

Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Kanker Payudara Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web

Karolinda Monda¹, Sisilia D. B. Mau², Alfry Aristo Jansen Sinlae^{*3}

^{1,2,3} Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira
Jl. San Juan No.1 Penfui, Kupang – Nusa Tenggara Timur

Email : ¹karolindamonda@gmail.com, ²sisiliamau@unwira.ac.id, ^{*3}alfry.aj@unwira.ac.id

Abstrak

Teknologi informasi telah banyak diaplikasikan dalam bidang medis untuk membantu para dokter dalam mendiagnosis penyakit kanker, dan juga para pasien untuk mengetahui sejauh mana penyakit yang diderita. Jumlah pasien penderita kanker payudara di Rumah Sakit Umum Daerah Prof. Dr. W. Z. Johannes pada tahun 2020 hingga sampai bulan November mencapai 77 pasien. Masih tingginya jumlah penderita kanker payudara melatarbelakangi dibuatnya penelitian ini dengan tujuan sistem pakar ini dapat membantu memberikan informasi yang jelas bagi pasien atau masyarakat umum agar bisa mengetahui gejala-gejala yang dialaminya sejak dini. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode Certainty Factor (CF). Metode Certainty Factor ini merupakan metode untuk membuktikan apakah suatu fakta itu pasti atau tidak pasti dan juga menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap permasalahan yang dihadapi. Aplikasi yang dirancang menggunakan Bahasa pemrograman PHP dan database MySQL, dan metodologi yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode Expert System Life Cycle (ESLC). Hasil dari penelitian ini adalah sebuah aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit kanker payudara yang dapat membantu masyarakat pada umumnya dalam mendiagnosis penyakit kanker payudara khususnya membantu pasien mendapatkan informasi untuk berkonsultasi dengan cepat tentang gejala dan penyakit kanker payudara.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Kanker Payudara, Metode Certainty Factor, Web

Abstract

Information technology has been widely applied in the medical field to assist doctors in diagnosing cancer and also for patients to find out the extent of the disease. The number of patients with breast cancer at the Regional General Hospital, Prof. Dr. W. Z. Johannes in 2020 until November reached 77 patients. The still high number of breast cancer sufferers is the background for this research, with the aim of this expert system being able to help provide clear information for patients or the general public so that they can find out the symptoms they are experiencing early on. The method used in this study is the Certainty Factor (CF) method. The Certainty Factor method is a method to prove whether a fact is certain or uncertain and also describes the level of expert confidence in the problems at hand. The application is designed using the PHP programming language and MySQL database, and the methodology used in this research is the Expert System Life Cycle (ESLC) method. The result of this research is an expert system application for diagnosing breast cancer that can help the general public in diagnosing breast cancer, especially helping patients get information to consult quickly about symptoms and diseases of breast cancer.

Keywords: Expert System, Breast Cancer, Certainty Factor Method, Web

1. PENDAHULUAN

Kanker payudara adalah kanker yang berasal dari saluran payudara dan *epitel lobular* yang menjadi masalah global dan masalah kesehatan internasional yang terpenting. Kanker ini juga merupakan salah satu kanker paling berbahaya, kedua setelah kanker serviks yang terutama menyerang wanita [1]. Kanker payudara tidak hanya menyerang wanita, tetapi juga pria. Untuk memudahkan pencarian informasi tentang kanker payudara pada wanita di daerah yang sulit dilihat, maka penting untuk menggunakan suatu sistem untuk memberikan

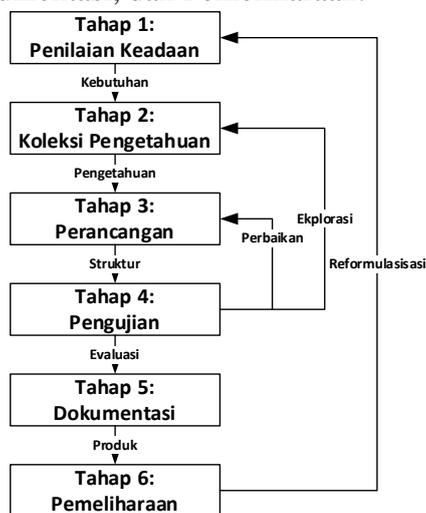
pertolongan pertama pada pasien yang sudah memiliki gejala kanker payudara, sehingga dapat langsung digunakan tanpa perlu dokter ahli Onkologi [1]. Sistem yang dimaksudkan adalah suatu program komputer yang mengandung pengetahuan dari satu atau lebih pakar manusia mengenai suatu bidang spesifik atau biasa disebut sebagai sistem pakar [2]. Pakar yang dimaksud adalah orang yang mempunyai keahlian yang khusus dalam menyelesaikan masalah karena tidak dapat diselesaikan oleh masyarakat pada umumnya [3].

