

Kombinasi Metode Certainty Factor dan Fuzzy Tsukamoto dalam Pradiagnosa Penyakit Gagal Ginjal Kronis

Rudi Adityawan, Agung Triayudi*, Endah Tri Esti Handayani

Fakultas Teknologi Komunikasi Dan Informatika, Program Studi Informatika, Universitas Nasional, Jakarta, Indonesia

Email: ¹rudi.adityawan@gmail.com, ^{2*}agungtriayudi@civitas.unas.co.id, endahtriesti@civitas.unas.co.id³

Email Penulis Korespondensi: agungtriayudi@civitas.unas.co.id

Submitted: 12/01/2023; Accepted: 20/02/2023; Published: 25/02/2023

Abstrak—Sistem pakar bertujuan untuk menggabungkan pengetahuan manusia dengan sistem, yaitu agar komputer dapat memecahkan masalah dengan cara yang sama seperti yang biasanya dilakukan oleh para ahli. Sistem pakar juga dapat digunakan dalam mendiagnosa penyakit untuk mengetahui jenis penyakit yang diderita sebagai diagnosa awal didasari dari gejala – gejala untuk ditindak lanjuti. Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk pembuatan sistem pakar penyakit gagal ginjal kronis yaitu menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto dan Certainty Factor. Proses pencarian data dimulai dari gejala-gejala yang dialami user dan hasil lab anemia, kreatinin dan eGFR kemudian hasil akhir yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebuah Aplikasi Sistem Pakar pradiagnosa Penyakit Ginjal Dengan Metode Tsukamoto dan Certainty Factor. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu dengan metode certainty factor diperoleh nilai tingkat kepercayaan penyakit pasien sebesar 99.48% dimana sesuai hasil tersebut sesuai dengan pakar dan dengan metode Fuzzy Tsukamoto diperoleh hasil tingkatan stadium penyakit gagal ginjal kronis sebesar 73.9 dimana hasil tersebut masuk kategori VV High Risk.

Kata Kunci: Sistem Pakar; Penyakit Gagal Ginjal; Fuzzy Tsukamoto; Certainty Factor

Abstract—Expert systems aim to combine human knowledge with systems, that is, so that computers can solve problems in the same way that experts usually do. Expert systems can also be used in diagnosing disease to determine the type of disease suffered as an initial diagnosis based on the symptoms to be followed up. In this study, the method used to develop an expert system for chronic kidney failure was using the Fuzzy Tsukamoto and Certainty Factor methods. The data search process starts from the symptoms experienced by the user and lab results of anemia, creatinine and eGFR then the final results obtained from this study are an Expert System Application for pre-diagnosing KidneyDisease with the Tsukamoto Method and Certainty Factor. The results obtained from this study, namely the certainty factor method obtained a patient's disease confidence level of 99.48% where according to these results according to experts and with the Fuzzy Tsukamoto method the results obtained for the stage of chronic kidney failure were 73.9 where these results were included in the VV High Risk category.

