

## **EXPERT SYSTEM DIAGNOSIS PENYAKIT GINJAL MENGGUNAKAN FORWARD CHAINING**

Yadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Pagar Alam, Sumatera Selatan, Indonesia

<sup>1</sup>Email: [yadimkom@gmail.com](mailto:yadimkom@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Penyakit ginjal merupakan penyakit yang sering dialami oleh masyarakat dengan umur di atas 50 tahun. Beberapa faktor yang menjadi penyebab penyakit ginjal diantaranya hipertensi, diabetes, obesitas, kebiasaan merokok serta riwayat keluarga penderita penyakit ginjal. Sebanyak 42.000 kematian pertahun yang disebabkan oleh penyakit ginjal di Indonesia yang diperkirakan oleh Kementerian Kesehatan, berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (RIKESDA) 2013-2018. Jumlah pasien yang mengalami gejala penyakit ginjal terus tumbuh hingga mencapai 739.208 jiwa pada tahun 2013 sementara itu pada 2020 Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Kesehatan mengeluarkan anggaran cukup besar untuk pasien gagal ginjal untuk 1.763.260 pasien. Tingginya penderita penyakit ginjal dikarenakan kurangnya aktivitas fisik dan kurangnya konsumsi makanan sehat serta buah dan sayur. Oleh sebab itu perlu dilakukan deteksi sedini mungkin untuk mencegah terserangnya penyakit ginjal. Teknologi diharapkan dapat menjadi salah satu penyebaran informasi yang baik dalam penanganan penyakit ginjal. Pada penelitian ini bertujuan membangun *expert system* diagnosis penyakit ginjal. Hasil penelitian *expert system* diagnosis penyakit ginjal berbasis *website* bisa diakses oleh masyarakat dengan memberikan informasi deteksi gejala penyakit ginjal dengan 27 gejala. Proses pelacakan gejala menggunakan *forward chaining*. Pengujian dilakukan menggunakan *blackbox* dan *usability testing* berjalan dengan baik, terlihat dari fungsionalitas *input* dan *output* pada sistem yang dipergunakan oleh *user*. Selain itu, *expert system* membantu dalam memberikan informasi kepada masyarakat untuk mendeteksi sedini mungkin gejala penyakit ginjal.

Kata Kunci: Diagnosa, *Expert System*, Penyakit Ginjal

### **ABSTRACT**

Kidney disease is a disease that is often experienced by people aged over 50 years. Several factors that cause kidney disease include hypertension, diabetes, obesity, smoking and family history of kidney disease sufferers. As many as 42,000 people per year die from kidney disease. Sufferers in Indonesia, which is estimated by the Ministry of Health, based on the 2013-2018 Basic Health Research (Riset Kesehatan Dasar (RIKESDA)) the number of patients experiencing kidney disease symptoms continues to grow to reach 739,208 people in 2013 while chronic kidney sufferers. It was recorded that in 2020 BPJS Kesehatan spent a large enough budget for kidney failure patients as many as 1,763,260 patients. The high number of patients with kidney disease was due to a lack of physical activity and consumption of healthy foods and fruits and vegetables. Therefore, it is necessary to detect as early as possible to prevent the onset of kidney disease. Technology is one of the disseminations of good information in handling kidney disease. This study aims to build an expert system for diagnosing kidney disease. The results of the research on an expert system for diagnosing kidney disease based on a website that can be accessed by the public by providing information on the detection of kidney disease symptoms with 27 symptoms. The process of tracking symptoms using forward chaining. Conclusion tests carried out using black box and usability testing have been running well, as seen from the input and output functionality on the system used by the user. In addition, the expert system helps in providing information to the public to detect the symptoms of kidney disease as early as possible.

Keywords: Diagnosis, Expert System, Kidney Disease

### **1. PENDAHULUAN**

Kemajuan pesat dalam teknologi komputer dapat membantu kehidupan manusia dalam menyelesaikan permasalahan. Sistem pakar (*expert system*) adalah cabang dari kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) yang menciptakan ekstensi untuk mengkhususkan pengetahuan memecahkan masalah melalui pengetahuan seorang pakar. Pengetahuan dalam *expert system* berasal dari manusia yang didapat melalui pendidikan serta pengetahuan yang berasal dari buku referensi orang lain, jurnal, atau karya ilmiah untuk

mentransfer pengetahuan ke komputer sehingga dapat menyelesaikan masalah seperti yang dilakukan komputer pada umumnya [1].

