



## Analisis Perbandingan *Single Membership Function* dan *Double Membership Function* pada Diagnosis Penyakit ISPA

Muhammad Fikri Hanif<sup>#1</sup>, Helen Sasty Pratiwi<sup>#2</sup>, Tursina<sup>#3</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, 78124

<sup>1</sup>fikrihanif77@student.untan.ac.id

<sup>2</sup>helensastypratiwi@informatics.untan.ac.id

<sup>3</sup>tursina@informatika.untan.ac.id

**Abstrak**— Penyakit ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Akut) merupakan penyakit yang dapat menular. Penyakit ini disebabkan karena terjadinya infeksi dari bakteri maupun virus yang sering terjadi setiap tahunnya. Dalam keseharian, terkadang kita tidak dapat menyatakan sesuatu sebagai benar atau salah, namun kita harus menyatakannya dalam pernyataan hampir benar, sedikit benar, atau semacamnya seperti sedikit pusing, sedikit sesak. Logika *fuzzy* merupakan logika samar yang dapat mengatasi sesuatu yang memiliki ketidakpastian tersebut. Pada dasarnya logika *fuzzy* ini hanya memiliki satu fungsi keanggotaan saja (*single membership function*). Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan Logika *fuzzy* ini terus dikembangkan oleh para peneliti yang kemudian didapatkan sebuah gagasan mengenai *double membership function* yang dihitung menggunakan metode *fuzzy certainty factor*. Penelitian ini akan membahas mengenai analisis perbandingan *single membership function* yang menggunakan metode *fuzzy mamdani* dan *double membership function* yang menggunakan metode *fuzzy certainty factor* terhadap diagnosis penyakit ISPA. Gejala dari penyakit ISPA yang digunakan adalah batuk, demam, pilek, frekuensi nafas, dan ada tidaknya tarikan dinding dada. Analisis kedua metode ini menerapkan masukan dari gejala ISPA sebagai acuan mendiagnosis penyakit, kemudian dilanjutkan dengan proses komposisi aturan, implikasi, dan *defuzzifikasi*. Dari hasil pengujian terhadap 30 data uji yang didapatkan dari dokter berdasarkan hasil rekam medis, kedua metode ini sama-sama menghasilkan 100% tingkat keakuratan.

**Kata kunci**— Fuzzy, Fuzzy Certainty Factor, ISPA, Fungsi Keanggotaan, Mamdani, Analisis, Domain Fuzzy.

### I. PENDAHULUAN

Dalam keseharian, terkadang kita tidak dapat menyatakan sesuatu sebagai benar atau salah, namun kita harus menyatakannya dalam pernyataan hampir benar, sedikit benar, atau semacamnya. Contohnya saja dalam diagnosa penyakit, jika ditanyakan kepada pasien apakah anda mengalami pusing, maka bisa saja pasien tersebut menjawab iya agak pusing atau sedikit pusing. Dalam

Logika *fuzzy*, kita dapat menyatakan sesuatu yang samar tersebut dengan sebuah nilai. Logika *fuzzy* merupakan logika yang samar atau kabur yang dapat mengatasi sesuatu yang memiliki sifat ketidakpastian serta ketidakjelasan. Logika ini juga memiliki nilai ketidakpastian dalam menentukan sesuatu antara benar dan salah [1]. Logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Lutfi A. Zadeh, pada dasarnya Lutfi A. Zadeh mendefinisikan himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan tunggal (*single membership function*), fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang berisi aturan tertentu untuk memetakan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya antara 0 sampai 1. Namun [2] menyampaikan bahwa himpunan *fuzzy* dengan dua fungsi keanggotaan (*double membership function*) akan memberikan lebih banyak bukti atau informasi daripada fungsi keanggotaan tunggal.

Diantara alasan digunakannya dua fungsi keanggotaan adalah “*The two opinions are better judge then single opinion*” dua pendapat lebih baik untuk menilai daripada satu pendapat saja [2]. Dua fungsi keanggotaan (*double membership function*) yang dimaksud adalah nilai keyakinan (*belief*) dan ketidakpercayaan (*disbelief*) yang merupakan nilai dari ahli yang harus dipertimbangkan untuk mendapatkan penilaian hingga kesimpulan yang baik.

Penyakit ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Akut) merupakan penyakit yang umum terjadi pada masyarakat yang dapat menular. Penyakit ini disebabkan karena terjadinya infeksi dari bakteri maupun virus yang sering terjadi setiap tahunnya. Menurut Badan Kesehatan Dunia (WHO) dalam [3] menjelaskan bahwa dalam beberapa tahun tersebut, penyakit ISPA menjadi 1 dari 3 penyebab utama kecacatan dan kematian pada anak hingga orang dewasa di seluruh dunia. Adapun di Indonesia, 1 hingga 4 balita meninggal setiap jamnya. Angka kejadian dan tingkat keparahan pneumonia pada anak paling tinggi tercatat di wilayah Afrika dan Asia Tenggara, yang masing-masing berkontribusi sebanyak 30% dan 39% dari total kasus parah secara global [4]. WHO melaporkan bahwa

pada tahun 2015, sekitar 16% dari total kematian anak balita disebabkan oleh pneumonia. Sementara itu, UNICEF juga mencatat bahwa kurang lebih 14% dari 147.000 balita di Indonesia meninggal karena penyakit tersebut pada tahun yang sama [5]. Kondisi tersebut semakin diperparah sepanjang tahun 2016-2018 yang membuat korban jiwa semakin meningkat. Berdasarkan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menyampaikan bahwa jumlah penderita ISPA di Indonesia mencapai 919.516 jiwa [6] yang tersebar pada enam provinsi di Indonesia dari february hingga september 2019.

