

PENGEMBANGAN SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT GINJAL KRONIK MENGGUNAKAN METODE FIS - SUGENO

Jumadi Jepri

Program Studi Informatika, Universitas Indraprasta PGRI
jumadi.jepri@gmail.com

Abstrak

Jumlah penderita Ginjal Kronis setiap tahunnya selalu bertambah. Salah satu penyebabnya yaitu telatnya diagnosa tersebut untuk diketahui dan adanya pola hidup yang kurang baik. Peserikatan bangsa-bangsa (WHO) memperkirakan di Indonesia akan terjadi peningkatan penderita gagal ginjal sampai tahun 2025 sebesar 41,4%. Dalam penelitian ini akan dibuat suatu sistem pakar diagnosa penyakit Ginjal Kronis dengan menggunakan metode FIS – Sugeno. Variabel-variabel yang digunakan dalam pembentukan himpunan *fuzzy* yang merupakan himpunan variabel dari hasil laboratorium antara lain kreatinin, ureum, hemoglobin, pH darah, albumin urin, dan asam urat. Variabel yang telah dimasukkan dalam himpunan *fuzzy* dibentuk dengan kombinasi dari variabel satu dengan linguistiknya masing-masing kemudian himpunan *fuzzy* itu akan diproses dengan metode FIS - Sugeno dengan bantuan *Toolbox Matlab* sehingga menghasilkan suatu keputusan berupa negatif ginjal kronis, pre ginjal kronis atau positif ginjal kronis. Aplikasi ini diuji dengan melibatkan rekam medik diagnosa dari dokter menggunakan variabel – variabel : kreatinin, ureum, hemoglobin, PH darah, albumin dan asam surat. Hasil keputusan yang dihasilkan dari aplikasi dengan pendekatan metode FIS - Sugeno menghasilkan keputusan yang akurat bagi pengguna dalam diagnosa penyakit ginjal kronis. Dengan demikian secara umum aplikasi ini dapat dipakai untuk membantu dalam diagnosa penyakit ginjal kronis sehingga penyebaran penyakit tersebut dapat ditekan semaksimal mungkin.

Kata kunci : Sistem Pakar, *Fuzzy Inference System*, Metode Sugeno, *Toolbox Matlab*.

Abstract

The number of patients with Chronic Kidney every year always increases. One of the causes is the late diagnosis to be known and the existence of an unfavorable lifestyle. The United Nations Alliance (WHO) estimates that in Indonesia there will be an increase in kidney failure patients until 2025 by 41.4%. In this study an expert system for diagnosing Chronic Kidney disease will be made using the FIS - Sugeno method. The variables used in the formation of fuzzy sets which are variable sets of laboratory results include creatinine, urea, hemoglobin, blood pH, urine albumin, and gout. Variables that have been entered in the fuzzy set are formed by a combination of one variable with the linguistics of each then the fuzzy set will be processed by the FIS-Sugeno method with the help of the Matlab Toolbox so as to produce a decision in the form of chronic kidney negatives, chronic pre kidney or chronic kidney positives. This application was tested by involving medical records of diagnoses from doctors using variables: creatinine, urea, hemoglobin, blood pH, albumin and acidic letters. The results of the decisions generated from the application using the Sugis-FIS method resulted in accurate decisions for users in diagnosing chronic kidney disease. Thus in general this application can be used to assist in the diagnosis of chronic kidney disease so that the spread of the disease can be suppressed as much as possible.

Keywords : *Expert System, Fuzzy Inference System, Sugeno Method, Toolbox Matlab*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Ginjal adalah bagian dari tubuh yang dimiliki manusia sebagai alat ekskresi (pengeluaran) yang sangat vital dan memiliki fungsi yaitu membuang bahan-bahan yang tidak dibutuhkan oleh tubuh.

