



# Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pyelonephritis Pada Manusia Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani

Hotmaria Sianturi

Program Studi Teknik Informatika STMIK Budi Darma Medan

E-mail: [sianturihotmaria95@gmail.com](mailto:sianturihotmaria95@gmail.com)

## INFORMASI ARTIKEL

### Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi : 25 Desember 2019

Revisi Akhir : 02 Januari 2020

Diterima : 08 Januari 2020

Diterbitkan Online : 10 Maret 2020

## KATA KUNCI

Sistem Pakar, Pyelonephritis, Fuzzy Mamdani

## KORESPONDENSI

E-mail: [sianturihotmaria95@gmail.com](mailto:sianturihotmaria95@gmail.com)

## ABSTRACT

Mengamati kehidupan sehari-hari di masyarakat rupanya bukan hanya faktor pendidikan, ekonomi, dan budaya saja yang menjadi masalah besar bagi masyarakat saat ini. Ternyata faktor sosial yang menyangkut taraf kesejahteraan, dan kesehatan masyarakat merupakan masalah yang jauh lebih penting untuk di perhatikan. Karena seperti kita ketahui bahwa taraf kesejahteraan hidup sangat berdampak pada tingkat kesehatan dari masyarakat itu sendiri. Pemilihan masalah menyangkut jenis penyakit Pyelonephritis pada ginjal manusia sebagai sampel penelitian ini, adalah kenyataan bahwa ginjal merupakan organ penting dalam sistem metabolisme tubuh kita, karena padatnya aktivitas, kita sering lupa untuk menjaganya. Pola makan yang tidak teratur, kurangnya asupan serat dan air mineral, serta konsumsi makanan atau minuman instan berkalori tinggi, tanpa sadar telah memperberat kerja ginjal. Umumnya banyak orang enggan atau sungkan ke dokter ketika merasakan gejala-gejala yang dialami. Ataupun juga dipengaruhi oleh tidak adanya biaya untuk konsultasi ke dokter atau keterbatasan dokter yang ada pada suatu daerah tertentu sehingga menimbulkan penanganan konsultasi pasien kurang efektif dan efisien. Maka dengan mengandalkan kemajuan di bidang teknologi dan informasi, kiranya penerapan sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit yang ada pada ginjal menjadi sangat penting. Sistem pakar ini dibuat untuk pengolahan data konsultasi penyakit pyelonephritis pada ginjal yang dapat dilakukan secara digital, sehingga waktu lebih efektif, efisien dan membantu menangani lebih cepat pasien yang berkonsultasi. Untuk menghasilkan sistem pakar yang lebih akurat maka dibutuhkan suatu metode pendukung yaitu metode fuzzy mamdani.

## 1. PENDAHULUAN

Mengamati kehidupan sehari-hari di masyarakat rupanya bukan hanya faktor pendidikan, ekonomi, dan budaya saja yang menjadi masalah besar bagi masyarakat saat ini. Ternyata faktor sosial yang menyangkut taraf kesejahteraan, dan kesehatan masyarakat merupakan masalah yang jauh lebih penting untuk di perhatikan. Karena seperti kita ketahui bahwa taraf kesejahteraan hidup sangat berdampak pada tingkat kesehatan dari masyarakat itu sendiri. Dengan kata lain, bagi mereka yang hidup dengan taraf kesejahteraan baik, pola hidup serta kesehatan mereka cenderung lebih terjaga, sedangkan bagi mereka yang hidup dengan taraf kesejahteraan kurang, mereka biasanya kurang peduli atau bahkan tidak menjaga pola hidup dan kesehatan mereka.

Pemilihan masalah menyangkut jenis penyakit Pyelonephritis pada ginjal manusia sebagai sampel penelitian ini, adalah kenyataan bahwa ginjal merupakan organ penting dalam sistem metabolisme tubuh kita, karena padatnya aktivitas, kita sering lupa untuk menjaganya. Pola makan yang tidak teratur, kurangnya asupan serat dan air mineral, serta konsumsi makanan atau minuman instan berkalori tinggi, tanpa sadar telah memperberat kerja ginjal.

