

## SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT GINJAL BERBASIS WEB MENGUNAKAN METODE *CERTAINTY FACTOR*

Kikye Martiwi Sukiakhy<sup>1</sup>, Sri Azizah Nazhifah<sup>2</sup>, dan Junidar<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah  
Kuala, Darussalam, Banda Aceh, Indonesia

<sup>1</sup>Email: [kikye.martiwi.sukiakhy@usk.ac.id](mailto:kikye.martiwi.sukiakhy@usk.ac.id)

<sup>2</sup>Email: [sriazizah07@usk.ac.id](mailto:sriazizah07@usk.ac.id)

<sup>3</sup>Email: [junidar678@usk.ac.id](mailto:junidar678@usk.ac.id)

### ABSTRAK

Masih terbatasnya berbagai fasilitas kesehatan di Indonesia terutama yang menangani penyakit ginjal serta kurangnya pengetahuan dan informasi yang ada di masyarakat terkait gejala awal pada penyakit ginjal ini menyebabkan angka kematian yang disebabkan oleh penyakit ini setiap tahunnya terus mengalami peningkatan. Suatu sistem pakar yang dapat melakukan diagnosis penyakit ginjal sangat dibutuhkan untuk memberikan solusi atas permasalahan tersebut dengan harapan masyarakat dapat dengan mudah memperoleh informasi terkait gejala-gejala penyakit ginjal yang dialami serta masyarakat dapat melakukan diagnosis secara mandiri. Sebuah metode yang disebut faktor kepastian atau *Certainty Factor* (CF) dipergunakan pada sistem pakar dalam penelitian ini. Diagnosis penyakit ginjal berdasarkan berbagai gejala yang dialami oleh pengguna merupakan keluaran yang dihasilkan oleh sistem pakar ini. Berdasarkan gejala-gejala yang dimasukkan oleh pengguna, sistem kemudian akan mencari nilai CF yang paling tinggi dan selanjutnya hasil tersebut akan ditampilkan kepada pengguna. Hasil yang ditampilkan meliputi 17 gejala, nama penyakit, hasil diagnosis dan solusi. Pengujian fungsional yang dilakukan berjalan sesuai dengan yang diharapkan untuk ketiga hak akses yaitu admin, pakar dan pengguna dapat mengakses semua fungsi dan tidak ditemukan kesalahan pada sistem, baik menggunakan sistem operasi Windows 8 maupun Windows 10 untuk akses admin, pakar dan pengguna.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Penyakit Ginjal, *Certainty Factor*

### ABSTRACT

There are still limited health facilities in Indonesia, especially those dealing with kidney disease and the lack of knowledge and information in the community regarding the early symptoms of kidney disease, causing the death rate caused by this disease to continue to increase every year. An expert system that can diagnose kidney disease is urgently needed to provide a solution to this problem with the hope that people can easily obtain information regarding the symptoms of kidney disease they are experiencing, and that people can make a diagnosis independently. A method called the certainty factor (CF) is used in the expert system in this study. Diagnosis of kidney disease based on various symptoms experienced by the user is the output generated by this expert system. Based on the symptoms entered by the user, the system will then look for the highest CF value and then the results will be displayed to the user. The displayed results include 17 symptoms, disease name, diagnosis results and solutions. The functional tests carried out went as expected for the three access rights, namely admin, expert and user can access all functions and no errors were found in the system, using both the Windows 8 and Windows 10 operating systems for admin, expert and user access.

Keywords: Expert System, Kidney Disease, Certainty Factor

### 1. PENDAHULUAN

Salah satu penyakit yang menyebabkan kematian yang cukup banyak di Indonesia saat ini adalah penyakit ginjal, dengan jumlah kematian mencapai lebih dari 42 ribu per tahun. Masyarakat sangat diharapkan agar dapat mengenali dan mengetahui apa saja yang merupakan ciri-ciri dari penyakit ginjal serta melakukan pencegahan sedini mungkin. Ginjal merupakan dua buah organ yang terletak pada kedua sisi tubuh belakang bagian atas berbentuk seperti kacang merah. Ginjal pada tubuh manusia mempunyai fungsi dalam melakukan pembuangan sisa-sisa metabolisme. Oleh karena itu dengan menjaga dan memelihara kesehatan ginjal akan memberikan dampak bagi kesehatan tubuh secara keseluruhan [1].