Penyakit kanker payudara banyak pula diderita oleh masyarakat Nusa Tenggara Timur yang dirawat pada Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Prof. Dr. W. Z. Johannes. Berdasarkan data kasus penderita penyakit kanker payudara yang dirawat pada RSUD tersebut diketahui bahwa jumlah pasien penderita penyakit kanker payudara pada tahun 2018 mencapai 205 orang, pada tahun 2019 berjumlah 145 orang, dan pada tahun 2020 berjumlah 77 orang. Walaupun terlihat bahwa jumlah penderita kanker payudara menurun dalam tiga tahun tersebut, namun tidak bisa dipungkiri penyakit ini harus tetap mendapat perhatian serius dikarenakan nyawa menjadi taruhannya sehingga harus ada penanganan sejak dini.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka perlu dirancang bangun sebuah aplikasi sistem pakar yang dapat memudahkan para pasien dan dokter ahli onkologi dalam mendiagnosis penyakit kanker payudara. Sistem pakar ini direkayasa dengan diimplementasikannya metode *Certainty Factor* dikarenakan metode ini membuktikan kepastian atau ketidakpastian dari suatu fakta dan juga menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap permasalahan yang dihadapi [4].

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang diterapkan adalah metode *Expert System Life Cycle (ESLC)* yang terdiri dari beberapa tahapan yaitu: Penilaian Keadaan, Koleksi Pengetahuan, Perancangan, Pengujian, Dokumentasi, dan Pemeliharaan.



Gambar 1 Tahapan Metode ESLC

Adapun penjelasan dari setiap tahapan yang dilakukan berdasarkan pada metode ESLC adalah sebagai berikut:

Tahap pertama penilaian keadaan, yaitu dilakukan pengidentifikasian permasalahan terkait kasus penyakit kanker payudara yang terjadi di RSUD Prof. Dr. W. Z. Johannes Kupang dan kebutuhan-kebutuhan data lainnya. Pada tahap ini juga dilakukan penentuan peran pengguna yang akan menggunakan aplikasi sistem pakar ini yang terdiri atas pakar (dokter), user (pasien), dan admin.

Tahap kedua koleksi pengetahuan, yaitu dilakukan pengumpulan pengetahuan terkait penyakit kanker payudara melalui sumber-sumber pustaka, pengumpulan data di RSUD, dan wawancara secara langsung dengan pakar, yaitu dokter ahli pada RSUD

tersebut. Selain itu digunakan pula literatur-literatur terkait sistem pakar dan metode *Certainty Factor* untuk memperkuat kepustakaan dalam penelitian ini.

Penjelasan terkait sistem pakar dan metode *Certainty Factor* adalah sebagai berikut: Sistem pakar merupakan program komputer yang mensimulasikan penilaian dan perilaku manusia atau organisasi yang memiliki pengetahuan dan pengalaman ahli dalam bidang tertentu [2] dan memiliki dua bagian penyusun yaitu lingkungan pengembangan dan lingkungan konsultasi [5].



Gambar 2 Struktur Penyusun Sistem Pakar

Lingkungan pengembangan berisi komponen-komponen yang digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam lingkungan sistem pakar, sedangkan lingkungan konsultasi berisi komponen yang akan digunakan oleh pengguna dalam memperoleh pengetahuan pakar [6].

Teori *Certainty Factor* (CF) diusulkan oleh Shortlife dan Buchanan pada tahun 1975 untuk mengakomodasi ketidakpastian dan kepastian pemikiran seorang pakar dan dinyatakan dalam bilangan tunggal [7], [8].

Rumusnya:

$$CF(H,E) = MB(H,E) - MD(H,E) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan

- CF (H,E) : *Certainty Factor*
- MB (H,E) : Ukuran kenaikan kepercayaan (*Measure of Increased Belief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E
- E : *Evidence* (Peristiwa atau Fakta)
- H : Hipotesis (Dugaan)
- MD (H,E) : Ukuran kenaikan ketidakpercayaan (*Measure of Increased Disbelief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E

Rumus berikut digunakan untuk perhitungan nilai CF dari 1 gejala, yaitu:

$$CF(R) = MB - MD \dots\dots\dots (2)$$

Rumus berikut digunakan untuk perhitungan nilai CF lebih dari 1 gejala, yaitu:

$$CF(R1, R2) = [CF(R1) + CF(R2)] \times [1 - CF(R1)] \dots\dots\dots (3)$$

Karena nilai CF yang diberikan bernilai positif, rumus tersebut kemudian dapat diterapkan pada beberapa aturan yang berbeda secara bertingkat. Nilai CF setiap premis/gejala merupakan nilai yang diberikan oleh seorang pakar maupun literatur yang mendukung. Untuk menghitung tingkat kepercayaan diperlukan nilai *Measure of Belief* (MB) dan *Measure of Disbelief* (MD) dimana nilai-nilai tersebut berada diantara 0-1. Nilai-nilai tersebut kemudian dikelompokkan lagi ke dalam 5 *index* skala yang masing-masing *index* mencerminkan tingkat kepercayaan tersebut, seperti yang terlihat pada Tabel 1. Hal ini untuk mempermudah dalam menentukan tingkat kepercayaan pada saat nilai akhir CF telah didapat. Adapun logika metode CF pada sesi konsultasi sistem, pengguna konsultasi diberi pilihan jawaban yang masing-masing memiliki bobot sebagai berikut:

Tabel 1 Nilai Interpretasi “Term” (Nilai Bobot)

<i>Uncertain Term</i>	CF
Tidak	0
Tidak Tahu	0.2
Sedikit Yakin	0.4
Cukup Yakin	0.6
Yakin	0.8
Sangat Yakin	1

Langkah berikut yang dilakukan melakukan akuisisi pengetahuan, yaitu pengetahuan yang sudah didapat dari pakar atau dokter diimplementasikan ke dalam sebuah tabel agar bisa menjadi basis pengetahuan dari sistem yang akan dibangun seperti terlihat pada Tabel 2 berikut.

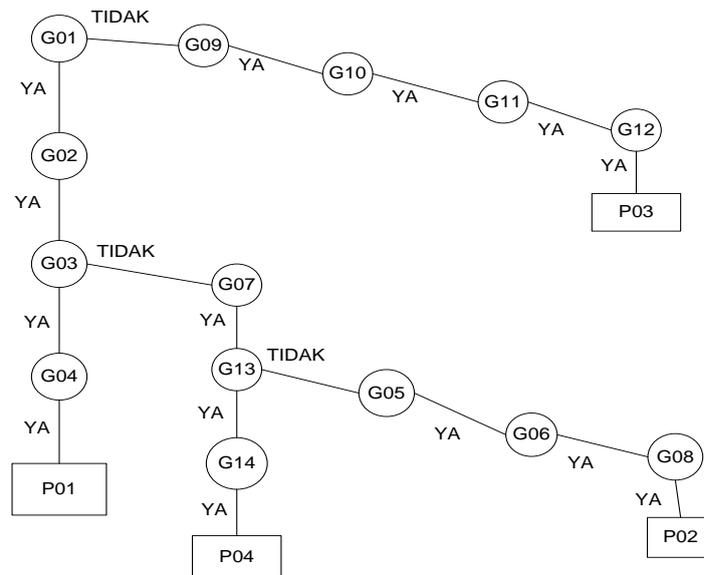
Tabel 2 Akuisisi Pengetahuan

Kode	Gejala	P1	P2	P3	P4
G1	Perubahan bentuk puting	*			*
G2	Rasa nyeri pada bagian payudara yang tidak kunjung sembuh	*			*
G3	Benjolan pada bagian payudara yang tidak hilang	*			
G4	Salah satu puting berwarna merah, coklat atau kekuning-kuningan	*			
G5	Iritasi kulit, gatal-gatal dan ruam di sekitar puting payudara		*		
G6	Pembengkakan atau munculnya benjolan di sekitar tulang selangkang atau bawah lengan		*		
G7	Puting masuk ke dalam		*		*
G8	Salah satu payudara membesar		*		
G9	Benjolan pada payudara membesar			*	
G10	Tekstur kulit pada payudara berubah seperti kulit jeruk			*	
G11	Terasa sakit pada bagian organ intim			*	
G12	Berat badan turun drastis			*	
G13	Terjadi pembesaran pada kelenjar getah bening di ketiak				*
G14	Urat-urat pada bagian payudara terlihat jelas				*

Tahap ketiga perancangan, yaitu dilakukan perancangan aturan berdasarkan akuisisi pengetahuan yang sudah dilakukan sebelumnya, sehingga aturannya sebagai berikut:

- a) IF G01= YA, AND G02= YA, AND G03= YA, AND G04= YA, **THEN P01 (Lobular Carcinoma In situ).**
- b) IF G05= YA, AND G06= YA, AND G07= YA, AND G08= YA, **THEN P02 (Ductal Carcinoma In Situ).**
- c) IF G09= YA, AND G10= YA, AND G11= YA, AND G12=YA, **THEN P03 (Infiltrating Lobular Carcinoma).**
- d) IF G01= YA, AND G02= YA, AND G07=YA, AND G13= YA, AND G14=YA, **THEN P04 (Infiltrating Ductal Carcinoma).**

Langkah selanjutnya berdasarkan aturan di atas dirancang pohon keputusan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Pohon Keputusan

Setelah pohon keputusan selesai dirancang, selanjutnya dilakukan penentuan nilai *Certainty Factor* (CF) untuk masing-masing jenis penyakit kanker payudara bagi pengguna pakar dan user.

