

**PENERAPAN METODE *CERTAINTY FACTOR* DAN *FORWARD CHAINING*
PADA SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSA PENYAKIT GINJAL*****APPLICATION OF CERTAINTY FACTOR AND FORWARD CHAINING
METHODS IN EXPERT SYSTEM TO DIAGNOSE KIDNEY DISEASE*****Jeffry¹**Universitas Pancasakti
Makassar¹
email:
jeffry@unpacti.ac.id**Syahrul Usman²**Universitas Pancasakti
Makassar²
email:
syahrul.usman@unpacti.ac.id

Abstrak: Ilmu komputer yang mempelajari kemampuan komputer untuk bertindak dan memiliki kecerdasan seperti manusia dikenal sebagai kecerdasan buatan, yang termasuk dalam kecerdasan buatan antara lain: penglihatan komputer, pengolahan bahasa alami, robotika, jaringan syaraf tiruan, sistem pakar (*expert system*). Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu sistem pakar yang digunakan untuk mendiagnosa penyakit ginjal, dimana pengguna bisa mendiagnosis sendiri (skrining mandiri) berdasarkan gejala yang dirasakannya. Pengetahuan pada sistem direpresentasikan dalam bentuk aturan dan metode penalaran yang digunakan adalah metode runut maju (*forward chaining*) sedangkan nilai kepastian terhadap penyakit menggunakan metode *certainty factor* yaitu diperoleh dari kombinasi nilai dari user dan pakar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendiagnosa kemungkinan jenis penyakit ginjal yang diderita oleh *user* dengan menampilkan besaran kepercayaan dari tiap-tiap penyakit. Dari hasil percobaan diperoleh bahwa nilai *certainty factor* pada *Nefritis tubulointerstitial* sebesar 0,7502, untuk *Sistitis Interstitial* sebesar 0,7308, Kanker Kandung Kemih sebesar 0,6429. Sehingga nilai CF terbesar merupakan keputusan dari sistem pakar ini. Besarnya nilai kepercayaan tersebut merupakan hasil perhitungan dengan menggunakan metode *certainty factor*.

Kata Kunci: Sistem Pakar; *Forward Chaining*; *Certainty Factor*; *Uml*.

Abstract: Abstract Computer science which studies the ability of computers to act and have intelligence like humans is known as artificial intelligence, which includes artificial intelligence, including: computer vision, natural language processing, robotics, artificial neural networks, expert systems. This study aims to create an expert system that is used to diagnose kidney disease, where users can self-diagnose (independent screening) based on the symptoms they feel. Knowledge on the system is represented in the form of rules and the method of reasoning used is the forward chaining method, while the certainty value for disease uses the certainty factor method, which is obtained from a combination of values from users and experts. The results showed that this system was able to diagnose possible types of kidney disease suffered by the user by displaying the confidence magnitude of each disease. From the experimental results, it was found that the certainty factor value in tubulointerstitial nephritis was 0.7502, for interstitial cystitis was 0.7308, and bladder cancer was 0.6429. So that the biggest CF value is the decision of this expert system. The amount of the trust value is the result of calculations using the certainty factor method.

Keywords: Expert System; *forward chaining*; *certainty factor*; *uml*.

IJI Publication
p-ISSN: 2774-1907
e-ISSN: 2774-1915
Vol.1, No.1, pp.21-32,
Nopember 2020Unit Publikasi Ilmiah
Intelektual Madani
Indonesia**PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi aplikasi komputer semakin maju, bahkan telah merambah pada seluruh aspek kehidupan manusia. Komputer telah berkembang menjadi alat pengolah data, penghasil informasi, dan juga dapat membantu dalam proses pengambilan keputusan, bahkan para ahli terus mengembangkan kecanggihan komputer agar komputer dapat memiliki kemampuan seperti manusia. Ilmu komputer yang mempelajari kemampuan komputer untuk bertindak dan memiliki kecerdasan

seperti manusia yang dikenal sebagai kecerdasan buatan, yang termasuk dalam kecerdasan buatan antara lain: penglihatan komputer, pengolahan bahasa alami, robotika, jaringan syaraf tiruan, sistem pakar (*expert system*), dll.

Sistem Pakar adalah salah satu cabang dari AI yang dikembangkan pada tahun 1960, dimana sistem pakar merupakan Program AI dengan basis pengetahuan yang diperoleh dari pengalaman atau pengetahuan pakar (ahli) dalam memecahkan masalah pada bidang tertentu yang melakukan penalaran

terhadap sesuatu atau fakta-fakta dan aturan kaidah pada basis pengetahuan setelah dilakukan pencarian hingga mencapai kesimpulan (Hayadi, 2018).

Angka kematian para penderita penyakit ginjal yang semakin meningkat, menurut (Luyckx et al., 2018) di *bulleting of World Health Organization 2018*, bahwa penelitian *Global Burden of Disease (GBD) 2015* memperkirakan bahwa pada tahun 2015 1,2 Juta orang meninggal karena gagal ginjal, meningkat 32% sejak tahun 2005. Pada tahun 2010 diperkirakan 2,3 – 7,1 juta orang dengan penyakit ginjal stadium akhir. Selain itu, setiap tahun sekitar 1,7 juta orang diperkirakan meninggal karena cedera ginjal akut. Secara keseluruhan diperkirakan 5 – 10 juta orang meninggal setiap tahun akibat penyakit ginjal. Sehingga dalam bidang kesehatan juga membutuhkan teknologi komputer. Salah satunya adalah digunakannya sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit ginjal.

Setiap orang yang telah mengidap penyakit ginjal akan mendatangi dokter spesialis untuk berkonsultasi, namun pada kenyataannya tidak semua orang dapat melakukannya. Hal ini dapat dikarenakan faktor perekonomian yang kurang mencukupi ataupun karena tuntutan kesibukan, terdapat pula kelemahan seperti jam kerja praktek dokter yang terbatas. Apalagi ditambah dengan kondisi pandemik Covid-19 seperti sekarang ini, sehingga diperlukan suatu alat atau sistem yang lebih praktis dan memiliki kemampuan layaknya seorang dokter dalam mendiagnosa penyakit agar pengguna pun dapat melakukan skrining secara mandiri. Sistem tersebut adalah sistem pakar yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia kedalam komputer agar dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh pakar sehingga penyelesaian masalah jauh lebih mudah dan efisien.