Keywords: Expert System; Kidney Failure; Fuzzy Tsukamoto; Certainty Factor

1. PENDAHULUAN

Gagal ginjal kronis (GGK) atau Chronic Kidney Disease (CKD) ditandai dengan penurunan fungsi ginjal yang ireversibel dan progresif yang mengakibatkan uremia karena ketidakmampuan tubuh untuk mengatur keseimbangan cairan dan elektrolit serta metabolisme [1]. Berbagai penyakit dapat menyebabkan kerusakan ginjal yang progresif dan ireversibel, yang dikenal sebagai gagal ginjal kronis[2]. Gagal ginjal dapat menyerang siapa saja anak, dewasa, terutama bagi orang tua. Diagnosis penyakit ginjal yang terlambat merupakan salah satu akibat dari kurangnya kesadaran masyarakat dalam menjaga kesehatannya [3]. Pada tahun 2018, data dari Indonesian Renal Registry (IRR) mengungkapkan bahwa glomerulonefritis (25%), diabetes mellitus (23%), hipertensi (tekanan darah tinggi) (20%), dan ginjal polikistik (10%) adalah penyebab paling umum dari gagal ginjal kronis [4]. Penyakit ginjal kronis (CKD) adalah masalah kesehatan utama yang prevalensinya di seluruh dunia meningkat setiap tahunnya. Prevalensi CKD bervariasi dari 4,1% [interval kepercayaan 95% (95% CI) 2.9–5.3] di Bus Swiss Studi Sante ke 25,5% (95% CI 22,3–28,8) di Timur Laut studi SHIP German[5]. Gagal ginjal kronis dibagi menjadi lima kategori berdasarkan nilai GFR (Glomeruli Filtrate Rate)[6]. Gagal ginjal stadium akhir terjadi ketika ginjal tidak mampu memekatkan urin dengan baik dan beradaptasi dengan perubahan asupan cairan dan elektrolit tubuh. Penyakit ginjal kronis ditemukan secara tidak sengaja atau melalui pemeriksaan rutin dengan analisis kimia urin dan profil serum. Pasien mungkin juga menunjukkan nokturia, nyeri di pinggang, penurunan keluaran urin, hematuria kotor, urin berbusa (tanda albuminuria), dan gejala lainnya [7]. Ada banyak faktor yang menyebabkan orang enggan memeriksakan penyakitnya ke dokter dengan adanya keterbatasan hal tersebut diperlukan sebuah sistem alat bantu untuk dapat diagnosa penyakit ginjal sebagai alternatif informasi yang lebih praktis yaitu sistem pakar.

Sistem pakar merupakan sebuah sistem yang menggunakan fakta dalam penalarannya, sistem pakar merupakan salah satu cabang dari artificial intelligence. Pengetahuan dan teknik analisis yang sebelumnya ditetapkan oleh pakar sesuai dengan bidang keahliannya digunakan dalam sistem ini[8]. Situs web atau bidang kecerdasan buatan dan program komputer cerdas dikenal sebagai sistem pakar[9]. Masalah kompleks yang memerlukan keahlian khusus manusia dipecahkan oleh sistem pakar melalui penggunaan pengetahuan dan prosedur inferensi [10]. Sistem kecerdasan buatan yang dibuat dalam bentuk algoritma dikenal sebagai logika fuzzy, dan dapat digunakan dalam berbagai solusi data. Logika fuzzy sendiri untuk menginterpretasikan statemen yang samar menjadi real atau logis [11]. Metode Fuzzy Tsukamoto adalah pendekatan yang sangat mudah beradaptasi dan toleran terhadap data. Sistem inferensi metode fuzzy Tsukamoto membuat aturan berdasarkan

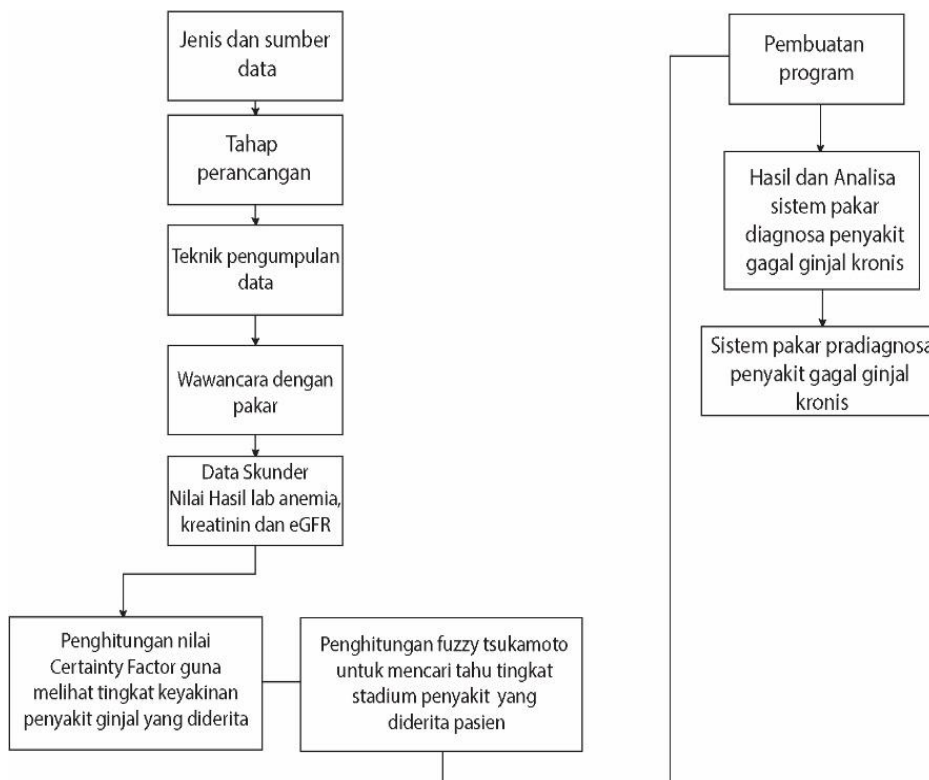
sebab dan akibat (if-then). Metode Tsukamoto adalah perluasan dari penalaran monoton atau terus-menerus. Tsukamoto dapat langsung mengaplikasikan keahlian para ahlinya tanpa harus melalui proses pelatihan karena metode ini sangat mudah dipahami dan memungkinkan penggunaan data yang tidak akurat [12]. Metode Tsukamoto sendiri memiliki keunggulan perseptif dan mampu memberikan tanggapan berdasarkan informasi yang tidak akurat, kualitatif, dan ambigu. Metode ini menggunakan himpunan fuzzy dengan fungsi yang secara konstan dipertimbangkan oleh fuzzifikasi untuk merepresentasikan setiap aturan [13].