Tabel 3 Nilai CF Untuk Masing-masing Penyakit Bagi Pakar dan User

Jenis Pengguna	Kode Penyakit	Kode Gejala	Nilai CF
Pakar	P01	G01	0,4
		G02	0,8
		G03	1
		G04	0,2
	P02	G05	0,2
		G06	0,6
		G07	0,4
		G08	0,8
	P03	G09	0,6
		G10	0,2
		G11	1
		G12	0,4
	P04	G01	0,4
		G02	0,8
G07		0,6	
G13		0,2	
G14		0,4	
User	P01	G01	0,8
		G02	0,6
		G03	0,4
		G04	0,2
	P02	G05	0,4
		G06	0,2
		G07	0,6
		G08	1
	P03	G09	0,8
G10		0,4	
G11		0,6	

P04	G12	0,2
	G01	0,8
	G02	0,6
	G07	0,6
	G13	0,4
	G14	0,2

Langkah selanjutnya nilai CF pakar dan user dihitung menggunakan rumus:

$$CF(H,E) = CF(E)*CF(Rule) = CF(user)*CF(Pakar).....(4)$$

Sebagai contoh untuk perhitungan nilai CF pakar dan user diambil nilai CF untuk penyakit dengan kode P01 untuk masing-masing pengguna sehingga diperoleh nilai kombinasi CF untuk penyakit dengan kode P01.

Tabel 4 Nilai Kombinasi CF

No	CF Pakar		CF User	CF [H,E]
1	0,4	X	0,8	0,32
2	0,8	X	0,6	0,48
3	1	X	0,4	0,4
4	0,2	X	0,2	0,04

Langkah terakhir dilakukan kombinasi pada setiap aturan untuk setiap CF 1 sampai CF 4 menggunakan rumus:

$$CF\ COMBINE\ (CF1,CF2) = CF\ 1+CF\ 2 * (1 - CFold).....(5)$$

$$CF\ COMBINE\ (CF1, CF2) = CF\ 1 + CF\ 2 * (1 - CFold)$$

$$= 0,32 + 0,48 * (1 - 0,32)$$

$$= 0,32 + 0,3264$$

$$CFold\ 1 = 0,6464$$

$$CF\ COMBINE\ (CFold\ 1, CF3) = CFold\ 1 + CF\ 3 * (1 - CFold\ 1)$$

$$= 0,6464 + 0,4 * (1 - 0,6464)$$

$$= 0,6464 + 0,14144$$

$$CFold\ 2 = 0,78784$$

$$CF\ COMBINE\ (CFold\ 2, CF4) = CFold\ 2 + CF\ 4 * (1 - CFold\ 2)$$

$$= 0,78784 + 0,04 * (1 - 0,78784)$$

$$= 0,78784 + 0,0084864$$

$$CFold\ 3 = 0,7963264$$

$$Persentase\ Keyakinan = CFold\ 3 * 100\%$$

$$= 0,7963264 * 100\%$$

$$= 79,63264\%$$

$$= 79,63\%$$

Untuk implementasi sistem pakar dengan metode *Certainty Factor* (CF) ini akan dibahas lebih lanjut pada bagian hasil dan pembahasan.

Tahap keempat pengujian, yaitu dilakukan pengujian aplikasi sistem pakar terhadap seluruh fungsionalitas yang terdapat pada aplikasi menggunakan teknik kotak hitam (*black box*).

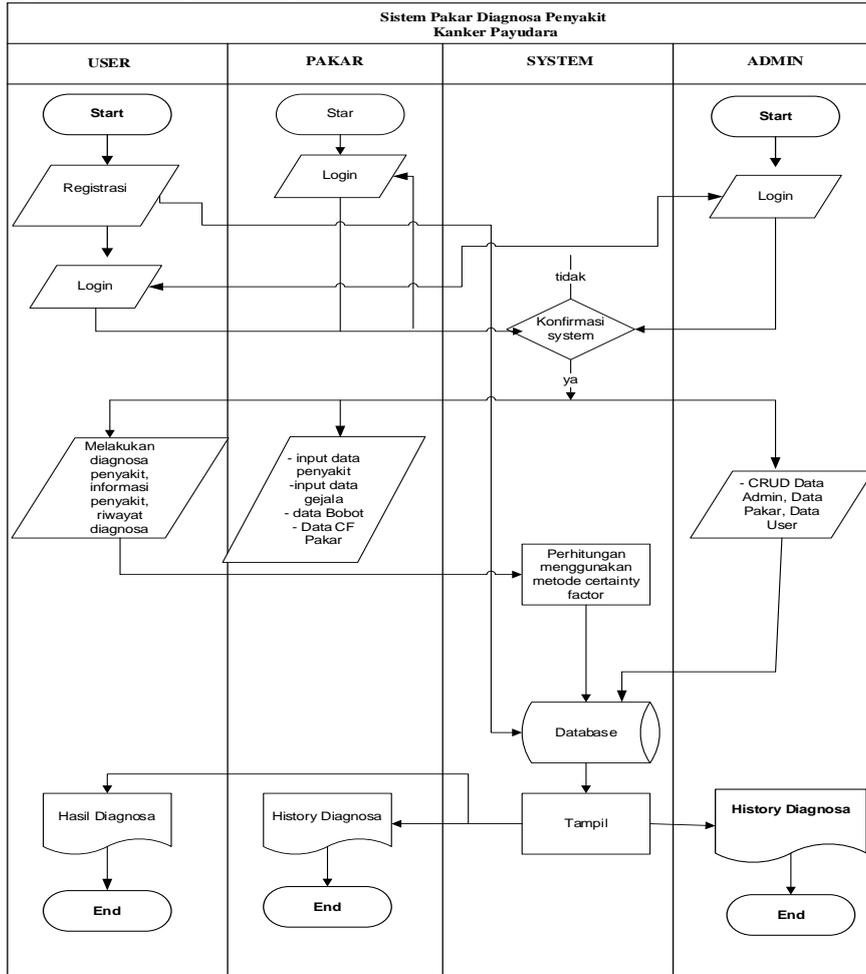
Tahap kelima dokumentasi, yaitu dilakukan perekaman seluruh proses-proses yang terjadi pada aplikasi dalam bentuk implementasi antar muka yang memudahkan navigasi aplikasi bagi pengguna.