Penelitian yang dilakukan oleh (Polat & Güneş, 2007) dengan melakukan klasifikasi

menggunakan sistem inferensi nero-fuzzy adaptif. Hasil dari penelitian menunjukkan akurasi dari sistem yang dibuat sebesar 89,47%. Penelitian yang dilakukan oleh (Sulistyohati & Hidayat, 2008) memiliki kelebihan yaitu mendiagnosa penyakit ginjal, dimana pengguna bisa mendiagnosa sendiri berdasarkan gejala yang dirasakannya dan juga menampilkan besarnya kepercayaan dengan menggunakan perhitungan Dempster-Shafer. Namun pada penelitian ini, hanya menampilkan jenis penyakit yang diderita oleh user serta nilai kepercayaan. Tidak adanya definisi tentang penyakit ginjal yang diderita serta tidak adanya pengobatan apa yang harus dilakukan oleh user selanjutnya bisa membuat pengguna sistem ini menjadi bingung dengan bahasa-bahasa medis.

Penelitian yang dilakukan oleh (Latumakulita & Montolalu, 2011) memiliki kelebihan yaitu dapat melakukan diagnosa terhadap penyakit ginjal menurut pengetahuan yang diperoleh dari pakar (dokter ahli penyakit dalam) dan diinput sebagai basis pengetahuan pada sistem ini, namun pada penelitian ini belum menyertakan besarnya kepercayaan terhadap penyakit yang diderita oleh user/pasien. Selain itu penelitian ini masih berbasis desktop dan belum dilakukan secara online, yaitu masih menggunakan bahasa pemrograman Visual Studio 6.0.

Penelitian yang dilakukan oleh (Oktaviana et al., 2012) memiliki kelebihan yaitu penelusuran yang dilakukan untuk mencari jenis penyakit yang diderita oleh user/pasien menggunakan metode Hill Climbing, namun pada penelitian ini juga belum menyertakan ukuran kepastian terhadap jenis penyakit yang diderita. Selain itu pada penelitian ini hanya meneliti dua jenis penyakit ginjal. Penelitian yang dilakukan oleh (Perdana et al., 2013) memiliki kelebihan yaitu aplikasi sistem pakar ini menggunakan metode forward chaining, dimana user atau pengguna

memasukkan data gejala yang dirasakan sesuai yang terdapat pada pilihan, lalu hasil yang diperoleh berupa gejala, kesimpulan penyakit, serta saran pencegahan. Namun aplikasi ini belum menyertakan ukuran kepastian terhadap penyakit yang diderita. Selain itu, aplikasi ini masih berbasis desktop dan tidak secara online, yaitu masih menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi. Penelitian yang dilakukan oleh (Muslim et al., 2015) mampu mendiagnosa penyakit ginjal yang dibangun menggunakan Matlab R2009a, perhitungan menggunakan *confusion matrix* yang menunjukkan bahwa metode MOM memiliki akurasi sebesar 97,14% sedangkan metode *bisector* memiliki akurasi 98,86%.

Penelitian yang dilakukan oleh (Azhar et al., 2014) dengan menggunakan metode *forward chaining* untuk menentukan jenis penyakit ginjal. Sistem yang dibangun menggunakan Bahasa Pemrograman Visual Basic 6.0. Namun pada penelitian ini juga belum menyertakan ukuran kepastian terhadap jenis penyakit yang diderita. Penelitian yang dilakukan oleh (Tarigan, 2015) mencoba untuk melakukan diagnosa penyakit ginjal menggunakan metode *backward chaining*. Sistem yang dibangun masih berbasis desktop dan belum menampilkan ukuran kepastian terhadap jenis penyakit. Penelitian yang dilakukan oleh (Wahyuti et al., 2018) dengan menggunakan metode *forward chaining* untuk inferensi. Sistem yang dibuat berbasis android dengan 8 penyakit dan 49 gejala. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dibuat dapat direkomendasikan untuk digunakan sebagai alat bantu diagnosa awal penyakit ginjal. Namun pada penelitian ini juga masih belum memberikan ukuran kepastian terhadap hasil penyakit yang diperoleh dari sistem.

Dari berbagai penelitian di atas, sehingga penelitian ini mengusulkan metode *forward chaining* untuk penalaran sistem.

Sedangkan untuk ukuran kepastian dari suatu penyakit yang dihasilkan oleh sistem menggunakan metode *certainty factor*. Penelitian ini juga akan dibangun berbasis web sehingga dapat diakses secara *online*.

METODE

Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan untuk pemahaman dan penyelesaian yang dapat berasal dari pakar, jurnal dan sumber pengetahuan lain. Adapun pengetahuan yang berasal dari pakar, jurnal maupun sumber pengetahuan lain tersebut adalah mengenai jenis penyakit ginjal, gejala-gejalanya, definisi, pengobatan serta nilai kepastian (*certainty factor*) yang nilainya diperoleh dari pakar penyakit ginjal. Dimana pakar memberikan nilai *measure of belief* (MB) dan *measure of disbelief* (MD) untuk mendapatkan nilai *certainty factor*. *Measure of belief* merupakan nilai kenaikan dari kepercayaan hipotesis yang dipengaruhi oleh suatu fakta, sedangkan *measure of disbelief* merupakan nilai kenaikan dari ketidakpercayaan hipotesis yang dipengaruhi oleh suatu fakta.

Tabel 1
Jenis, gejala, nilai MB dan MD penyakit ginjal

No	Jenis Penyakit Ginjal	Gejala	Nilai MB	Nilai MD
1.	Gagal Ginjal Akut	Berkurangnya rasa terutama di tangan	0,8	0,5
		Darah di dalam air kencing (hematuria)	0,6	0,2
		Demam	0,7	0,4
		Kejang	0,3	0
		Kencing di malam hari (nokturia)	0,6	0,2
		Mual	0,4	0,1
		Mudah lelah	0,8	0,2
		Muntah	0,6	0,4
		Pembengkakan yang menyeluruh	0,9	0,1
		Perubahan mental / suasana hati	0,4	0,2
		Ruam kulit / kulit kemerahan	0,4	0,2
		Syok / kaget	0,7	0,2
		Tremor tangan	0,8	0,3
2.	Kanker Ginjal	Volume air kencing berkurang	0,6	0,2
		Darah di dalam air kencing (hematuria)	0,9	0,2
		Demam	0,4	0,1
		Mudah lelah	0,8	0,3
		Nyeri di daerah kandung kemih	0,6	0,1
Penurunan berat badan	0,9	0,3		