Penelitian yang terkait mengenai penelitian ini diantaranya yaitu penelitian yang dilakukan [7] dengan judul Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Saluran Pernapasan Dengan Metode *Fuzzy Tsukamoto*. Pada penelitiannya, sistem inferensi yang digunakan adalah *fuzzy Tsukamoto*. Gejala yang ditentukan sebanyak 32 gejala dan 13 jenis *output* penyakit saluran pernapasan. Dilakukan sebanyak 20 kasus uji pada sistem pakar yang dibuat dengan hasil akhir 16 kasus uji sesuai dan 4 kasus tidak sesuai, sehingga didapatkan nilai keakuratan sebesar 80%. Penelitian lain dengan melakukan analisis perbandingan pernah dilakukan oleh [8] dengan judul Analisis Perbandingan Kalkulasi Manual *Fuzzy Logic* Metode *Mamdani* Dan *Tsukamoto* Pada Penentuan Tipe Diabetes Melitus. Penelitian tersebut menjabarkan perbandingan antara metode *fuzzy Mamdani* dan *Tsukamoto* dalam kasus penentuan tipe diabetes melitus. Digunakan 27 *rule fuzzy* dan 3 kasus pengujian. Dari hasil perhitungan manual menghasilkan bahwa metode Mamdani lebih mendekati kebenaran dan lebih optimal dalam kasus penentuan diabetes melitus dibandingkan metode *Tsukamoto*. Walaupun proses perhitungan Mamdani membutuhkan waktu yang lama, namun hasil yang diberikan lebih tepat. Penelitian lain dengan perbandingan *fuzzy* juga dilakukan oleh [9]. Pada penelitian tersebut membandingkan 3 metode inferensi *fuzzy* yaitu Mamdani, Sugeno, dan *Tsukamoto* untuk mendiagnosis penyakit tuberkulosis pada anak-anak. Tujuan menggunakan 3 metode inferensi *fuzzy* yang berbeda ialah untuk mengetahui metode inferensi *fuzzy* mana yang memiliki akurasi yang tinggi dalam mendiagnosa penyakit tuberkulosis pada anak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari ketiga sistem inferensi *fuzzy*, model yang paling baik adalah model sugeno dengan nilai akurasi sebesar 93% atau setara dengan kesalahan 13 diagnosis dari 180 atau setara dengan kesalahan 20 diagnosis dari 180. Model inferensi *Tsukamoto* memiliki nilai akurasi sebesar 92% atau setara dengan kesalahan 15 diagnosis dari 180. Berdasarkan ketiga sistem tersebut, keluaran yang paling presisi terdapat pada *Fuzzy* tipe Sugeno dengan nilai sebesar 95,1% sedangkan untuk *Fuzzy Mamdani* dan *Tsukamoto* masing-masing sebesar 93,4% dan 94,5%. Juga, level tertinggi untuk sensitivitas sistem ditemukan di Sugeno dengan 97,2% dibandingkan dengan *Tsukamoto FIS* sebesar 96,67% dan Mamdani di 94,4%.

Penggunaan satu fungsi keanggotaan pada himpunan fuzzy memiliki kelemahan diantaranya kurangnya variasi parameter sehingga memungkinkan model fuzzy

memberikan respon atau hasil yang kurang memuaskan. Sehingga pada studi ini dilakukan penelitian dengan melakukan analisis perbandingan *single membership function* dengan *double membership function* untuk mendiagnosis penyakit ISPA. Penggunaan *double membership function* memiliki variasi parameter tambahan yaitu nilai *disbelief* untuk mendapatkan perhitungan dan hasil yang lebih baik. Penggunaan *single membership function* untuk dilakukan penghitungan menggunakan Logika Fuzzy dengan inferensi mamdani dan penggunaan *double membership function* untuk dilakukan penghitungan menggunakan *Fuzzy Certainty Factor (FCF)* dengan juga menggunakan inferensi mamdani. Sehingga dari hasil perbandingan nanti dapat diketahui metode mana yang memiliki tingkat validasi yang lebih tinggi untuk mendiagnosis penyakit ISPA, apakah menggunakan Logika Fuzzy dengan *single membership function* atau menggunakan *Fuzzy Certainty Factor (FCF)* yang menggunakan *double membership function*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Penyakit ISPA

Penyakit ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Akut) merupakan penyakit saluran pernafasan bagian atas atau bawah yang dapat menular. Penyakit ISPA yang terjadi di saluran pernafasan ini disebabkan oleh infeksi dari bakteri maupun virus. Gejala yang muncul dari penyakit ISPA ini relatif cepat, dari beberapa jam beberapa beberapa hari. Gejala umum yang muncul seperti batuk, nyeri tenggorokan, demam, pilek, hingga sesak nafas [10].

Salah satu jenis dari penyakit ISPA adalah Pneumonia. Menurut Yessi dan Harmani [11], Pneumonia merupakan penyakit yang menyerang paru-paru, ditandai dengan kesulitan bernapas dan batuk. Ini adalah jenis infeksi saluran pernapasan akut yang umum terjadi, memengaruhi alveoli dan saluran udara distal. Penyakit ini merupakan permasalahan kesehatan serius yang terkait dengan tingginya tingkat kesakitan dan kematian jangka panjang pada semua kelompok umur di seluruh dunia. Pneumonia menduduki peringkat kedua setelah komplikasi kelahiran prematur sebagai penyebab utama kematian terutama pada bayi dengan angka kematian yang tinggi dan sering terjadi di negara-negara berkembang [12]. Pneumonia yang terjadi secara signifikan di masyarakat berdampak dalam meningkatkan morbiditas seseorang dan juga mempengaruhi biaya perawatan kesehatan. Oleh karena itu, pneumonia juga dianggap sebagai salah satu penyebab utama dari tingkat kesakitan dan kematian akibat penyakit infeksi di dunia [13].

Berdasarkan program pemberantasan penyakit ISPA, setidaknya terdapat 2 golongan klasifikasi dalam penyakit ISPA yaitu pneumonia dan bukan pneumonia. Menurut [14] terdapat 3 klasifikasi ISPA bagi anak berusia 2 bulan hingga dibawah 5 tahun, yaitu:

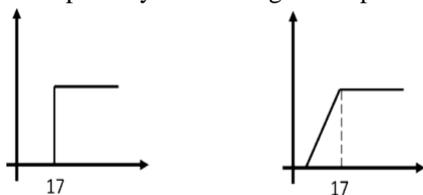
1. Pneumonia Berat, golongan ini ditandai dengan adanya batuk dan atau susah bernafas, serta adanya tarikan dinding dada bagian bawah kedalam (*chest indrawing*).

2. Pneumonia, golongan ditandai dengan batuk dan atau susah bernafas, dan nafas cepat sebanyak 40 kali atau lebih dalam 60 detik.
3. Bukan Pneumonia, pada golongan ini gejala yang timbul seperti batuk dan atau susah bernafas, namun tidak ada nafas cepat dan tidak adanya tarikan dinding dada bagian bawah kedalam.

**B. Logika Fuzzy**

Logika *fuzzy* merupakan logika yang samara atau kabur yang dapat mengatasi suatu hal yang mengandung ketidakpastian dan ketidakjelasan. Sehingga logika *fuzzy* ini cocok untuk diterapkan dalam perhitungan yang didalamnya terdapat pernyataan yang tidak pasti, seperti hampir benar, sedikit benar, dan sebagainya.