Tahap kelima pemeliharaan, yaitu dilakukan uji coba terhadap navigasi aplikasi dan memastikan seluruh proses-proses tetap berjalan sehingga kinerja aplikasi dapat terjaga dan berfungsi dengan baik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

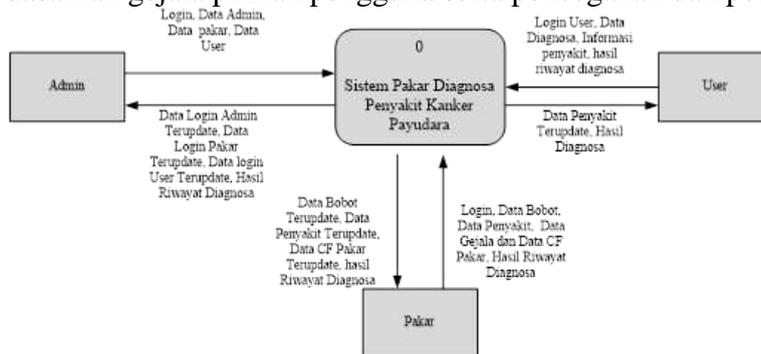
Hasil dan pembahasan dari penelitian ini meliputi bagan *Flowchart*, bagan konteks (*Context Diagram*), *Entity Relationship Diagram* (ERD), dan antar muka (*Interface*) aplikasi.

Bagan *flowchart* digunakan untuk menggambarkan antar fungsi yang terdapat pada aplikasi sesuai dengan peran masing-masing.



Gambar 4 *Flowchart* Sistem Pakar

Gambar 4 merupakan *flowchart* sistem pakar penyakit kanker payudara menggunakan metode *certainty factor* yang direkayasa, pakar penyakit kanker payudara harus menyediakan data-data mengenai penyakit, gejala, solusi dan aturan yang akan menjadi basis pengetahuan sistem pakar. Pengetahuan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam sistem dan disimpan pada database sistem. Setelah fase ini selesai, pengguna umum dapat menggunakan sistem dengan melakukan konsultasi. Pengguna umum tinggal memilih gejala-gejala yang dialami yang sudah disiapkan oleh sistem. Berdasarkan jawaban pengguna tersebut sistem akan melakukan proses inferensi untuk menghasilkan konklusi yang merupakan diagnosis penyakit yang diderita berdasarkan gejala pilihan pengguna serta pencegahan dan pengobatannya.