No	Jenis Penyakit Ginjal	Gejala	Nilai MB	Nilai MD	No	Jenis Penyakit Ginjal	Gejala	Nilai MB	Nilai MD
		Sering kencing	0,7	0,2			Kencing di malam hari (nokturia)	0,8	0,3
		Tekanan darah tinggi / hipertensi	0,8	0,2			Nyeri ketika kencing (disuria)	0,9	0,2
		Nyeri di daerah pinggang dan mengeras dalam perabaan	0,8	0,2			Nyeri punggung bagian bawah	0,6	0,2
3.	Pielonefritis	Demam	0,8	0,5	10.	Infeksi Saluran Kemih	Sering kencing	0,7	0,4
		Menggigil	0,7	0,5			Nanah di air kencing	0,6	0,1
		Mual	0,7	0,5			Nyeri di tulang pinggul	0,4	0
		Muntah	0,7	0,4			Nyeri ketika kencing (disuria)	0,7	0,4
		Nyeri di daerah ginjal	0,9	0,1			Ruam kulit / kulit kemerahan	0,6	0,1
		Nyeri ketika kencing (disuria)	0,8	0,1			Volume air kencing berkurang	0,7	0,4
		Nyeri perut	0,3	0			Demam	0,5	0,3
		Nyeri punggung bagian bawah	0,8	0,2			Menggigil	0,6	0,2
		Sering kencing	0,8	0,3			Mual	0,7	0,4
		Darah di dalam air kencing (hematuria)	0,5	0,1			Muntah	0,7	0,3
4.	Sindroma Nefrotik	Nafsu makan menurun	0,6	0,4	Air seni berbau	0,7	0,1		
		Nyeri ketika kencing (disuria)	0,6	0,1	Air seni kental/pekat	0,8	0,1		
		Nyeri perut	0,4	0					
		Nyeri punggung bagian bawah	0,3	0					
		Pembengkakan organ tubuh tertentu	0,9	0,1					
		Rambut dan kuku menjadi rapuh	0,3	0					
		Tekanan darah tinggi / hipertensi	0,9	0,1					
		Volume air kencing berkurang	0,9	0,1					
		Darah di dalam air kencing (hematuria)	0,4	0,1					
		Demam	0,4	0,1					
5.	Hidronefrosis	Mual	0,7	0,4					
		Muntah	0,7	0,5					
		Nanah di air kencing	0,3	0,1					
		Nyeri di tulang pinggul	0,8	0,2					
		Nyeri di daerah kandung kemih	0,3	0					
		Nyeri perut	0,4	0					
		Nyeri yang hilang timbul	0,9	0,1					
		Teraba benjolan besar di daerah ginjal	0,7	0,2					
		Darah di dalam air kencing (hematuria)	0,8	0,3					
		Demam	0,5	0,2					
6.	Kanker Kandung Kemih	Desakan untuk kencing	0,9	0					
		Nyeri ketika kencing (disuria)	0,6	0,1					
		Nyeri di daerah kandung kemih	0,9	0,2					
		Teraba keras di area kandung kemih	0,8	0,4					
		Darah di dalam air kencing (hematuria)	0,7	0,3					
		Mual	0,6	0,5					
		Mudah lelah	0,7	0,1					
		Nyeri di daerah ginjal	0,8	0,3					
		Nyeri punggung bagian bawah	0,7	0,1					
		Tekanan darah tinggi (hipertensi)	0,8	0,3					
7.	Ginjal Polikista	Volume air kencing berkurang	0,7	0,4					
		Darah di dalam air kencing (hematuria)	0,8	0,3					
		Demam	0,4	0,1					
		Desakan untuk kencing	0,7	0,4					
		Menggigil	0,6	0,1					
		Mual	0,6	0,5					
		Muntah	0,6	0,1					
		Nyeri ketika kencing (disuria)	0,6	0,1					
		Nyeri punggung bagian bawah	0,6	0,2					
		Sering kencing	0,8	0,1					
8.	Nefritis Tubulointerstisialis	Darah di dalam air kencing (hematuria)	0,7	0,4					
		Demam	0,8	0,2					
		Desakan untuk kencing	0,8	0,3					
		Sistitis	0,8	0,3					
9.	Sistitis	Darah di dalam air kencing (hematuria)	0,7	0,4					
		Demam	0,8	0,2					
		Desakan untuk kencing	0,8	0,3					

Pada tabel 1 terlihat gejala-gejala yang timbul terhadap jenis penyakit ginjal yang ada. Nilai MB dan MD diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan dari wawancara seorang pakar (ahli penyakit dalam). Dimana seorang pakar memberikan nilai MB dan MD pada setiap gejala yang merepresentasikan faktor dominan pada satu macam jenis penyakit.

Penalaran *Forward Chaining*

Mesin inferensi merupakan perangkat lunak yang melakukan penalaran dengan menggunakan pengetahuan yang ada untuk menghasilkan suatu kesimpulan atau hasil akhir. Dalam komponen ini dilakukan pemodelan proses berfikir manusia. Pada mesin inferensi ini data yang telah diinput pemakai akan di proses dengan penalaran *forward chaining* yaitu pencocokan fakta atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kiri (IF dulu). Dengan kata lain penalaran dimulai dari fakta terlebih dahulu untuk menguji kebenaran hipotesis (Azhar et al., 2014).

Kaidah Produksi

Kaidah produksi biasanya dituliskan dalam bentuk jika-maka (IF-THEN). Kaidah ini dapat dikatakan sebagai hubungan implikasi dua bagian yaitu bagian premise (jika) dan bagian konklusi (maka). Apabila bagian premise dipenuhi maka bagian konklusi juga akan bernilai benar. Sebuah

kaidah terdiri dari klausa-klausa. Sebuah klausa mirip sebuah kalimat subyek, kata kerja dan obyek yang menyatakan suatu fakta. Ada sebuah klausa premise dan klausa konklusi pada suatu kaidah. Suatu kaidah juga dapat terdiri atas beberapa premis dan lebih dari satu konklusi. Antara premise dan konklusi dapat berhubungan dengan “OR” atau “AND”. Berikut kaidah-kaidah produksi dalam menganalisis jenis penyakit ginjal:

1) Aturan 1

IF berkurangnya rasa terutama di tangan AND darah di dalam air kencing(hematuria) AND demam AND kejang AND kencing di malam hari(nokturia) AND mual AND mudah lelah AND muntah AND pembengkakan yang menyeluruh AND perubahan mental/suasana hati AND ruam kulit/kulit kemerahan AND syok/kaget AND tremor tangan AND volume air kencing berkurang THEN gagal ginjal akut

2) Aturan 2

IF darah di dalam air kencing(hematuria) AND demam AND mudah lelah AND nyeri di daerah kandung kemih AND penurunan berat badan AND sering kencing AND tekanan darah tinggi/hipertensi AND nyeri di daerah ginjal dan teraba keras THEN kanker ginjal.