Penerapan basis pengetahuan *expert system* yang melibatkan kemampuan seorang pakar kedalam bahasa mesin atau bahasa komputer sehingga cara bekerja sistem dapat mengikuti pola pikir seorang yang ahli dalam memecahkan permasalahan [2]. Basis pengetahuan merupakan kumpulan data yang sangat penting dalam mendukung kinerja *expert system* dalam melakukan pelacakan dan penyelesaian permasalahan pada bidang tertentu. Oleh sebab itu *expert system* hanya dapat bekerja pada satu bidang keahlian saja dengan keterbatasan pada kemampuan yang dimiliki oleh seseorang [3].

Jika melihat kehidupan sosial sehari-hari, jelas tidak hanya faktor pendidikan, ekonomi dan budaya yang menjadi masalah besar bagi masyarakat saat ini [4]. Ternyata faktor sosial yang berkaitan dengan tingkat kesejahteraan dan kesehatan masyarakat jauh lebih penting sehingga perlu mendapat perhatian khusus. Karena, seperti yang kita ketahui, kesejahteraan hidup sangat mempengaruhi tingkat kesehatan orang [5]. Dengan kata lain, mereka yang hidup dengan tingkat kesejahteraan yang baik cenderung lebih menjaga gaya hidup dan kesehatannya, sedangkan mereka yang hidup dengan tingkat kesejahteraan yang lebih rendah cenderung kurang peduli atau tidak peduli sama sekali tentang dirinya. gaya hidup dan kesehatan mereka [6].

Penyakit ginjal merupakan penyakit yang sering dialami oleh masyarakat dengan umur diatas 50 tahun. Beberapa faktor yang menjadi penyebab penyakit ginjal diantaranya hipertensi, diabetes, obesitas, kebiasaan merokok serta riwayat keluarga penderita penyakit ginjal [7]. Sebanyak 42.000 kematian pertahun yang disebabkan oleh penderita penyakit ginjal di Indonesia yang diperkirakan oleh Kementerian Kesehatan, berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (RIKESDA) 2013-2018. Jumlah pasien yang mengalami gejala penyakit ginjal terus tumbuh hingga mencapai 739.208 jiwa pada tahun 2013, sementara itu pada tahun 2020 Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Kesehatan mengeluarkan anggaran cukup besar untuk pasien gagal ginjal sebanyak 1.763.260 pasien. Tingginya penderita penyakit ginjal dikarenakan kurangnya aktivitas fisik dan kurangnya konsumsi makanan sehat serta buah dan sayur [8].

Penderita gejala penyakit ginjal banyak dialami oleh sebagian masyarakat yang memiliki pola hidup kurang optimal. Dapat diketahui bahwa pada kondisi saat ini banyak sekali masyarakat yang kurang mengkonsumsi serat serta lebih banyak mengkonsumsi makanan siap saji yang berkalori tinggi yang dapat memicu gejala awal terjadinya penyakit ginjal [9]. Gejala penyakit ginjal di masyarakat sering sekali diabaikan karena kurangnya pengetahuan dalam mendeteksi sedini mungkin gejala penyakit ginjal yang berbahaya bagi kesehatan tubuh [10]. Oleh sebab itu perlu dilakukan deteksi sedini mungkin untuk mencegah terserangnya penyakit ginjal. Teknologi diharapkan dapat menjadi salah satu media penyebaran informasi yang baik dalam penanganan penyakit ginjal [11].