Selain itu ginjal juga berfungsi untuk mengatur konsentrasi garam dalam darah dan keseimbangan asam basa darah, serta sekresi bahan buangan dan kelebihan garam [6]. Jika ginjal tidak dapat berfungsi karena beberapa penyebab maka yang akan terjadi adalah kondisi gagal ginjal. Gagal ginjal

merupakan suatu keadaan ketika fungsi ginjal tidak dapat berfungsi dengan baik dalam menyaring sisa makanan dan bahan-bahan yang tidak dibutuhkan oleh tubuh sehingga membentuk racun dalam tubuh yang dapat berakibat kematian jika tidak diobati. Siapa saja yang akan terkena gagal ginjal? jawabannya adalah semua orang tanpa memandang umur, jenis kelamin maupun ras. Orang yang mengalami penyakit ginjal pada umumnya tidak menyadari kalau dirinya sudah menderita penyakit ginjal, karena pada dasarnya ciri dari penyakit ginjal tidak mudah diketahui secara pasti.

Peningkatan jumlah penderita gagal ginjal pada umumnya dipengaruhi oleh kehidupan masyarakat yang semakin modern yang berdampak pada pola hidup tidak sehat seperti makan-makanan instan, minuman yang tidak sehat (alkohol, bersoda), merokok dan kurangnya aktifitas seperti olahraga. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem yang dapat dipakai dalam penentuan secara cepat dan akurat apakah seseorang menderita ginjal kronik atau tidak dengan menggunakan konsep metode FIS - Sugeno.

Tinjauan Pustaka

1. Kreatinin

Kreatinin adalah produk limbah kimia yang berada dalam darah, kemudian limbah ini disaring oleh ginjal dan kemudian dikeluarkan ke dalam urin. Ketika ada kerusakan ginjal maka ginjal tidak dapat menyaring limbah kimia yang berada dalam darah secara baik sehingga mengakibatkan kadar kreatinin dalam darah menjadi meningkat.

2. Ureum

Ureum merupakan hasil dari asam amino yang mana senyawa amoniannya telah masuk kehati dan mencapai ginjal. Apabila kadar urea dalam darah tinggi maka akan menyebabkan terjadinya gagal ginjal.

3. Hemoglobin (Hb)

Hb merupakan molekul protein yang mengandung zat besi dalam darah yang berfungsi mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh dan mengangkut karbondioksida dari seluruh tubuh ke paru-paru.

4. pH Darah

PH merupakan ukuran konsentrasi dari ion hidrogen untuk mengetahui apakah bersifat asam atau basa. Apabila darah mengandung banyak asam maka disebut dengan asidosis sedangkan apabila darah mengandung banyak basa maka disebut dengan alkalosis. Baik asidosis maupun alkalosis terjadi akibat dari adanya sejumlah penyakit dalam tubuh dan salah satunya dikarenakan gagal ginjal.

5. Albumin Urin

Albumin merupakan jenis protein paling berlimpah dalam darah. Pemeriksaan albumin urin juga diperlukan untuk mengetahui kesehatan ginjal. Apabila kadar dari albumin dalam darah kecil maka dapat mengakibatkan terjadinya gagal ginjal, hal ini dikarenakan ginjal tidak dapat menahan bocornya albumin dari darah yang masuk kedalam urin.

6. Asam Urat

Asam urat merupakan suatu keadaan yang menimbulkan rasa nyeri yang tidak tertahankan dan pembengkakan di persendian. Penyakit ginjal bisa disebabkan tingginya asam urat, sehingga menimbulkan gangguan pembuangan di ginjal. Asam urat di tubulus ginjal akan mengganggu aliran urine sehingga mengakibatkan fungsi ginjal menurun karena terganggunya kerja nefron ginjal.

7. Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan sistem yang didasarkan pada fakta, teknik menalar dan pengetahuan untuk menyelesaikan masalah, dimana sistem pakar tersebut tidak lepas dari elemen manusia yang terkait di dalamnya [5]. Sistem pakar

berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti biasa dilakukan oleh para ahli [1].

8. Sistem Fuzzy

Fuzzy Logic ditemukan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh tahun 1965. Dasar *fuzzy logic* yaitu teori himpunan *fuzzy* dimana derajat keanggotaan berfungsi sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan. Logika *fuzzy* (*Fuzzy Logic*) menginterpretasikan statemen yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis [2]. Nilai keanggotaan atau *membership function* menjadi ciri dalam penalaran dengan *Fuzzy Logic* tersebut [4].