3) Aturan 3

IF demam AND menggigil AND mual AND muntah AND nyeri di daerah ginjal AND nyeri ketika kencing(disuria) AND nyeri perut AND nyeri punggung bagian bawah AND sering kencing THEN Pielonefritis.

4) Aturan 4

IF darah di dalam air kencing(hematuria) AND nafsu makan menurun AND nyeri ketika kencing(disuria) AND nyeri perut AND nyeri punggung bagian bawah AND pembengkakan organ tubuh tertentu AND rambut dan kuku menjadi rapuh AND tekanan darah

tinggi(hipertensi) AND volume air kencing berkurang THEN sindroma nefrotik

5) Aturan 5

IF darah di dalam air kencing(hematuria) AND demam AND mual AND muntah AND nanah di air kencing AND nyeri di tulang pinggul AND nyeri di daerah kandung kemih AND nyeri perut AND nyeri yang hilang timbul AND teraba benjolan besar di daerah ginjal THEN hidronefrosis.

6) Aturan 6

IF darah di dalam air kencing(hematuria) AND demam AND desakan untuk kencing AND nyeri ketika kencing(disuria) AND nyeri di daerah kandung kemih AND teraba keras di area kandung kemih THEN kanker kandung kemih

7) Aturan 7

IF darah di dalam air kencing(hematuria) AND mual AND mudah lelah AND nyeri di daerah ginjal AND nyeri punggung bagian bawah AND tekanan darah tinggi(hipertensi) AND volume air kencing berkurang THEN ginjal polikista.

8) Aturan 8

IF darah di dalam air kencing(hematuria) AND demam AND desakan untuk kencing AND menggigil AND mual AND muntah AND nyeri ketika kencing(disuria) AND nyeri punggung bagian bawah AND sering kencing THEN nefritis tubulointerstisial.

9) Aturan 9

IF darah di dalam air kencing(hematuria) AND demam AND desakan untuk kencing AND kencing di malam hari(nokturia) AND nyeri ketika kencing(disuria) AND nyeri punggung bagian bawah AND sering kencing THEN sistitis.

10) Aturan 10

IF nanah di air kencing AND nyeri di tulang pinggul AND nyeri ketika kencing(disuria) AND ruam kulit/kulit kemerahan AND volume air kencing berkurang AND demam AND menggigil AND mual AND muntah AND air seni berbau AND air seni kental/pekat THEN infeksi saluran kemih.

Metode Certainty Factor

Faktor kepastian (*certainty factor*) diperkenalkan oleh Shortliffe Buchanan dalam pembuatan MYCIN. *Certainty factor* (CF) merupakan nilai parameter klinis yang diberikan MYCIN menunjukkan besarnya kepercayaan (Kusrini, 2006). *Certainty factor* merupakan suatu metode yang digunakan untuk menyatakan kepercayaan dalam sebuah kejadian (fakta atau hipotesis) berdasarkan bukti atau penilaian pakar.

Dalam pengambilan keputusan, ada masa dimana terjadi ketidakpastian. Sehingga metode ini dapat digunakan untuk mengatasi ketidakpastian tersebut. Misalnya, dalam sebuah pengambilan keputusan terdapat kondisi dimana dalam suatu *rule* terdapat beberapa anteseden dengan satu konsekuen yang sama sehingga diperlukan penaggregasian nilai CF keseluruhan dari setiap kondisi yang ada. Adapun karakteristik dari *Certainty factor* adalah sebagai berikut:

Tabel 2

Karakteristik CF

Aspect	Probability	MB	MD	CF
<i>Certainly True</i>	P(H E) = 1	1	0	1
<i>Certainly False</i>	P(-H E) = 1	0	1	-1
<i>No Evidence</i>	P(H E) = P(H)	0	0	0

Range atau batasan nilai dari *measure of belief* dan *measure of disbelief* adalah sebagai berikut:

Range :

Measure of Belief (MB) $0 \leq MB \leq 1$

Measure of Disbelief (MD) $0 \leq MD \leq 1$

Certainty Factor $-1 \leq CF \leq +1$

Rumus dasar *certainty factor* :

$$CF = MB[h, e] - MD[h, e] \quad (1)$$

Namun, pada tahun 1977 oleh MYCIN rumus ini kemudian diubah menjadi (Triandisa & Supriatna, 2018):

$$CF = \frac{MB[h,e] - MD[h,e]}{1 - \min(MB[h,e], MD[h,e])} \quad (2)$$

Keterangan :

CF[h,e]= *Certainty Factor* dalam hipotesis h yang dipengaruhi oleh fakta e

MB[h,e]=*Measure of belief*, merupakan nilai kenaikan dari kepercayaan hipotesis h dipengaruhi oleh fakta e.

MD[h,e]=*Measure of disbelief*, merupakan nilai kenaikan dari ketidakpercayaan hipotesis h dipengaruhi oleh fakta e.

h =Hipotesis

e =*Evidence*

Pada implementasi sistem pakar diagnosa penyakit ginjal ini akan menggunakan rumus:

$$CF(CF_1, CF_2) \begin{cases} CF_1 + CF_2(1 - CF_1) & \text{if } CF_1 > 0 \text{ and } CF_2 > 0 \\ \frac{CF_1 + CF_2}{1 - \min(|CF_1|, |CF_2|)} & \text{if } CF_1 < 0 \text{ or } CF_2 < 0 \\ CF_1 + CF_2(1 + CF_1) & \text{if } CF_1 < 0 \text{ and } CF_2 < 0 \end{cases} \quad (3)$$