Permasalahan yang semakin kompleks dalam kehidupan sehari-hari terutama pada peningkatan pengetahuan akan informasi maka *expert system* menjadi salah satu inovasi yang memberikan kemudahan kepada masyarakat dalam mendapatkan informasi yang akurat [12][13]. Metode *forward chaining* digunakan pada *expert system* sebagai metode pencarian beralasan berbasis pengetahuan membantu masyarakat mendeteksi timbulnya gejala penyakit ginjal sedini mungkin [14]. Dalam *forward chaining*, pendeteksian gejala dimulai sebagai konsultasi sistem dengan pengguna (*users*) [15]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pakar menggunakan *forward chaining* memenuhi persyaratan fungsional dan kinerja sistem yang baik. Hal ini membantu masyarakat di Indonesia untuk mendeteksi dini penyakit ginjal agar tidak terjadi komplikasi [16].

## 2. MATERI DAN METODE

Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah metode pengembangan sistem, sementara pada proses penelusuran basis pengetahuan *expert system* menggunakan *forward chaining*.

### Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang dipergunakan adalah *system development life cycle* (SDLC) dalam tahapan pengembangan *expert system* [17] [18] seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan SDLC [3]

1. *Requirement analysis*

Pada tahapan *requirement analisis* dilakukan identifikasi masalah dan pengumpulan data melalui studi literatur dari jurnal penelitian yang relevan, wawancara, observasi dan dokumentasi. Data yang diperoleh berupa data gejala, penyebab terjadinya penyakit ginjal serta solusi yang diberikan untuk mendeteksi penyakit ginjal secara dini.

2. *Design*

Pada tahapan *design* dilakukan perancangan *expert system* untuk menyelesaikan permasalahan yang telah diidentifikasi. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah PHP serta beberapa *tools software* yang dipergunakan seperti Visual Studio Code, dan Xampp. Spesifikasi kebutuhan *hardware* minimal adalah prosesor Core i3, RAM 4GB dan HDD 500GB.

3. *Implementation*

Pada tahap implementasi, dilakukan uji coba pada *design* yang telah dirancang sehingga *user* dapat menggunakan *expert system* untuk melakukan diagnosa terhadap gejala penyakit ginjal.

4. *Testing*

Pada tahap *testing*, *user* melakukan diagnosis untuk mengetahui proses *expert system* dalam melakukan inferensi. *Blackbox testing* berfokus pada sisi fungsionalitas khususnya pada *input* dan *output expert system* apakah sudah sesuai dengan perancangan yang dilakukan. Proses pengukuran pengguna *expert system* menggunakan *usability testing*.

5. *Evolution*

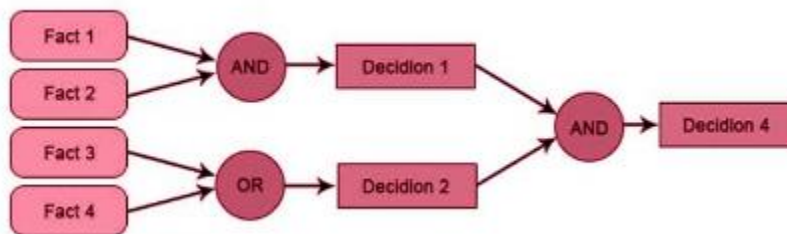
Pada tahap *evolution* dilakukan saat dilakukan penambahan gejala-gejala penyakit ginjal.

**Forward Chaining**

Penelusuran yang dipergunakan dalam mencapai sebuah solusi dari permasalahan atau peristiwa perlu menggunakan sistem penalaran maju (*forward chaining*), yang membutuhkan serangkaian fakta untuk menarik suatu kesimpulan [19]. *Forward chaining* salah satu strategi penelusuran yang dapat dipergunakan dengan baik dalam mencari sebuah solusi dari permasalahan berdasarkan pada basis pengetahuan yang tersimpan dalam *expert system* dengan tahapan penelusuran membangkitkan gejala terlebih dahulu untuk mencapai sebuah tujuan [20]. Algoritma pada proses penelusuran gejala menggunakan aturan atau *rule IF-THEN* sehingga gejala atau kondisi yang ditampilkan lebih dari satu untuk mencapai kesimpulan pada kondisi yang sebenarnya [21].