Metode certainty factor adalah metode untuk menjelaskan tingkat kepercayaan ahli terhadap masalah yang dihadapi. Ini adalah metode untuk mengarahkan kebenaran pertanyaan untuk menyarankan ide dari seorang ahli[14]. Metode Certainty Factor (CF) adalah cara untuk menunjukkan ketidakpastian pemikiran seorang pakar [15]. Berdasarkan penelitian Hengky tahun 2018 diketahui bahwa dengan menggunakan sistem pakar ini dapat membantu diagnosis dini gagal ginjal, metode fuzzy Tsukamoto dapat digunakan untuk pengambilan keputusan diagnosis penyakit gagal ginjal[16]. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh falatehan, hidayat & brata tahun 2018 yang berjudul “Sistem Pakar diagnosis Penyakit Hati Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Android”, menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto untuk menentukan terdeteksi atau tidaknya penyakit hati berdasarkan input nilai gejala untuk diagnosis. Menggunakan temuan pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini untuk melakukan uji akurasi terhadap 64 data uji dengan skor 96,87 persen[17]. Hasil penelitian oleh Meilani tahun 2022 didapatkan metode certainty factor dapat dilakukan sebagai langkah awal bagi pasien untuk dapat konsultasi sebagai langkah awal sebelum memeriksakan diri ke dokter [18]. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh batubara tahun 2018 yang berjudul “Penerapan Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Dalam” memperoleh hasil bahwa sistem pakar mampu mendeteksi penyakit dalam dengan kesamaan hasil antara pakar dan sistem dengan tingkat akurasi 86%[19]. Pada uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian selanjutnya, maka dari itu peneliti tertarik untuk melakukan studi penelitian dengan mengkombinasikan 2 metode yaitu metode fuzzy dan certainty factor dalam hubungannya dengan diagnosis gagal ginjal.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

Bab ini akan memberikan gambaran tentang rencana penelitian secara keseluruhan. Penelitian dilakukan dalam dua tahap utama yaitu tahap pertama tentang teori atau konsep sains yang sedang dipelajari, dan tahap kedua adalah tentang penggunaan teori atau konsep sains dengan melakukan perhitungan atau pengolahan secara manual. Diagram penelitian digambarkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Diagram Metodologi Penelitian

Pada gambar 1 menjelaskan tentang diagram penelitian. Diagram tersebut menjadi acuan dan juga tahapan bagi peneliti dalam melakukan penelitian saat ini, dari mulai pengumpulan data hingga memperoleh hasil.

2.2 Tahapan Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan guna memenuhi kebutuhan data untuk melakukan penelitian. Data diperoleh dari hasil lab pasien yang terindikasi bergejala penyakit gagal ginjal. Populasinya dari sekitaran warga kampung makasar. Penelitian ini juga memperoleh informasi dari berbagai artikel maupun jurnal penelitian terkait. Wawancara juga dilakukan dengan dokter spesialis penyakit dalam yaitu dr. Marihot Tambunan, SpPD-KGH. Data yang diperoleh dari pakar berupa informasi gejala-gejala penyakit gagal ginjal, dan data hasil keluaran rule.