Umumnya banyak orang enggan atau sungkan ke dokter ketika merasakan nyeri saat berkemih, anyang-anyangan (rasa ingin berkemih kembali usai berkemih), mual dan muntah, atau nyeri perut pada bagian bawah padahal berbagai keluhan tersebut sangatlah berarti sebagai alarm tubuh ketika terdapat suatu masalah pada sistem

Perkemihan atau sistem urinaria. Ataupun juga dipengaruhi oleh tidak adanya biaya untuk konsultasi ke dokter atau keterbatasan dokter yang ada pada suatu daerah tertentu sehingga menimbulkan penanganan konsultasi pasien kurang efektif dan efisien.

Maka dengan mengandalkan kemajuan di bidang teknologi dan informasi, kiranya penerapan sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit yang ada pada ginjal menjadi sangat penting. Guna memberikan sosialisasi kepada

Hotmaria Sianturi

masyarakat menyangkut dunia kesehatan, memberikan bekal pengetahuan dan pembelajaran, serta memberikan motivasi akan pentingnya peningkatan kesehatan bagi masyarakat. Sistem pakar ini dibuat untuk pengolahan data konsultasi penyakit pyelonephritis pada ginjal yang dapat dilakukan secara digital, sehingga waktu lebih efektif, efisien dan membantu menangani lebih cepat pasien yang berkonsultasi.

## 2. TEORITIS

### 2.1 Sistem Pakar

Secara umum sistem pakar (Expert System) adalah merupakan cabang AI (Artificial Intelligence) yang membuat pengguna secara luas knowledge yang khusus untuk penyelesaian masalah tingkat manusia yang pakar. Sistem ini dikembangkan pada pertengahan tahun 1960 yang berisi knowledge yang eksklusif. Sistem pakar muncul pertama kali adalah General-Purpose Problem Solver (GPS) yang dikembangkan oleh Newell dan Simon.

Istilah sistem pakar (Knowledge Base System) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke dalam komputer, agar dapat memecahkan masalah dengan menggunakan pengetahuan manusia yang dilakukan oleh para ahli. Seseorang yang bukan pakar menggunakan sistem pakar untuk knowledge assistant. "Seorang pakar adalah yang mempunyai pengetahuan atau keterampilan tertentu yang dapat memecahkan masalah-masalah yang tidak dapat dipecahkan sama sekali oleh orang lain atau memecahkannya dengan lebih efisien tetapi tidak mudah." "Sistem pakar bertujuan untuk menyediakan solusi dari permasalahan dengan 'kualitas pakar' dalam bidang (domain) yang spesifik [2].

### 2.2 Pyelonephritis (Infeksi Saluran Kemih)

Pyelonephritis atau infeksi saluran kemih merupakan salah satu penyakit infeksi yang sering ditemukan di praktik umum, walaupun bermacam-macam antibiotika sudah tersedia luas di pasaran. Data penelitian epidemiologi klinik melaporkan hampir 25-35% semua perempuan dewasa pernah mengalami pyelonephritis selama hidupnya [8].

Pyelonephritis adalah istilah yang menunjukkan keberadaan mikroorganisme dalam urin. Berpindahannya bakteri dari kandung kemih ke ginjal, yang dapat menimbulkan rasa tidak nyaman atau nyeri. Infeksi ginjal biasanya merupakan komplikasi dari infeksi saluran kemih. Bakteri akan memasuki tubuh manusia melalui kulit yang berada di sekitar uretra, lalu berpindah dari uretra menuju kandung kemih, sebelum akhirnya menginfeksi ginjal. Infeksi Saluran Kemih terbagi atas:

#### 1. Pyelonephritis Akut (PNA)

Pyelonephritis akut adalah proses inflamasi ginjal yang disebabkan infeksi bakteri.