9. Fuzzy Inference System Metode Sugeno

Penggunaan dengan metode Sugeno hamper mirip dengan penalaran Mamdani, bedanya hanya dalam output (konsekuen) dimana sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan konstanta atau persamaan linear [3]. Metode TSK itu sendiri terdiri 2 model, yaitu :

1. Model *fuzzy* Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model *fuzzy* Sugeno Orde-Nol adalah :

IF (x_1 is A_1) o (x_2 is A_2) o (x_3 is A_3) o ... o (x_N is A_N) THEN $z = k$. Dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke-i sebagai anteseden dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

2. Model *fuzzy* Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model *fuzzy* Sugeno Orde-Satu adalah :

IF (x_1 is A_1) o ... o (x_N is A_N) THEN $z = p_1 * x_1 + .. + p_N * x_N + q$

dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke-i sebagai anteseden dan p_i adalah konstanta atau tegas ke-i dan q , merupakan konstanta dalam konsekuen.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membuat sistem komputasi untuk mengetahui level dari keparahan penyakit ginjal kronis.

2. Membangun sistem informasi yang dapat dengan mudah dijawab oleh user untuk mengetahui keparahan penyakit ginjal.

Manfaat Penelitian

Meningkatkan kesadaran dan pengetahuan bagi masyarakat mengenai penyakit ginjal kronis dan memberikan kemudahan bagi masyarakat dalam mencari informasi mengenai jenis penyakit ginjal kronis serta mengenai cara penanganannya lebih awal.

2. METODE PENELITIAN

Model sistem ini akan dilakukan dalam implementasi sistem pakar diagnosa penyakit *Ginjal Kronis* dengan menggunakan *Fuzzy Inference System* metode Sugeno. Metode ini diantaranya menentukan himpunan *fuzzy*, menentukan derajat keanggotaan, menghitung predikat aturan dan defuzzifikasi dapat dilihat pada gambar.



Gambar 1. Rancangan Sistem Diagnosa Ginjal Kronis dengan FIS Sugeno

Adapun penjelasan dari Flowchart Fuzzy Inference System Metode Sugeno adalah sebagai berikut :

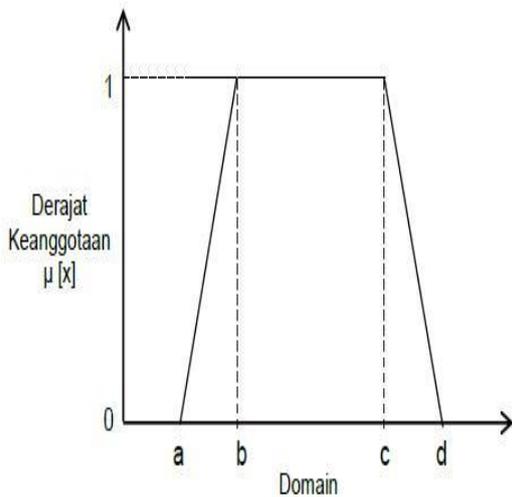
A. Input Himpunan Fuzzy

Sistem pakar diagnosa penyakit ginjal kronis ini menggunakan inputan dari hasil rekam medis dan hasil laboratorium. Hasil pemeriksaan tersebut merupakan variabel-variabel yang digunakan dalam penegasan diagnosa penyakit Ginjal Kronis yaitu Serum kreatinin, Ureum Kreatinin, Hemoglobin (Hb), Albumin, kalsium, PH darah, Asam urat, kalsium, Natrium dan kalium.