Pada logika klasik kita hanya mengenal dua nilai, yaitu benar atau salah. Sedangkan pada logika *fuzzy* kita dapat menentukan nilai antara benar dan salah. Nilai dalam logika *fuzzy* dapat dinyatakan dalam fungsi keanggotaan yang nilainya dari 0 hingga 1. Sebagai contoh untuk ukuran seseorang telah dikatakan dewasa apabila dia sudah berusia 17 tahun keatas. Jika menggunakan logika klasik, seseorang yang berusia 17 tahun kurang 1 hari tetap dinyatakan belum dewasa. Namun dalam logika *fuzzy*, orang tersebut dapat dinyatakan dengan hampir dewasa



Gambar. 1 Logika tegas (kiri) dan logika *fuzzy* (kanan)

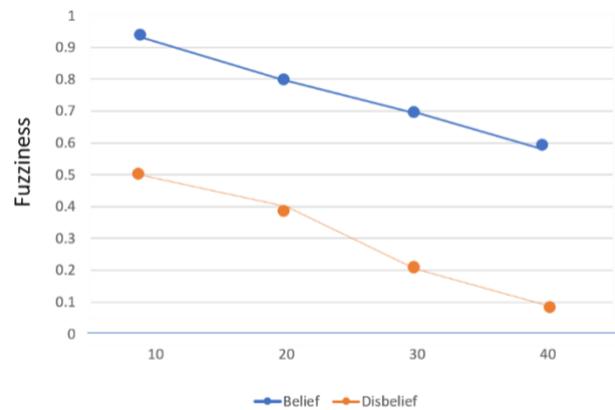
**C. Membership Function**

Fungsi keanggotaan (*membership function*) merupakan sebuah kurva yang memetakan nilai input kedalam derajat keanggotaan yang bernilai dari 0 hingga 1. Menurut [15], ada 2 faktor utama yang mempengaruhi hasil dari logika *fuzzy*, yang pertama adalah mengetahui banyaknya fungsi keanggotaan yang dibutuhkan atau yang akan digunakan seperti dalam variabel suhu ada dingin, normal, dan hangat. Adapun faktor kedua adalah interval dalam fungsi keanggotaan tersebut. Menurutnya tidak ada metode yang tepat untuk memilih fungsi keanggotaan, meskipun cara *trial and error* sering digunakan untuk itu. Pada dasarnya bentuk fungsi keanggotaan tergantung pada bagaimana seseorang percaya pada variabel linguistik tertentu. Satu-satunya syarat yang harus dipenuhi oleh fungsi keanggotaan adalah ia harus berada dalam nilai 0 dan 1.

Terdapat macam-macam fungsi keanggotaan *fuzzy* yang sering digunakan, seperti Kurva Linear, Kurva Segitiga, Kurva Bahu, Kurva Trapesium, PI, dan Kurva *Singleton*. Namun dalam penelitian [16] yang melakukan perbandingan bentuk fungsi keanggotaan segitiga, PI, dan trapezium menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh penggunaan fungsi keanggotaan tersebut terhadap *output* yang didapatkan.

**D. Double Membership Function**

Pada dasarnya *Double membership function* dapat dipelajari sejalan dengan *single membership function*. Hanya saja *double membership function* memiliki dua parameter, yaitu nilai *belief* dan *disbelief* yang didapatkan dari pengetahuan maupun intuisi pakar. Sedangkan *single membership function* hanya memiliki satu parameter, yaitu *belief*. Untuk lebih jelasnya mengenai gambaran *Double membership function* bisa dilihat pada Gambar. 2.



Gambar. 2 *Double membership function*

**E. Metode Fuzzy Mamdani**

Menurut Bova dalam [17] menjelaskan bahwa Metode *Fuzzy Mamdani* merupakan bagian dari *fuzzy inference system* (FIS) yang bertujuan untuk mendapatkan kesimpulan atau suatu keputusan dari suatu permasalahan yang tidak pasti. Secara umum prosedur dari *Fuzzy Mamdani* ini dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu pembentukan himpunan *fuzzy* (*fuzzifikasi*), aplikasi fungsi implikasi, komposisi aturan, dan *defuzzifikasi*.

**F. Fuzzy Certainty Factor (FCF)**

Metode *Fuzzy Certainty Factor (FCF)* didefinisikan sebagai himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan tunggal (*single membership function*) yang didapatkan dengan cara menghitung selisih dari dua fungsi keanggotaan yaitu nilai kepercayaan (*belief*) dan ketidakpercayaan (*disbelief*) [18]. Metode FCF ini jelas berbeda dengan metode *Certainty Factor*, metode *Certainty Factor* pada dasarnya menggunakan konsep probabilitas dan menghasilkan suatu matriks yang mengandung nilai yang menunjukkan tingkat kepastian atau ketidakpastian, dengan rentang nilai dari -1 hingga 1. Angka 1 mencerminkan tingkat kepercayaan yang sangat tinggi, sementara nilai -1 mencerminkan tingkat ketidakpercayaan yang sangat tinggi [19], sedangkan metode FCF menggunakan konsep *fuzzy* dan rentang nilai yang digunakan dari 0 hingga 1. Persamaan teori *Fuzzy Certainty Factor (FCF)* (1) dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$\mu_A^{FCF}(x) = \mu_A^{Belief}(x) - \mu_A^{Disbelief}(x) \tag{1}$$

Keterangan:

$\mu_A^{FCF}(x)$  : nilai FCF terhadap hipotesis A jika diberikan evidence  $x$

$\mu_A^{Belief}(x)$  : Nilai kepercayaan dari hipotesis A terhadap evidence  $x$

$\mu_A^{Disbelief}(x)$  : Nilai ketidakpercayaan dari hipotesis A terhadap evidence  $x$

Nilai  $x$  : Rentang nilai antara 0 dan 1

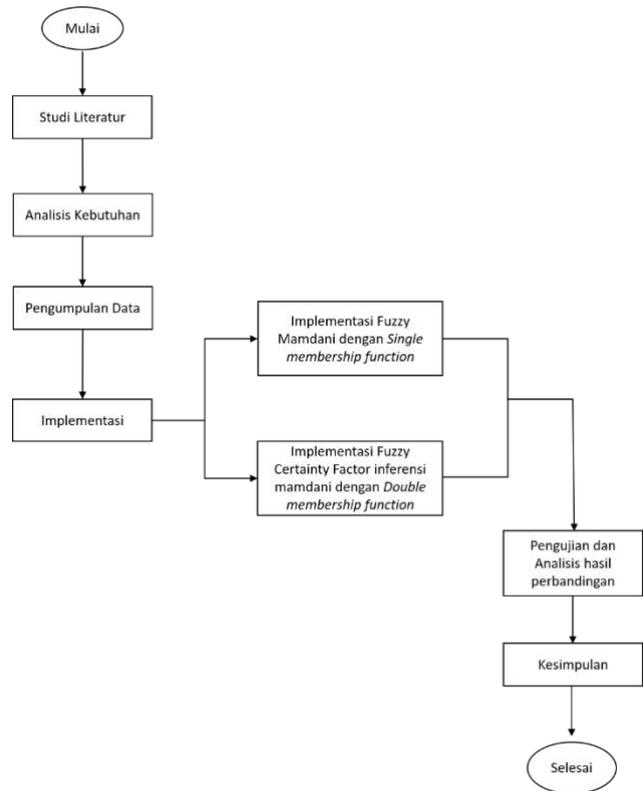
Metode *Fuzzy Certainty Factor* (FCF) menggunakan dua fungsi keanggotaan, dua fungsi keanggotaan yang dimaksud ialah nilai “Belief” dan “disbelief”. Sehingga untuk mendapatkan nilai akhir FCF harus ditentukan nilai “Belief” dan “disbelief” terlebih dahulu. Menurut [2] pada dasarnya perhitungan metode FCF ini dapat dipelajari sebanding dengan logika fuzzy dengan *single membership function* yang dikemukakan oleh Lotfi A. Zadeh, perbedaannya ada dua fungsi keanggotaan yang harus dieliminasi untuk mendapatkan satu fungsi keanggotaan.