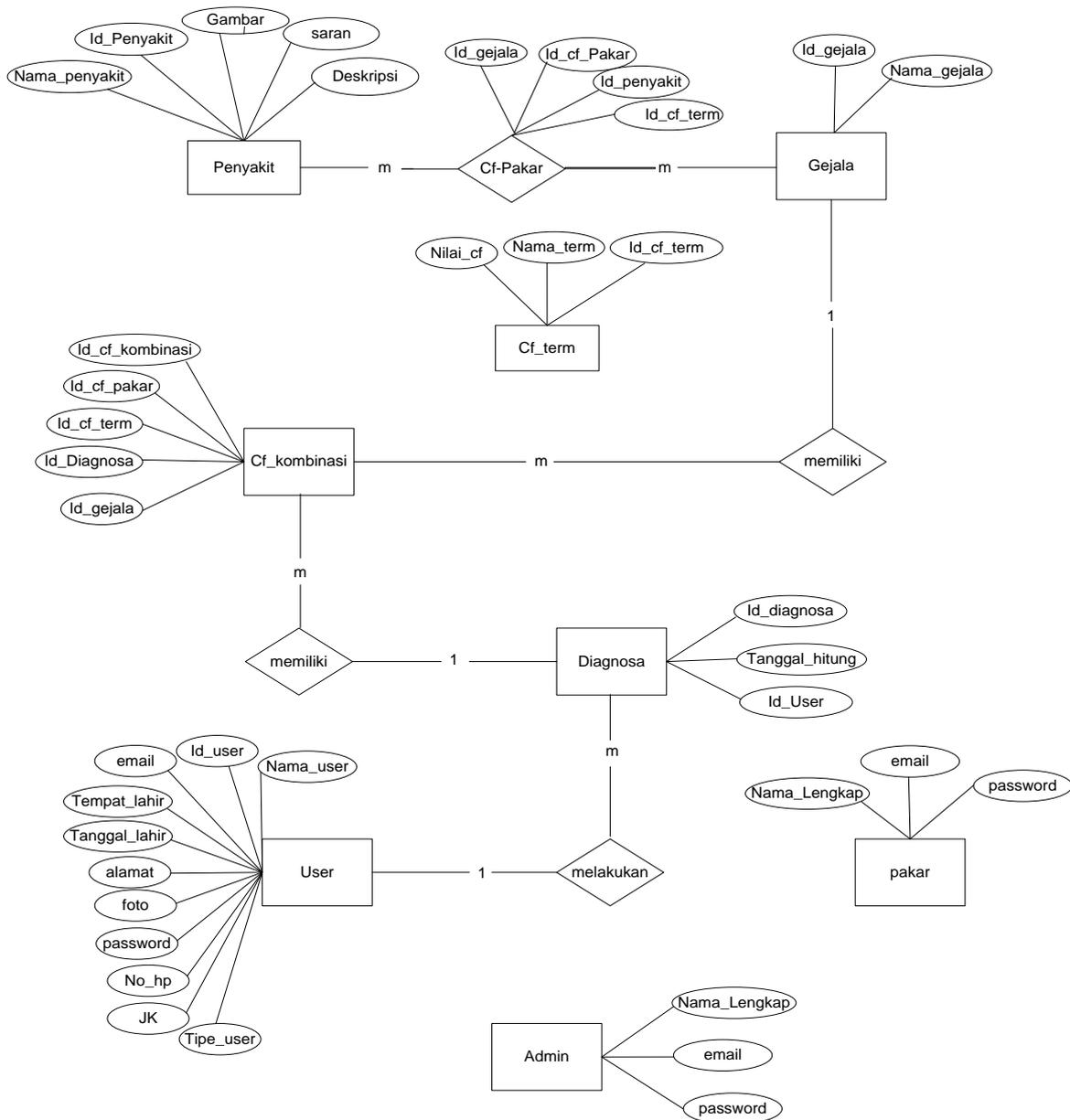


Gambar 5 Bagan Konteks

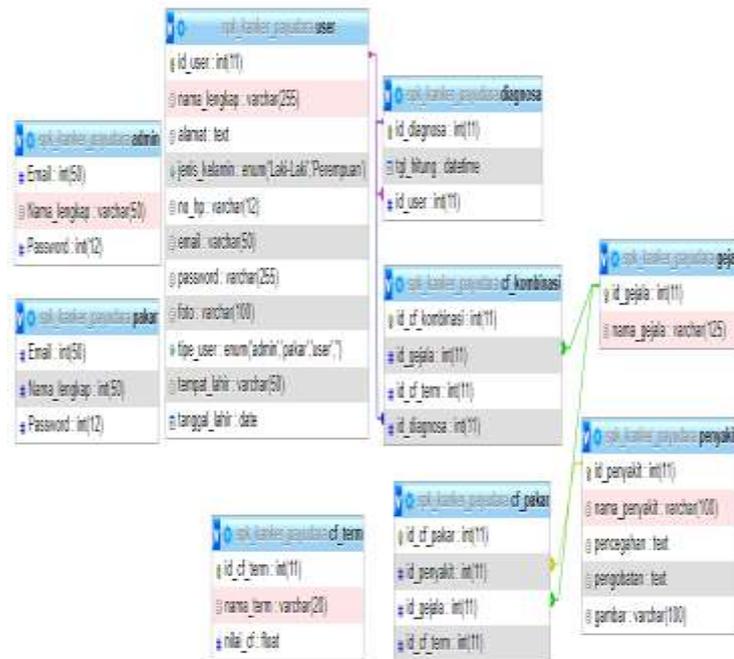
Berdasarkan bagan konteks pada Gambar 5 terdapat tiga jenis pengguna sistem pakar yakni user, pakar dan admin. Basis pengetahuan sistem disediakan oleh pakar dan user melakukan registrasi dan melakukan konsultasi. Sedangkan admin mengakses data tamu, riwayat pengguna dan juga mengakses akun pakar.

Entity Relationship Diagram (ERD) berisikan komponen himpunan entitas dan himpunan relasi yang masing-masing dilengkapi dengan atribut yang mempresentasikan keseluruhan fakta. Pada aplikasi ini terdapat 8 entitas, yaitu admin, pakar, user, diagnosa, gejala, penyakit, CF_term, dan CF_kombinasi.

