

Penentuan Jenis Infeksi Nifas dengan *Fuzzy Inference System* Metode Mamdani

Sarah Kartikawangi

Jurusan Informatika
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir.Sutami No. 36 A
Surakarta 57126
cartiesa.errah@gmail.com

Umi Salamah

Jurusan Informatika
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir.Sutami No. 36 A
Surakarta 57126
u_salamah@yahoo.com

Esti Suryani

Jurusan Informatika
Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir.Sutami No. 36 A
Surakarta 57126
suryapalapa@yahoo.com

ABSTRACT

Puerperal infection is an inflammation of all the tools genitalia during parturition and is a cause of maternal mortality, which reached the percentage of 11%. Each type of puerperal infection characterized by initial symptoms of fever. In addition to fever each type of puerperal infection also have similar symptoms, such as abdominal pain, nausea, and other symptoms.

Need the role of health professionals in order to symptoms that occur in mothers with puerperal infection can be diagnosed and given proper treatment and appropriate, but the reality was often hampered by the slow handling because it is limited and the uneven number of specialist doctors and health workers who help while patients who should be treated pretty much. Delays in handling puerperal infection can be overcome with the initial diagnosis. Early diagnosis of puerperal infection can be done with the help of technology developed at this time, one with Fuzzy Inference System (FIS).

This study aims to assist in the early diagnosis of puerperal infection with Fuzzy Inference System based on physical symptoms appear, such as temperature, nausea, chills, sore legs, abdominal pain, wound pain, swelling, lochia, age, and general condition. FIS method used is Mamdani method. In the process of testing the data used by 20 patients with puerperal infection. The test results showed an accuracy rate of 90%.

ABSTRAK

Infeksi masa nifas merupakan peradangan semua alat genitalia pada masa nifas dan merupakan penyebab kematian ibu yang mencapai persentase 11%. Masing-masing jenis infeksi nifas ditandai dengan gejala awal demam. Selain demam masing-masing jenis infeksi nifas juga mempunyai gejala yang hampir sama, seperti adanya nyeri perut, mual, dan gejala lain. Perlu peran dari tenaga kesehatan agar gejala-gejala yang terjadi pada ibu penderita infeksi nifas dapat di diagnosa dan di beri penanganan yang tepat dan sesuai, tetapi kenyataan yang terjadi seringkali terbentur pada lambatnya penanganan karena terbatas dan tidak meratanya jumlah dokter spesialis dan tenaga kesehatan yang membantu, sedangkan pasien yang harus ditangani cukup banyak. Keterlambatan penanganan infeksi nifas dapat diatasi dengan adanya diagnosa awal. Diagnosa awal infeksi nifas dapat dilakukan dengan bantuan teknologi yang berkembang saat ini, salah satunya dengan Fuzzy

Inference System (FIS). Penelitian ini bertujuan membantu proses diagnosa awal infeksi nifas dengan Fuzzy Inference System berdasar gejala fisik yang tampak, yaitu suhu, mual, menggigil, nyeri kaki, nyeri perut, nyeri luka, bengkak, lochia, masa, dan keadaan umum. Metode FIS yang digunakan adalah metode Mamdani. Pada proses pengujian digunakan 20 data pasien penderita infeksi nifas. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi sebesar 90%.

Kata Kunci : Infeksi masa nifas, Fuzzy Inference System, Mamdani.

1. PENDAHULUAN

Masa Nifas atau *puerperium* merupakan masa pulih kembali, mulai dari persalinan selesai sampai alat-kandungan kembali seperti keadaan sebelum hamil dan berlangsung selama enam minggu atau 42 hari. Masa nifas merupakan masa yang lebih kritis dibanding dengan masa kehamilan dan persalinan yang terlalu banyak menjadi perhatian utama di negara maju maupun negara berkembang, karena risiko kesakitan dan kematian ibu serta bayi lebih sering terjadi pada masa nifas [1]. Salah satu faktor utama penyebab kematian masa nifas adalah infeksi yang mencapai persentase 11%.

Infeksi pada masa nifas merupakan peradangan pada semua alat genitalia pada masa nifas oleh sebab apapun dengan gejala awal demam dengan suhu 38° C atau lebih, yang terjadi 24 jam sesudah persalinan [2]. Selain demam masing-masing jenis infeksi nifas juga mempunyai gejala yang hampir sama, seperti adanya nyeri perut, mual, dan gejala lain. Perlu peran dari tenaga kesehatan agar gejala-gejala yang terjadi pada ibu penderita infeksi nifas dapat di diagnosa dan di beri penanganan yang tepat dan sesuai, tetapi kenyataan yang terjadi seringkali terbentur pada lambatnya penanganan karena terbatas dan tidak meratanya jumlah dokter spesialis dan tenaga kesehatan yang membantu, sedangkan pasien yang harus ditangani cukup banyak. Data Kementerian Kesehatan Indonesia tahun 2015 menunjukkan bahwa dokter spesialis kandungan terbatas 1 orang tiap 104 rumah sakit milik pemerintah kabupaten/kecamatan dari total 296 rumah sakit sedangkan rasio bidan terhadap penduduk sebesar 55,2 bidan per 100.000 penduduk [3]. Mengatasi keterbatasan yang ada maka perlu dibuat alat bantu agar tanda infeksi dapat dikenali sedini mungkin dan segera dilakukan pengobatan yang sesuai, cepat, dan tepat [1]. Pengenalan

dini dapat dilakukan dengan bantuan teknologi yang terus berkembang saat ini, salah satunya dengan teknologi *Fuzzy Inference System* (FIS). *Fuzzy Inference System* adalah aplikasi logika fuzzy, yang merupakan salah satu komponen soft computing sebagai alat untuk peramalan. *Fuzzy Inference System* telah sering dimanfaatkan sebagai metode untuk sistem pendeteksi penyakit yang sesuai dan tepat seperti hasil deteksi pakar atau ahlinya.