B. Menentukan Derajat Keanggotaan

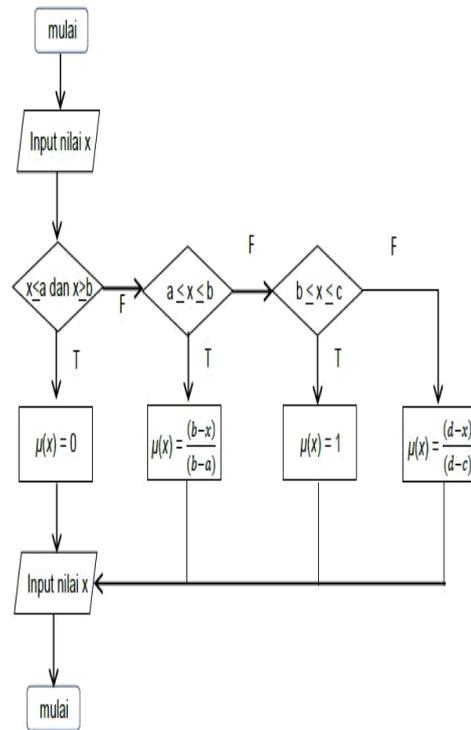
Dimana setiap variabel inputan sistem dalam himpunan fuzzy ditentukan derajat keanggotaannya (μ), derajat keanggotaan tersebut menjadi nilai dalam himpunan Fuzzy. Representasi tersebut dapat dibuat *flowchat* untuk mempermudah dalam proses mencari derajat keanggotaan. Adapun representasi yang digunakan penulis antara lain :

1. Representasi Kurva Trapesium



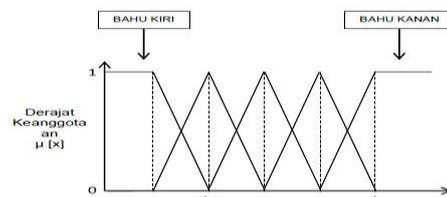
Gambar 2. Kurva Trapesium

Adapun *flowchart* dari representasi kurva *trapesium* ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Flowchart Kurva Trapesium

2. Representasi Kurva Bahu



Gambar 4. Representasi Kurva Bahu

C. Penentuan Basis Pengetahuan

Sumber pengetahuan ini dikumpulkan dan kemudian direpresentasikan ke dalam suatu basis pengetahuan menggunakan kaidah IF – THEN. Kemudian di cari predikat aturan dari masing-masing basis pengetahuan tersebut. Adapun model yang dipakai dalam implementasi sistem pakar diagnosa penyakit *Ginjal Kronis* adalah dengan menggunakan logika *Fuzzy Inference System* metode Sugeno, basis pengetahuan ini berisi aturan-aturan atau rule-rule yang berguna dalam penentuan keputusan sebagai hasil output dari sistem.

D. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi sebagai proses pengubahan besaran fuzzy yang disajikan dalam bentuk himpunan fuzzy keluaran dengan fungsi keanggotaannya untuk mendapatkan kembali bentuk tegasnya (crisp).

Pada tahap ini dilakukan penghitungan rata-rata dari setiap predikat pada setiap variabel dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$WA = \frac{a_1Z_1 + a_2Z_2 + a_3Z_3 + \dots + a_nZ_n}{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}$$

Keterangan :

a_n = nilai predikat aturan ke-n

Z_n = indeks nilai output ke-n

E. Hasil Keputusan

Merupakan hasil keputusan dari rangkaian proses dalam penegakan diagnosa penyakit *Ginjal Kronis* berdasarkan hasil data rekam medis dan hasil laboratorium yang diolah menggunakan metode FIS – Sugeno dan *toolbox matlab*. Adapun hasil dari pemeriksaan dan diagnosa dari sistem pakar ini adalah Negatif *Ginjal Kronis*, Pre *Ginjal Kronis*, dan Positif *Ginjal Kronis*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan penelitian yang dibuat mengenai diagnosa penyakit ginjal kronik menggunakan sistem pakar Fuzzy Inference System Sugeno, maka berikut di paparkan hasil yang didapat.

A. Pengelompokan Data

Pengelompokan data pada pemilihan populasi dan sampel pada penelitian ini adalah data sekunder dari Rumah Sakit yang ada di wilayah Jakarta Pusat, sebanyak 150 pasien yang berobat ke dokter Spesialis Ginjal Hipertensi yang dipilih secara acak, terdiri dari 6 variabel input dan 3 variabel output yang bertujuan untuk menentukan akurasi diagnosa penyakit Ginjal kronis dengan menggunakan Fuzzy Inference System metode Sugeno.