Entitas admin dan pakar tidak memiliki relasi dengan entitas lain dikarenakan kedua entitas tersebut merupakan entitas kuat. Entitas user berelasi dengan diagnosa dikarenakan user melakukan diagnosa pada aplikasi ini. Entitas penyakit berelasi dengan gejala dikarenakan setiap penyakit memiliki gejala penyakit masing-masing. Entitas gejala berelasi dengan CF_kombinasi dikarenakan setiap gejala memiliki nilai CF masing-masing. CF_kombinasi berelasi dengan diagnosa dikarenakan hasil diagnosa menunjukkan nilai CF dari masing-masing penyakit yang diderita. ERD aplikasi ini ditunjukkan melalui Gambar 6 dan relasi antar tabel ditunjukkan melalui Gambar 7.



Gambar 6 ERD

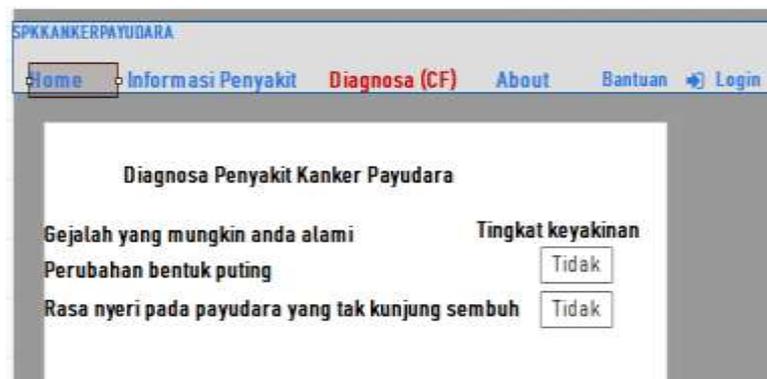


Gambar 7 Relasi antar Tabel



Gambar 8 Tampilan Halaman Home

Halaman ini merupakan tampilan awal aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit kanker payudara dengan metode *certainty factor* yang menyediakan menu bantuan dan halaman login untuk admin dan pakar beserta menu diagnosa untuk user, informasi penyakit, about, dan daftar akun.



Gambar 9 Tampilan Halaman Diagnosa

Halaman ini merupakan tampilan halaman diagnosa yang berisi pertanyaan-pertanyaan serta pemilihan kondisi yang dikeluarkan oleh sistem dan akan dipilih oleh user.



Gambar 10 Tampilan Halaman Hasil Diagnosa

Halaman ini merupakan tampilan halaman hasil diagnosa yang berisi hasil diagnosa yang dialami berupa presentasi, solusi dan kemungkinan lain.



Gambar 11 Tampilan Halaman Riwayat Diagnosa

Halaman ini merupakan tampilan halaman riwayat diagnosa yang berisi hasil diagnosa yang sudah pernah dilakukan sebelumnya.



Gambar 12 Tampilan Halaman Daftar Penyakit

Halaman ini merupakan tampilan halaman daftar penyakit yang berisi daftar nama penyakit dan aksi.



Gambar 13 Tampilan Halaman Gejala

Halaman ini merupakan tampilan halaman gejala, yang dimana pada tampilan ini berisi menu beranda/data gejala, search, nama gejala dan aksi, serta pada nama gejala bisa melakukan pengeditan data dan menghapus data.



Gambar 14 Tampilan Halaman Login

Halaman ini merupakan tampilan halaman login, yang dimana pada tampilan ini berisi kotak username dan password yang harus diisi dengan benar sehingga bisa masuk ke dalam aplikasi sesuai dengan peran masing-masing sebagai pakar/admin/user.

Metode pengujian aplikasi menggunakan teknik kotak hitam (*black box*) yang difokuskan pada keperluan fungsional dari aplikasi [9], [10]. Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui apakah setiap fungsi pada aplikasi berjalan sesuai dengan yang diharapkan [11], [12]. Hasil pengujian aplikasi sistem pakar ditunjukkan dalam Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Pengujian Aplikasi

No		Yang Diharapkan	Status
1	Hanya mengisi <i>username</i> dan mengosongkan <i>password</i> , lalu langsung klik tombol, "Login"	Sistem akan menolak akses <i>Login</i> dan menampilkan pesan " <i>bagian password harus diisi !!</i> ".	OK
2	Mengisi semua <i>data</i> pada saat registrasi awal, lalu langsung klik tombol, "Daftarkan akun Anda"	Sistem akan menampilkan "registrasi anda telah berhasil"	OK
3	Sistem dapat melakukan proses diagnosa dimana <i>user</i> akan menjawab pertanyaan dari sistem.	Sistem akan menampilkan proses hasil diagnosa "Hasil Diagnosa".	OK
4	Mengisi data gejala yang sama pada saat tambahkan data lalu klik tombol "simpan".	Sistem akan menolak akses dan menampilkan pesan "Gejala yang anda masukan sudah ada!"	OK
5	Mengosongkan nama gejala baru, lalu klik tombol "simpan".	Sistem akan menolak akses simpan dan menampilkan pesan "Nama Gejala Perlu diisi".	OK
6	Mengisi data bobot yang sama pada saat tambahkan data lalu klik tombol "simpan".	Sistem akan menolak akses dan menampilkan pesan "Data bobot sudah ada".	OK
7	Mengosongkan tambah data bobot, lalu klik tombol "simpan".	Sistem akan menolak akses simpan dan menampilkan pesan "data bobot harus diisi".	OK