2.2 Analisa Dan Perancangan

Pada penelitian ini menggunakan certainty factor dan juga fuzzy Tsukamoto guna membuat sistem pradiagnosa penyakit gagal ginjal kronis. Peneliti melakukan studi literatur untuk menunjang sitem pakar pradiagnosa gagal ginjal kronis dalam berbagai media antara lain artikel, jurnal serta buku yang berhubungan dengan sistem pakar yang meggunakan certainty factor dan fuzzy Tsukamoto.

2.2.1 Metode Certainty Factor

Certainty factor diperkenalkan pada tahun 1975 oleh Shortliffe Buchanan sebagai bagian dari produksi MYCIN untuk mengakomodasi ketidakpastian pakar (inexact reasoning). Untuk menghitungnya, tim MYCIN menggunakan faktor kepastian (CF) untuk menggambarkan tingkat kepercayaan pakar terhadap masalah saat ini. Biasanya, representasi aturan terlihat seperti ini:

$$\text{IF } E1 \text{ [AND / OR] } E2 \text{ [AND / OR] } \dots E_n \tag{1}$$

$$\text{THEN } H \text{ (CF = Cfi)} \tag{2}$$

Dimana:

E1 En : fakta – fakta (evidence) yang ada.

H : hipotesa atau konklusi yang dihasilkan.

CF : tingkat keyakinan (certainty factor) terjadinya hipotesa H akibat adanya fakta – fakta

David McAllister mendefinisikan "Faktor tersebut" sebagai "metode untuk membuktikan fakta atau ketidakpastian dalam bentuk metrik yang biasanya digunakan dalam sistem pakar." Definisi ini berasal dari David McAllister[20]. Dalam perancangan sistem pakar menggunakan Certainty factor. Penerapan certainty factor dinilai dari bobot yang digunakan, dalam sesi konsultasi sistem, pengguna aplikasi diberikan pilihan jawaban dimana dari semua jawaban tersebut terdapat bobot nilai yang nantinya digunakan sebagai tolak ukur penerapan certainty factor. Adapun sebagai berikut:

Tabel 1. Bobot Nilai Certainty Factor

No	Keterangan	Nilai User
1	Sangat Yakin	1
2	Yakin	0.8
3	Cukup Yakin	0.6
4	Sedikit Yakin	0.4
5	Tidak Tahu	0.2
6	Tidak	0

Bisa dilihat dari tabel 1, nilai 0 merupakan nilai yang menunjukkan bahwa user yang berkonsultasi tidak sedang bergejala penyakit gagal ginjal. Semakin tinggi nilai gejala yang dipilih oleh user akan semakin besar juga nilai persentase keyakinan yang didapat. Proses awal dari penerapan metode certainty factor berasal dari konsultasi dengan pakar penyakit dalam. Pakar penyakit memberikan informasi mengenai gejala-gejala penyakit orang yang terdiagnosa gagal ginjal setelah itu dilihat tingkat keyakinan dari masing masing gejala tersebut dengan pilihan keyakinan yaitu sangat yakin, yakin, cukup yakin, sedikit yakin, tidak tahu, dan tidak. User juga memilih tingkat keyakinan pada gejala tersebut, setelah itu nilai yang diperoleh dari pakar dan user digabungkan kemudian dihitung dengan formula:

$$CF_{\text{gejala}} = CF_{\text{pakar}} [H] * CF_{\text{user}} [E]$$

$$CF_{\text{combine}} = CF_{\text{fold}} + CF_{\text{gejala}} * (1 - CF_{\text{fold}})$$

$$CF_{\text{persentase}} = CF_{\text{combine}} * 100\%$$

$$CF(h,e) = \text{Certainty Factor (faktor kepastian) dalam hipotesis h dipengaruhi oleh evidence (gejala) e.}$$