#### 2. Pyelonephritis Kronik

Pyelonephritis kronik merupakan akibat lanjut dari infeksi bakteri berkepanjangan atau infeksi sejak masa kecil. Obstruksi saluran kemih dan refluks vesikoureter dengan atau tanpa bakteri urin. Kronik sering diikuti pembentukan jaringan ikat parenkim ginjal yang ditandai pyelonephritis kronik yang spesifik.

### 2.3 Metode Fuzzy Mamdani

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan keluaran, diperlukan empat tahapan [9]:

#### 1. Pembentukan himpunan fuzzy.

Pada metode Mamdani baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi 1 atau lebih himpunan fuzzy.

#### 2. Aplikasi fungsi implikasi pada metode mamdani. Fungsi implikasi yang digunakan adalah min. Hasil implikasi fuzzy dari setiap aturan ini kemudian digabungkan untuk menghasilkan keluaran inferensi fuzzy

#### 3. Komposisi Aturan. Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu: max, additive dan probabilistik OR.

##### a. Metode Max (Maximum)

Pada metode max, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan.

Secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{sf} [ x_i ] \leftarrow \max ( \mu_{sf} [ x_i ] , \mu_{kf} [ x_i ] ) \dots \dots \dots 1)$$

dengan:

$\mu_{sf} [ x_i ]$  = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai satuan ke-i

$\mu_{kf} [ x_i ]$  = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i

##### b. Metode Additive (Sum)

Pada metode additive, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan bounded-sum terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf} [ x_i ] \leftarrow \min(1, \mu_{sf} [ x_i ] + \mu_{kf} [ x_i ] ) \dots \dots \dots 2)$$

dengan:

$\mu_{sf} [ x_i ]$  = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai satuan ke-i;

$\mu_k f [ x_i ] =$  nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i

c. Metode Probabilistik OR (probor)

Pada metode probabilistik OR (probor), solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan product terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf} [ x_i ] \leftarrow (\mu_{sf} [ x_i ] + \mu_k [ x_i ]) - (\mu_{sf} [ x_i ] * \mu_k [ x_i ]) \dots \dots \dots 3)$$

dengan:

$\mu_{sf} [ x_i ] =$  nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai satuan ke-i;

$\mu_k f [ x_i ] =$  nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i

4. Penegasan (defuzzy). 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. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010), terdapat beberapa metode untuk yang dapat digunakan pada defuzzify, antara lain:

a. Metode Centroid (Composite Moment)

Pada metode centroid, titik pusat daerah fuzzy diambil untuk memperoleh solusi crisp. Secara umum dapat dituliskan:

$$z * \frac{\int z \mu (z) dz}{\int \mu (z) dz} \rightarrow \text{untuk semesta kontinu} \dots \dots \dots 4)$$

$$z * \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \rightarrow \text{untuk semesta diskret} \dots \dots \dots 5)$$

**3. ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Penyakit pyelonephritis dapat ditentukan dengan melihat berbagai gejala-gejala penyakit pada ginjal manusia. Gejala-gejala ginjal dirangkum menjadi 25 gejala yang umum terlihat pada ginjal, gejala-gejala tersebut dapat dilihat pada tabel 3.1. Kumpulan gejala ini digunakan untuk mendeteksi pyelonephritis pada ginjal sehingga memudahkan pengguna mengenali pyelonephritis. Pada analisa masalah ini, penulis akan menguraikan bagaimana proses mendiagnosa penyakit pyelonephritis dengan menggunakan metode Fuzzy mamdani.