Tabel 1. Nilai Variabel dan Kategori

No	Nama Variabel	Nilai	Klasifikasi	Domain
1	Kreatinin	$x \leq 1,5$	Normal	[0 1,6]
		$1,6 \leq x \leq 3$	Sedang	[1,5 3,1]
		$3,1 \leq x \leq 7$	Tidak Normal	[3 8]
2	Ureum	$20 \leq x \leq 40$	Normal	[0 41]
		$41 \leq x \leq 65$	Sedang	[40 66]
		$66 \leq x \leq 100$	Tinggi	[65 100]
3	Hb	$12 \leq x \leq 18$	Normal	[12 19]
		$x \leq 12$	Anemia	[0 12]
4	pH Darah	$7,35 \leq x \leq 7,45$	Normal	[7,35 7,45]
		$7,46 \leq x \leq 14$	Alkalosis	[7,46 14]
		$x \leq 7,34$	Asidosis	[0 7,34]
5	Albumin Urin	$x \leq 8$	Normal	[0 9]
		$8 \leq x \leq 15$	Tidak Normal	[8 15]
6	Asam Urat	$x \leq 7$	Normal	[0 8]
		$7 \leq x \leq 15$	Tidak Normal	[7 16]

B. Perancangan Fuzzy Inference System Metode Sugeno

Model Sistem dalam implementasi sistem pakar diagnosa penyakit *Ginjal Kronis* dengan menggunakan metode Sugeno diantaranya menentukan himpunan fuzzy, menentukan derajat keanggotaan, menentukan basis pengetahuan dan defuzzifikasi.

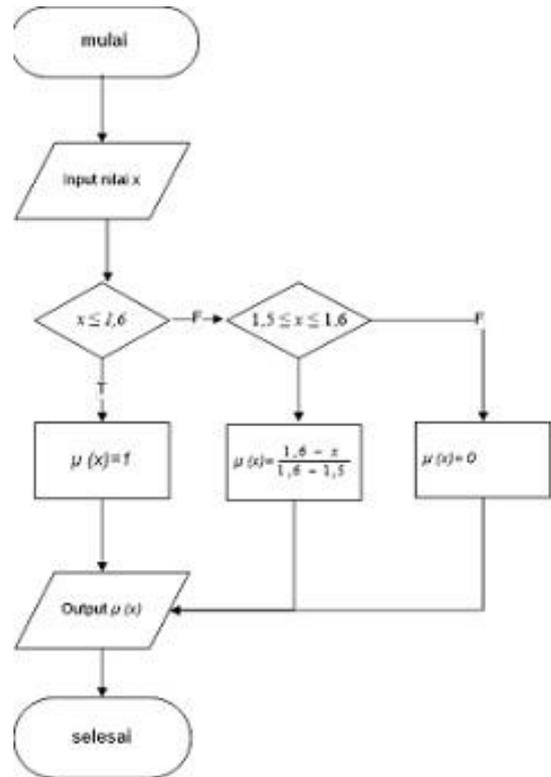
C. Menentukan Himpunan Fuzzy

Pertama dalam melakukan perancangan mesin inferensi fuzzy adalah menentukan himpunan fuzzy dari tiap-tiap variabel fuzzy. Adapun variabel fuzzy yang penulis gunakan adalah hasil rekam medis dan hasil pemeriksaan laboratorium yang nantinya difungsikan sebagai input dari mesin inferensi fuzzy.

Tabel 2. Pengelompokan Himpunan Fuzzy

No	Nama Variabel	Himpunan Fuzzy	
		Nilai	Klasifikasi
1.	Kreatinin	$x \leq 1,5$	Normal
		$1,6 \leq x \leq 3$	Sedang
		$3,1 \leq x \leq 7$	Tidak Normal
2.	Ureum	$20 \leq x \leq 40$	Normal
		$41 \leq x \leq 65$	Sedang
		$66 \leq x \leq 100$	Tinggi
3.	Hb	$12 \leq x \leq 18$	Normal
		$x \leq 12$	Anemia
4.	PH Darah	$7,35 \leq x \leq 7,45$	Normal
		$7,45 \leq x \leq 14$	Basa
		$x \leq 7,35$	Asidosis
5.	Albumin Urin	$x \leq 8$	Normal
		$8 \leq x \leq 15$	Tidak Normal
6.	Asam Urat	$x \leq 7$	Normal
		$7 \leq x \leq 16$	Tidak Normal

