

Sistem Diagnosis Pneumonia Menggunakan Logika *Fuzzy* Tsukamoto

Elyza Gustri Wahyuni
Prodi Teknik Informatika, FTI
Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta Indonesia
elyza@uii.ac.id

Ahmad Syahriza Ramadhan
Prodi Teknik Informatika, FTI
Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia
13523107@students.uui.ac.id

Abstract—Pneumonia is a disease which strikes nearly every human, ranging from the young age up to adult. Physicians are often difficult to identify someone exposed to pneumonia, pneumonia due to having some levels of classification, so as to allow the symptoms experienced are also different levels of classification of pneumonia according to expert specialist lung can be classified into "light" and "heavy", so as to make it easier for doctors in diagnosing diseases pneumonia one proper methods i.e. using fuzzy logic because it tends to have the symptoms and diagnosis of the nature of the fuzzy. System test results it can be concluded that the system diagnosis of pneumonia by this Tsukamoto fuzzy logic can be implemented to help experts determine the level of compliance with pneumonia symptoms experienced by the patient, with a value of user testing results acceptance of 95%.

Keywords : *Pneumonia, Fuzzy Logic, Tsukamoto, diagnosis.*

Abstract—Pneumonia merupakan penyakit yang menyerang hampir setiap kalangan manusia, mulai dari kalangan dengan usia muda sampai dengan dewasa. Dokter sering kesulitan untuk mengidentifikasi seseorang terkena pneumonia, dikarenakan pneumonia memiliki beberapa tingkatan klasifikasi, sehingga memungkinkan gejala-gejala yang dialami juga berbeda. Tingkat klasifikasi pneumonia menurut pakar spesialis paru dapat digolongkan menjadi "ringan" dan "berat" sehingga untuk memudahkan dokter dalam mendiagnosis penyakit pneumonia salah satu metode yang tepat yaitu menggunakan logika *fuzzy* karena cenderung memiliki gejala serta diagnosis yang bersifat bias/*fuzzy*. Hasil pengujian sistem dapat disimpulkan bahwa sistem diagnosis pneumonia dengan logika *fuzzy* Tsukamoto ini dapat diimplementasikan untuk membantu pakar menentukan tingkat pneumonia sesuai dengan gejala yang dialami pasien, dengan nilai hasil pengujian *user acceptance* sebesar 95%.

Keywords : *Pneumonia, Logika Fuzzy, Tsukamoto, diagnosis.*

I. PENDAHULUAN

ISPA adalah penyakit infeksi akut yang menyerang satu bagian atau lebih dari saluran napas mulai dari hidung (saluran atas) hingga alveoli (saluran bawah) termasuk jaringan penghubungnya, seperti sinus, rongga telinga tengah dan juga pleura [1]. Terdapat beberapa penyakit yang tergolong di dalam ISPA, diantaranya adalah faringitis, asma, influenza, emfisema, sinusitis, dipteri, dan apabila terdapat gejala-gejala dari ISPA yang masuk ke jaringan paru-paru (alveoli) maka dapat menjadi pneumonia. Pneumonia adalah penyakit yang menyerang jaringan paru-paru (alveoli) yang ditandai dengan batuk

dan kesulitan bernafas, yang biasa disebut dengan nafas cepat [2]. Menurut Pedoman Diagnosis dan Penatalaksanaan Pneumonia Komunitas di Indonesia, pneumonia didefinisikan sebagai suatu peradangan akut parenkim paru yang disebabkan oleh mikroorganisme (bakteri, virus, jamur, parasit) [3].

Di Amerika, rata-rata insidens tahunan 6/1000 pada kelompok umur 18-39 tahun dan meningkat menjadi 34/1000 pada kelompok umur di atas 75 tahun. Sekitar 20-40 % pasien pneumonia komunitas memerlukan perawatan rumah sakit dan sekitar 5-10 % memerlukan perawatan intensif. Angka kematian pada pasien rawat jalan 1 % dan pasien rawat inap meningkat menjadi sekitar 25 % sehingga diperlukan tatalaksana adekuat dan optimal untuk mencegah peningkatan angka kematian [4]. Penyakit pneumonia merupakan salah satu penyakit yang dianggap serius di Indonesia. Sebab, dari tahun ke tahun penyakit pneumonia selalu berada di peringkat atas dalam daftar penyakit penyebab kematian bayi dan balita. Bahkan berdasarkan hasil Riskesdas 2007, pneumonia menduduki peringkat kedua pada proporsi penyebab kematian anak umur 1-4 tahun dan berada di bawah penyakit diare yang menempati peringkat pertama. Oleh karena itu terlihat bahwa penyakit pneumonia menjadi masalah kesehatan yang utama di Indonesia [5].