2.2.2 Metode Fuzzy Tsukamoto

Memfaatkan Fuzzy Inference System (FIS) milik Tsukamoto untuk membuat sistem pakar. Nilai anemia, kreatinin, dan eGFR semuanya merupakan indikator gagal ginjal. Fungsi pembuatan akan melalui tahap fuzzifikasi dan membuat himpunan fuzzy dari data yang diterima. Kemudian ke tahap selanjutnya yaitu pembuatan aturan IF-THEN. Mesin inferensi adalah langkah selanjutnya, dan menggunakan fungsi paparan yang sesuai selama tahap fuzzifikasi untuk mengubah keluaran mesin dari tahap inferensi menjadi nilai tetap menggunakan aturan yang telah ditentukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Certainty Factor

Proses awal melihat gejala untuk mendapatkan nilai kepercayaan dengan certainty factor. Pada tabel 1 adalah gejala-gejala penyakit gagal ginjal kronis beserta nilai yang diperoleh dari pakar dan user.

Tabel 2. Gejala Penyakit Gagal Ginjal Kronis

Kode Gejala	Nama Gejala	Nilai CF Pakar	Nilai CF User
G1	Pembengkakan diseluruh badan	0.8	0.4
G2	Sesak nafas	0.4	0.6
G3	Tremor tangan	0.8	0.8
G4	Mudah lemah	0.6	0.8
G5	Mual dan muntah	0.6	0.6
G6	Darah dalam urine	0.4	0.4
G7	Hipertensi dan diabetes	0.6	0.6
G8	Mengkonsumsi obat pereda sakit dalam waktu yang lama	0.4	0.6
G9	Kondisi tubuh menurun	0.6	0.8
G10	Gatal diseluruh tubuh	0.4	0.4
G11	Warna urine menjadi keruh	0.4	0.4
G12	Produksi Urin berkurang	0.6	0.8

Terdapat 12 gejala yang diuji dapat dilihat pada tabel 2, setelah hasil nilai CF Pakar dan CF user didapatkan maka nilai keduanya dapat dikombinasikan. Berikut merupakan cara mengkombinasikan nilai CF Pakar dan CF User:

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

$$= 0.4 * 0.8$$

$$= 0.32$$

$$CFCombine CF[H,E] 1,2$$

$$= CF[H,E]1 + CF[H,E]2 * (1 - CF[H,E] 1)$$

$$= 0.32 + 0.24 * (1 - 0.32)$$

$$= 0.32 + 0.24 * 0.68$$

$$= 0.32 + 0.1632$$

$$= 0.4832 Old$$

Nilai yang telah didapat kemudian dicari nilai persentasenya.

$$CFpersentase = CFcombine * 100\%$$

$$= 0.9948696248141008 * 100\%$$

$$= 99.48\%$$

Berdasarkan hasil penghitungan metode certainty factor diatas menghasilkan tingkat keyakinan user terhadap penyakit gagal ginjal kronik sebesar 99.48%. Hasil itu diambil dari nilai gejala yang diperoleh dari user dan pakar.

3.2 Fuzzy Tsukamoto

Penerapan metode fuzzy tsukamoto berasal dari hasil lab pasien. Pasien dengan penyakit diabetes atau hipertensi biasanya melakukan pemeriksaan lab yang mengandung nilai anemia, kreatinin dan juga eGFR, dari hasil tersebut menjadi sebuah bilangan rill untuk kemudian di fuzzifikasi. Setelah fuzzifikasi akan menghasilkan nilai fuzzy untuk dapat diproses ke nilai selanjutnya. Proses selanjutnya ada defuzzifikasi yang akan memperoleh bilangan rill baru yang dapat digunakan untuk menentukan stadium penyakit gagal ginjal kronis yang diderita pasien. Pada himpunan fuzzy kali ini, variabel masukan dan keluaran memiliki lebih dari satu himpunan fuzzy. Variabel keluarannya berupa tingkat resiko penyakit gagal ginjal kronis pada pasien. Pada proses ini, himpunan fuzzy mempunyai 5 himpunan yaitu Low Risk, Moderate Risk, High Risk, Very High Risk & Very Very High Risk.