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan pengujian, maka dapat disimpulkan aplikasi sistem pakar ini dapat membantu masyarakat umum untuk mendiagnosa penyakit kanker dan dapat memberikan informasi mengenai kanker payudara. Selain itu, aplikasi ini dapat menampilkan data penyakit, data gejala, data pasien, cara pencegahan dan pengobatan, serta mampu mendiagnosa dan memberikan solusi penanganan penyakit tersebut sesuai dengan jenis penyakit yang diderita oleh pasien.

Saran pengembangan untuk penelitian berikutnya aplikasi dapat direkayasa menjadi aplikasi mobile baik untuk IOS atau pun android dengan penambahan data penyakit dan gejala, penambahan untuk informasi solusi dan pengobatan penyakit kanker payudara secara tradisional dan penambahan data pakar agar referensi penyakit dan gejala lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Bolle, "Sistem Pakar Diagnosis Awal Penyakit Kanker Payudara Dengan Metode Forward Chaining Berbasis Web," *Repository Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandira*, 2018. <http://repository.unwira.ac.id/2213/> (accessed May 23, 2022).
- [2] W. Budiharto and D. Suhartono, *Artificial Intelligence : Konsep Dan Penerapannya*, 1st ed. Yogyakarta: Andi Offset, 2014.
- [3] N. Normalisa, "Fuzzy Inference System dengan Metode Mamdani untuk Prediksi Kanker Payudara," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Apl.*, vol. 1, no. 1, pp. 37–44, Oct. 2018, doi: 10.32493/JTSI.V1I1.1951.
- [4] T. Sutojo, E. Mulyanto, and V. Suhartono, *Kecerdasan Buatan*, 1st ed. Yogyakarta: Andi Offset, 2011.
- [5] P. Permadi, H. Mukhtar, and B. Arham, "SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT KANKER PAYUDARA MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING DAN DEPTH FIRST SEARCH," *J. FASILKOM (teknologi Inf. dan Ilmu KOMputer)*, vol. 5, no. 2, pp. 49–55, Jan. 2016, doi: 10.37859/JF.V5I2.799.
- [6] H. Listiyono, "Merancang dan Membuat Sistem Pakar," *J. Teknol. Inf. Din.*, vol. 13, no. 2, pp. 115–124, 2008, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/245662-merancang-dan-membuat-sistem-pakar-19a7173d.pdf>.
- [7] F. Ikorasaki, "SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT PADA TULANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR," in *Seminar Nasional Informatika (SEMNASIF)*, 2015, pp. 87–90, Accessed: May 27, 2022. [Online]. Available: <http://e-journal.potensi-utama.ac.id/ojs/index.php/SNIIf/article/view/247>.
- [8] Bambang Yuwono, W. P. Wahyuningsih, and H. Hafsa, "SISTEM PAKAR BERBASIS WEB UNTUK DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN ANGGREK MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR," in *Seminar Nasional Informatika (SEMNASIF)*, 2014, pp. 202–209, Accessed: May 27, 2022. [Online]. Available: <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/semnasif/article/view/1036>.
- [9] A. A. J. Sinlae, F. Tedy, Emerensiana Ngaga, and P. Aliandu, "Rekayasa Aplikasi Komputerisasi Sarana dan Prasarana Sekolah Dasar," *Patria Artha Technol. J.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–10, Apr. 2021, doi: 10.33857/PATJ.V5I1.386.
- [10] J. B. Satya, L. Suhery, A. A. J. Sinlae, and U. Uliyatunisa, "Pengembangan Sistem Pelayanan Publik Melalui Sistem Administrasi Kependudukan Menggunakan Metode Extreme Programming," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 87–93, Dec. 2021, doi: 10.30865/JSON.V3I2.3592.
- [11] A. A. Jansen SinlaE and P. Batarius, "Rancang Bangun Social Media Sebagai Sarana Promosi Pariwisata di NTT Berbasis Web," *JuSiTik J. Sist. dan Teknol. Inf. Komun.*, 2019, doi: 10.32524/jusitik.v2i2.548.
- [12] A. A. J. Sinlae, "Komputerisasi Surat Perintah Perjalanan Dinas (SPPD) Pada Kantor Dinas Peternakan Provinsi Nusa Tenggara Timur Berbasis Web," *Patria Artha Technol. J.*, vol. 3, no. 2, pp. 60–69, Oct. 2019, doi: 10.33857/PATJ.V3I2.253.