Penelitian terkait tentang pemanfaatan *Fuzzy Inference System* untuk sistem pendeteksi penyakit telah dilakukan oleh Anita yang menggunakan *Fuzzy Inference System* metode Mamdani untuk mendeteksi penyakit pada rahim berdasarkan gejala fisik pasien [4]. Blessia dengan *Fuzzy Expert System* tipe Mamdani untuk deteksi penyakit Osteoarthritis [5]. Awad, Barakat, dan Saleh membangun sistem pendukung keputusan dengan *Fuzzy Inference System* untuk mengidentifikasi risiko kanker payudara [6]. Hasil dari penelitian menyiratkan bahwa *Fuzzy Inference System* yang dibangun memberikan hasil yang akurat dan dapat digunakan untuk membantu petugas kesehatan atau yang non-ahli untuk memberikan diagnosa penyakit yang benar dan cepat.

Berdasar dari beberapa penelitian yang telah disebutkan, maka pada penelitian ini akan menggunakan *Fuzzy Inference System* metode Mamdani dan kasus yang akan diteliti adalah penentuan jenis infeksi nifas dilihat dari gejala fisik yang tampak. Kasus tersebut juga mengacu pada penelitian Novhirtamely yang telah melakukan penelitian yang sama mengenai faktor penyebab kematian masa nifas tetapi dari segi jenis pendarahan [7]. Penelitian ini mencoba mengambilkasus berbeda yaitu dari segi jenis infeksi.

2. DASAR TEORI

2.1 Masa Nifas

Masa Nifas atau *puerperium* merupakan masa pulih kembali, mulai dari persalinan selesai sampai alat-alat kandungan kembali seperti keadaan sebelum hamil dan berlangsung selama enam minggu atau 42 hari [1].

2.2 Infeksi Masa Nifas

Infeksi masa nifas merupakan peradangan pada semua alat genitalia pada masa nifas oleh sebab apapun dengan gejala awal demam dengan suhu 38°C atau lebih, yang terjadi 24 jam sesudah persalinan dan berturut-turut selama 2 (dua) hari [2].

2.2.1 Jenis Infeksi Nifas

Infeksi pada masa nifas dapat dijabarkan sebagai berikut [8]:

- 1) Infeksi luka perineum, vagina, dan cervix
Infeksi ditandai dengan luka menjadi nyeri, merah, dan bengkak akhirnya luka terbuka dan mengeluarkan nanah.
- 2) *Endometritis*
Infeksi pada masa nifas paling sering menjelma sebagai endometritis. Pada masa inkubasi, kuman-kuman menyerbu ke dalam luka endometrium, biasanya bekas perlekatan placenta.
- 3) *Thrombophlebitis*
Thrombophlebitis merupakan penjaralan infeksi melalui vena dan merupakan sebab yang terpenting

kematian karena infeksi pada masa nifas.

4) *Sepsis Puerperalis*

Sepsis puerperalis terjadi jika setelah persalinan ada sarang sepsis dalam badan yang secara terus menerus atau periodik melepaskan kuman-kuman ke dalam peredaran darah.

5) *Peritonitis*

Infeksi masa nifas melalui jalan limfa dapat menjalar ke peritoneum hingga terjadi peritonitis.

6) *Parametritis (cellulitis pelvica)*

Infeksi masa nifas melalui jalan limfa dapat menjalar ke parametrium menyebabkan parametritis.

7) *Salpingitis*

Infeksi pada masa nifas dapat menjalar melalui permukaan menyebabkan terjadinya salpingitis.

2.3 Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah suatu *multi-value logic* yang mengijinkan berbagai nilai kebenaran (P) ditambahkan ke dalam dua kebenaran umum sehingga P dapat berkisar antara [0 - 1]. Proporsi atau bagian dari nilai kebenaran (T(P)) dapat dinyatakan sebagai berikut [9]:

$$T(P) = \mu_A(x), 0 \leq P_A \leq 1$$

2.3.1 Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan himpunan yang didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik pada himpunan crisp sedemikian sehingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan real pada interval [0,1]. Nilai keanggotaannya menunjukkan bahwa suatu elemen dalam semesta pembicaraan tidak hanya berada pada 0 dan 1, namun juga nilai yang terletak diantaranya. Dengan kata lain, nilai kebenaran suatu pernyataan tidak hanya bernilai benar atau salah. Nilai 1 menunjukkan benar, nilai 0 menunjukkan salah dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah [10].

2.3.2 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva ($\mu(x)$) yang menunjukkan pemetaan titik-titik input ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1 [9].

2.4 Fuzzy Inference System

Fuzzy Inference System (FIS) merupakan metodologi yang populer untuk mengimplementasikan logika fuzzy. FIS merupakan salah satu aplikasi yang paling terkenal dari logika fuzzy dan *fuzzy set* teori [11].

2.4.1 Metode Mamdani

Model mamdani sering juga disebut dengan nama metode max-min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Di dalam metode mamdani untuk mendapatkan output dibutuhkan 4 tahapan, yaitu [9]:

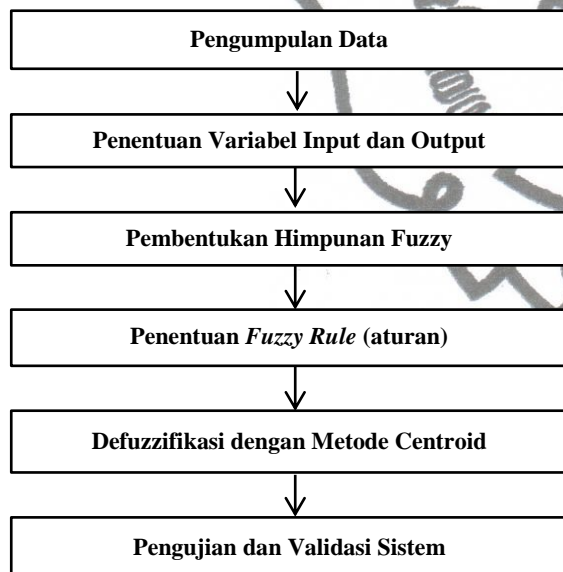
1) Pembentukan himpunan fuzzy.

Proses fuzzyfikasi merupakan proses mengubah variabel *non fuzzy* (variabel numerik) menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik).