Pada tahap awal proses penelusuran, data yang telah dikumpulkan berdasarkan pada literatur dan pendapat pakar dimasukkan semua kedalam sistem tanpa dilakukan eliminasi terhadap data gejala yang sama. Untuk menghindari gejala yang sama berulang maka dilakukan eliminasi terhadap data hal ini agar mempermudah proses pencarian pada *expert system* didalam *database* [22]. Metode pendekatan penelusuran gejala sangat berpengaruh terhadap capaian solusi dengan cepat dan tepat dengan membangkitkan gejala yang telah tersimpan dalam basis pengetahuan [23][24].

Pola strategi pencarian yang dipergunakan dalam menarik sebuah kesimpulan tergantung pada kebutuhan dan permasalahan yang akan dipecahkan. Proses pencarian solusi dapat mengacu pada jumlah basis pengetahuan yang ada pada *database*. Jumlah premis yang lebih banyak dari pada solusi lebih cocok menggunakan struktur pencarian dengan penalaran maju dengan melakukan peramalan pada gejala terlebih dahulu [25]. Gambar 2 menunjukkan contoh penelusuran *goal* menggunakan metode *forward chaining*.



Gambar 2. Metode Forward Chaining

Metode *forward chaining* menjadi salah satu metode pencarian yang bisa dipergunakan dengan baik dalam melakukan penelusuran berdasarkan beberapa fakta serta kejadian yang dirasakan oleh *user* untuk mendapatkan sebuah *goal* atau solusi berdasarkan pada basis pengetahuan dalam komputer. *Forward chaining* memberikan gambaran yang nyata dalam melakukan diagnosa yang terlihat pada penalaran yang berawal dari gejala terlebih dahulu, sehingga deteksi dini terhadap penyakit dapat diketahui.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pada tabel 1, terdapat sebanyak 27 gejala penyakit ginjal. Beberapa gejala penyakit tersebut terjadi pada masyarakat yang memiliki usia di atas 50 tahun serta masyarakat yang kurang aktivitas fisiknya dan tidak memiliki pola hidup sehat. Tabel 2 menunjukkan ada 6 penyakit yang dapat didiagnosis oleh sistem ini.

Tabel 1. Gejala Penyakit Ginjal

<b>Id</b>	<b>Nama Gejala</b>
G1	Kolik atau nyeri pada pinggang yang terlalu
G2	Merasakan Sakit Saat Buang Air Kecil
G3	Badan sering terasa panas dan Demam
G4	Buang air kecil tersendat-sendat
G5	Warna urin berubah merah atau bercampur darah
G6	Buang air kecil tidak teratur
G7	Pola nafsu makan berkurang
G8	Kondisi fisik lemah dan cepat lelah
G9	Pola tidur bermasalah sering merasakan gelisah
G10	Sering mengalami kejang pada otot
G11	Kaki sering mengalami pembengkakan
G12	Sering mengalami rasa gatal pada tubuh
G13	Buang air kecil terasa perih dan nyeri
G14	Air urin mengalami perubahan warna menjadi merah atau coklat
G15	Sering merasakan mual dan muntah
G16	Merasakan sakit dan nyeri pada pinggul, punggung atau pangkal paha
G17	Sering merasakan nyeri pada perut
G18	Saat buang air kecil urin bercampur darah atau nanah
G19	Kondisi tubuh terasa lelah tanpa beraktifitas
G20	Perasakan peradangan nyeri yang tidak hilang
G21	Bercak darah terlihat jelas pada urin
G22	Tensi tekanan darah selalu tinggi
G23	Darah dalam air kencing
G24	Kondisi tubuh sulit tidur dan cepat merasakan lelah
G25	Sering mengalami Sakit kepala
G26	Sering mengalami sesak napas
G27	Sering buang air kecil