1. Variabel masukan

Berikut karakteristik yang akan digunakan untuk mengidentifikasi penyakit ginjal kronis dalam kumpulan kriteria sistem ini. Ada 3 variabel untuk penyakit ginjal kronis, variabel inputnya adalah

- a) Anemia mempunyai 3 himpunan yaitu BERAT, SEDANG & RINGAN.
- b) Kreatinin mempunyai 2 himpunan yaitu RENDAH & TINGGI.
- c) eGFR mempunyai 6 himpunan berupa G5, G4, G3B, G3A, G2 & G1.

2. Variabel Keluaran

Variabel keluaran dalam penelitian ini merupakan tingkat stadium penyakit gagal ginjal kronis yang diderita oleh pasien. Terdapat 5 himpunan fuzzy dari variabel keluaran ini, yaitu Low Risk, Moderate Risk, High Risk, Very High Risk & Very Very High Risk.

Pada sebuah kasus didapatkan nilai kreatinin 6.20 egfr 9.0 anemia 10.1. Dari masing masing nilai yang diperoleh kemudian dibuat himpunan keanggotaannya. Setelah itu dibuat rule yang bersumber dari pakar untuk dijadikan bahan acuan. Adapun rule yang dapat digunakan dalam penghitungan dengan metode fuzzy Tsukamoto berjumlah 36 rule yang terdapat pada tabel 3.

Tabel 3. Rule Hasil Keluaran

No	IF	AND	AND	THEN	No	IF	AND	AND	THEN
1	Kreatinin Rendah	Anemia Berat	eGFR G5	Low Risk	19	Kreatinin Tinggi	Anemia Berat	eGFR G5	VV High Risk
2	Kreatinin Rendah	Anemia Berat	eGFR G4	Low Risk	20	Kreatinin Tinggi	Anemia Berat	eGFR G4	Very High Risk
3	Kreatinin Rendah	Anemia Berat	eGFR G3b	Low Risk	21	Kreatinin Tinggi	Anemia Berat	eGFR G3b	High Risk
4	Kreatinin Rendah	Anemia Berat	eGFR G3a	Low Risk	22	Kreatinin Tinggi	Anemia Berat	eGFR G3a	Moderate Risk
5	Kreatinin Rendah	Anemia Berat	eGFR G2	Low Risk	23	Kreatinin Tinggi	Anemia Berat	eGFR G2	Low Risk
6	Kreatinin Rendah	Anemia Berat	eGFR G1	Low Risk	24	Kreatinin Tinggi	Anemia Berat	eGFR G1	Low Risk
7	Kreatinin Rendah	Anemia Sedang	eGFR G5	Low Risk	25	Kreatinin Tinggi	Anemia Sedang	eGFR G5	VV High Risk
8	Kreatinin Rendah	Anemia Sedang	eGFR G4	Low Risk	26	Kreatinin Tinggi	Anemia Sedang	eGFR G4	Very High Risk
9	Kreatinin Rendah	Anemia Sedang	eGFR G3b	Low Risk	27	Kreatinin Tinggi	Anemia Sedang	eGFR G3b	High Risk
10	Kreatinin Rendah	Anemia Sedang	eGFR G3a	Low Risk	28	Kreatinin Tinggi	Anemia Sedang	eGFR G3a	Moderate Risk
11	Kreatinin Rendah	Anemia Sedang	eGFR G2	Low Risk	29	Kreatinin Tinggi	Anemia Sedang	eGFR G2	Low Risk
12	Kreatinin Rendah	Anemia Sedang	eGFR G1	Low Risk	30	Kreatinin Tinggi	Anemia Sedang	eGFR G1	Low Risk
13	Kreatinin Rendah	Anemia Ringan	eGFR G5	Low Risk	31	Kreatinin Tinggi	Anemia Ringan	eGFR G5	VV High Risk
14	Kreatinin Rendah	Anemia Ringan	eGFR G4	Low Risk	32	Kreatinin Tinggi	Anemia Ringan	eGFR G4	Very High Risk
15	Kreatinin Rendah	Anemia Ringan	eGFR G3b	Low Risk	33	Kreatinin Tinggi	Anemia Ringan	eGFR G3b	High Risk
16	Kreatinin Rendah	Anemia Ringan	eGFR G3a	Low Risk	34	Kreatinin Tinggi	Anemia Ringan	eGFR G3a	Moderate Risk
17	Kreatinin Rendah	Anemia Ringan	eGFR G2	Low Risk	35	Kreatinin Tinggi	Anemia Ringan	eGFR G2	Low Risk
18	Kreatinin Rendah	Anemia Ringan	eGFR G1	Low Risk	36	Kreatinin Tinggi	Anemia Ringan	eGFR G1	Low Risk