Berikut adalah table gejala-gejala umum yang terdapat pada penyakit ginjal manusia dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

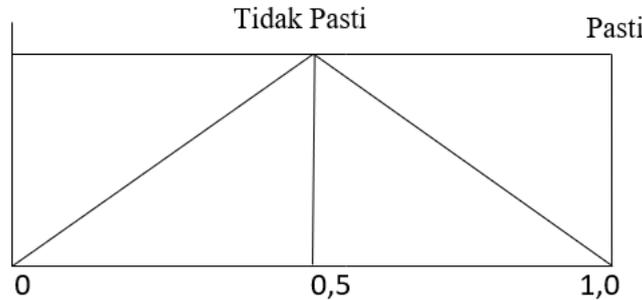
Tabel 1. Gejala Penyakit Pada Ginjal Manusia

No	Nama Gejala	Kode Gejala
1	Nyeri pinggang hebat (kolik)	G1
2	Kencing Sakit	G2
3	Demam	G3
4	Kencing sedikit	G4
5	Kencing merah/darah	G5
6	Sering kencing	G6
7	Hilang nafsu makan	G7
8	Lelah dan lemah	G8
9	Bermasalah dalam tidur	G9
10	Otot terkedut dan kejang	G10
11	Bengkak pada area kaki	G11
12	Timbul rasa gatal	G12
13	Nyeri pada saat buang air kecil	G13
14	Urin berwarna pink, merah atau coklat	G14
15	Mual dan muntah	G15
16	Nyeri punggung, pinggul atau pangkal paha	G16
17	Nyeri pada perut	G17
18	Nanah atau darah pada urin	G18
19	Tubuh terasa sangat lelah sekali tanpa ada sebab apapun	G19
20	Rasa nyeri pada pinggang	G20
21	Tekanan darah tinggi	G21
22	Rasa lemah serta sulit tidur	G22
23	Sakit kepala	G23
24	Sesak napas	G24
25	Menggigil	G25

**3.1 Penerapan Metode Fuzzy Mamdani**

Metode mamdani paling sering digunakan dalam aplikasi-aplikasi karena strukturnya yang sederhana. Langkah-langkah penyelesaiannya adalah sebagai berikut:

- a) Fuzzyfikasi



Atau dapat dilihat pada rumusan dibawah ini :

$$\mu_{\text{tidak pasti}}[x] = \begin{cases} 0 & x > 0.5 \\ \frac{0.5-x}{0.5} & 0 < x < 0.5 \\ 1 & x < 0 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{pasti}}[x] = \begin{cases} 0 & x \geq 1.0 \\ \frac{x-0.5}{0.5} & 0.5 \leq x < 1.0 \\ 1 & x < 0.5 \end{cases}$$

- b) Pembentukan Rule

Berikut ini adalah kaidah-kaidah rule masing-masing penyakit.

R: If “G18 (Adanya nanah atau darah pada urin)” And “G13 (Nyeri buang air kecil)” And “G20 (Nyeri pada pinggang)” And “G3 (Demam)” And “G25 (Menggigil)” Then Pyelonephritis

Keterangan:

R : Rule

G1, G2, ..., Gn : Gejala 1, ..., Gejala n

Tabel 2. Pembobotan Nilai Terhadap Gejala

Kode	Gejala	Nilai X
G18	Adanya nanah atau darah pada urin	0,9
G13	Nyeri buang air kecil	0,8
G20	Nyeri pada pinggang	0,8
G3	Demam	0,6
G25	Menggigil	0,7

- c) Mesin inferensi

Penentuan tingkat resiko terjangkit pyelonephritis pada ginjal direpresentasikan menggunakan logika fuzzy dengan nilai antara 0 sampai 1. Jika hasil dari perhitungan logika fuzzy ke arah 1, maka tingkat resikonya semakin tinggi, ini dapat dilihat dari contoh dibawah ini:

$$TX = (NG1) + (NG2) + (NG3)..... (NGn)$$

Jika  $TX \leq 50$  maka :

$$\mu[TX] = \begin{cases} 0 & x \geq 0.5 \\ \frac{TX - 0.5}{0.5} & 0.5 \leq x < 1.0 \\ 1 & x \leq 0 \end{cases}$$

Keterangan:

TX = Total X

NGn = Nilai gejala ke-n

$\mu_{TX}$  = Nilai fuzzy dari TX

1. Jika himpunan  $KG=\{G18\}$  maka:

$$TX = NG18$$

$$= 0,9$$

Jadi  $TX \geq 0,5$  maka nilai fuzzy adalah:

$$\mu_{TX}[0,9] = \begin{cases} 0,9 - 0,5 & x \geq 0,5 \\ 1 & 50 \leq x \leq 1,0 \\ 0,5 & x \leq 1,0 \end{cases}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa gejala G18 (adanya nanah atau darah pada urin) tersebut menunjukkan hasil diagnosa adalah 0.8.

2. Jika himpunan  $KG=\{G18,G13\}$  maka:

$$TX = (XG18 + XG13)$$

$$= 0,9 + 0,8$$

Jadi  $TX \leq 50$  maka nilai fuzzy adalah:

$$\mu_{TX}[1,7] = \begin{cases} 1,7 - 0,5 & x \geq 0,5 \\ 1 & 50 \leq x \leq 1,0 \\ 0,5 & x \leq 1,0 \end{cases}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa gejala G18,G26 tersebut menunjukkan hasil diagnosa adalah 2,4

3. Jika himpunan  $KG=\{G18,G13,G20\}$  maka:

$$TX = (XG18 + XG13 + XG20)$$

$$= 0,9 + 0,8 + 0,8$$

$$= 2,5$$

Jadi  $TX \geq 0,5$  maka nilai fuzzy adalah:

$$\mu_{TX}[2,5] = \begin{cases} 2,5 - 0,5 & x \geq 0,5 \\ 1 & 50 \leq x \leq 1,0 \\ 0,5 & x \leq 1,0 \end{cases}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa gejala G18,G13,G20 tersebut menunjukkan hasil diagnosa adalah 5.

4. Jika himpunan  $KG=\{G18, G13, G20, G3\}$  maka:

$$TX = (XG18 + XG20 + XG20 + XG3)$$

$$= 0,9 + 0,8 + 0,8 + 0,6$$

$$= 3,1$$

Jadi  $TX \geq 0,5$  maka nilai fuzzy adalah:

$$\mu_{TX}[3,1] = \begin{cases} 3,1 - 0,5 & x \geq 0,5 \\ 1 & 50 \leq x \leq 1,0 \\ 0,5 & x \leq 1,0 \end{cases}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa gejala G18,G13,G20,G3 tersebut menunjukkan hasil diagnosa adalah 5,2

5. Jika himpunan  $KG=\{G18, G13, G20, G3, G25\}$  maka:

$$TX = (XG18 + XG26 + XG17 + XG3 + XG15)$$

$$= 0,9 + 0,8 + 0,8 + 0,6 + 0,7$$

$$= 3,8$$

Jadi  $TX \geq 0,5$  maka nilai fuzzy adalah:

$$\mu_{TX}[3,8] = \begin{cases} 3,8 - 0,5 & x \geq 0,5 \\ 1 & 50 \leq x \leq 1,0 \\ 0,5 & x \leq 1,0 \end{cases}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa gejala G18, G26 , G17, G3, G15 tersebut menunjukkan hasil diagnosa adalah 6,6.