Secara umum prosedur pengerjaan dari metode FCF ini sama seperti pengerjaan fuzzy yang hanya menggunakan satu fungsi keanggotaan saja. Adapun tahapan pengerjaannya dimulai dari pembentukan himpunan fuzzy, menentukan aturan (fungsi implikasi), menentukan nilai FCF dengan *conditional inference*, dan *defuzzifikasi*.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Metodologi Penelitian

Penelitian ini berfokus pada proses perhitungan dan analisis dari *single* maupun *double membership function*. Secara umum terdapat 6 tahapan dalam melakukan penelitian ini, yaitu studi literatur, analisis kebutuhan, pengumpulan data, implementasi (implementasi fuzzy mamdani dengan *single membership function* dan implementasi FCF dengan *double membership function*), pengujian dan analisis hasil perbandingan, dan kesimpulan.



Gambar. 3 Metodologi penelitian

#### B. Studi Literatur

Tujuan dari studi literatur adalah untuk mencari referensi ilmu pengetahuan yang memiliki kaitan dengan sistem yang akan dibangun seperti penyakit ISPA, metode *fuzzy certainty factor*, metode *fuzzy logic*, serta penelitian-penelitian terkait yang pernah dilakukan sebelumnya.

#### C. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mendapatkan gambaran dari hasil penelitian yang akan. Adapun data yang dibutuhkan adalah data gejala penyakit ISPA, macam penyakit ISPA, serta data latih penyakit ISPA yang digunakan untuk pengujian.

#### D. Pengumpulan Data

Pengumpulan data didapatkan dari dokter yang bekerja di puskesmas Kom Yos Sudarso Pontianak Barat serta pengalamannya dalam menangani kasus gangguan ISPA. Adapun data dikumpulkan yaitu data gejala penyakit ISPA, macam penyakit ISPA, serta data latih penyakit ISPA yang nantinya akan menjadi bahan pengujian dari penelitian ini. Didapatkan 32 variasi data uji dari dokter berdasarkan hasil dari rekam medis di puskesmas Kom Yos Sudarso Pontianak Barat.

IV. HASIL IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN ANALISIS PERBANDINGAN

A. Implementasi Fuzzy Mamdani dengan Single MF's

1. Fuzzifikasi

Langkah awal dari perhitungan fuzzy mamdani adalah dengan fuzzifikasi, yaitu menentukan himpunan fuzzy dari variabel, baik variabel input maupun variabel output yang masing-masing dari keduanya ditentukan semesta pembicaraan dan domainnya. Menurut [20], fuzzifikasi juga dapat diartikan sebagai perubahan nilai crisp (nilai input) menjadi nilai fuzzy (derajat keanggotaan) dengan menggunakan suatu fungsi keanggotaan. Variabel input dalam penelitian ini ada 5, yaitu batuk, suhu tubuh, pilek, frekuensi nafas, dan tarikan dinding dada. Sedangkan variabel output ada 3 yaitu pneumonia berat, pneumonia, dan bukan pneumonia. Masing-masing dari variabel input maupun output tersebut memiliki semesta pembicaraan dan domain yang berbeda, untuk lebih jelasnya data himpunan fuzzy disajikan pada Tabel 1.

TABEL I  
VARIABEL HIMPUNAN FUZZY

Fungsi	Kode	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan	Domain
Input	G01	Batuk	[0,90]	Ringan [0,70] Berat [20,90]
	G02	Demam	[33,45]	Normal [33, 38] Demam [37,45]
	G03	Pilek	[0,90]	Ringan [0,70] Berat [20,90]
	G04	Frekuensi Nafas	[35,60]	Normal [35,45] Sesak [43,60]
	G05	Tarikan Dinding Dada	[0,1]	Ada [1] Tidak Ada [0]
Output	P01	Pneumonia Berat	[0,100]	[62.6, 100] [37.6, 62.5] [0,37.5]
	P02	Pneumonia		
	P03	Bukan Pneumonia		

2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi merupakan aturan logika yang terdiri dari kumpulan premis dan satu konklusi. Penelitian ini terdapat 5 variabel input yaitu batuk, suhu, pilek, nafas, dan tarikan dinding dada, kemudian didapatkan 32 aturan fuzzy yang merupakan kombinasi dari masing-masing variabel input. Tabel aturan fuzzy penyakit ISPA dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL II  
ATURAN FUZZY PENYAKIT ISPA

Rul e	IF Batuk	AND Suhu Tubuh	AND Pilek	AND Frekuensi Nafas	AND Tarikan Dada	THEN Penyakit
1	ringan	normal	ringan	normal	tidak ada	Bukan Pneumonia
2	ringan	normal	ringan	normal	ada	Bukan Pneumonia
3	ringan	normal	ringan	sesak	tidak ada	Pneumonia
4	ringan	normal	ringan	sesak	ada	Pneumonia berat
5	ringan	normal	berat	normal	tidak ada	Bukan Pneumonia
6	ringan	normal	berat	normal	ada	Bukan Pneumonia
7	ringan	normal	berat	sesak	tidak ada	Pneumonia
8	ringan	normal	berat	sesak	ada	Pneumonia berat
9	ringan	demam	ringan	normal	tidak ada	Bukan Pneumonia
10	ringan	demam	ringan	normal	ada	Pneumonia
11	ringan	demam	ringan	sesak	tidak ada	Pneumonia
12	ringan	demam	ringan	sesak	ada	Pneumonia berat
13	ringan	demam	berat	normal	tidak ada	Bukan Pneumonia
14	ringan	demam	berat	normal	ada	Pneumonia
15	ringan	demam	berat	sesak	tidak ada	Pneumonia
16	ringan	demam	berat	sesak	ada	Pneumonia berat
17	berat	normal	ringan	normal	tidak ada	Bukan Pneumonia
18	berat	normal	ringan	normal	ada	Pneumonia berat
19	berat	normal	ringan	sesak	tidak ada	Pneumonia
20	berat	normal	ringan	sesak	ada	Pneumonia berat
21	berat	normal	berat	normal	tidak ada	Bukan Pneumonia
22	berat	normal	berat	normal	ada	Pneumonia berat
23	berat	normal	berat	sesak	tidak ada	Pneumonia
24	berat	normal	berat	sesak	ada	Pneumonia Berat
25	berat	demam	ringan	normal	tidak ada	Bukan Pneumonia
26	berat	demam	ringan	normal	ada	Pneumonia berat
27	berat	demam	ringan	sesak	tidak ada	Pneumonia
28	berat	demam	ringan	sesak	ada	Pneumonia berat
29	berat	demam	berat	normal	tidak ada	Pneumonia
30	berat	demam	berat	normal	ada	Pneumonia berat
31	berat	demam	berat	sesak	tidak ada	Pneumonia
32	berat	demam	berat	sesak	ada	Pneumonia berat