Nilai setiap variabel pada himpunan fuzzy akan dimasukkan ke dalam 36 aturan kelayakan himpunan fuzzy untuk mendapatkan nilai α -predikat untuk setiap aturan. Aturan dibuat dengan operator AND dan yang menggambarkan nilai output input adalah IF-THEN, Dari kasus diatas rule yang terpilih ialah:

[R.25] IF Kreatinin = Tinggi AND Anemia = Sedang AND eGFR = G5 THEN Very very High Risk

[R.31] IF Kreatinin = Tinggi AND Anemia = Ringan AND eGFR = G5 THEN Very very High Risk

Dari aturan yang terpillih kemudian dicari nilai α -predikat dan nilai z.

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat 1} &= \min (\mu \text{ Kreatinin}(6.20) \cap \mu \text{ eGFR}(9.0) \cap \mu \text{ Anemia}(10.1)) \\ &= \min (1 \cap 1 \cap 0.81) \\ &= 0.81 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat 1} &= \min (\mu \text{ Kreatinin}(6.20) \cap \mu \text{ eGFR}(9.0) \cap \mu \text{ Anemia}(10.1)) \\ &= \min (1 \cap 1 \cap 0.18) \\ &= 0.18 \end{aligned}$$

Maka dari proses penalaran didapatkan nilai α -predikat 1 0.81 dan 0.18 dan nilai z adalah = 76.2 dan 63.6. Setelahnya adalah α -predikat 1 x nilai z. Setelah itu lakukan defuzzifikasi, tahap konfirmasi input dan proses adalah nama lain untuk tahap ini. Angka yang mewakili domain dari himpunan fuzzy menegaskan bahwa ini adalah himpunan fuzzy yang dibuat dengan menggabungkan aturan fuzzy. Data di atas menunjukkan bahwa hasil aturan adalah.

$$\begin{aligned} &= \frac{0*0 + 0*0 + 0.81*76.2 + 0*0 + 0.18*63.6 + 0*0 + 0*0 + \dots + 0*0}{73,17} \\ &= \frac{0,99}{73,17} \\ &= 73,90909091 \end{aligned}$$

Nilai himpunan kelayakan diagnose yang dihasilkan adalah 73.90909091. Itu berarti termasuk kategori VV HIGH RISK. Setiap set hasil penyakit telah diperoleh mengikuti proses defuzzifikasi.

4. KESIMPULAN

Dari proses pembuatan sistem pakar dengan metode fuzzy tsukamoto dan certainty factor diperoleh kesimpulan bahwa aplikasi ini dapat digunakan oleh pakar maupun masyarakat umum dalam membantu pradiagnosa penyakit gagal ginjal kronis dijadikan sebagai pradiagnosa awal sebelum pergi ke dokter. Metode certainty factor dapat digunakan untuk melihat tingkat keyakinan penyakit yang diderita user. Metode fuzzy Tsukamoto dapat digunakan untuk mengetahui tingkatan gagal ginjal kronis dari user dan akan mendapatkan solusi selanjutnya yang dinilai dari seberapa besar kondisi penyakit user.