- 2) Aplikasi fungsi implikasi (aturan).
Ada beberapa cara untuk menggambarkan / menunjukkan suatu pengetahuan. Cara yang umum digunakan untuk menunjukkan pengetahuan manusia adalah membentuknya menjadi pernyataan *natural language* (pemikiran manusia dengan bahasa alami tidak dengan pemodelan angka) seperti berikut :
IF premise (fakta) *THEN conclusion* (konsekuensi)
- 3) Agregasi Aturan.
Kebanyakan sistem berbasis aturan melibatkan lebih dari satu aturan. Korelasi antar aturan untuk mendapatkan hasil atau kesimpulan dikenal sebagai agregasi aturan.
- 4) Defuzzifikasi
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 dapat diambil suatu nilai *crisp* (tegas) tertentu sebagai output.

3. METODOLOGI

Penelitian akan dilaksanakan seperti yang ditujukan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Tahap Penelitian

3.1 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan dengan studi literatur dan observasi, dengan rincian berikut :

- 1) Studi literatur digunakan untuk mempelajari masalah infeksi masa nifas dan Fuzzy Inference System metode Mamdani dari jurnal, penelitian, dan literatur lain yang berkaitan.
- 2) Observasi dilakukan dengan mengunjungi ahli atau pakar untuk masalah nifas serta mengumpulkan data terkait, yaitu data rekam medis pasien penderita infeksi nifas sejumlah 40 data yang terdiri dari tujuh macam infeksi, yang diperoleh dari RS Dr.Moewardi. Ahli yang akan diobservasi dalam penelitian ini adalah petugas kesehatan bidan karena yang secara langsung menangani ibu dalam masa nifas.

3.2 Penentuan Variabel Input dan Output

Pada metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy. Dalam penentuan infeksi nifas dengan parameter gejala yang terjadi ditentukan sebagai berikut:

- 1) Variabel *input* dibagi menjadi 10 yaitu variabel usia, suhu, keadaan umum, nyeri luka, nyeri kaki, nyeri perut, bengkak, mual, menggigil, dan *lochia* (cairan luka).
- 2) Variabel *output*, yaitu variabel jenis infeksi nifas. Variabel jenis infeksi nifas ini dibentuk berdasarkan klasifikasi gejala, yang terdiri dari *Thrombophlebitis*, *Sepsis Puerperalis*, *Peritonitis*, *Parametritis*, Luka *Perineum*, *Salpingitis*, dan *Endometritis*.

3.3 Pembentukan Himpunan Fuzzy

Langkah pembentukan himpunan *fuzzy* adalah mengubah input tegas yang diterima, menjadi input *fuzzy*. Variabel pada *input* maupun *output* didapat berdasarkan hasil rekam medis pasien dan juga observasi pada buku-buku kesehatan. Himpunan *fuzzy* untuk variabel *input*, misalnya nyeri luka didefinisikan menjadi tiga variabel *fuzzy* yaitu, 'Ringan', 'Sedang', dan 'Berat'.

3.4 Penentuan Fuzzy Rule (Aturan)

Setelah pembentukan himpunan *fuzzy*, maka dilakukan pembentukan aturan *fuzzy*. Pembentukan aturan rule dinyatakan dalam bentuk *IF...THEN* dengan metode MIN (*Minimum*) atau Multiple conjunctive antecedents. Sebagai contoh, pembentukan aturan untuk infeksi Luka Perineum seperti berikut :
Jika ada nyeri luka berat dan nyeri perut bagian bawah maka termasuk gejala infeksi Luka perineum.

Setelah terbentuk beberapa aturan, maka langkah selanjutnya aturan-aturan yang ada akan dikorelasikan menggunakan metode Max (*Maximum*). Hasil dari korelasi akan terbentuk himpunan dan fungsi keanggotaan *fuzzy* baru yang menunjukkan hasil output.

3.5 Defuzzifikasi

Metode defuzzifikasi yang akan dipakai pada penelitian ini adalah metode Centroid (*Composite Moment*). Pada metode ini solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah *fuzzy*.

$$z^* = \frac{\int_a^b z \cdot \mu(z) dz}{\int_a^b \mu(z) dz}$$

dengan

z = nilai pada variabel jenis infeksi nifas

z^* = titik pusat daerah *fuzzy* jenis infeksi nifas

$\mu(z)$ = fungsi keanggotaan dari himpunan *fuzzy* jenis infeksi nifas

Z = luas daerah *fuzzy* jenis infeksi nifas

3.6 Pengujian dan Validasi Sistem

Pengujian sistem merupakan penentuan apakah program telah berjalan sesuai dengan kebutuhan. Tahap validasi sistem merupakan tahap di mana hasil implementasi metode Mamdani pada sistem akan dibandingkan dengan hasil diagnosa ahli. Hasil keakuratan data dapat diperoleh dari rumus berikut :

$$\text{Akurasi} = 100\% \times \frac{\text{jumlah data yang akurat}}{\text{total jumlah data}}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Konstruksi Fuzzy Inference System

Konstruksi *Fuzzy Inference System* meliputi deskripsi masalah, penentuan variabel input dan output serta himpunan fuzzy, penentuan *fuzzy rules*, sistem inferensi fuzzy, dan defuzzifikasi.

4.2 Penentuan Variabel Input dan Output

Variabel input dan output dapat dilihat pada

Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Input dan Output

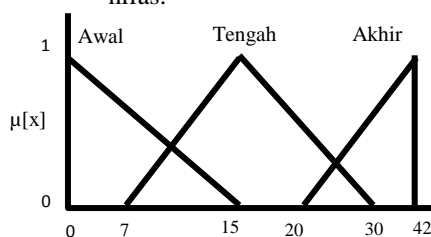
Fungsi	Nama Variabel
Input	Usia masa nifas
	Oedem (bengkak)
	Lochia
	Nyeri Perut
	Nyeri Luka
	Keadaan Umum
	Nyeri Kaki
	Menggigil
	Mual
	Suhu
Output	Luka perineum, vulva, vagina, cervix
	Endometritis
	Thrombophlebitis
	Sepsis puerperalis
	Peritonitis
	Parametritis
	Salpingitis

4.3 Penentuan Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy beserta fungsi keanggotaan dari variabel input dan output berdasarkan studi literatur, observasi para ahli, dan data pasien penderita infeksi nifas, dapat direpresentasikan sebagai berikut :

1) Usia masa nifas

Usia masa nifas sesuai dengan anjuran rutin untuk ibu setelah melahirkan untuk memeriksakan keadaannya (check up). Perhitungan usia adalah dengan satuan hari. Gambar 2 menunjukkan fungsi keanggotaan variabel usia masa nifas.



Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Usia Masa Nifas

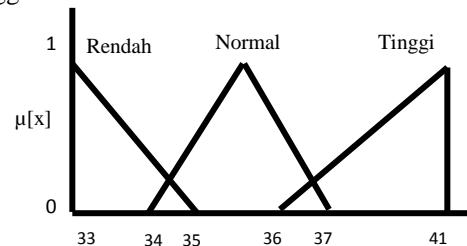
$$\mu_{\text{awal}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 15 \\ \frac{15-x}{15}; & 0 \leq x \leq 15 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{pertengahan}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 7 \text{ atau } x \geq 30 \\ \frac{x-7}{8}; & 7 \leq x \leq 15 \\ \frac{30-x}{15}; & 15 \leq x \leq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{akhir}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 20 \\ \frac{x-20}{42-20}; & 20 \leq x \leq 42 \\ 1; & x \geq 42 \end{cases}$$

2) Suhu

Suhu setelah persalinan atau masa nifas. Suhu dilihat dengan satuan derajat. Gambar 3 menunjukkan fungsi keanggotaan variabel suhu.



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Suhu

$$\mu_{\text{rendah}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 35 \\ \frac{35-x}{2}; & 33 \leq x \leq 35 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{normal}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 34 \text{ atau } x \geq 37 \\ \frac{x-34}{35,5-34}; & 34 \leq x \leq 35,5 \\ \frac{37-x}{37-35,5}; & 35,5 \leq x \leq 37 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{tinggi}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 36 \\ \frac{x-36}{5}; & 36 \leq x \leq 41 \\ 1; & x \geq 41 \end{cases}$$

3) Gejala dengan 2 variabel sama

Merupakan gejala dengan variabel “ya” dan “tidak”, yang diukur dengan tingkat persentase antara 0 – 100%.

a. Oedem (bengkak)

Bengkak dapat terjadi karena peredaran aliran darah yang terhambat atau juga dapat disebabkan adanya penumpukan cairan pada kaki.

b. Keadaan Umum

Keadaan umum buruk terjadi ketika pasien mengalami nafas cepat dan gelisah.

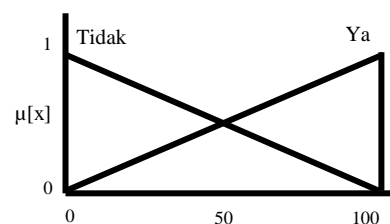
c. Mual

Perasaan tidak nyaman pada perut.

d. Menggigil

Menggigil merupakan reaksi tubuh saat suhu badan tinggi disebabkan oleh infeksi dari kuman yang masuk ke dalam tubuh.

Gambar 4 menunjukkan fungsi keanggotaan untuk variabel Oedem, Keadaan umum, Mual, dan Menggigil.



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan variabel Oedem, Keadaan umum, Mual, dan Menggigil

$$\mu_{\text{tidak}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 100 \\ \frac{100-x}{100}; & 0 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{ya}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \\ \frac{x}{100}; & 0 \leq x \leq 100 \\ 1; & x \geq 100 \end{cases}$$

commit to user

4) Gejala dengan 3 variabel sama

Merupakan gejala dengan 3 variabel yang diukur dengan tingkat persentase antara 0 – 100%.

a. Lochia

Lochia adalah sekret cairan luka pada bagian dalam rahim karena luka setelah melahirkan. Lochia berbau mengindikasikan adanya infeksi, tetapi tidak selalu infeksi disertai lochia berbau.

b. Nyeri Perut

Nyeri pada perut perlu dilakukan pemeriksaan karena bisa jadi disebabkan oleh infeksi pada mulut rahim atau infeksi yang lainnya.

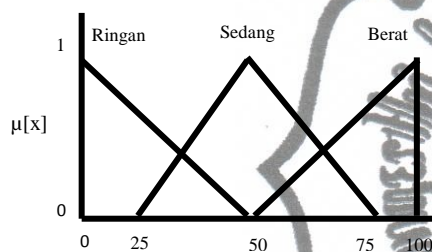
c. Nyeri Kaki

Kaki yang nyeri disebabkan karena infeksi yang telah menjalar melalui aliran pembuluh darah vena femoralis.

d. Nyeri Luka

Luka yang bisa disebabkan karena luka robekan dalam persalinan atau luka luar pada jahitan.

Gambar 5 menunjukkan fungsi keanggotaan untuk variabel *Lochia*, Nyeri luka, Nyeri kaki, dan Nyeri perut.



Gambar 5 Fungsi Keanggotaan variabel *Lochia*, Nyeri luka, Nyeri kaki, dan Nyeri perut

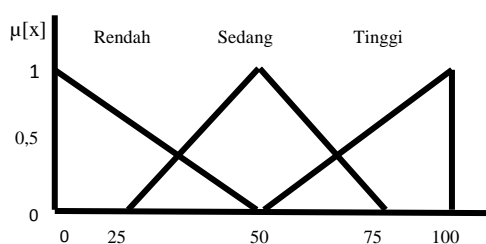
$$\mu_{\text{ringan}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ \frac{50-x}{50}; & 0 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sedang}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x-25}{25}; & 25 \leq x \leq 50 \\ \frac{75-x}{25}; & 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{berat}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \\ \frac{x-50}{50}; & 50 \leq x \leq 100 \\ 1; & x \geq 100 \end{cases}$$

5) Jenis infeksi masa nifas

Variabel jenis infeksi nifas ini dibentuk berdasarkan klasifikasi gejala, yang terdiri dari Thrombophlebitis, Sepsis Puerperalis, Peritonitis, Parametritis, Luka Perineum, Salpingitis, dan Endometritis. Pada variabel jenis infeksi didefinisikan menjadi tiga himpunan fuzzy, yaitu “Rendah”, “Sedang”, dan “Tinggi”. Variabel jenis infeksi diukur dengan tingkat persentase antara 0 – 100%. Gambar 6 menunjukkan fungsi keanggotaan untuk variabel jenis infeksi nifas.