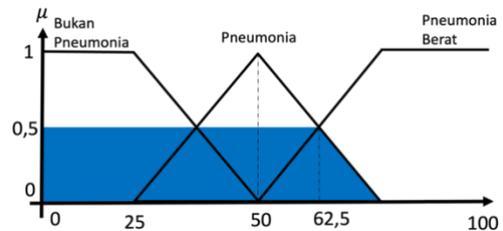
Dari data *fuzzifikasi* tersebut maka ditentukan nilai keanggotaan berdasarkan aturan *fuzzy* yang telah dibuat pada Tabel 2 yang berjumlah 32 aturan yang didapatkan dari hasil kombinasi masing-masing variabel input yang berasal dari hasil wawancara dengan dokter. Aturan ini implementasikan dengan aturan *Conjunction* (konjungsi) dengan cara memilih derajat keanggotaan minimum dari nilai-nilai variabel hasil *fuzzifikasi* yang dihubungkan oleh tanda ( $\cap$ ). Berikut merupakan cara penentuan fungsi implikasi. Dari perhitungan fungsi implikasi 32 aturan tersebut, maka didapatkanlah hasil yang disajikan pada Tabel 3.

TABEL III  
FUNGSI IMPLIKASI FUZZY MAMDANI SINGLE MF'S

Rule	Alfa Predikat	Output
1	0,5	Bukan Pneumonia
2	0	Bukan Pneumonia
3	0,5	Pneumonia
4	0	Pneumonia berat
5	0,4	Bukan Pneumonia
6	0	Bukan Pneumonia
7	0,4	Pneumonia
8	0	Pneumonia berat
9	0,5	Bukan Pneumonia
10	0	Pneumonia
11	0,5	Pneumonia
12	0	Pneumonia berat
13	0,4	Bukan Pneumonia
14	0	Pneumonia
15	0,4	Pneumonia
16	0	Pneumonia berat
17	0,4	Bukan Pneumonia
18	0	Pneumonia berat
19	0,4	Pneumonia
20	0	Pneumonia berat
21	0,4	Bukan Pneumonia
22	0	Pneumonia berat
23	0,4	Pneumonia
24	0	Pneumonia Berat
25	0,4	Bukan Pneumonia
26	0	Pneumonia berat
27	0,4	Pneumonia
28	0	Pneumonia berat
29	0,4	Pneumonia
30	0	Pneumonia berat
31	0,4	Pneumonia
32	0	Pneumonia berat

3. Komposisi Aturan

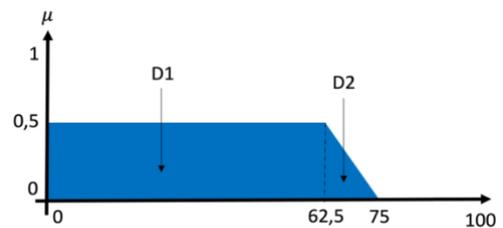
Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa untuk nilai alfa predikat tertinggi untuk daerah *output* Bukan Pneumonia adalah 0,5, sedangkan nilai alfa predikat tertinggi untuk daerah *output* Pneumonia adalah 0,5, dan untuk nilai alfa predikat tertinggi pada daerah *output* Pneumonia Berat adalah 0. Sehingga jika divisualisasikan dalam bentuk kurva *output* dapat dilihat pada Gambar. 4.



Gambar. 4 Komposisi aturan *fuzzy mamdani single MF's*

4. Defuzzifikasi

Metode *defuzzifikasi* yang digunakan adalah metode *centroid*. Untuk menentukan nilai *crisp z* atau nilai tegas, maka dilakukan pembagian daerah menjadi dua bagian, yaitu D1 dan D2 dengan luas masing-masing adalah A1 dan A2, serta momen terhadap nilai keanggotaan adalah M1 dan M2. Tujuan pembagian daerah tersebut adalah untuk mempermudah menghitung luas dan momen.



Gambar. 5 Defuzzifikasi *fuzzy mamdani single MF's*

Momen 1 (M1)

$$M1 = \int_0^{62,5} 0,5 z dz = 976,5625 \tag{2}$$

Momen 2 (M2)

$$M2 = \int_{62,5}^{75} \frac{75-z}{25} z dz = 208,33 \tag{3}$$

Luas 1

$$A1 = 62,5 * 0,5 = 31,25 \tag{4}$$

Luas 2

$$A2 = \frac{(75-62,5) * 0,5}{2} = 3,125 \tag{5}$$

Sehingga berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh titik pusat daerah *fuzzy* yaitu:

$$z = \frac{976,5625+208,33}{31,25+3,125} = 34,46 \quad (6)$$

Berdasarkan kurva *output*, nilai 34,46 berada pada himpunan bukan pneumonia. Sehingga untuk inputan gejala batuk dengan nilai 40, suhu tubuh 37,5 derajat, pilek dengan nilai 40, frekuensi nafas 44 per-menit, dan tidak ditemukan tarikan dinding dada, maka termasuk dalam penyakit ISPA Bukan Pneumonia

B. Implementasi FCF dengan Double MF's

1. Fuzzifikasi

Berbeda dengan *fuzzy mamdani* yang menggunakan *single membership function*, untuk metode *fuzzy certainty factor* ini menggunakan *double membership function*. Sehingga selain memperhatikan nilai keyakinan (*belief*) juga memperhatikan nilai ketidakyakinan (*disbelief*). Adapun untuk data variabel himpunan *fuzzy* untuk perhitungan *fuzzy certainty factor* ini sama dengan perhitungan *fuzzy mamdani* sebelumnya yang telah disajikan pada Tabel 1.

2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Sama halnya seperti perhitungan menggunakan *fuzzy mamdani* pada penelitian ini terdapat 5 variabel input yaitu batuk, suhu, pilek, nafas, dan tarikan dinding dada, maka didapatkan 32 aturan *fuzzy* yang dapat dilihat pada Tabel 2. Adapun dari perhitungan fungsi implikasi 32 aturan tersebut, maka didapatlah hasil fungsi implikasi pada FCF yang disajikan pada Tabel 4.