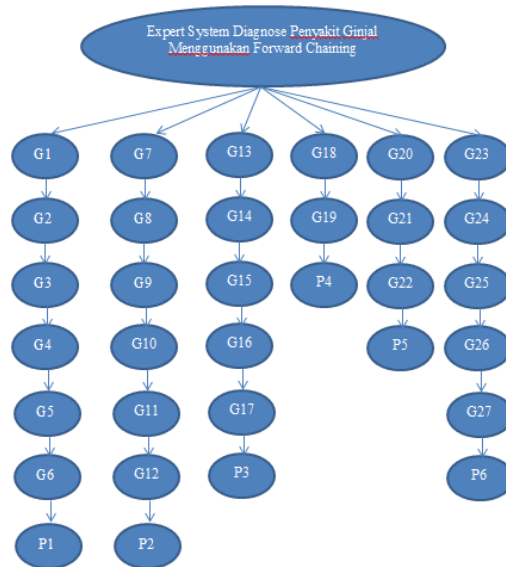
Tabel 2. Penyakit Ginjal

<b>Id</b>	<b>Penyakit</b>
P1	Gagal Ginjal Akut
P2	Gagal Ginjal Kronis
P3	Batu Ginjal
P4	Infeksi Ginjal
P5	Kangker Ginjal
P6	Gagal Ginjal

Pohon keputusan dengan menggunakan metode *forward chaining* ditunjukkan pada gambar 3. Pohon keputusan untuk mendiagnosis penyakit ginjal menunjukkan bahwa *query* yang dilakukan untuk menemukan penyakit ginjal yang dialami pengguna didasarkan pada gejala atau fakta yang dialami pengguna. Fakta yang dirasakan oleh pengguna diteliti menggunakan pohon keputusan untuk mengetahui penyakit ginjal mana yang dialami.

Proses pohon keputusan dengan pendekatan *forward chaining* memberikan kemudahan kepada masyarakat dalam mengoperasikan *expert system*. *Expert system* diagnosis penyakit ginjal diimplementasikan dengan bahasa pemrograman berbasis web sehingga bisa diakses oleh seluruh masyarakat. Tampilan *expert system* ditunjukkan pada gambar 4.

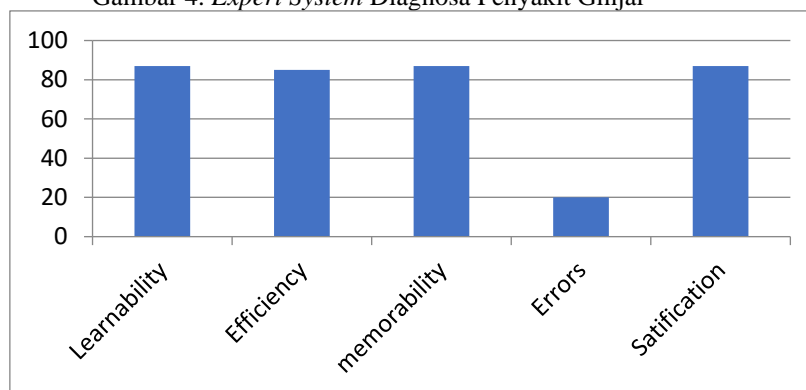
Berdasarkan proses pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan *blackbox testing* terhadap beberapa fitur pada *expert system*, persentase ketercapaian serta proses penggunaan sebesar 95%. Fitur yang diuji adalah fitur login, input informasi serta proses diagnosa terhadap gejala penyakit ginjal. Semetara pengujian kepada *user* dengan menggunakan *usability testing* dengan beberapa indikator seperti *learnability*, *efficiency*, *memorability*, *errors* dan *satisfaction*. Hasil pengujian *usability* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 3. Pohon Keputusan *Forward Chaining*



Gambar 4. *Expert System* Diagnosa Penyakit Ginjal



Gambar 5. Pengujian *user expert system*

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan kepada *user* terdapat beberapa pengaruh yang baik berdasarkan pada indikator *usability testing* yakni *learnability* 87%, *efficiency* 85%, *memorability* 87%, *errors* 20% dan *satisfaction* 87%. Dengan demikian implementasi *expert system* sebagai sarana informasi masyarakat dalam memberikan pengetahuan serta deteksi dini terhadap gejala penyakit ginjal telah berhasil dilakukan. Setelah dilakukan pengujian menggunakan *blackbox testing* fitur *input* dan *output* yang terdapat pada sistem telah berfungsi dengan optimal. Hal ini membawa dampak kemudahan bagi masyarakat untuk mengetahui gejala-gejala penyebab penyakit ginjal tanpa harus langsung bertemu dengan seorang pakar, melalui *expert system* yang telah didesain dengan basis pengetahuan yang dimiliki layaknya seorang pakar dalam menyelesaikan permasalahan.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