Nilai MB dan MD setiap premis/gejala merupakan nilai yang diberikan oleh seorang pakar maupun literatur yang mendukung. Nilai MB tidak tergantung pada nilai MD, jadi:

$$MB \neq 1 - MD$$

Pada proses perhitungan, untuk mendapatkan nilai CF di masing-masing penyakit, terlebih dahulu harus dicari nilai MB dan MD penyakit tersebut. Proses perhitungan berdasarkan rumusan dasar dari CF yaitu :

$$CF = \frac{MB[h,e] - MD[h,e]}{1 - \min(MB[h,e], MD[h,e])} \quad (4)$$

HASIL DAN DISKUSI

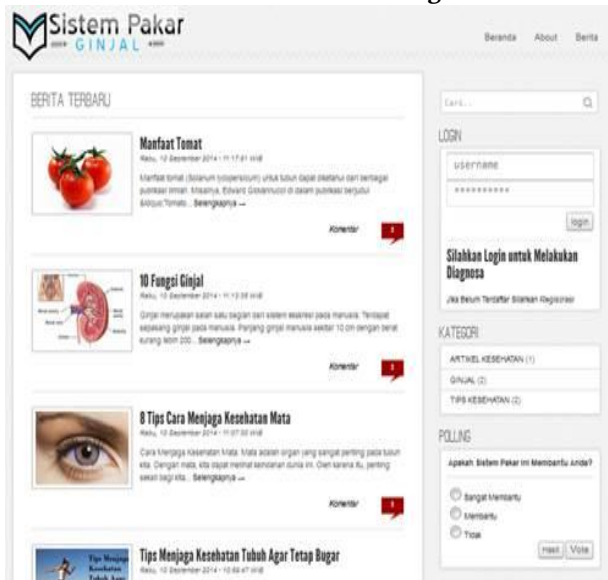
Eksperimental

1) *User Interface*

Implementasi rancangan antarmuka dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP, tahapan antarmuka pemakai merupakan bagian yang menyediakan sarana untuk pemakai agar bisa berkomunikasi

dengan sistem dalam bentuk program aplikasi. Antarmuka pemakai akan mengajukan beberapa pertanyaan untuk informasi awal dalam pencarian suatu solusi yang akan dilakukan.

Gambar 1
Tampilan Menu Utama User
Sebelum Melakukan Login



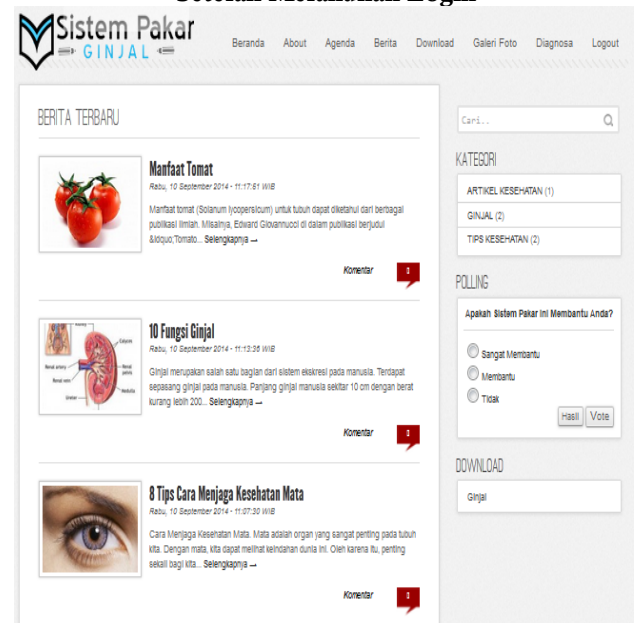
Gambar 1 merupakan halaman awal sistem, sebelum user melakukan login dimana user hanya bisa mengakses beberapa menu saja. Menu yang ditampilkan sebelum user melakukan login adalah menu beranda, about, dan berita. Menu beranda berfungsi untuk mengakses halaman awal, menu about berfungsi untuk menampilkan profil dari sistem, yang di dalamnya juga terdapat submenu hubungi kami apabila user ingin menghubungi admin. Pada halaman ini, juga tersedia link apabila user ingin melakukan registrasi dengan mengklik link tersebut dan mengisi data-data untuk keperluan login.

Setelah melakukan login maka tampilan halaman akan seperti Gambar 2, dimana menu pada halaman akan muncul menu-menu lain yaitu menu agenda yang merupakan menu bagi user untuk melihat agenda-agenda tentang kesehatan yang diinputkan oleh admin. Menu download yaitu berisikan data-data yang bisa didownload oleh user. Menu galeri foto yaitu berisikan gambar-gambar yang berhubungan

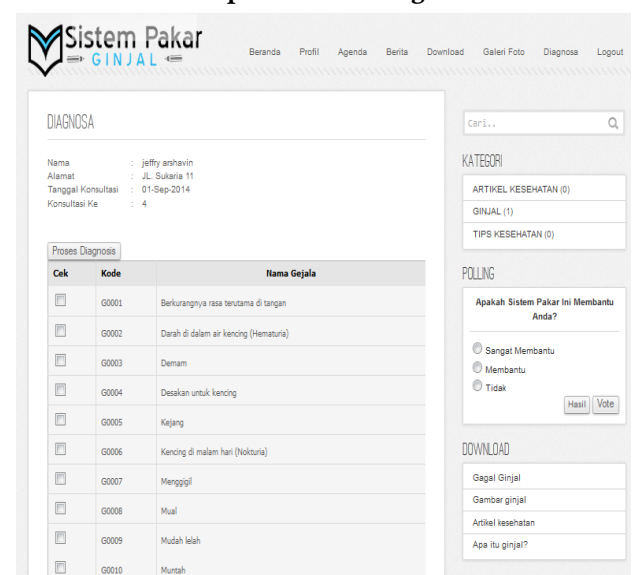
dengan kesehatan khususnya penyakit ginjal. Menu diagnosa yaitu untuk menampilkan halaman proses diagnosa, dan menu logout yaitu menu yang berfungsi apabila user ingin keluar dari sistem.

Ketika user memilih menu diagnosa, maka user akan dihadapkan dengan tampilan seperti pada gambar 3 dimana user akan memilih gejala-gejala berdasarkan apa yang dirasakannya dengan mencentang *checkbox* yang telah disediakan. Kemudian user memilih tombol proses diagnosa untuk melanjutkan ke halaman berikutnya seperti yang ditampilkan pada gambar 4.