Penelitian yang pernah dilakukan oleh [6] di RS. Moewardi Surakarta menyebutkan bahwa jumlah populasi pasien pneumonia pada tahun 2014 – 2015 adalah 496 pasien yang terdiri dari 31 pasien anak dan 281 pasien dewasa di tahun 2014, sedangkan tahun 2015 terdapat 39 pasien anak dan 145 pasien dewasa. Dari total populasi diperoleh subyek penelitian sebanyak 83 pasien yang terdiri dari 25 pasien anak dan 58 pasien dewasa. Sesuai data-data yang telah disebutkan di atas, diketahui bahwa pneumonia secara umum menyerang usia bayi sampai dengan anak-anak. Namun tidak menutup kemungkinan bahwa orang dewasa pun dapat terkena pneumonia, sehingga dapat disimpulkan bahwa pneumonia dapat menyerang berbagai kalangan dari berbagai usia dan jenis kelamin.

Penelitian lainnya yang pernah dilakukan oleh [7] mengenai sistem pakar diagnosa ISPA pada balita, disini dikemukakan bahwa anak-anak terutama usia balita sangat rentan terkena penyakit ISPA termasuk Pneumonia dan jika penanganan terlambat resiko yang akan terjadi sangat fatal. Selain itu dijelaskan juga bahwa aplikasi berhasil menjadi salah satu cara untuk mendiagnosis 7 penyakit ISPA termasuk Pneumonia dengan metode

Certainty Factor. Hanya saja penelitian ini tidak khusus mendiagnosis penyakit Pneumonia.

Penelitian berikutnya yang juga untuk mendiagnosis 6 penyakit ISPA yaitu pilek, sinusitis, faringitis, laryngitis, bronchitis, dan pneumonia. Sedangkan untuk data gejala yang dimasukkan adalah suhu tubuh, jumlah batuk dalam satu menit, nyeri pada bagian kepala, nyeri saat menelan, sekret kental dan berbau, pegal-pegal, bersin, tenggorokan terasa berdahak, mual, hidung tersumbat, sesak nafas, serta sakit pada bagian dada. Kemudian setelah masukkan diterima maka akan di proses oleh *Fuzzy* mamdani, penelitian ini hanya fokus ke diagnosis macam-macam penyakit ISPA tapi tidak khusus ke Pneumonia [8].

Permasalahan lainnya yaitu dokter sering kesulitan untuk mengidentifikasi seseorang terkena pneumonia, dikarenakan pneumonia memiliki beberapa tingkatan klasifikasi, sehingga memungkinkan gejala-gejala yang dialami juga berbeda. Tingkat klasifikasi pneumonia menurut pakar spesialis paru dapat digolongkan menjadi “ringan” dan “berat” sehingga untuk memudahkan dokter dalam mendiagnosis penyakit pneumonia salah satu metode yang tepat yaitu menggunakan logika *fuzzy* karena cenderung memiliki gejala serta diagnosis yang bersifat bias/*fuzzy*.

Berdasarkan permasalahan serta fakta-fakta tersebut, untuk mengembangkan serta mencoba memperbaiki kekurangan dari penelitian yang sudah pernah ada, aplikasi yang dibuat mampu melakukan diagnosis tingkatan penyakit pneumonia berdasarkan gejala-gejala yang dialami penderita dengan Logika *Fuzzy Tsukamoto*. *Fuzzy Tsukamoto* adalah metode yang memiliki toleransi pada data dan sangat fleksibel. Kelebihan dari metode *Tsukamoto* yaitu bersifat intuitif dan dapat memberikan tanggapan berdasarkan informasi yang bersifat kualitatif, tidak akurat, dan ambigu.[9]. Keluaran hasil inferensi pada setiap aturan didefinisikan sebagai nilai yang tegas. Keseluruhan keluaran tersebut diperoleh menggunakan rata - rata terbobot. Penilaian akan lebih tepat karena didasarkan pada nilai kriteria dan bobot yang sudah ditentukan sehingga akan mendapatkan hasil kelayakan yang lebih akurat [10]. Diharapkan dengan adanya aplikasi ini dokter mampu untuk melakukan diagnosa penyakit pneumonia dengan lebih cepat. Sistem ini dibuat dengan platform web-based sehingga semakin mempermudah pengguna dalam mengakses sistem.