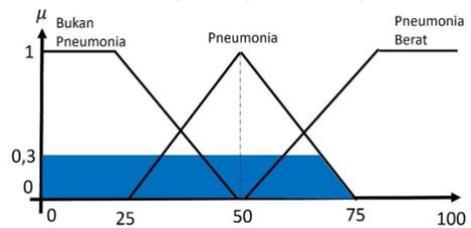
TABEL IV  
FUNGSI IMPLIKASI FCF DOUBLE MF'S

Aturan	MIN Belief	MAX Disbelief	FCF
1	0,5	0,2	0,3
2	0	0,18	-0,18
3	0,5	0,2	0,3
4	0	0,18	-0,18
5	0,4	0,2	0,2
6	0	0,18	-0,18
7	0,4	0,2	0,2
8	0	0,18	-0,18
9	0,5	0,2	0,3
10	0	0,18	-0,18
11	0,5	0,2	0,3
12	0	0,18	-0,18
13	0,4	0,2	0,2
14	0	0,18	-0,18
15	0,4	0,2	0,2
16	0	0,18	-0,18
17	0,4	0,2	0,2
18	0	0,18	-0,18
19	0,4	0,2	0,2
20	0	0,18	-0,18
21	0,4	0,2	0,2

Aturan	MIN Belief	MAX Disbelief	FCF
22	0	0,15	-0,15
23	0,4	0,2	0,2
24	0	0,15	-0,15
25	0,4	0,2	0,2
26	0	0,18	-0,18
27	0,4	0,2	0,2
28	0	0,18	-0,18
29	0,4	0,2	0,2
30	0	0,15	-0,15
31	0,4	0,2	0,2
32	0	0,15	-0,15

3. Conditional Inference

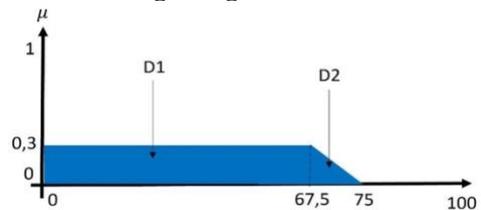
Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa untuk nilai FCF tertinggi untuk daerah *output* Bukan Pneumonia adalah 0,3, sedangkan nilai FCF tertinggi untuk daerah *output* Pneumonia adalah 0,3, dan untuk nilai FCF tertinggi pada daerah *output* Pneumonia Berat adalah -0,15. Dikarenakan nilai tertinggi FCF untuk daerah *output* Pneumonia Berat bernilai negatif maka daerah tersebut tidak akan dihitung (*rejected*) [21], sehingga untuk *output* Pneumonia Berat tidak memiliki daerah *output*. Adapun jika divisualisasikan dalam bentuk kurva *output* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar. 6 Komposisi aturan FCF double MF's

4. Defuzzifikasi

Untuk menentukan nilai *crisp z*, maka dilakukan pembagian daerah menjadi dua bagian, yaitu D1 dan D2 dengan luas masing-masing adalah A1 dan A2, serta momen terhadap nilai keanggotaannya yaitu M1 dan M2. Tujuan pembagian daerah tersebut adalah untuk mempermudah menghitung luas dan momen.



Gambar. 7 Defuzzifikasi FCF double MF's

Momen 1 (M1)

$$M1 = \int_0^{67,5} 0,3 z dz = 683,4375 \quad (7)$$

Momen 2 (M2)

$$M2 = \int_{67,5}^{75} \frac{75-z}{25} z dz = 78,75 \tag{8}$$

Luas 1

$$A1 = 67,5 * 0,3 = 20,25 \tag{9}$$

Luas 2

$$A2 = \frac{(75-67,5)*0,3}{2} = 1,125 \tag{10}$$

Sehingga berdasarkan perhitungan tersebut maka diperoleh titik pusat dari daerah *fuzzy* yaitu:

$$z = \frac{683,4375+78,75}{20,25+1,125} = 35,657 \tag{11}$$

Berdasarkan kurva *output*, nilai 35,65 berada pada himpunan bukan pneumonia. Sehingga untuk inputan gejala batuk dengan nilai 40, suhu tubuh 37,5 derajat, pilek dengan nilai 40, frekuensi nafas 44 per-menit, dan tidak ditemukan tarikan dinding dada, maka termasuk dalam penyakit ISPA bukan pneumonia.

### C. Pengujian dan Analisis Hasil

Dilakukan pengujian terhadap 30 data uji mengenai penyakit ISPA. Berikut merupakan 30 data uji beserta hasil diagnosis pakar yang disajikan pada Tabel 5.

TABEL V  
DATA UJI PENYAKIT ISPA

No.	Kasus	Hasil Pakar
1	Batuk (40), Suhu Tubuh (37,5), Pilek (40), Frekuensi Nafas (44), Tidak ada tarikan dada	Bukan Pneumonia
2	Batuk (75), Suhu Tubuh (38,5), Pilek (40), Frekuensi Nafas (46), Ada tarikan dada	Pneumonia Berat
3	Batuk (30), Suhu Tubuh (37), Pilek (40), Frekuensi Nafas (43), Tidak Ada tarikan dada	Bukan Pneumonia
4	Batuk (20), Suhu Tubuh (37), Pilek (39), Frekuensi Nafas (43), Tidak Ada tarikan dada	Bukan Pneumonia
5	Batuk (55), Suhu Tubuh (38), Pilek (45), Frekuensi Nafas (45), Tidak Ada tarikan dada	Pneumonia
6	Batuk (60), Suhu Tubuh (38), Pilek (40), Frekuensi Nafas (47), Ada tarikan dada	Pneumonia Berat
7	Batuk (39), Suhu Tubuh (37), Pilek (40), Frekuensi Nafas (43), Tidak Ada tarikan dada	Bukan Pneumonia
8	Batuk (75), Suhu Tubuh (38), Pilek (50), Frekuensi Nafas (47), Ada tarikan dada	Pneumonia Berat
9	Batuk (42), Suhu Tubuh (37,5), Pilek (30), Frekuensi Nafas (42), Tidak ada tarikan dada	Bukan Pneumonia
10	Batuk (37), Suhu Tubuh (36,8), Pilek (40), Frekuensi Nafas (43), Tidak Ada tarikan dada	Bukan Pneumonia
11	Batuk (75), Suhu Tubuh (39), Pilek (50), Frekuensi Nafas (47), Ada tarikan dada	Pneumonia Berat