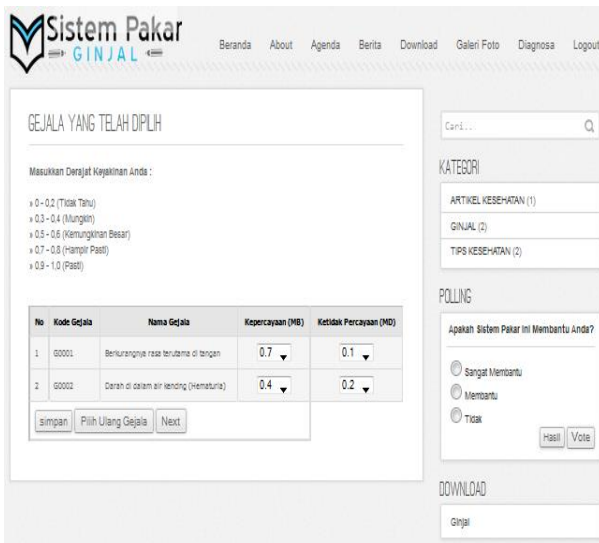
Gambar 2
Tampilan Menu Utama User
Setelah Melakukan Login



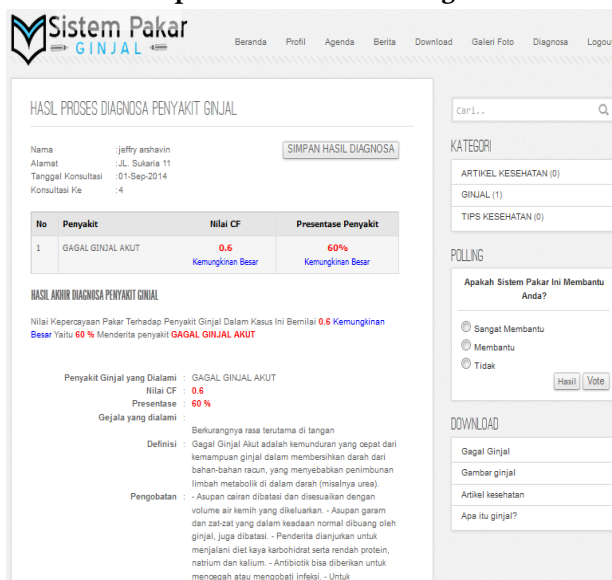
Gambar 3
Tampilan Menu Diagnosa



Gambar 4
Tampilan Menu User Setelah Memilih Gejala



Gambar 5
Tampilan Menu Proses Diagnosa



Setelah user memilih tombol proses diagnosa, maka sistem akan menampilkan gejala-gejala yang telah dipilih oleh user sebelumnya untuk menentukan derajat keyakinannya. Jika user benar-benar merasa yakin dengan gejala yang dialaminya, maka user cukup menekan tombol next untuk melanjutkan ke halaman berikutnya dan nilai yang terinput ke dalam sistem adalah nilai default yaitu 1, yang berarti pasti. Tapi jika user ingin memilih derajat keyakinan yang lain maka user dapat memilih pilihan derajat keyakinannya dan menekan tombol simpan untuk mengubah nilainya. Kemudian menekan tombol next untuk melanjutkan ke

halaman berikutnya. Selain itu, user juga dapat memilih ulang gejala dengan menekan tombol pilih ulang gejala.

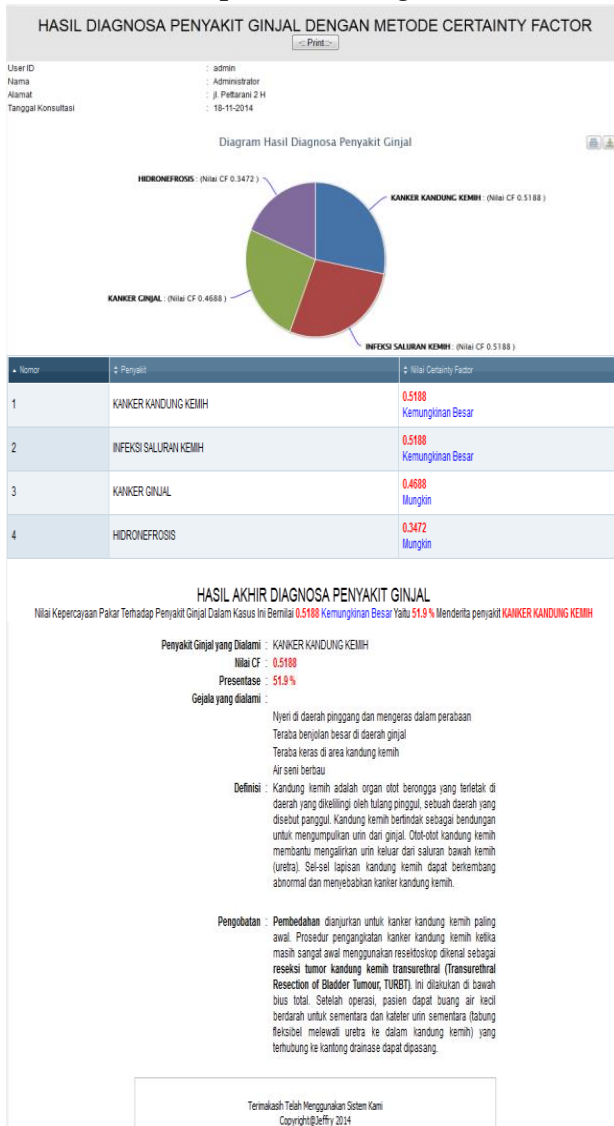
Tampilan selanjutnya setelah user menekan tombol next dapat dilihat pada gambar 5, dimana akan ditampilkan hasil proses diagnosa penyakit ginjal yang ditampilkan dengan nilai certainty factor penyakit. Selain nilai certainty factor, sistem juga akan menampilkan persentase penyakit, gejala yang dialami user, definisi penyakit dan pengobatan penyakit. Pada halaman ini juga terdapat tombol simpan hasil diagnosa yang berfungsi apabila user ingin menyimpan hasil diagnosanya jika sewaktu-waktu user ingin melihat data rekaman hasil diagnosa sebelumnya.