Perkembangan teknologi informasi saat ini cukup banyak memberikan dampak serta pengaruh dalam kehidupan manusia di berbagai bidang. Dengan melihat perkembangan teknologi informasi yang ada, membuat berbagai pihak dituntut untuk dapat menerapkan teknologi informasi dalam berbagai aspek kehidupan. Penggunaan teknologi informasi juga bukan merupakan hal asing lagi dan bukan ditujukan

untuk kalangan tertentu saja karena teknologi informasi dapat membantu baik dalam hal pencarian informasi maupun dalam mengambil keputusan.

Teknologi informasi pada bidang kesehatan salah satunya diterapkan pada pelayanan kesehatan baik pelayanan kesehatan yang bersifat klinis maupun non klinis. Teknologi informasi mempunyai pengaruh yang besar dalam pengelolaan fasilitas pelayanan serta pengambilan keputusan mengenai proses diagnosis serta perawatan yang tepat terhadap pasien [2]. Salah satu contoh pemanfaatan teknologi informasi pada bidang kesehatan yaitu dengan adanya sebuah sistem pakar. Sistem ini berfungsi sebagai pendiagnosis suatu penyakit. Di dalam sistem pakar terkandung pengalaman serta pengetahuan seorang pakar dalam sistem serta bisa menduplikasi pola pikir seorang pakar dalam melakukan diagnosis penyakit yang berlandaskan berbagai fakta dan kaidah yang sebelumnya telah ditetapkan. Masih terbatasnya berbagai fasilitas kesehatan terutama untuk penanganan penyakit ginjal serta kurangnya pengetahuan dan informasi yang ada dimasyarakat terkait gejala awal pada penyakit ginjal ini menyebabkan angka kematian yang disebabkan oleh penyakit ini setiap tahunnya terus mengalami peningkatan.

Penyakit Ginjal Kronis (PGK) menempati peringkat 16 penyebab kematian terbanyak di dunia. Dalam melakukan pencegahan dampak merugikan yang terkait dengan PGK termasuk penyakit ginjal stadium akhir, penyakit kardiovaskular, bahkan kematian, maka sangat diperlukan adanya *screening*, diagnosis, dan manajemen yang tepat oleh dokter. PGK dapat berjalan secara progresif menjadi gagal ginjal namun tidak menunjukkan adanya tanda dan gejala pada awalnya, namun dengan mendapatkan informasi, pemahaman serta diagnosis dini penyakit ginjal bisa dicegah dan ditanggulangi [3].

Dengan adanya sistem pakar, diharapkan masyarakat dapat terbantu dalam memperoleh berbagai informasi yang diinginkan. Dalam membantu masyarakat dalam melakukan diagnosis mandiri penyakit ginjal maka sangat dibutuhkan sebuah sistem pakar diagnosis penyakit ginjal yang berdasarkan pengetahuan yang didapat dari pakar dibidang tersebut dan menggunakan suatu metode tertentu. Pada penelitian ini digunakan metode CF yang berfungsi membuktikan pasti atau tidak suatu fakta yang sudah didapat sehingga dapat menghasilkan suatu diagnosis penyakit ginjal yang berdasarkan pada pilihan gejala-gejala yang telah ditetapkan oleh pengguna.

## 2. MATERI DAN METODE

Sistem pakar merupakan suatu sistem informasi atau program komputer yang di dalamnya terkandung beberapa pengalaman dan pengetahuan dari seseorang yang mempunyai keahlian khusus dibidangnya. Sistem pakar mempunyai kemampuan dalam memberikan rekomendasi suatu rangkaian tindakan kepada pengguna agar bisa melakukan penanganan yang akurat dan tepat berdasarkan berbagai fakta dan data yang tersedia [4]. Sistem pakar yang dibangun pada penelitian ini menerapkan Metode CF. Metode CF dapat didefinisikan sebagai suatu metode yang digunakan untuk pembuktian dalam mendefinisikan keyakinan seorang pakar dalam menghadapi masalah yang berupa ukuran kepastian terhadap fakta atau kaidah. Dengan kata lain metode CF digunakan dalam membuktikan pasti atau tidak suatu fakta yang sudah didapat [5].

Metode CF adalah suatu metode yang fungsinya dapat digunakan untuk mengelola ketidakpastian pada sistem berbasis aturan. Pada tahun pertengahan 1970, metode CF dikembangkan oleh Shortliffe Buchanan bersamaan dengan berkembangnya pembuatan sistem pakar MYCIN. Sejak saat itu, metode CF sudah menjadi suatu pendekatan yang standar dalam sistem berbasis aturan untuk manajemen ketidakpastian. Dalam menentukan nilai CF digunakan persamaan 1.