- d) Defuzzyfikasi

$$Z = \frac{\sum \mu_{TX}}{\sum TX}$$

$$= \frac{6,6}{3,8}$$

$$= 1,7$$

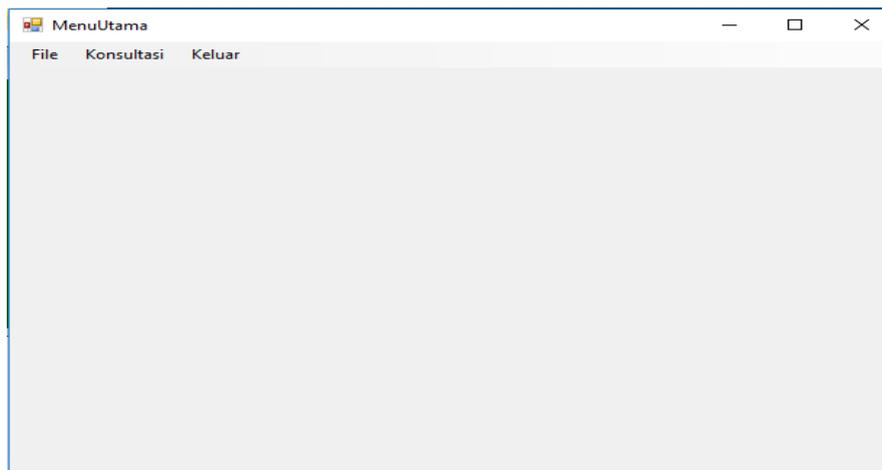
Dengan hasil defuzzyfikasi 1,7 maka seseorang tersebut sudah sangat pasti mengidap penyakit pyelonephritis.

#### 4. IMPLEMENTASI

Pada tahap implementasi, rancangan form yang kemudian diaplikasikan dengan menggunakan Microsoft Visual Basic 2008. Implementasi sistem dari perangkat lunak ini mencakup spesifikasi kebutuhan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) serta pengujian perangkat lunak.

##### 1. Tampilan Form Menu Utama Sistem

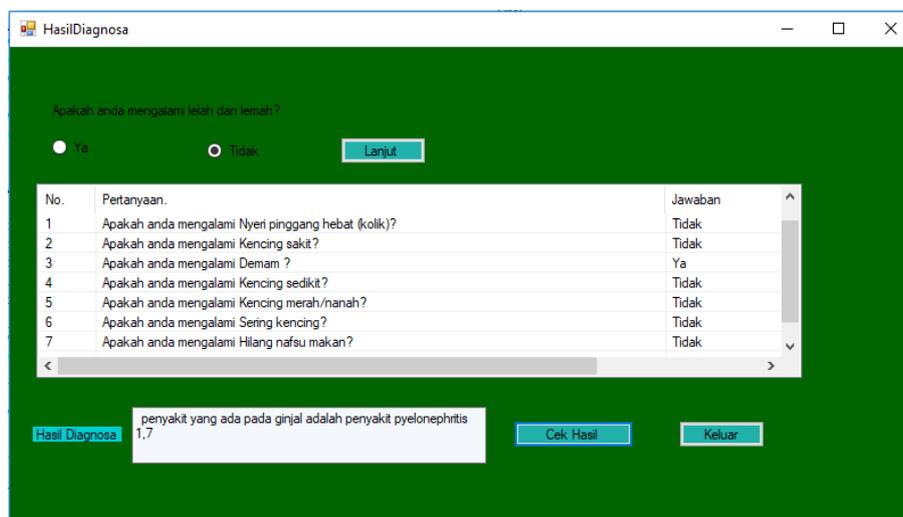
Tampilan menu utama pada sistem pakar yang digunakan oleh user (pengguna) untuk melihat halaman utama dari sistem pakar, yang terdapat berbagai menu aplikasi sistem pakar, yang dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit. Berikut ini adalah tampilan menu utama aplikasi sistem pakar dapat dilihat pada gambar 4.2.



**Gambar 1.** Tampilan Utama

##### 2. Tampilan Hasil

Pada tampilan sistem ini, akan ditampilkan hasil diagnosa serta saran.



**Gambar 2.** Hasil Diagnosa

#### 5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan, yaitu:

1. Dengan sistem pakar ini dapat membantu masyarakat untuk mengetahui dalam pemahaman tentang jenis penyakit dan pencegahan dini dari suatu penyakit pyelonephritis.
2. Dengan menerapkan metode Fuzzy Mamdani dalam mendiagnosa penyakit pyelonephritis dapat menghasilkan perhitungan valid serta proses diagnosa dapat dilakukan dengan cepat dan akurat.
3. Sistem pakar dapat menghasilkan perancangan aplikasi visual basic untuk dapat memudahkan pasien dalam mendiagnosa penyakit.