Gambar 6 Fungsi Keanggotaan variabel Jenis infeksi nifas

$$\mu_{\text{rendah}}[x] = \begin{cases} 0; & x \geq 50 \\ \frac{50-x}{50}; & 0 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sedang}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x-25}{25}; & 25 \leq x \leq 50 \\ \frac{75-x}{25}; & 50 \leq x \leq 75 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{tinggi}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 50 \\ \frac{x-50}{50}; & 50 \leq x \leq 100 \\ 1; & x \geq 100 \end{cases}$$

4.4 Penentuan Fuzzy Rule (Aturan)

Rule dibuat berdasarkan studi literatur dan observasi pada ahlinya, sehingga diperoleh rule yang sesuai dengan masing-masing infeksi dan kemungkinan penularan yang terjadi. Setelah diperoleh fungsi keanggotaan dari masing-masing variabel inputan, kemudian dibuat 214 rule yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis infeksi nifas yang terjadi. Berikut ini adalah sebagian contoh rules (aturan) pada infeksi *Sepsis Puerperalis* :

Rule 5 IF usia IS awal AND bengkak IS ya AND lochia IS tidak berbau AND keadaan umum IS buruk THEN infeksi sepsis puerperalis IS sedang

Rule 6 IF usia IS awal AND bengkak IS ya AND lochia IS berbau AND keadaan umum IS buruk THEN infeksi sepsis puerperalis IS tinggi

Selesai aturan dibentuk, maka dilakukan aplikasi fungsi implikasi. Pada penelitian ini, fungsi implikasi dilakukan dengan mencari nilai minimum (metode MIN) dari korelasi antar inputan. Penggunaan metode minimum pada sistem fuzzy penentuan jenis infeksi nifas dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} & \mu_{\text{usia}} \cap \mu_{\text{suhu}} \cap \mu_{\text{nyeri perut}} \cap \mu_{\text{nyeri luka}} \cap \mu_{\text{nyeri kaki}} \cap \mu_{\text{keadaan umum}} \cap \mu_{\text{menggigil}} \cap \mu_{\text{mual}} \cap \mu_{\text{lochia}} \cap \mu_{\text{oedem}} \\ &= (\mu_{\text{usia}} \cap \mu_{\text{suhu}} \cap \mu_{\text{nyeri perut}} \cap \mu_{\text{nyeri luka}} \cap \mu_{\text{nyeri kaki}} \cap \mu_{\text{keadaan umum}} \cap \mu_{\text{menggigil}} \cap \mu_{\text{mual}} \\ & \quad \cap \mu_{\text{lochia}} \cap \mu_{\text{oedem}}) \\ &= \min(\mu_{\text{usia}}, \mu_{\text{suhu}}, \mu_{\text{nyeri perut}}, \mu_{\text{nyeri luka}}, \mu_{\text{nyeri kaki}}, \mu_{\text{keadaan umum}}, \mu_{\text{menggigil}}, \mu_{\text{mual}}, \mu_{\text{lochia}}, \mu_{\text{oedem}}) \end{aligned}$$

Aturan dan nilai keanggotaan baru yang telah didapat akan digunakan untuk inferensi sistem fuzzy dengan metode MAX. Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maximum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy dan mengaplikasikannya ke output.

commit to user

4.5 Defuzzifikasi Aturan

Setelah dibentuk beberapa aturan serta dilakukan komposisi aturan-aturan fuzzy sehingga menghasilkan output yang merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy, maka langkah selanjutnya adalah defuzzifikasi aturan dengan menggunakan metode Centroid (*Composite Moment*).

4.6 Contoh Kasus

Pada subbab ini akan diberikan satu contoh kasus, seperti berikut :

“Pasien mengalami demam dengan suhu 39° C, disertai bengkak (67), keadaan umum buruk (85) dan lochia berbau (73), ingin mengetahui jenis infeksi yang dimungkinkan.”

- Suhu 39° C termasuk ke dalam himpunan fuzzy “tinggi” dengan tingkat keanggotaan sesuai fungsi berikut :

$$\mu_{\text{rendah}}[39] = \begin{cases} 0; x \geq 35 \\ \frac{35-x}{2}; 33 \leq x \leq 35 \end{cases} = 0.00$$

$$\mu_{\text{normal}}[39] = \begin{cases} 0; x \leq 34 \text{ atau } x \geq 37 \\ \frac{x-34}{35.5-34}; 34 \leq x \leq 35.5 \\ \frac{37-x}{37-35.5}; 35.5 \leq x \leq 37 \end{cases} = 0.00$$

$$\mu_{\text{tinggi}}[39] = \begin{cases} 0; x \leq 36 \\ \frac{x-36}{5}; 36 \leq x \leq 41 \\ 1; x \geq 41 \end{cases} = \frac{39-36}{5} = \frac{3}{5} = 0.60$$

0.60

yang berarti bahwa, suhu pasien tersebut dikatakan “tinggi” dengan tingkat keanggotaan 60%.

- Bengkak dengan nilai 67 termasuk ke dalam himpunan fuzzy dengan tingkat keanggotaan sesuai fungsi berikut :

$$\mu_{\text{tidak}}[x] = \begin{cases} 0; x \geq 100 \\ \frac{100-67}{100}; 0 \leq x \leq 100 \end{cases} = 0.33$$

$$\mu_{\text{ya}}[x] = \begin{cases} 0; x \leq 0 \\ \frac{67}{100}; 0 \leq x \leq 100 \\ 1; x \geq 100 \end{cases} = 0.67$$

yang berarti bahwa bengkak pasien tersebut dapat dikatakan “tidak” dengan tingkat keanggotaan 33%, dan “ya” dengan tingkat keanggotaan 67%.

- Keadaan umum buruk dengan nilai 85 termasuk ke dalam himpunan fuzzy dengan tingkat keanggotaan sesuai fungsi berikut :

$$\mu_{\text{baik}}[85] = \begin{cases} 0; x \geq 100 \\ \frac{100-85}{100}; 0 \leq x \leq 100 \end{cases} = 0.15$$

$$\mu_{\text{buruk}}[85] = \begin{cases} 0; x \leq 0 \\ \frac{85}{100}; 0 \leq x \leq 100 \\ 1; x \geq 100 \end{cases} = 0.85$$

yang berarti bahwa keadaan umum pasien tersebut dapat dikatakan “baik” dengan tingkat keanggotaan 15%, dan “buruk” dengan tingkat keanggotaan 85%.