*Expert system* diagnosis penyakit ginjal menggunakan *forward chaining* sangat berguna bagi masyarakat untuk meningkatkan pengetahuan serta informasi penyebab penyakit ginjal sehingga masyarakat dapat mendeteksi penyakit ginjal sedini mungkin. *Expert system* menjadi salah satu bentuk perkembangan teknologi yang mampu memberikan dampak bagi masyarakat dalam menyelesaikan permasalahan yang terlihat dari hasil pengukuran yang dilakukan kepada pengguna. Kemudahan dan kebermanfaatan sistem berdasarkan *usability testing* memiliki rata-rata 73,2% dengan predikat baik dalam proses penggunaan sistem.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Deptuła, A. Augustynowicz, M. Stosiak, K. Towarnicki, and ..., "The Concept of Using an Expert System and Multi-Valued Logic Trees to Assess the Energy Consumption of an Electric Car in Selected Driving Cycles," *Energies*, 2022, [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/1693872>
- [2] R. Müller, L. Hörauf, and D. Burkhard, "Development of an AI-based expert system for the part-and process-specific marking of materials," *Procedia CIRP*, 2021, [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827121005503>
- [3] D. N. Donskih and V. F. Barabanov, "Usage of production-based expert system and neural network for signal recognition," *J. Phys. Conf. ...*, 2020, doi: [10.1088/1742-6596/1479/1/012060](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1479/1/012060).
- [4] M. L. C. Buono, N. Pandiangan, and ..., "The Implementation Of An Expert System In Diagnosing Skin Diseases Using The Dempster-Shafer Method," *J. Phys. ...*, 2020, doi: [10.1088/1742-6596/1569/2/022028](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1569/2/022028).
- [5] B. Haq, M. Nadeem, I. Ali, K. Ali, M. Raza, and ..., "Use of expert system in requirements engineering process a systematic literature review," *2019 UK/China ...*, 2019, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8881880/>
- [6] J. Schmidt, M. Peruzzini, L. B. Z. Paganin, and ..., "Expert system based on ontological model to support the detailed design of agricultural machinery: a case of hydraulic hoses," *Prod. Manag. ...*, 2020, doi: [10.4322/pmd.2019.022](https://doi.org/10.4322/pmd.2019.022).
- [7] B. Muslim, Yadi, and M. Harta, "Sistem Pakar Diagnosa Awal Penyakit Ginjal Berbasis Web Menggunakan PHP DAN MYSQL," *J. Ilm. Betrik*, vol. 8, no. 03, pp. 115–122, 2017, doi: [10.36050/betrik.v8i03.72](https://doi.org/10.36050/betrik.v8i03.72).
- [8] A. Agusta, F. Y. Arini, and R. Arifudin, "Implementation of Fuzzy Logic Method and Certainty Factor for Diagnosis Expert System of Chronic Kidney Disease," *J. Adv. ...*, 2020, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jaist/article/view/44369>
- [9] R. F. R. Jr, R. A. Pagaduan, J. A. Caliwag, and ..., "A mobile expert system using fuzzy logic for diagnosing kidney diseases," *Proc. ...*, 2019, doi: [10.1145/3322645.3322703](https://doi.org/10.1145/3322645.3322703).
- [10] A. Sheikhtaheri, F. Hamedan, H. Sanadgol, and ..., "Development of a fuzzy expert system to diagnose chronic kidney disease," *Razi J. Med. ...*, 2019, [Online]. Available: [https://rjms.iuums.ac.ir/browse.php?a\\_id=5200&sid=1&slc\\_lang=en&ftxt=0](https://rjms.iuums.ac.ir/browse.php?a_id=5200&sid=1&slc_lang=en&ftxt=0)
- [11] M. N. A. Al-Qumboz, A. A. Elsharif, I. M. D. Samy, and ..., "Kidney Expert System Diseases and Symptoms," *Int. J. ...*, 2019.
- [12] J. Singla, B. Kaur, D. Prashar, S. Jha, G. P. Joshi, and ..., "A novel fuzzy logic-based medical expert system for diagnosis of chronic kidney disease," *Mob. Inf. ...*, 2020, [Online]. Available: <https://www.hindawi.com/journals/misy/2020/8887627/>
- [13] F. Hamedan, A. Orooji, H. Sanadgol, and ..., "Clinical decision support system to predict chronic kidney disease: A fuzzy expert system approach," *Int. J. ...*, 2020, [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1386505619314297>
- [14] A. P. Gusman and H. Hendri, "Expert system to diagnose child development growth disorders with forward chaining method," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1339, no. 1, 2019, doi: [10.1088/1742-6596/1339/1/012045](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1339/1/012045).
- [15] L. Isyriyah, "Rancang Model Expert System Pada Diagnosa Penyakit Diabetes Melitus Dengan Metode Forward Chaining," *J. Teknol. dan Manaj. Inform.*, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.unmer.ac.id/index.php/jtmi/article/view/5930>
- [16] T. Mardiana, E. M. Ditama, and T. Tuslaela, *an Expert System for Detection of Diabetes Mellitus With Forward Chaining Method*, vol. 2, no. 2. repository.bsi.ac.id, 2020. doi: [10.34288/jri.v2i2.121](https://doi.org/10.34288/jri.v2i2.121).
- [17] R. E. Wulansari, R. H. Sakti, A. Ambiyar, and ..., "Expert System For Career Early Determination Based On Howard Gardner's Multiple Intelligence," *J. Appl. ...*, 2022, [Online]. Available: <https://yrpikpu.com/journal/index.php/jaets/article/view/568>
- [18] R. Kapur and B. Sodhi, "Towards a Knowledge warehouse and expert system for the automation of