Setelah user memilih tombol proses diagnosa, maka sistem akan menampilkan gejala-gejala yang telah dipilih oleh user sebelumnya untuk menentukan derajat keyakinannya. Jika user benar-benar merasa yakin dengan gejala yang dialaminya, maka user cukup menekan tombol next untuk melanjutkan ke halaman berikutnya dan nilai yang terinput ke dalam sistem adalah nilai default yaitu 1, yang berarti pasti. Tapi jika user ingin memilih derajat keyakinan yang lain maka user dapat memilih pilihan derajat keyakinannya dan menekan tombol simpan untuk mengubah nilainya. Kemudian menekan tombol next untuk melanjutkan ke halaman berikutnya. Selain itu, user juga dapat memilih ulang gejala dengan menekan tombol pilih ulang gejala.

Tampilan selanjutnya setelah user menekan tombol next dapat dilihat pada gambar 5, dimana akan ditampilkan hasil proses diagnosa penyakit ginjal yang ditampilkan dengan nilai certainty factor penyakit. Selain nilai certainty factor, sistem juga akan menampilkan persentase penyakit, gejala yang dialami user, definisi penyakit dan pengobatan penyakit. Pada halaman ini juga terdapat tombol simpan hasil diagnosa yang berfungsi apabila user ingin menyimpan

hasil diagnosanya jika sewaktu-waktu user ingin melihat data rekaman hasil diagnosa sebelumnya.

Gambar 6
Tampilan Hasil Diagnosa



2) Implementasi

Penelitian ini berfokus pada penerapan metode *certainty factor* dengan inferensi *forward chaining* untuk pengambilan keputusan. Tahapan metode yang diusulkan sebagai berikut:

- User menentukan gejala penyakit ginjal yang diderita
- User menentukan nilai kepercayaan dari gejala yang dialami
- Hasil masukkan user dibandingkan dengan nilai kepercayaan pakar
- Sistem menentukan jenis penyakit yang diderita user

- Menentukan nilai CF kombinasi antara user dan pakar
- Sistem memutuskan jenis penyakit user berdasarkan nilai CF tertinggi

Hasil

Pengujian dilakukan dengan menggunakan Bahasa pemrograman *PHP* dan *database MySQL* sebagai media penyimpanan data. Metode *certainty factor* dapat diterapkan pada sistem. Sebagai contoh untuk melakukan percobaan sistem, pengguna melakukan konsultasi dengan memilih gejala seperti pada tabel 2.

Tabel 2
Gejala yang Dipilih Pengguna

Gejala dari Pengguna	MB	MD
Desakan untuk Kencing	0,8	0,3
Kencing di Malam Hari (<i>nocturia</i>)	0,5	0,3
Menggigil	0,9	0,2

Berdasarkan gejala yang dipilih oleh pengguna, sistem mendeteksi beberapa jenis penyakit ginjal yaitu nefritis tubulointerstitialis, sistitis interstitialis, kanker kandung kemih, infeksi saluran kemih, pielonefritis, dan gagal ginjal akut. Nilai kepercayaan yang diberikan pakar (nilai aturan) berdasarkan gejala tersebut di atas adalah sebagai berikut:

Tabel 3
Nilai Kepercayaan Pakar

Jenis Penyakit	Gejala	MB	MD
Nefritis tubulointerstitial	Desakan untuk Kencing	0,7	0,4
	Menggigil	0,6	0,1
Sistitis Interstitial	Desakan untuk Kencing	0,8	0,3
	Kencing di Malam Hari (<i>nocturia</i>)	0,8	0,1
Kanker Kandung Kemih	Desakan untuk Kencing	0,9	0
Infeksi Saluran Kemih	Menggigil	0,6	0,2
Pielonefritis	Menggigil	0,7	0,5
Gagal Ginjal Akut	Kencing di Malam Hari (<i>nocturia</i>)	0,6	0,2

Untuk menghitung nilai CF Langkah pertama adalah dengan menghitung nilai CF *user* berdasarkan gejala yang dipilihnya, kemudian menghitung nilai CF pakar dan terakhir dengan mengkombinasikan nilai CF *user* dan CF pakar.

1) Menghitung nilai CF penyakit *nefritis tubulointerstisial*.

a) Menghitung nilai CF *user*.

Gejala yang dipilih user :

- Desakan Untuk kencing diasumsikan sebagai G1 dengan MB = 0,8 dan MD = 0,3.
- Menggigil diasumsikan sebagai G2 dengan MB = 0,9 dan MD = 0,2.

Menentukan nilai CF dari masing-masing gejala:

Gejala 1,

$$CFG_1 = \frac{MBG_1 - MDG_1}{1 - \min(MBG_1, MDG_1)}$$
$$CFG_1 = \frac{0,8 - 0,3}{1 - \min(0,8; 0,3)}$$

$$CFG_1 = \frac{0,8 - 0,3}{1 - 0,3}$$

$$CFG_1 = \frac{0,5}{0,7}$$

$$CFG_1 = 0,71428$$

$$CFG_1 = 0,71428$$

Gejala 2,

$$CFG_2 = \frac{MBG_2 - MDG_2}{1 - \min(MBG_2, MDG_2)}$$
$$CFG_2 = \frac{0,9 - 0,2}{1 - \min(0,9; 0,2)}$$

$$CFG_2 = \frac{0,9 - 0,2}{1 - 0,2}$$

$$CFG_2 = \frac{0,7}{0,8}$$

$$CFG_2 = 0,875$$

$$CFG_2 = 0,875$$

Setelah mendapatkan nilai CF dari masing masing gejala, kemudian menghitung nilai CF user untuk penyakit *nefritis tubulointerstisial*. Karena nilai CF kedua gejala bernilai positif, maka rumus yang digunakan adalah:

$$CF(CF_1, CF_2) = CF_1 + CF_2(1 - CF_1)$$

$$CF_{user} = CF_{G1} + CF_{G2}(1 - CF_{G1})$$

$$CF_{user} = 0,71428 + 0,875(1 - 0,71428)$$

$$CF_{user} = 0,964286$$

b) Menghitung nilai CF pakar

Gejala yang dipilih user :

- Desakan Untuk kencing diasumsikan sebagai G1 dengan MB = 0,7 dan MD = 0,4.

- Menggigil diasumsikan sebagai G2 dengan MB = 0,6 dan MD = 0,1.