- Usia masa nifas masuk pada hari ke tiga termasuk ke dalam himpunan fuzzy “awal” dengan tingkat keanggotaan sesuai fungsi berikut :

$$\mu_{\text{awal}}[3] = \begin{cases} 0; x \geq 15 \\ \frac{15-x}{15}; 0 \leq x \leq 15 \end{cases} = \frac{12}{15} = 0.80$$

$$\mu_{\text{pertengahan}}[3] = \begin{cases} 0; x \leq 7 \text{ atau } x \geq 30 \\ \frac{x-7}{8}; 7 \leq x \leq 15 \\ \frac{30-x}{15}; 15 \leq x \leq 30 \end{cases} = 0.00$$

$$\mu_{\text{akhir}}[3] = \begin{cases} 0; x \leq 20 \\ \frac{x-20}{42-20}; 20 \leq x \leq 42 \\ 1; x \geq 42 \end{cases} = 0.00$$

yang berarti bahwa usia pasien tersebut dapat dikatakan “awal” dengan tingkat keanggotaan 80%.

- Lochia dengan nilai 73 termasuk ke dalam himpunan fuzzy “ada tetapi tidak bau” dan “berbau” dengan tingkat keanggotaan sesuai fungsi berikut :

$$\mu_{\text{tidakAda}}[73] = \begin{cases} 0; x \geq 50 \\ \frac{50-x}{50}; 0 \leq x \leq 50 \end{cases} = 0.00$$

$$\mu_{\text{tidakBau}}[73] = \begin{cases} 0; x \leq 25 \text{ atau } x \geq 75 \\ \frac{x-25}{25}; 25 \leq x \leq 50 \\ \frac{75-73}{25}; 50 \leq x \leq 75 \end{cases} = \frac{2}{25} = 0.08$$

$$\mu_{\text{berbau}}[73] = \begin{cases} 0; x \leq 50 \\ \frac{73-50}{50}; 50 \leq x \leq 100 \\ 1; x \geq 100 \end{cases} = \frac{23}{50} = 0.46$$

yang berarti bahwa lochia pasien tersebut dapat dikatakan “tidak bau” dengan tingkat keanggotaan 8%, dan “berbau” dengan tingkat keanggotaan 46%.

Setelah tingkat keanggotaan masing-masing variabel didapatkan, langkah selanjutnya adalah masuk pada proses implikasi dengan fungsi MIN, yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang minimum dari variabel input sebagai outputnya. Berdasarkan aturan-aturan yang sesuai dengan kondisi tersebut, maka diperoleh :

[R5] IF usia **is** AWAL **and** oedem **is** YA **and** lochea **is** TIDAK BERBAU **and** suhu **is** TINGGI **and** nyeri Perut **is** TIDAK **and** nyeri Luka **is** RINGAN **and** keadaan Umum **is** BURUK **and** nyeri Kaki **is** RINGAN **and** menggigil **is** TIDAK **and** mual **is** TIDAK **THEN** Sepsis Puerperalis **is** SEDANG;

[R6] IF usia **is** AWAL **and** oedem **is** YA **and** lochea **is** BERBAU **and** suhu **is** TINGGI **and** nyeri Perut **is** TIDAK **and** nyeri Luka **is** RINGAN **and** keadaan Umum **is** BURUK **and** nyeri Kaki **is** RINGAN **and** menggigil **is** TIDAK **and** mual **is** TIDAK **THEN** Sepsis Puerperalis **is** TINGGI;

Proses Implikasi dengan metode MIN :

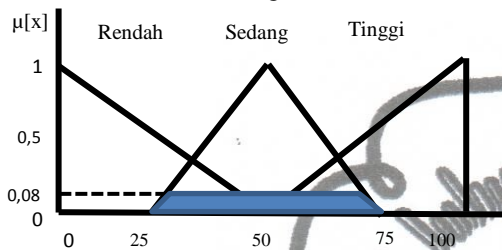
α - predikat [R5]

$$\begin{aligned} &= \mu_{\text{usiaAWAL}} \cap \mu_{\text{oedemYA}} \cap \mu_{\text{locheaTIDAKBAU}} \cap \mu_{\text{suhuTINGGI}} \\ &\cap \mu_{\text{nyeriperutTIDAK}} \cap \mu_{\text{nyerilukaBERAT}} \cap \mu_{\text{keadaanumumBURUK}} \cap \\ &\mu_{\text{nyerikakiRINGAN}} \cap \mu_{\text{menggigilTIDAK}} \cap \mu_{\text{mualTIDAK}} \\ &= \min (\mu_{\text{usiaAWAL}} (0.80) \cap \mu_{\text{oedemYA}} (0.67) \cap \mu_{\text{locheaTIDAKBAU}} \\ &(0.08) \cap \mu_{\text{suhuTINGGI}} (0.60) \cap \mu_{\text{nyeriperutTIDAK}} (1) \cap \mu_{\text{nyerilukaRINGAN}} (1) \cap \mu_{\text{keadaanumumBURUK}} (0.85) \cap \mu_{\text{nyerikakiRINGAN}} (1) \cap \mu_{\text{menggigilTIDAK}} (1) \cap \mu_{\text{mualTIDAK}} (1)) \\ &= \min (0.80, 0.67, 0.08, 0.60, 1, 1, 0.85, 1, 1, 1) \\ &= 0.08 \end{aligned}$$