- SDLC tasks,” ... *Conf. Softw. Syst.* ..., 2019, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8812829/>
- [19] V. Ariandi, H. Kurnia, and H. Marry, “Expert system for disease diagnosis in cocoa plant using android-based forward chaining method,” *J. Phys. Conf.* ..., 2019, doi: [10.1088/1742-6596/1339/1/012009](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1339/1/012009).
- [20] N. Elmi and A. Dermawan, “APPLICATION OF EXPERT SYSTEM USING FORWARD CHAINING METHOD FOR WEB-BASED DIAGNOSIS OF CHILD DIARRHEA,” *J. Tek. Inform.*, 2022, [Online]. Available: <http://jutif.if.unsoed.ac.id/index.php/jurnal/article/view/244>
- [21] N. K. Ariasih, “Expert System to Diagnose Diseases of Mental Health with Forward Chaining and Certainty Factor,” ... *dan Sains J. Mat. Sains, dan* ..., 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPM/article/view/24267>
- [22] H. Andrianof, “Design and Built an Expert System Application Fir Diagnosing Human Eye Diseases By Using Forward Cahining Methodh Web-Based,” *J. KomtekInfo*, 2021, [Online]. Available: <https://jkomtekinfo.org/ojs/index.php/komtekinfo/article/view/100>
- [23] E. Pawan, R. M. H. Thamrin, W. Widodo, and ..., “Implementation of Forward Chaining Method in Expert System to Detect Diseases in Corn Plants in Muara Tami District,” ... *Inf. Syst.* ..., 2022, [Online]. Available: <http://www.ijcis.net/index.php/ijcis/article/view/59>
- [24] C. R. P. Amalia, “Expert System to Diagnose the Level of Learning Stress in High School Students Using the Forward Chaining Method,” *Int. J. Educ.* ..., 2021, [Online]. Available: <http://journal.lembagakita.org/index.php/ijecs/article/view/329>
- [25] M. Anwar, “Designing an expert system for determining student learning styles using forward chaining in engineering education,” *J. Konseling dan Pendidik.*, vol. 9, no. 1, p. 93, 2021, doi: [10.29210/159000](https://doi.org/10.29210/159000).