REFERENCES

- [1] Nurudin Ahmad and Sulistyaningsih Dwi Retno, "HUBUNGAN ANTARA LAMA MENJALANI TERAPI HEMODIALISIS DENGAN KEPATUHAN ASUPAN CAIRAN PADA PASIEN PENYAKIT GINJAL KRONIK," *Jurnal Ilmu Keperawatan Medial Bedah 1* (1), Mei 2018, pp. 1–43, 2018.
- [2] H. Rustandi, H. Tranado, and T. Pransasti, "Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Hidup Pasien Chronic Kidney Disease yang Menjalani Hemodialisa di Ruang Hemodialisa," *Jurnal Keperawatan Silampari*, vol. 1, no. 2, pp. 32–46, Feb. 2018, doi: 10.31539/jks.v1i2.8.
- [3] Mukhroj & Ismuhadi, "Perancangan Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Awal Penyakit Batu Ginjal Berbasis Web Dengan Menggunakan Metode Forward Chaining," 2022.
- [4] F. Mailani and R. F. Andriani, "HUBUNGAN DUKUNGAN KELUARGA DENGAN KEPATUHAN DIET PADA PASIEN GAGAL GINJAL KRONIK YANG MENJALANI HEMODIALISIS," *Jurnal Endurance*, vol. 2, no. 3, p. 416, Oct. 2017, doi: 10.22216/jen.v2i3.2379.
- [5] V. S. Stel, K. Brück, S. Fraser, C. Zoccali, Z. A. Massy, and K. J. Jager, "International differences in chronic kidney disease prevalence: A key public health and epidemiologic research issue," *Nephrology Dialysis Transplantation*, vol. 32, Oxford University Press, pp. ii129–ii135, Apr. 01, 2017. doi: 10.1093/ndt/gfw420.
- [6] S. H. Nasution, S. Syarif, and S. Musyabiq, "Penyakit Gagal Ginjal Kronis Stadium 5 Berdasarkan Determinan Umur, Jenis Kelamin, dan Diagnosa Etiologi di Indonesia Tahun 2018," 2020.
- [7] V. Kyneissia Gliselda, "Diagnosis dan Manajemen Penyakit Ginjal Kronis (PGK)," 2021. [Online]. Available: <http://jurnalmedikahutama.com>
- [8] T. Feraldly Ramadhani, I. Fitri, and E. Tri Esti Handayani, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit ISPA Berbasis Web Dengan Metode Forward Chaining," 2018.
- [9] I. A. Wisky and D. Akhiyar, "SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSA PENYAKIT TULANG BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING," *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 19, no. 1, 2019.
- [10] B. P. Putra, Y. Yunus, and Sumijan, "Sistem Pakar dalam Mendiagnosis Penyakit Mata dengan Menggunakan Metode Forward Chaining," *Jurnal Informasi dan Teknologi*, pp. 128–133, Sep. 2021, doi: 10.37034/jidt.v3i3.122.
- [11] Erlangga and Y. Yanu Dharmawan, "PENENTUAN PENERIMA KINERJA DOSEN AWARD MELALUI METODE TSUKAMOTO DENGAN KONSEP LOGIKA FUZZY," 2018.
- [12] K. M. Herdiastuti, "IMPLEMENTASI ALGORITMA FUZZY TSUKAMOTO UNTUK MENENTUKAN JUMLAH PRODUKSI ROTI," 2017.
- [13] Y. Ferdiansyah and N. Hidayat, "Implementasi Metode Fuzzy-Tsukamoto Untuk Diagnosis Penyakit Pada Kelamin Laki Laki," 2018. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [14] R. Al, D. Yunas, A. Triayudi, and I. D. Sholihati, "Implementasi Sistem Pakar untuk Mendeteksi Virus Covid-19 dengan Perbandingan Metode Naïve Bayes dan Certainty Factor," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 5, no. 3, p. 2021, 2021, doi: 10.35870/jti.
- [15] S. Arlis, "SATIN-Sains dan Teknologi Informasi Diagnosis Penyakit Radang Sendi Dengan Metode Certainty Factor," 2017. [Online]. Available: <http://jurnal.stmik-amik-riau.ac.id>
- [16] Hengky, "SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT GINJAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC TSUKAMOTO," 2018.
- [17] A. I. Falatehan, N. Hidayat, and K. C. Brata, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Hati Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Android," 2018. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [18] B. D. Meilani and M. S. Munir, "SNESTIK Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Menyerupai COVID-19 Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Website," p. 43, 2022, doi: 10.31284/p.snestik.2022.2599.
- [19] S. Batubara, S. Wahyuni, and E. Hariyanto, "PENERAPAN METODE CERTAINTY FACTOR PADA SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT DALAM," 2018.
- [20] A. Riadi and U. Ichsan Gorontalo, "PENERAPAN METODE CERTAINTY FACTOR UNTUK SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT DIABETES MELITUS PADA RSUD BUMI PANUA KABUPATEN POHUWATO," *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 9, 2017.