No.	Kasus	Hasil Pakar
12	Batuk (29), Suhu Tubuh (37), Pilek (39), Frekuensi Nafas (43), Tidak Ada tarikan dada	Bukan Pneumonia
13	Batuk (60), Suhu Tubuh (38), Pilek (48), Frekuensi Nafas (46), Tidak Ada tarikan dada	Pneumonia
14	Batuk (71), Suhu Tubuh (38,7), Pilek (40), Frekuensi Nafas (47), Ada tarikan dada	Pneumonia Berat
15	Batuk (46), Suhu Tubuh (37,5), Pilek (47), Frekuensi Nafas (43), Tidak ada tarikan dada	Bukan Pneumonia
16	Batuk (38), Suhu Tubuh (37), Pilek (20), Frekuensi Nafas (44), Tidak ada tarikan dada	Bukan Pneumonia
17	Batuk (72), Suhu Tubuh (38), Pilek (57), Frekuensi Nafas (47), Tidak Ada tarikan dada	Pneumonia
18	Batuk (63), Suhu Tubuh (37,5), Pilek (44), Frekuensi Nafas (46), Tidak Ada tarikan dada	Pneumonia
19	Batuk (40), Suhu Tubuh (37), Pilek (49), Frekuensi Nafas (43), Tidak ada tarikan dada	Bukan Pneumonia
20	Batuk (49), Suhu Tubuh (37), Pilek (30), Frekuensi Nafas (42), Tidak ada tarikan dada	Bukan Pneumonia
21	Batuk (50), Suhu Tubuh (38), Pilek (43), Frekuensi Nafas (46), Tidak ada tarikan dada	Pneumonia
22	Batuk (64), Suhu Tubuh (39,2), Pilek (40), Frekuensi Nafas (48), Ada tarikan dada	Pneumonia Berat
23	Batuk (27), Suhu Tubuh (39), Pilek (45), Frekuensi Nafas (42), Tidak Ada tarikan dada	Bukan Pneumonia
24	Batuk (51), Suhu Tubuh (38,5), Pilek (44), Frekuensi Nafas (44), Ada tarikan dada	Pneumonia Berat
25	Batuk (59), Suhu Tubuh (37,5), Pilek (43), Frekuensi Nafas (44), Tidak Ada tarikan dada	Bukan Pneumonia
26	Batuk (70), Suhu Tubuh (39,4), Pilek (40), Frekuensi Nafas (49), Ada tarikan dada	Pneumonia Berat
27	Batuk (29), Suhu Tubuh (39), Pilek (47), Frekuensi Nafas (43), Tidak Ada tarikan dada	Bukan Pneumonia
28	Batuk (45), Suhu Tubuh (38,5), Pilek (47), Frekuensi Nafas (45), Tidak Ada tarikan dada	Pneumonia
29	Batuk (68), Suhu Tubuh (39), Pilek (49), Frekuensi Nafas (47), Ada tarikan dada	Pneumonia Berat
30	Batuk (58), Suhu Tubuh (37), Pilek (40), Frekuensi Nafas (47), Tidak Ada tarikan dada	Pneumonia

Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil diagnosis pakar dan hasil diagnosis perhitungan menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* dan *Fuzzy Certainty Factor* (FCF), hasil pengujian menunjukkan bahwa kedua metode tersebut sama-sama menghasilkan kesesuaian 100% sama dengan hasil pakar. Sehingga persentase dari kedua metode tersebut:

$$\text{Kesesuaian} = \frac{\text{Jumlah data uji yang sesuai hasil}}{\text{Jumlah seluruh data uji}} \times 100\%$$

$$= \frac{30}{30} \times 100\% = 100\% \quad (12)$$

Berikut adalah hasil perancangan dan pengujian analisis perbandingan *single membership function* yang menggunakan metode *fuzzy mamdani* dengan *double membership function* yang menggunakan metode *fuzzy certainty factor* terhadap diagnosis penyakit ISPA:

1. Perhitungan *single membership function* menggunakan metode *fuzzy mamdani* untuk mendapatkan hasil diagnosa penyakit ISPA. Metode *fuzzy mamdani* hanya menggunakan satu fungsi keanggotaan saja yang mana hanya menghitung nilai *belief* (keyakinan) saja menghasilkan nilai pengujian sebesar 100% sesuai dari 30 data uji.
2. Perhitungan *double membership function* menggunakan metode *fuzzy certainty factor* (FCF) untuk mendapatkan hasil diagnosa penyakit ISPA. Digunakan metode FCF ini karena ada dua fungsi keanggotaan yang akan diperhitungkan yaitu nilai *belief* dan nilai *disbelief*. Cara kerja metode ini hampir sama dengan metode *fuzzy* yang menggunakan satu fungsi keanggotaan, hanya saja ada nilai *disbelief* yang juga diperhitungkan dengan cara dikurangi dari nilai *belief* yang ada. Hasil pengujian dengan metode ini didapatkan hasil nilai pengujian sebesar 100% sesuai dari 30 data uji.
3. Pada penelitian ini, hasil dari komposisi aturan pada kedua metode menghasilkan bentuk kurva *output* yang sama pada 27 kasus uji. Hanya saja pada metode FCF yang menggunakan dua fungsi keanggotaan memiliki tinggi kurva yang lebih rendah dibanding metode *fuzzy mamdani* yang hanya menggunakan satu fungsi keanggotaan. Hal ini dikarenakan adanya proses pengurangan nilai *disbelief* setelah pada tahap implikasi untuk metode FCF.
4. Pada penelitian ini untuk *single* maupun *double membership function* sama-sama menggunakan metode *centroid* untuk *defuzzifikasi* yang mencari nilai tengah dari proses *defuzzifikasi*. Sehingga jika bentuk kurvanya sama pada proses komposisi aturan, maka kurva yang memiliki nilai tinggi maupun rendah akan menghasilkan angka yang tidak akan jauh berbeda.
5. Pada penelitian ini kedua metode tersebut memiliki hasil yang sama, hal ini dipengaruhi oleh rancangan dari fungsi keanggotaan, aturan, dan metode *defuzzifikasi* yang dipakai. Hal ini sama sekali tidak mutlak menjadikan kedua metode tersebut memiliki tingkat akurasi yang sama. Dengan demikian, sama sekali tidak menutup kemungkinan untuk menghasilkan hasil uji yang berbeda pada kasus penelitian dan rancangan yang lain.

#### V. KESIMPULAN

Pengujian dengan *single* maupun *double membership function* sama-sama menghasilkan hasil yang sama, yaitu

100% akurat dari 30 data uji yang diberikan. Semakin panjang rentang semesta pembicaraan pada himpunan *fuzzy* yang memiliki bentuk kurva linear naik maupun turun, maka nilai fungsi keanggotaan yang didapat juga akan semakin jauh perbedaannya. Beberapa hal yang sangat mempengaruhi hasil dari perhitungan *fuzzy* pada yang menggunakan *single* maupun *double membership function* adalah jumlah dari variabel input yang digunakan beserta intervalnya, penentuan range dari variabel kurva *output*, kualitas dari aturan *fuzzy* yang dibuat, dan jenis *defuzzifikasi* yang digunakan. Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan variabel input maupun *output* untuk mendapatkan hasil diagnosis yang lebih kompleks. Selain itu, bisa juga dengan menggunakan metode *defuzzifikasi* yang berbeda, seperti *Smallest Of Maximum* (SOM), *Mean Of Maximum* (MOM), *Largest Of Maximum* (LOM), maupun *Average* untuk mengetahui tingkat akurasi hasil akhirnya.