D. Menentukan Derajat Keanggotaan
Sistem Aplikasi yang akan dibangun menggunakan beberapa representasi untuk mencari derajat keanggotaan pada tiap-tiap variabel fuzzy, representasi tersebut dapat dibuatkan *Flowchart* untuk mempermudah dalam proses mencari derajat keanggotaan



Gambar 5. Flowchart Derajat Keanggotaan NORMAL Kreatinin

E. Menentukan Basis Pengetahuan
Sumber pengetahuan ini dikumpulkan dan kemudian direpresentasikan ke dalam suatu basis pengetahuan menggunakan kaidah IF – THEN. Kemudian di cari predikat aturan dari masing-masing basis pengetahuan tersebut. Aturan-aturan di dapat dari hasil kuesioner oleh seorang pakar kesehatan yang terdiri dari 216 aturan dalam diagnosa penyakit *Ginjal Kronis*, sebagai berikut:

Tabel 3. Rule Basis Pengetahuan

R1	IF	Kreatinin NORMAL AND Ureum NORMAL AND Hemoglobin NORMAL AND Ph Darah NORMAL AND Albumin NORMAL AND Asam urat Normal	THEN	NEGATIF GINJAL KRONIS = 1
R2	IF	Kreatinin NORMAL AND Ureum NORMAL AND Hemoglobin ANEMIA AND Ph Darah ALKALOSIS NORMAL AND Albumin NORMAL AND AND Asam urat Normal	THEN	PRE GINJAL KRONIS =2
R3	IF	Kreatinin NORMAL AND Ureum SEDANG AND Hemoglobin ANEMIA AND Ph Darah ASIDOSIS AND Albumin NORMAL AND AND Asam urat Normal	THEN	PRE GINJAL KRONIS =2
R216	IF	Kreatinin TIDAK NORMAL AND Ureum TINGGI AND Hemoglobin ANEMIA AND Ph Darah ASIDOSIS AND Albumin TIDAK NORMAL AND Asam urat TIDAK NORMAL	THEN	POSITIF GINJAL KRONIS =3

Dari aturan-aturan yang dibuat diatas nantinya dapat digunakan sebagai penentuan keputusan dalam diagnosa penyakit *Ginjal Kronis*.

F. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi sebagai proses perubahan besaran *fuzzy* yang disajikan dalam bentuk himpunan *fuzzy* keluaran dengan fungsi keanggotaannya untuk mendapatkan

kembali bentuk tegasnya (*crisp*). Input dari proses Defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai output. Dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$WA = \frac{\alpha_1 Z_1 + \alpha_2 Z_2 + \alpha_3 Z_3 + \dots + \alpha_n Z_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \dots + \alpha_n}$$

Keterangan :

α_n = nilai predikat aturan ke-n

Z_n = indeks nilai output ke-n

G. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk dapat mengetahui apakah aplikasi yang telah dibuat sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil diagnosa penyakit *Ginjal Kronis* oleh dokter dengan diagnosa dari aplikasi yang dibuat. Pengujian ini dilakukan secara hitungan manual maupun dengan menggunakan bantuan Toolbox Matlab dengan GUI. Adapun data/sampel pengujian menggunakan beberapa kasus pasien yang telah di diagnosa oleh dokter baik yang Negatif *Ginjal Kronis*, Pre-*Ginjal Kronis* dan Positif *Ginjal Kronis* serta pengujian menggunakan *Black Box Testing*.

H. Pengujian Aplikasi

Kasus:

Pasien seorang laki-laki bernama Joko berumur 57 tahun, berat badan 50 Kg dengan rekam medis dan hasil laboratorium yaitu :

Tabel 4. Contoh Kasus

No.	Indikator	Jumlah
1.	Kreatinin	1,4 mg/dl
2.	Ureum	40 mg/dl
3.	Hemoglobin	16 g/dl
4.	pH darah	7.2
5.	Albumin	6 mg/dl
6.	Asam urat	5 mg/dl

Gambar 6. Hasil Pengujian Aplikasi

I. Pengujian Black Box

Pengujian aplikasi dalam penelitian ini dilakukan oleh pihak user atau pengguna, sedangkan untuk metode pengujian yang digunakan adalah pengujian *black box*. Pengujian *black box* merupakan salah satu pengujian aspek fundamental sistem tanpa melihat struktur logika internal perangkat lunak. Tujuan dari metode ini untuk mengetahui apakah perangkat lunak berfungsi dengan baik.

