasis Web dengan sangat baik sesuai harapan dilihat dari uji *blackbox* dan *whitebox* perangkat lunak dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%

2. Sistem pakar diagnosa penyakit nyeri akut menggunakan metode *certainty factor* dan *forward chaining* ini menggunakan 11 jenis penyakit, 53 gejala dengan 12 pertanyaan, dan 182 *rules*. Uji akurasi atau uji pakar dengan 20 kasus pengujian gejala-gejala pasien yang telah dilakukan menghasilkan tingkat akurasi sebesar 100% yang artinya sistem pakar ini dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit nyeri akut dengan sangat baik.

B. Saran

Untuk pengembangan penelitian di masa mendatang, penulis menyarankan beberapa hal antara lain:

1. Pengembangan sistem selanjutnya dimungkinkan untuk menggunakan metode sistem pakar dengan metode lainnya seperti metode Dempster Shafer, teorema Bayes dan dibandingkan hasil diagnosa yang didapat sehingga dapat ditemukan metode yang paling tepat dengan tingkat akurasi yang lebih baik untuk kasus penyakit nyeri akut.

2. Pada uji akurasi atau uji pakar bisa menambahkan jumlah pakar sehingga mendapatkan variasi tingkat akurasi kepakaran yang lebih bervariasi.

REFERENSI

- [1] Antolis, W. (2017). *Uji Aktivitas Analgesik Infusa Kulit Buah Persea Americana Mill. Pada Mencit Betina Galur Swiss Yang Terinduksi Asam Asetat*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma. Retrieved 2020
- [2] Asnasari, L. (2017). *Hubungan pengetahuan tentang swamedikasi dengan pola penggunaan obat pada masyarakat dusun kenaran, sumberharjo, prambanan, sleman, yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- [3] Budiarti, H. E. (2018). *Gambaran pelaksanaan pengkajian nyeri oleh perawat pada pasien pasca operasi di inpatient department lantai 5 rumah sakit siloam bali*. Tangerang: Doctoral dissertation, Universitas Pelita Harapan.
- [4] Dian, R., Sumijan, & Yunus, Y. (2020). Sistem Pakar dalam Identifikasi Kerusakan Gigi pada Anak dengan Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor. *Sistim Informasi dan Teknologi*, II(3), 65-70. Retrieved 2020
- [5] Harto, D. (2013). *Perancangan Sistem Pakar Untuk Mengidentifikasi Penyakit Pada Tanaman Semangka Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor*. Medan: Pelita Informatika Budi Darma.
- [6] Kurnia M, R. S. (2018). Implementation of Forward Chaining and Certainty Factor Method on Android-Based Expert System of Tomato Diseases Identification. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, IX(9), 451-456. Retrieved 2020
- [7] Mardana, I. R., & Aryasa, T. (2017). *Penilaian Nyeri*. Denpasar: RSUP Sanglah Denpasar. Retrieved 2020
- [8] Mubarak, W. I., Indrawati, L., & Susanto, J. (2015). *Buku Ajar Ilmu Keperawatan*. Jakarta: Salemba Medika.
- [9] Munawar. (2005). *Pemodelan Visual Dengan UML*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [10] Musyarofah, E., Mayasari, R., & Irawan, A. S. (2020). Implementasi Metode Forward Chaining dan Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Osteoporosis. *Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, XIX(2), 101-112. Retrieved 2020
- [11] Saputro, B. (2016). *Manajemen Penelitian Pengembangan*. Yogyakarta: Aswaja Presindo.
- [12] Sommerville, I. (2012). *Software Engineering Ninth Edition*. United States of America: Addison Wesley.
- [13] Sugiarti, Y. (2013). *Analisis & Perancangan UML (Unified Modeling Language) Generated VB.6*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [14] Susilo, H. (2018). Sistem Pakar Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor Untuk Mengidentifikasi Penyakit Pertusis Pada Anak. *Rang Teknik Journal*, I(2), 185-194.
- [15] Sutojo, Mulyanto, E., & Suhartono, V. (2010). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- [16] Wahyuadi, M. S. (2018). *Hubungan Tingkat Pengetahuan Dan Prilaku Swamedikasi Obat Diare*. Malang: UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG.
- [17] Yani, A. (2018). Pemanfaatan Teknologi Dalam Bidang Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(1), 97-102.
- [18] Yuwono, D. T., Fadlil, A., & Sunardi. (2017). Penerapan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Hama Anggrek Coelogyne Pandurata. *jurnal Ilmu Komputer (KLIK)*, IV(2), 136-144. Retrieved November 2020