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

di mana :

- CF[H,E] : faktor kepastian
- MB[H,E] : ukuran kepercayaan terhadap hipotesis h, jika diberikan *evidence* e (antara 0 dan 1)
- MD[H,E] : ukuran ketidakpercayaan terhadap evidence h, jika diberikan *evidence* e (antara 0 dan 1)

Sering kali sebuah sistem pakar mempunyai aturan yang lebih dari satu serta terdiri dari beberapa premis yang dihubungkan dengan *AND* atau *OR*. Besarnya nilai (*value*) CF diperoleh dari jawaban pasien terhadap pertanyaan mengenai gejala atau premis yang dialami. Persamaan 2 merupakan *rule* atau aturan pada metode CF yang secara umum dapat direpresentasikan sebagai berikut:

$$IF S1 AND S2 AND \dots Sn THEN F (CF = CFx) \dots\dots\dots (2)$$

di mana,

- S1,2... Sn : fakta yang tersedia
- F : konklusi yang diperoleh
- CFx(1,2,3..6) : level keyakinan

Untuk lebih jelas, level keyakinan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Level keyakinan

Nilai CF	Level Keyakinan
1	Sangat yakin
0	Yakin
-1	Sedikit yakin
1	Cukup yakin
0	Tidak tahu
-1	Tidak

Apabila terjadi gabungan dari 2 buah *rule* yang memiliki *evidence* tidak sama akan tetapi memiliki dugaan atau kesimpulan sama maka selanjutnya persamaan 3 akan digunakan [6]:

$$CF1 + CF2(1 - CF1) \text{ jika } CF1 > 0 \text{ dan } CF2 > 0 \dots\dots\dots (3)$$

Dalam melakukan diagnosis penyakit ginjal, gejala-gejala yang timbul harus diketahui terlebih dahulu. Tabel 2, 3, dan 4 berikut ini merupakan tabel-tabel yang digunakan pada sistem pakar ini dalam melakukan diagnosis penyakit ginjal, antara lain tabel penyakit, tabel gejala, tabel hasil dan solusi.

Tabel 2. Kode Penyakit

Kode Penyakit	Nama Penyakit	CF
P01	Gagal ginjal kronis	0,999
P02	Gagal ginjal akut	0,971
P03	Batu ginjal	0,890

Tabel 3. Kode Gejala

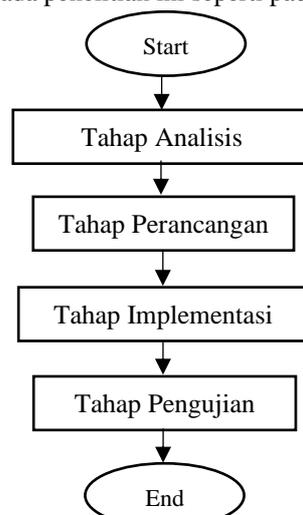
Kode gejala	Gejala	CF
KG01	Tekanan darah tinggi yang tidak terkontrol	0,755
KG02	Bengkak pada kaki serta pergelangan kaki	0,770
KG03	Buang air kecil menjadi sedikit atau tidak keluar sama sekali	0,890
KG04	Di dalam darah ditemukan urine	0,960
KG05	Sesak nafas	0,600
KG06	Merasa lelah setiap saat	0,650
KG07	Gangguan irama jantung	0,700
KG08	Sakit perut dan punggung	0,745
KG09	Ruam atau rasa gatal di kulit	0,655
KG10	Nafas berbau tidak sedap	0,780
KG11	Hilangnya nafsu makan	0,850
KG12	Demam	0,750
KG13	Mual dan muntah	0,680
KG14	Tremor di tangan	0,780
KG15	Sering buang air kecil	0,890
KG16	Ada darah dalam urine	0,950
KG17	Terasa sakit saat buang air kecil	0,925

Tabel 4. Kode Hasil dan Solusi

Kode Hasil & Solusi	Nama Penyakit	Hasil	Solusi
HS01	Gagal ginjal kronis	Kondisi ini terjadi saat fungsi ginjal secara bertahap mulai menurun. Pada 3 bulan terakhir apabila adanya kelainan pada jaringan, urine serta komposisi darah, tes pencitraan ginjal yang disebut juga sebagai kerusakan ginjal.	Rutin menjaga badan agar sehat dan bugar dengan melakukan olah raga serta memperbanyak aktifitas fisik, tetap terjaga kadar gula darah, berat badan serta tekanan darah, perbanyak minum air putih sekitar 8-10 gelas dalam satu hari, hindari rokok, secara rutin dan berkala melakukan pemeriksaan ginjal, tanpa adanya anjuran dari dokter tidak mengonsumsi obat penghilang nyeri dalam jangka yang panjang.