**REFERENCES**

- [1] R. Primartha dan N. Fathiyah, "Sistem Pakar Untuk Diagnosis Kanker Payudara Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani," *Jurnal Generic*, vol. x, p. 14, 201x.
- [2] T. S. Si.Si., M.Kom, E. M. S.Si., M.Kom dan D. V. Suhartono, *Kecerdasan Buatan*, B. R. W, Penyunt., Yogyakarta: C.V .ANDI Yogyakarta, 2001:p402.
- [3] H. Salistiwa, "Rancang Bangun Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Sapi Dengan Metode Dempster-Shafer Berbasis Web," 2015.
- [4] E. D. Rikhiana dan A. Fadlil, "Implementasi Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Dalam Pada Manusia Menggunakan Metode Dempster Shafer," *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*, vol. 1, no. 1, p. 10, Juni 2013.
- [5] M. Arhami, *Konsep Dasar Sistem Pakar*, Yogyakarta: ANDI OFFSET, 2005.
- [6] D. Kurniawan, "Sistem pakar," *Pendiagnosa Penyakit Berbasis Web*, Juni 2009.
- [7] D. Mauli, "Tanggung Jawab Dokter Terhadap kesalahan Diagnosis," *Jurnal Capalo*, vol. 1, no. 1, p. 14, Desember 2017.
- [8] S. Azha, H. L. Sari dan L. Natalia, "Sistem Pakar Penyakit Ginjal Pada Manusia Menggunakan Metode Forward Chaining," *Jurnal Media Infotama*, vol. 10, p. 11, 2014.
- [9] Y. Charolina, "Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Pemberian Bonus Tahunan Menggunakan Metode Fuzzy Logic Tipe Mamdani," *Jurnal Teknik Informai Program Studi Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, vol. 12, p. 12, 2016.
- [10] A. Nugroho, *Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Object Dengan Metode Unified Software Development Pprocess*, Yogyakarta: ANDI, 2010.
- [11] R. A. S dan M. Shalahuddin, *Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak*, Bandung: Modula, 2011.
- [12] S. S, *Panduan Belajar MySQL Database Server*, Jakarta, 2010.
- [13] I. Y. Supardi, *Semua bisa Menjadi Programmer VB6 Hingga VB 2008*, Jakarta, 2011.
- [14] D. P. Utomo and S. D. Nasution, "SISTEM PAKAR MENDETEKSI KERUSAKAN TONER DENGAN MENGGUNAKAN METODE CASE BASED-REASONING," *J. Ris. Komput. (JURIKOM)*, vol. 3, no. 5, pp. 3–6, 2016.
- [15] R. P. Tanjung and M. Mesran, "SISTEM PAKAR MENDETEKSI KERUSAKAN MESIN LAS INVERTER DENGAN METODE CERTAINTYFACTOR," *Maj. Ilm. INFOTEK*, vol. 2, no. 1, pp. 62–64, 2017.
- [16] M. Syahrizal, "SISTEM PAKAR UNTUK MENGIDENTIFIKASI KERUSAKAN PADA MOBIL TOYOTA DENGAN BEST FIRST SEARCH BERBASIS WAP," *Maj. Ilm. INTI*, vol. 1, no. 1, pp. 53–57, 2013.
- [17] Yeni Lestari Nasution, M. Mesran, S. Suginam, and F. Fadlina, "SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSIS PENYAKIT TUMOR OTAK MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR (CF)," *J. INFOTEK*, vol. 2, no. 1, Feb. 2017.
- [18] M. Mesran *et al.*, "Expert System for Disease Risk Based on Lifestyle with Fuzzy Mamdani," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 2.3, pp. 88–91, 2018.