II. LANDASAN TEORI

A. Logika Fuzzy

Dalam bahasa inggris, *Fuzzy* mempunyai arti kabur atau tidak jelas. Jadi, logika *Fuzzy* adalah logika yang kabur, atau mengandung unsur ketidakpastian [11]. Logika *Fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* kedalam suatu ruang *output* [12].

Fuzzy logic pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh, seorang professor dari *University of California*. *Fuzzy Logic* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1, berbeda dengan logika digital atau diskrit yang hanya memiliki dua nilai yaitu 1 atau 0. Logika *Fuzzy* digunakan untuk menerjemahkan suatu besaran yang

diekspresikan menggunakan bahasa (linguistik). Misalnya, besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat [13].

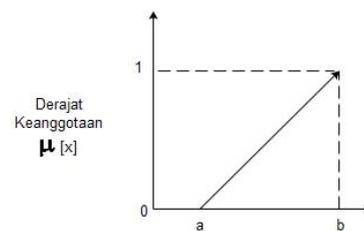
B. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan *fuzzy* adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam derajat keanggotaannya yang nilainya berkisar antara 0 hingga 1. Beberapa fungsi keanggotaan *fuzzy*, yaitu [12]:

1. Representasi Linear

Representasi Linear adalah pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Pada representasi linear terdapat dua kemungkinan, yaitu:

- Kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke arah kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi

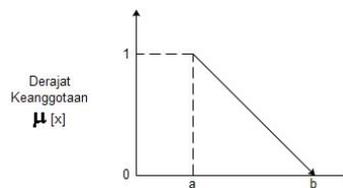


Gambar 1. Representasi kurva linear Naik

Fungsi keanggotaan:

$$\mu [x,a,b] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

- Penurunan himpunan dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



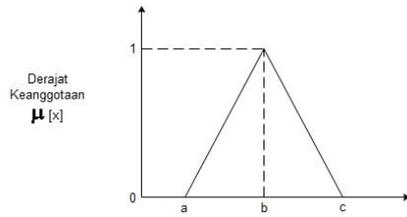
Gambar 2. Representasi kurva linear turun

Fungsi keanggotaan:

$$\mu [x,a,b] = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

2. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya terbentuk dari gabungan antara 2 garis (linear).



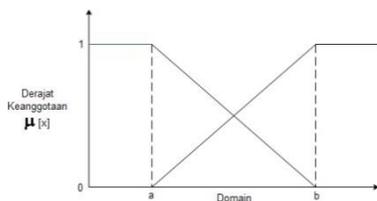
Gambar 3. Representasi kurva linear segitiga

Fungsi keanggotaan:

$$\mu [x,a,b] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x < b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x < c \end{cases} \quad (3)$$

3. Representasi Kurva Bahu

Daerah yang terbentuk di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk kurva segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik turun. Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan. Himpunan fuzzy “bahu”, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah fuzzy.



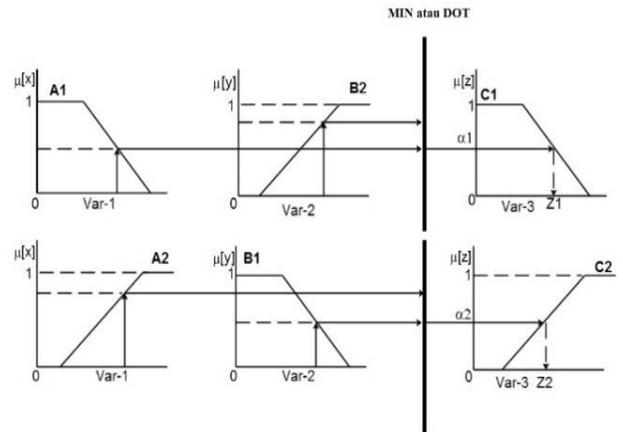
Gambar 4. Representasi kurva linear bahu