Kode Hasil & Solusi	Nama Penyakit	Hasil	Solusi
HS02	Gagal ginjal akut	Kondisi ketika secara tiba-tiba ginjal berhenti berfungsi. Pada aliran darah ke ginjal terdapat gangguan, pada ginjal terdapat gangguan, atau pada saluran urine terjadi penyumbatan merupakan akibat yang dapat terjadi dari kondisi ini. Guna dapat melakukan pencegahan terjadinya kerusakan ginjal secara permanen maka gagal ginjal akut harus segera ditangani.	Selama proses penyembuhan ginjal harus melakukan pembatasan terhadap konsumsi makanan yang mengandung kadar garam dan kalium yang tinggi, untuk mengeluarkan kelebihan cairan maka diberikan obat diuretik serta obat yang dapat menyebabkan kadar elektrolit di dalam darah menjadi seimbang, infeksi bakteri merupakan salah satu penyebab gagal ginjal, untuk mengatasi hal tersebut maka diberikan antibiotik suntik, apabila pasien mengalami tingkat kerusakan ginjal yang cukup parah, maka diambil tindakan cuci darah
HS03	Batu Ginjal	Batu ginjal memiliki ukuran yang beragam dimulai dari ukuran yang paling kecil yaitu seperti butiran pasir sampai seukuran kacang polong. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya endapan padat di dalam urine yang bersumber dari zat kimia.	Jenis batu ginjal dan ukurannya mempunyai pengaruh dalam menentukan metode pengobatan batu ginjal, perawatan dapat dilakukan di rumah apabila tidak menimbulkan gejala dan batu ginjal berukuran kecil. Namun, penanganan harus dilakukan oleh dokter apabila menimbulkan gejala dan ukuran besar. Menurunkan risiko terbentuknya batu ginjal merupakan cara yang tepat dalam mencegah penyakit batu ginjal dengan tidak mengonsumsi makanan yang mengandung kadar oksalat tinggi merupakan salah satu usaha yang bisa dilakukan disamping membatasi konsumsi garam dan memperbanyak minum air putih.

Tahap pengembangan sistem pada penelitian ini seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Gambar 1 menunjukkan beberapa tahap yang akan dilakukan:

- Tahap yang pertama dilakukan adalah tahap analisis. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data yang mempunyai kaitan dengan penyakit ginjal. Data-data tersebut akan dimasukkan ke dalam

sistem. Selanjutnya, dilakukan *interview* dengan seorang pakar secara langsung yang bertujuan untuk memperoleh informasi-informasi yang berhubungan dengan penyakit ginjal dan berbagai gejala yang mungkin menyertainya. Kemudian, dilakukan pengubahan data-data yang telah diperoleh menjadi rumusan-rumusan yang berisi berbagai informasi serta pengetahuan terkait penyakit ginjal. Seorang ahli akan dilibatkan dalam tahap ini yang bertindak sebagai pakar dalam sistem sekaligus narasumber.

- Tahap yang kedua adalah tahap perancangan sistem. Rumusan-rumusan yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya, selanjutnya diolah dengan format JIKA-MAKA untuk dimasukkan ke sistem pakar sebagai pengetahuan. Hasil kesimpulan yang diperoleh sesuai dengan kaidah melalui pengetahuan yang mendasar disebut konsekuen. Selain itu dilakukan juga perancangan *interface* untuk proses diagnosis dan *interface* penginputan ditahap ini.
- Tahap yang ketiga adalah tahap implementasi. Pada tahap perancangan sistem sebelumnya telah dihasilkan sebuah rancangan yang selanjutnya diterjemahkan ke dalam sintaks bahasa pemrograman.
- Tahap yang keempat atau tahap yang terakhir yaitu tahap pengujian sistem. Dalam tahap ini dilakukan proses data input dan diagnosis serta analisis hasil diagnosis yang merupakan keluaran sistem. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui apakah dalam berbagai teori yang dilibatkan pada penelitian ini telah sesuai dengan hasil dan kebenaran yang ada.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Tahap Analisis