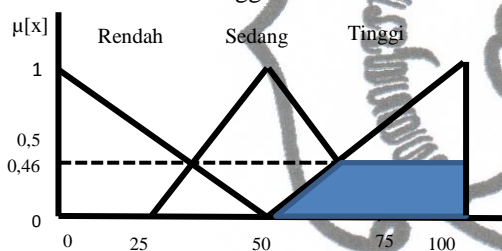
α -predikat [R6]

$$\begin{aligned}
 &= \mu_{\text{usiaAWAL}} \cap \mu_{\text{oedemYA}} \cap \mu_{\text{locheaTIDAKBAU}} \cap \mu_{\text{suhuTINGGI}} \\
 &\cap \mu_{\text{nyeriperutTIDAK}} \cap \mu_{\text{nyerilukaBERAT}} \cap \mu_{\text{keadaanumumBURUK}} \cap \\
 &\mu_{\text{nyerikakiRINGAN}} \cap \mu_{\text{menggigilTIDAK}} \cap \mu_{\text{mualTIDAK}} \\
 &= \min(\mu_{\text{usiaAWAL}}(0.80) \cap \mu_{\text{oedemYA}}(0.67) \cap \mu_{\text{locheaBAU}}(0.45) \cap \\
 &\mu_{\text{suhuTINGGI}}(0.60) \cap \mu_{\text{nyeriperutTIDAK}}(1) \cap \mu_{\text{nyerilukaRINGAN}}(1) \\
 &\cap \mu_{\text{keadaanumumBURUK}}(0.85) \cap \mu_{\text{nyerikakiRINGAN}}(1) \cap \mu_{\text{menggigilTIDAK}}(1) \cap \mu_{\text{mualTIDAK}}(1)) \\
 &= \min(0.80, 0.67, 0.46, 0.60, 1, 1, 0.85, 1, 1, 1) \\
 &= \mathbf{0.46}
 \end{aligned}$$

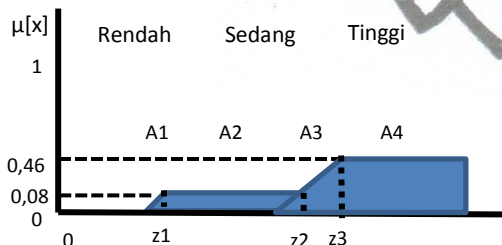
Aturan-aturan yang sudah terbentuk selanjutnya dikorelasikan dengan metode Max, seperti berikut :
 α -predikat [R5] = 0,08 menunjukkan hasil infeksi Sepsis Puerperalis dalam kondisi sedang



α -predikat [R6] = 0,46 menunjukkan hasil infeksi Sepsis Puerperalis dalam kondisi tinggi



Hasil korelasi antar aturan adalah sebagai berikut :



Kemudian mencari nilai dari z_1 , z_2 , dan z_3

$$\begin{aligned}
 \frac{z_2-50}{50} &= 0,08 \rightarrow z_2 = (0,08 \times 50) + 50 = 54 \\
 \frac{z_3-50}{50} &= 0,46 \rightarrow z_3 = (0,46 \times 50) + 50 = 73 \\
 \frac{z_1-25}{25} &= 0,08 \rightarrow z_1 = 2 + 25 = 27
 \end{aligned}$$

Demikian fungsi keanggotaan untuk komposisi antar aturan adalah sebagai berikut :

$$\mu[z] = \begin{cases} 0,08; & 27 \leq z \leq 54 \\ \frac{z-25}{25}; & 25 \leq z \leq 27 \\ 0,46; & 73 \leq z \leq 100 \\ \frac{z-50}{50}; & 54 \leq z \leq 73 \end{cases}$$

Penegasan (defuzzy)

Metode penegasan yang akan kita gunakan adalah metode centroid. Untuk itu, pertama-tama kita hitung dulu momen untuk setiap daerah.

$$M1 = \int_{27}^{54} (0,08) z \, dz = 0,04 (54)^2 - 0,04 (27)^2 = 87,48$$

$$M2 = \int_{27}^{25} \left(\frac{z-25}{25}\right) z \, dz = 0,013 z^3 - 0,5 z^2 \Big|_{27}^{25} = 0,754$$

$$M3 = \int_{73}^{100} (0,46) z \, dz = 0,23 (100)^2 - 0,23 (73)^2 = 1074,33$$

$$M4 = \int_{54}^{73} \left(\frac{z-50}{50}\right) z \, dz = 0,007 z^3 - 0,5 z^2 \Big|_{54}^{73} = 414,371$$

Kemudian dihitung setiap luas daerah :

$$A1 = (0,08 \times 2) / 2 = 0,08$$

$$A2 = 27 \times 0,08 = 2,16$$

$$A3 = (0,08 \times 19) + ((19 \times 0,38)/2) = 5,13$$

$$A4 = 27 \times 0,46 = 12,42$$

Titik pusat diperoleh dari :

$$Z = \frac{87,48 + 0,754 + 1074,33 + 414,371}{0,08 + 2,16 + 5,13 + 12,42} = \frac{1576,935}{19,79} = \mathbf{79,68}$$

(termasuk ke dalam hasil "TINGGI")

Setelah dilakukan pengujian dengan metode Mamdani sebanyak 20 data, maka didapat hasil seperti pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2 Hasil Pengujian

No	Diagnosa Dokter	Diagnosa sistem		Keakuratan
		Urutan ke-1	Urutan ke-2	
1	Thrombophlebitis	50,041% Thrombophlebitis	23,747% Sepsis Puerperalis	Benar urutan ke-1
2	Peritonitis	21,248% Peritonitis	-	Benar urutan ke-1
3	Endometritis	49,986% Endometritis	21,015% Salpingitis	Benar urutan ke-1
4	Sepsis Puerperalis	20,391% Sepsis Puerperalis	-	Benar urutan ke-1
5	Endometritis	57,483% Endometritis	42,484% Peritonitis	Benar urutan ke-1
6	Salpingitis	33,958% Salpingitis	22,287% Sepsis Puerperalis	Benar urutan ke-1
7	Endometritis	54,129% Endometritis	43,299% Peritonitis	Benar urutan ke-1
8	Thrombophlebitis	71,637% Thrombophlebitis	-	Benar urutan ke-1
9	Sepsis Puerperalis	50,009% Parametritis	42,575% Sepsis Puerperalis	Salah
10	Endometritis	50,04% Endometritis	-	Benar urutan ke-1
11	Sepsis Puerperalis	18,545% Sepsis Puerperalis	-	Benar urutan ke-1
12	Endometritis	65,01% Endometritis	-	Benar urutan ke-1
13	Peritonitis	51,859% Peritonitis	20,09% Salpingitis	Benar urutan ke-1