Menentukan nilai CF dari masing-masing gejala:

Gejala 1,

$$CFG_1 = \frac{MBG_1 - MDG_1}{1 - \min(MBG_1, MDG_1)}$$

$$CFG_1 = \frac{0,7 - 0,4}{1 - \min(0,7; 0,4)}$$

$$CFG_1 = \frac{0,7 - 0,4}{1 - 0,4}$$

$$CFG_1 = \frac{0,3}{0,6}$$

$$CFG_1 = 0,5$$

Gejala 2,

$$CFG_2 = \frac{MBG_2 - MDG_2}{1 - \min(MBG_2, MDG_2)}$$

$$CFG_2 = \frac{0,6 - 0,1}{1 - \min(0,6; 0,1)}$$

$$CFG_2 = \frac{0,6 - 0,1}{1 - 0,1}$$

$$CFG_2 = \frac{0,5}{0,9}$$

$$CFG_2 = 0,556$$

Setelah mendapatkan nilai CF dari masing masing gejala, kemudian menghitung nilai CF pakar untuk penyakit *nefritis tubulointerstisial*. Karena nilai CF kedua gejala bernilai positif, maka rumus yang digunakan adalah:

$$CF(CF_1, CF_2) = CF_1 + CF_2(1 - CF_1)$$

$$CF_{pakar} = CF_{G1} + CF_{G2}(1 - CF_{G1})$$

$$CF_{pakar} = 0,5 + 0,556(1 - 0,5)$$

$$CF_{pakar} = 0,778$$

c) Menghitung nilai CF kombinasi

Setelah nilai CF *user* dan nilai CF pakar diketahui, kemudian menghitung nilai kombinasinya dengan menggunakan rumus :

$$CF = CF_{user} \times CF_{pakar}$$

$$CF = 0,964286 + 0,778$$

$$CF = 0,7502$$

Secara keseluruhan, nilai CF mengikuti hasil pencarian dari semua gejala yang telah dipilih berdasarkan hasil perhitungan dari sistem, lihat tabel 4 berikut:

Tabel 4

Nilai Kombinasi CF dari Hasil Perhitungan Sistem	
Jenis Penyakit	Nilai CF
<i>Nefritis tubulointerstitial</i>	0,7502
<i>Sistitis Interstitial</i>	0,7308
Kanker Kandung Kemih	0,6429
Infeksi Saluran Kemih	0,4375
<i>Pielonefritis</i>	0,35
Gagal Ginjal Akut	0,1429

KESIMPULAN

Penelitian ini menggunakan metode *certainty factor*, yaitu metode kepastian yang diperoleh dari pakar (ahli penyakit dalam) untuk beberapa jenis penyakit ginjal. Sedangkan untuk metode inferensi sistem menggunakan metode *forward chaining*.

Dari hasil percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa metode *forward chaining* mampu menelusuri jenis penyakit yang diidap oleh pengguna berdasarkan gejala yang dipilih melalui sistem. Namun, hasil yang diperoleh dengan memilih sedikit gejala tentu akan menghasilkan keputusan yang banyak yaitu terdiri dari berbagai macam penyakit. Hal ini dapat diatasi dengan penerapan metode *certainty factor*, beberapa gejala yang dipilih oleh user akan dicari semua jenis penyakit yang memiliki gejala-gejala tersebut. Jika ditemukan kecocokan antara gejala dan penyakit, kemudian sistem akan menghitung nilai CF kombinasi yang sesuai dengan basis aturan yang ada dengan nilai CF yang dimasukkan oleh user. Hasil yang ditampilkan akan berbeda karena bergantung pada gejala yang dipilih. Nilai kepercayaan tertinggi merupakan keputusan akhir yang terbaik, sedangkan nilai kepercayaan berikutnya yang lebih rendah merupakan pilihan alternatif. Hasil percobaan menunjukkan bahwa nilai *certainty factor* pada *Nefritis tubulointerstitial* sebesar 0,7502, untuk *Sistitis Interstitial* sebesar 0,7308, Kanker Kandung Kemih sebesar 0,6429. Nilai CF Terbesar merupakan keputusan akhir dari sistem yang dibuat.

REFERENSI

- Azhar, S., Sari, H. L., & Zulita, L. N. 2014. *Sistem Pakar Penyakit Ginjal Pada Manusia Menggunakan Metode Forward Chaining*. Jurnal Media Infotama, 10 (1).
- Hayadi, B. H. 2018. *Sistem Pakar*. Deepublish.
- Kusrini. 2006. *Sistem Pakar Teori dan Aplikasi*. Penerbit Andi.
- Latumakulita, L., & Montolalu, C. E. J. C. 2011. *Sistem Pakar Pendiagnosa Penyakit Ginjal*. Jurnal Ilmiah Sains, 11 (1), 131–139.
- Luyckx, V. A., Tonelli, M., & Stanifer, J. W. 2018. *The global burden of kidney disease and the sustainable development goals*. World Health Organization.
- Muslim, M. A., Kurniawati, I., & Sugiharti, E. 2015. *Expert System Diagnosis Chronic Kidney Disease Based on Mamdani Fuzzy Inference System*. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 78 (1), 70–75.
- Oktaviana, S., Arifin, S. P., & Surya, I. 2012. *Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ginjal Menggunakan Metode Hill Climbing*. Jurnal Aksara Komputer Terapan, 1 (2), Article 2.
- Perdana, L., Nugroho, D., & Kustanto, K. 2013. *Sistem Pakar Untuk Diagnosis Penyakit Ginjal dengan Metode Forward Chaining*. Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi (TIKomSiN), 1 (2), Article 2.
- Polat, K., & Güneş, S. 2007. *An Expert System Approach Based on Principal Component Analysis and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System to Diagnosis Of Diabetes Disease*. Digital Signal Processing, 17 (4), 702–710.
- Sulistiyohati, A., & Hidayat, T. 2008. *Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ginjal dengan Metode Dempster-Shafer*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI), 1 (1), Article 1.



- Tarigan, F. A. 2015. *Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Penyakit Ginjal dengan Metode Backward Chaining*. Jurnal Times, 3 (2), 25–29.
- Trianisa, F., & Supriatna, A. 2018. *Sistem Pakar Mendeteksi Kerusakan Pada iPhone Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor*. Media Jurnal Informatika, 8 (1), Article 1.
- Wahyuti, W., Permana, I., & Salisah, F. N. 2018. *Aplikasi Sistem Pakar Berbasis Android untuk Diagnosa Awal Penyakit Ginjal Manusia Menggunakan Metode Forward Chaining*. Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi Dan Industri, 0 (0), 121–128.