#### REFERENSI

- [1] I. P. Jerry, A. Dinata, I. W. Rinas, dan I. W. A. Wijaya, "Pengaruh Fuzzy Logic Controller Pada Pengoperasian Filter Aktif Shunt Terhadap Penurunan I THD dan Rugi- Rugi Daya Pada Sistem Kelistrikan RSUD Klungkung," SPEKTRUM, vol. 6, no. 3, hal. 141–147, 2019.
- [2] Reddy, P. 2017. Fuzzy Logic Based on Belief and Disbelief Membership Function. ScienceDirect: Fuzzy Information and Engineering, 9:405-422.
- [3] Forum of International Respiratory Societies. 2017. The Global Impact of Respiratory Disease-Second Edition. Sheffi eld, European Respiratory Society. ISBN: 9781849840873; e-ISBN: 9781849840880.
- [4] Tegenu, Kenenisa, et al. "Severe Pneumonia: Treatment outcome and its determinant factors among under-five patients, Jimma, Ethiopia". SAGE Open Medicine, Vol. 10, p. 2022, doi :10.1177/20503121 221078445.
- [5] Budihardjo, S. N., & Suryawan, I. W. B. 2020. Faktor-faktor resiko kejadian pneumonia pada usia 12-59 bulan di RSUD Wangaya. Intisari Sains Medis, 11(1), 398. doi: 10.15562/ism.v11i1. 645.
- [6] CNN Indonesia. 2019. "Penderita ISPA Akibat Karhutla Tembus 919 Ribu Orang". [Online]. Available: [https://www.cnnindonesia.com/nasional/20190923160933-20-433052/penderita-isp-a-akibat-karhutla-tembus-919-ribu-orang\\_](https://www.cnnindonesia.com/nasional/20190923160933-20-433052/penderita-isp-a-akibat-karhutla-tembus-919-ribu-orang_) [Accessed 20 October 2022].
- [7] Kusumaningtyas, D.D., Hasbi, M., dan Wijayanto, H. 2019. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Saluran Pernafasan Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto. Jurnal TIKomSiN, Vol. 7, No. 2, 2019.
- [8] Adrial, R., Vitriani, dan Usna S.R.A., 2020. Analisis Perbandingan Kalkulasi Manual Fuzzy Logic Metode Mamdani Dan Tsukamoto Pada Penentuan Tipe Diabetes Melitus. Journal of Education Informatic Technology and Science (JeITS) , Volume 2, Nomor 3, April 2020: 12-23.
- [9] Sari , W.E., Wahyunggoro, O., dan Fauziati, S. 2016. A Comparative Study on Fuzzy Mamdani-Sugeno-Tsukamoto for the Childhood Tuberculosis Diagnosis, AIP Conference Proceedings, View online: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4958498>.
- [10] Kunoli, F. J. (2013). Pengantar Epidemiologi Penyakit Menular. Jakarta: Trans Info Media.
- [11] Harnani, Yessi, et al. Pengaruh Musim Terhadap Kejadian Pneumonia Pada Balita Di Kabupaten. Dinamika Lingkungan Indonesia, Vol. 9 (1), pp. 39-44, 2022, doi: 10.31258/dli.9.1.
- [12] Beletew, Biruk, et al. Prevalence Of Pneumonia And Its Associated Factors Among Under-Five Children In East Africa: A Systematic Review And Meta-Analysis. BMC Pediatrics, Vol. 20 (254), 2020, doi: 10.1186/s12887-020-02083-z.

- [13] Modi, Anita . R., Kovacs, dan Christoper S. Community-acquired pneumonia: Strategies for triage and treatment. *Cleveland Journal of Medicine*, Vol. 87 (3), pp. 145 -151, 2020, doi: 10.3949/ccjm.87a.19067.
- [14] WHO (2007). Pencegahan Dan Pengendalian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Yang Cenderung Menjadi Pandemi Dan Pandemi Di Fasilitas Pelayanan Kesehatan. [Online]. Available: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69707/?sequence=14> Accessed 15 October 2022].
- [15] Sadollah, A., 2018, 'Introductory Chapter: Which Membership Function is Appropriate in Fuzzy System?', in A. Sadollah (ed.), *Fuzzy Logic Based in Optimization Methods and Control Systems and Its Applications*, IntechOpen, London. 10.5772/intechopen.79552.
- [16] Wardana, H. K., Ummah, I., & Fitriyah, L. A. 2019. Analisis Membership Functions PI, Segitiga dan Trapesium (Studi Kasus: Rekam Medis Pasien RSUD Jombang). *Prosiding Seminar Nasional SAINSTEKNOPAK Ke-3 LPPM UNHAS Y TEBUIRENG JOMBANG 2019*, vol.3:251–263, November 2019.
- [17] Ardiansyah, Y.R., Misbahuddin, Akbar, L.A.S.I. 2021. Sistem Pengambilan Keputusan Untuk Pemilihan Bidang Keahlian Bagi Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Mataram Menggunakan Logika Fuzzy Mamdani Bertingkat. *Dielektrika*, [P-ISSN 2086-9487] [E-ISSN 2579-650x] 68 Vol. 8, No.1 :68 - 76, Februari 2021.
- [18] Reddy, P.V.S. 2018. Generalized Fuzzy Data Mining for Incomplete Information. *Journal of Software Engineering and Applications*, 11, 285-298.
- [19] N. Usman, M. Bunyamin, A. Ambarita, and M. Abdurahman, "Sistem Diagnosa Penyakit Mata Berbasis Web (Pendekatan Hasil Dan Penelusuran Gejala) Menggunakan Metode Certainty Factor (Cf) Pada Apotik Janji Meuham Kota Ternate," *IJIS Indonesia. J. Inf. Syst.*, vol. 7, no. September, pp. 110–121, 2022, doi: 10.36549/ijis.v7i2.224.
- [20] Santoso, B., Azis, A. I. ., & Zohrahayaty. 2020. *Machine Learning & Reasoning Fuzzy Logic*. Seleman: Deepublish.
- [21] Reddy, P. 2020. *Fuzzy Logic, Fuzzy Conditional Inference and Fuzzy Reasoning Based On Belief and Disbelief*. Department of Computer Science and Engineering, College of Engineering.