Berdasarkan pengetahuan dan informasi yang diberikan oleh seorang pakar pada tahapan sebelumnya, maka di tahap analisis ini dibangun tabel keputusan dasar pembuatan mesin inferensi. Setiap gejala yang melekat pada suatu gangguan menentukan nilai CF. Berdasarkan nilai CF yang didapat pada tabel 2, maka bisa dibentuk tiga aturan R (*rule*) sebagai berikut:

- R1 : IF KG01 AND KG02 AND KG03 AND KG04 THEN penyakit = Gagal Ginjal Kronis  
 R2 : IF KG05 AND KG06 AND KG07 AND KG08 AND KG09 AND KG10 AND KG11 AND KG12 AND KG13 AND KG14 THEN penyakit = Gagal Ginjal Akut  
 R3 : IF KG07 AND KG14 AND KG14 AND KG15 AND KG16 AND KG17 THEN penyakit = Batu Ginjal

Untuk lebih jelas, keputusan penyakit berdasarkan gejala dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Keputusan Penyakit Berdasarkan Gejala

Kode Gejala	Gejala	Penyakit		
		P01	P02	P03
KG01	Tekanan darah tinggi yang tidak terkontrol	√		
KG02	Bengkak pada kaki serta pergelangan kaki	√		
KG03	Buang air kecil menjadi sedikit atau tidak keluar sama sekali	√		
KG04	Di dalam darah ditemukan urine	√		
KG05	Sesak nafas		√	
KG06	Merasa lelah setiap saat		√	
KG07	Gangguan irama jantung		√	
KG08	Sakit perut dan punggung		√	√
KG09	Ruam atau rasa gatal di kulit		√	
KG10	Nafas berbau tidak sedap		√	
KG11	Hilangnya nafsu makan		√	
KG12	Demam		√	
KG13	Mual dan muntah		√	√
KG14	Tremor di tangan		√	
KG15	Sering buang air kecil			√
KG16	Ada darah dalam urine			√
KG17	Terasa sakit saat buang air kecil			√

#### Tahap Perancangan Sistem

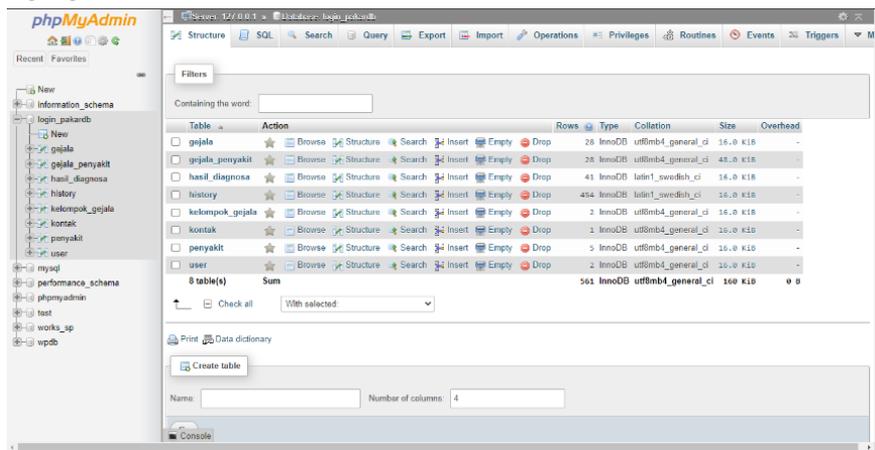
Sistem pakar diagnosis penyakit ginjal ini dapat dipergunakan secara langsung oleh Pengguna tanpa melalui proses registrasi atau login terlebih dahulu. Selanjutnya pengguna bisa memasukkan berbagai

gejala yang sedang dialami oleh pasien serta memproses hasilnya. Hasil yang diperoleh berupa hasil diagnosis penyakit ginjal dan persentasenya.