J. Analisa Hasil

Pada analisa hasil yang di uji coba terhadap data rekam medis dan hasil laboratorium dari pasien:

Tabel 5. Rencana Pengujian Aplikasi SPK Diagnosa Penyakit Ginjal Kronis

NO	REQUIREMENT YANG DIUJI	BUTIR UJI
1	Nama	Menginput Nama
2	Umur	Menginput Umur
3	Jenis Kelamin	Menginput Jenis Kelamin
4	Berat Badan	Menginput Berat Badan
5	Kreatinin	Menginput Nilai Kreatinin
6	Ureum	Menginput Nilai Ureum
7	Hemoglobin	Menginput Hemoglobin
8	pH Darah	Menginput pH Darah
9	Albumin Urin	Menginput Albumin Urin
10	Asam Urat	Menginput Asam Urat
11	Tombol PROSES	Mengecek Tombol PROSES
12	Tombol RESET	Mengecek Tombol RESET
13	Tombol PROSES LAGI	Mengecek Tombol PROSES LAGI
14	Tombol KELUAR	Mengecek Tombol Keluar

Penyakit Negatif *Ginjal Kronis*, *Pre-Ginjal Kronis* maupun *Positif Ginjal Kronis*, dimana data tersebut telah di diagnosa oleh seorang dokter.

Dari 60 kasus data rekam medis dan hasil laboratorium pasien yang terdiri dari pasien penyakit *Positif Ginjal Kronis*, *Pre-Ginjal Kronis* maupun *Negatif Ginjal Kronis* maka disimpulkan bahwa keakuratan nilai dari masing-masing variabel inputan yang diperoleh dari hasil rekam medis dan laboratorium sangat berpengaruh terhadap hasil diagnosa, dan juga keakuratan aplikasi ini dalam mendiagnosa penyakit *Ginjal Kronis* menghasilkan nilai 97%, dimana terdapat

58 hasil yang sama antara diagnosa seorang dokter dengan diagnosa aplikasi. Hal ini disebabkan karena dalam proses pembuatan basis pengetahuan yang kurang lengkap sehingga tidak semua kombinasi variabel-variabel inputan tidak terwadai oleh aturan-aturan dalam basis pengetahuan tersebut.

4. SIMPULAN

Berdasarkan analisa dan hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan: Bahwa sistem pakar dengan metode *FIS - Sugeno* tersebut dapat digunakan dalam proses pengambilan keputusan dalam rangka diagnosis penyakit ginjal kronis dengan akurat bagi pengguna serta Hasil pengujian aplikasi diagnosa penyakit *Ginjal Kronis* yang menggunakan variabel – variabel kreatinin, ureum, hemoglobin, pH darah, albumin dan asam urat dalam penelitian ini dapat dipergunakan sebagai alat bantu untuk mendeteksi secara dini penyakit *Ginjal Konis* dengan cepat, dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kurniawan, M., dan Diana, N.E. Aplikasi Diagnosis Penyakit Ikan Arwana Menggunakan Aturan Inferensi Fuzzy Berbasis Web. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)* Hal C36-C41. 2014.
- [2] Kusumadewi, S. *Analisis dan Design Sistem Fuzzy Menggunakan Tollbox Matlab*, Edisi ke-1. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2002.
- [3] Kusumadewi, S. *Artificial Intelligence, Teknik dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2003.
- [4] Sri Kusumadewi. S., dan Purnomo, H. *2010 Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*, disi Ke-2. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2010.
- [5] Turban and Frenzel. *Expert Systems and Applied Artificial Intelligence*. Macmillan Pub. Co. 1992.
- [6] Pranay, K, Stoppler, M. *Chronic Kidney Disease*. 2010.
Tersedia:
www.emedicinehealth.com/chronic_kidney_disease/page_18_em.htm