Tabel 2 Hasil Pengujian (Lanjutan)

14	Sepsis puerperalis	17,575% Sepsis Puerperalis	-	Benar urutan ke- 1
15	Sepsis puerperalis	61,851% Sepsis Puerperalis	32,575% Endometritis	Benar urutan ke- 1
16	Sepsis Puerperalis	63,954% Endometritis	50,006% Sepsis Puerperalis	Salah
17	Endometritis	51,004% Endometritis	-	Benar urutan ke- 1
18	Peritonitis	56,628% Peritonitis	19,606% Salpingitis	Benar urutan ke- 1
19	Endometritis	49,989% Endometritis	23,989% Peritonitis	Benar urutan ke- 1
20	Salpingitis	45,005% Salpingitis	44,874% Peritonitis	Benar urutan ke- 1

Analisa pada data pengujian ke-9 adalah sebagai berikut :

- Diagnosa dokter adalah *Sepsis Puerperalis*
Hasil 1 : 50,009% *Parametritis*
Hasil 2 : 42,575% *Sepsis Puerperalis*

Kesalahan terjadi karena ketidaksesuaian nilai input pada variabel *lochia*. Nilai input *lochia* pada pengujian ke-9 diberikan nilai 43, yang terletak diantara variabel “tidak ada” dan “tidak bau”. Perhitungan sistem menunjukkan bahwa *lochia* dengan nilai 43 terdeteksi pada variabel “tidak ada”, sehingga sistem akan lebih menunjukkan hasil *Parametritis*. Sedangkan ketika input diberikan nilai 73 yang terdeteksi “tidak bau”, sistem akan menunjukkan hasil benar yaitu *Sepsis Puerperalis*.

- Data pengujian ke-9 dengan input *Lochia* sebesar 43
Hasil : 42,575% *Sepsis Puerperalis* terbilang sedang
- Data pengujian ke-9 dengan input *Lochia* sebesar 73
Hasil : 78,60% *Sepsis Puerperalis* terbilang berat

Analisa pada data pengujian ke-16 adalah sebagai berikut :

- Diagnosa dokter adalah *Sepsis Puerperalis*
Hasil 1 : 62,8904% *Endometritis*
Hasil 2 : 50,0068% *Sepsis Puerperalis*

Kesalahan terjadi karena ketidaksesuaian nilai input pada variabel usia.

Ketika data masukan masa nifas diberikan nilai 14 sebenarnya infeksi *Sepsis Puerperalis* sudah terdiagnosa tetapi karena nilai diagnosa *Endometritis* lebih besar maka yang keluar dalam sistem adalah infeksi *Endometritis*. Setelah masa nifas diubah nilainya dengan 15, yaitu masuk ke masa nifas pertengahan, maka *Endometritis* tidak terdiagnosa karena *Endometritis* merupakan infeksi pada masa awal nifas, sehingga *Sepsis Puerperalis* lebih mendominasi.

- Data pengujian ke-16 dengan input usia 14
Hasil 1 : 62,8904% *Endometritis* terbilang berat
- Data pengujian ke-16 dengan input usia 15
Hasil 1 : 0% *Endometritis* terbilang tidak ada

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian ini adalah dari 20 data yang telah diujikan, sebanyak 18 data teridentifikasi benar, yaitu sesuai diagnosa petugas kesehatan, sehingga keakuratan sistem = $100\% \times \frac{18}{20} = 90\%$.

Kesimpulan yang dapat ditarik adalah bahwa *Fuzzy Inference System* metode Mamdani dapat digunakan untuk penentuan jenis infeksi nifas.. Kesalahan diagnosa sistem pada data pengujian ke-9 dan ke-16 terjadi karena input yang kurang sesuai dengan sebab belum jelasnya *range/* batasan antar variabel pada aplikasi yang telah dibuat.

Saran dari peneliti adalah untuk penelitian selanjutnya, dalam menentukan / diagnosa awal infeksi masa nifas, dapat dikembangkan menggunakan metode lain yang berbeda dalam operasi implikasi maupun mengkomposisi rule, yaitu metode additive (SUM) atau metode probabilistik (OR) serta aplikasi untuk pengujian agar dibuat lebih *user-friendly* untuk meminimalisir kesalahan diagnosa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prawirohardjo, S. (2008). *Ilmu Kebidanan*. Jakarta: PT Bina Pustaka Sarwono Prawirohardjo.
- [2] Manuaba, I. (1998). *Ilmu Kebidanan, Penyakit Kandungan, & Keluarga Berencana untuk Pendidikan Bidan*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- [3] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2015). *Rencana Strategis Kementerian Kesehatan Tahun 2015-2019*. ISBN: 978-602-8937-89-4.
- [4] Anita. (2013). *Analisis dan Perancangan Sistem Diagnosa Penyakit pada Rahim Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis Website*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer, AMIKOM.
- [5] Blessia, T., Kumar, A., Singh, S., & Vennila, J. (2011). *Application of Knowledge Based System for Diagnosis of Osteoarthritis*. *Journal of Artificial Intelligence*, 269-278.
- [6] Awad, A., Barakat, S. E., & Saleh, A. (2011). *A Fuzzy Decision Support System for Management of Breast Cancer*. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 2, No. 3, 34-39.
- [7] Kahar, N., Furnawan, H., & Melzi, F. (2013). *Sistem Pakar Diagnosa Jenis Pendarahan pada Masa Kehamilan dan Pasca Melahirkan (Studi Kasus Salah Satu Rumah Sakit di Kota Jambi)*. Jambi: Teknik Informatika STMIK Nurdin Hamzah.
- [8] Obstetri, B. (1984). *Obstetri Patologi*. Bandung: Elstar Offset.
- [9] Ross, T. J. (2010). *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. Singapore: Fabulous Printers.
- [10] Yan, J., Ryan, M., & Power, J. (1994). *Using Fuzzy Logic Towards Intelligent Systems*. London: Prentice Hall International.
- [11] Djunaidi, M., Setiawan, E., & Andista, F. (2005). *Penentuan Jumlah Produksi dengan Aplikasi Metode Fuzzy-Mamdani*. Surakarta: Teknik Industri Universitas Muhammadiyah.