### Tahap Implementasi

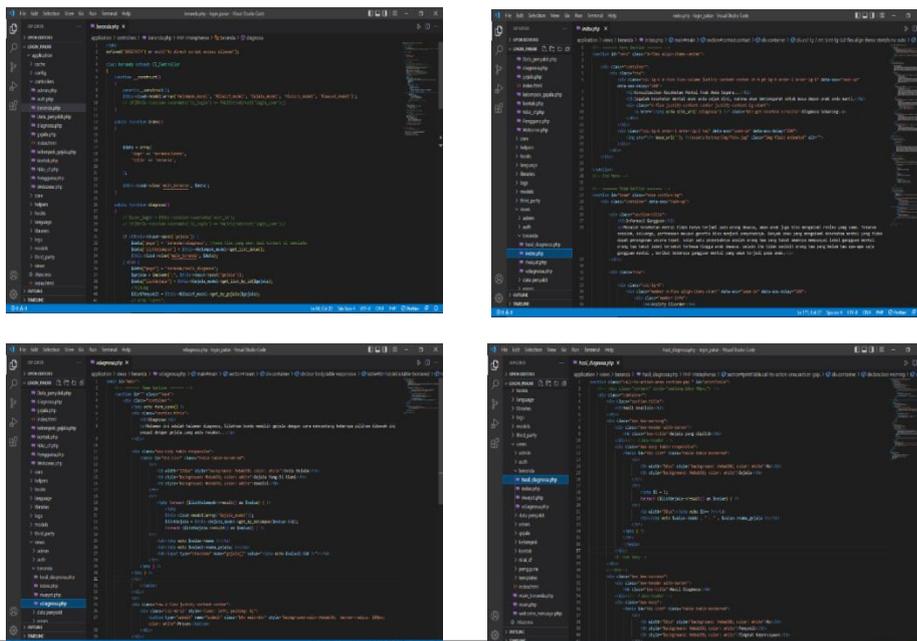
Pada tahap implementasi yang pertama dilakukan adalah dengan membuat suatu basis data. Pada penelitian ini basis data dibuat dengan menggunakan *localhost phpmyadmin* yang berf Tabel 6 merupakan pengujian fungsional yang bertujuan untuk menemukan apakah terdapat kesalahan atau tidak pada sistem. Pengujian dilakukan terhadap tiga hak akses yaitu admin, pakar dan pengguna. Pengujian juga dilakukan dengan menggunakan dua perangkat dengan sistem operasi yang berbeda yaitu *windows 8* dan *windows 10*.

ungsi sebagai media dalam melakukan penyimpanan data-data seperti pengguna, tabel gejala, hasil diagnosis, kelompok\_gejala, gejala\_penyakit, *history*, penyakit serta kontak [7]. Gambar 2 adalah basis data yang digunakan.



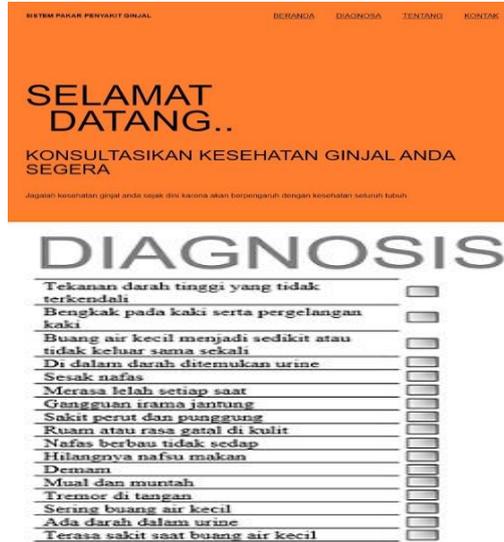
Gambar 2. Basis data pada sistem pakar

Pembuatan *web* sistem pakar ini menggunakan *framework Codeigniter 3*. *Framework* ini membuat para pengembang aplikasi dan *web* jauh lebih cepat dan mudah dalam mengembangkan proyek mereka [8]. *Framework* Codeigniter 3 merupakan sebuah *framework* dengan bahasa pemrograman PHP yang tergolong aman serta handal. *Framework* Codeigniter 3 hadir dalam bentuk platform *open-source* yang mempunyai fungsi dalam pengembangan aplikasi dan *web* [9]. Sistem pakar diagnosis penyakit ginjal ini dibuat dengan menggunakan konsep *Model, View, dan Controller* (MVC). Konsep MVC adalah sebuah konsep dalam pembuatan aplikasi dan *web* dengan memisahkan kode ke dalam 3 bagian yaitu *Model, View, dan Controllers*. Beberapa halaman serta beberapa fitur tersedia pada sistem pakar yang telah dibuat [10]. Proses pembuatan halaman serta fitur pada *web* sistem pakar diagnosis penyakit ginjal dapat dilihat melalui gambar 3.



Gambar 3. Proses pembuatan halaman dan fitur pada sistem pakar Sistem pakar yang telah dibangun dapat dilihat melalui hasil tangkapan layar pada Gambar 4.

Tabel 6 merupakan pengujian fungsional yang bertujuan untuk menemukan apakah terdapat kesalahan atau tidak pada sistem. Pengujian dilakukan terhadap tiga hak akses yaitu admin, pakar dan pengguna. Pengujian juga dilakukan dengan menggunakan dua perangkat dengan sistem operasi yang berbeda yaitu windows 8 dan windows 10.



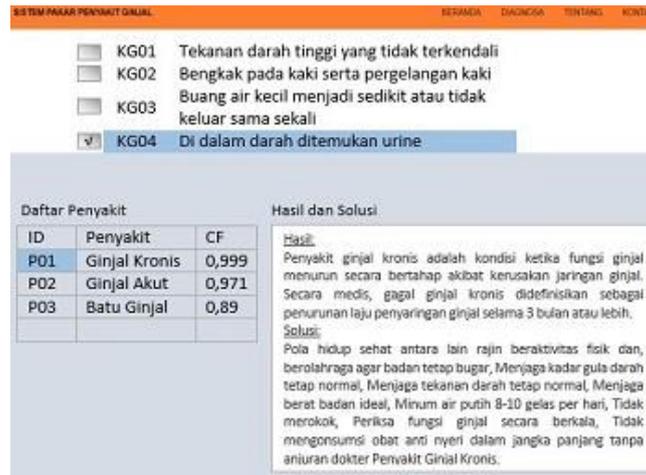
Gambar 4. sistem pakar diagnosis penyakit ginjal  
 Tabel 6. Pengujian Fungsional

Akses: Admin		
Fungsi	Perangkat	
	a	b
Admin dapat melakukan login	✓	✓
Dapat menampilkan cari gejala, hapus, edit serta simpan	✓	✓
Dapat menampilkan data gejala dan data penyakit	✓	✓
Dapat menampilkan data pengguna akses	✓	✓
Admin dapat melakukan logout	✓	✓
Akses: Pakar		
Fungsi	Perangkat	
	a	b
Pakar dapat melakukan login	✓	✓
Dapat menampilkan cari gejala, hapus, edit dan simpan	✓	✓
Dapat menampilkan data aturan	✓	✓
Pakar dapat melakukan logout	✓	✓
Akses: Pengguna		
Fungsi	Perangkat	
	a	b
Dapat menampilkan list gejala di halaman diagnosis	✓	✓
Dapat melakukan checklist di setiap gejala pada halaman diagnosis	✓	✓
Dapat menampilkan hasil diagnosis	✓	✓

di mana,

- ✓ : Berhasil
- ✗ : Tidak Berhasil
- a: Windows 8
- b: Windows 10

Dapat dijelaskan dari tabel di atas bahwa pengujian fungsional berjalan dengan baik dari setiap akses. Selain pengujian fungsional, dilakukan juga pengujian pada setiap gejala penyakit yang ada untuk mendapatkan nilai CF. Gambar 5 menunjukkan nama penyakit berserta nilai CF, hasil serta solusi berdasarkan gejala yang dipilih oleh pengguna



Gambar 5. Hasil Diagnosis

Selanjutnya dilakukan pengujian dengan melakukan perhitungan untuk menentukan nilai CF yang bertujuan guna melakukan perbandingan terhadap hasil pengujian sistem sebelumnya. Nilai CF diperoleh melalui langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan Nilai MB

$$\begin{aligned}
 CF1 &= CF[H,E]1 + CF[H,E]2 * (1-CF[H,E]1) \\
 &= 0,89+0,69*(1-0,89) \\
 &= 0,965 \text{ old1} \\
 CF2 &= CF[H,E]old1 + CF[H,E]3 * (1- CF[H,E]old1) \\
 &= 0,965+0,69*(1-0,965) \\
 &= 0,989 \text{ old2} \\
 CF3 &= CF[H,E]old2 + CF[H,E]4 * (1- CF[H,E]old2) \\
 &= 0,989+0,89*(1-0,989) \\
 &= 0,999 \text{ old3}
 \end{aligned}$$

2. Menentukan Nilai MD

$$\begin{aligned}
 CF1 &= CF[H,E]1 + CF[H,E]2 * (1-CF[H,E]1) \\
 &= 0 + 0* (1-0) \\
 &= 0 \text{ old1} \\
 CF2 &= CF[H,E]old1 + CF[H,E]3 * (1- CF[H,E]old1) \\
 &= 0 + 0* (1-0) \\
 &= 0 \text{ old2} \\
 CF3 &= CF[H,E]old2 + CF[H,E]4 * (1- CF[H,E]old2) \\
 &= 0+ 0* (1-0) \\
 &= 0 \text{ old3.}
 \end{aligned}$$

3. Menentukan nilai CF = MB- MD CF = 0,999 - 0 = 0,999

Diperoleh hasil nilai CF PGK yaitu 0,999 baik melalui perhitungan manual maupun pengujian pada program. Hal ini membuktikan bahwa sistem yang dibangun sesuai dengan hasil analisis dan perancangan.

**4. KESIMPULAN DAN SARAN**

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh adalah hasil pengujian fungsional sistem dapat dijalankan dengan baik dengan menggunakan sistem operasi windows 8 dan windows 10 dengan menggunakan akses pakar, admin, serta pengguna. Hasil pengujian menggunakan metode CF melalui sistem pakar dan melalui perhitungan secara manual didapatkan hasil yang sama.

Saran yang dapat diberikan serta diharapkan dapat menjadi acuan dalam mengembangkan sistem pakar penyakit ginjal ini lebih lanjut lagi antara lain, memperbanyak gejala yang disediakan dalam sistem melalui data yang ada dengan tujuan supaya tidak terjadi penyakit yang sama tetapi hanya memiliki perbedaan gejala yang sedikit. Menambahkan jenis penyakit ginjal lain seperti infeksi ginjal dan penyakit ginjal polistik Sistem dapat dikembangkan menjadi sistem yang lebih spesifik dengan membedakan jenis kelamin serta gaya hidup.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Rini, S. Hadisaputro, L. Lestariningsih, H. Nugroho, and S. Budijitno, "Faktor Risiko Penyakit Ginjal Kronik Diabetes (PGK-DM) pada Diabetes Mellitus Tipe-2 (Studi di RSUD DR Soedarso Kota Pontianak Provinsi Kalimantan Barat)," *J. Epidemiol. Kesehat. Komunitas*, vol. 3, no. 2, p. 101, 2018, doi: <https://doi.org/10.14710/jekk.v3i2.4029>.
- [2] A. Latuconsina, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Ginjal Menggunakan Metode Certainty Factor Pada Pasien Rumah Sakit Angkatan Laut ( Rsal ) Ambon," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.,* vol. 1, no. 2, pp. 196–203, 2017, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v1i2.2118>.
- [3] V. Kyneissia Gliselda, "Diagnosis dan Manajemen Penyakit Ginjal Kronis (PGK)," [Online]. Available: <https://www.jurnalmedikahutama.com/index.php/JMH/article/download/237/156>.
- [4] H. Suryanto and H. Subekti, "Penerapan Teknologi Informasi Dalam Penyelenggaraan Rekam Medis di RSUD Ngudi Waluyo Wlingi Blitar," *J. Repos.*, vol. 2, no. 7, p. 889, 2020, doi: <https://doi.org/10.22219/repositor.v2i7.940>.
- [5] M. I. R. Ihsan, L. A. Fitriana, R. Dahlia, and A. Fachrurozi, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Gigi Berbasis Web Dengan Penalaran Forward Chaining," *J. Ilm. Elektron. Dan Komput.*, vol. 15, no. 2, pp. 403–411, 2022. [Online]. Available: <https://journal.stekom.ac.id/index.php/elkom/article/view/921/651>.
- [6] A. Setiawan, "Analisa Dan Perancangan Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Ginjal Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor," *Semin. Nas. Inform.*, pp. 683–689, 2015. [Online]. Available: <http://e-journal.potensi-utama.ac.id/ojs/index.php/SNIF/article/view/343>.
- [7] D. Maulina, "Metode Certainty Factor Dalam Penerapan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Anak," *J. Inf. Syst. Manag.*, vol. 2, no. 1, pp. 23–32, 2020, doi: <https://doi.org/10.24076/joism.2020v2i1.171>.
- [8] L. Kelen, "Implementasi Model-View-Controller (Mvc) Pada Ujian Online Melalui Penerapan Framework Codeigniter," *J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 10–16, 2018, doi: <https://doi.org/10.37792/jukanti.v1i1.5>.
- [9] R. F. Ramadhan and R. Mukhaiyar, "Penggunaan Database Mysql dengan Interface PhpMyAdmin sebagai Pengontrolan Smarthome Berbasis Raspberry Pi," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 129–134, 2020, doi: <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.55>.
- [10] M. H. Romadhon, Y. Yudhistira, and M. Mukrodin, "Sistem Informasi Rental Mobil Berbasis Android Dan Website Menggunakan Framework Codeigniter 3 Studi Kasus : CV Kopja Mandiri," *J. Sist. Inf. dan Teknol. Perad.*, vol. 2, no. 1, pp. 30–36, 2021. [Online]. Available: <https://journal.peradaban.ac.id/index.php/jsitp/article/view/756>.