Fungsi keanggotaan:

$$\mu [x,a,b] = \begin{cases} 0; & x \geq b \\ \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x < b \\ \frac{b-a}{b-a}; & x \geq a \\ 1; & x \leq a \\ 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x < b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (4)$$

C. Fuzzy Inference System Metode Tsukamoto

Metode Tsukamoto adalah perluasan dari penalaran monoton. Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuensi pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus dipresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan α – predikat (fire strenght). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot [12].



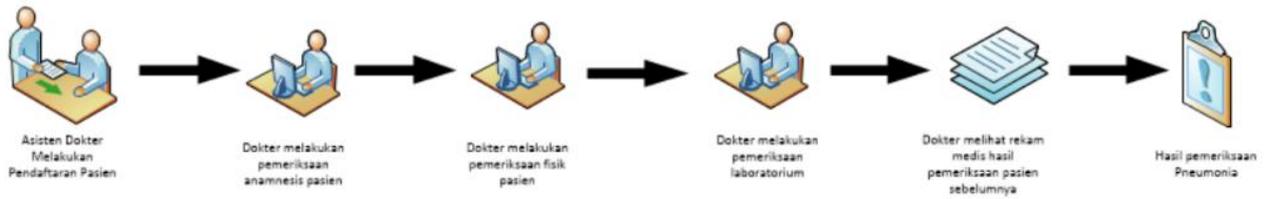
Gambar 5. Representasi kurva linear bahu

Rata – rata terbobot :

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i z_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i} \quad (5)$$

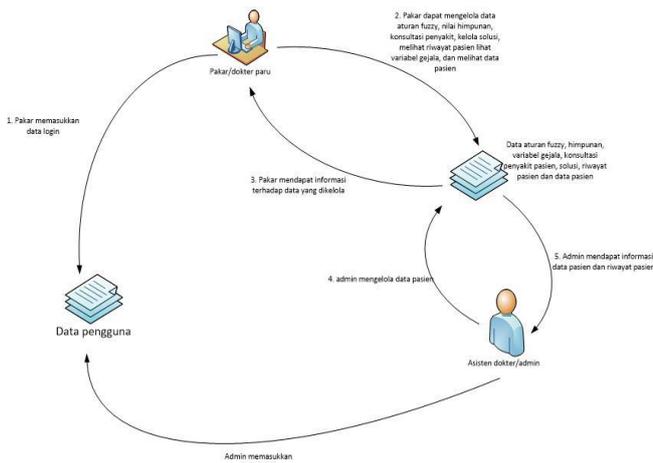
III. ANALISIS SISTEM

Terdapat beberapa proses untuk menentukan penyakit yang diderita oleh pasien dengan penyakit pneumonia. Terdapat 4 tahapan dalam melakukan pemeriksaan pneumonia. Pemeriksaan anamnesis, pemeriksaan fisik, pemeriksaan laboratorium, dan proses identifikasi penyakit lain yang pernah atau sedang diderita. Anamnesis adalah suatu teknik yang digunakan oleh dokter atau seorang pakar dengan melakukan proses tanya jawab atau wawancara dengan tujuan untuk mengetahui gejala-gejala yang dialami penderita agar mendapatkan kesimpulan penyakit yang diderita oleh pasien. Setelah anamnesis, selanjutnya yaitu pemeriksaan fisik. Contoh pemeriksaan fisik yaitu pemeriksaan pada tekanan darah, denyut nadi, dan sebagainya. pada tahap selanjutnya yaitu melakukan pemeriksaan laboratorium. Pemeriksaan laboratorium dilakukan untuk mengetahui gejala-gejala yang tidak bisa dilakukan pada pemeriksaan fisik, seperti mengetahui kadar BUN, kadar glukosa dan sebagainya. Pada proses identifikasi penyakit lain yang sedang atau pernah diderita dapat dilakukan dengan anamnesis dan atau uji laboratorium dan atau berdasarkan berkas-berkas pemeriksaan sebelumnya. Alur proses pemeriksaan pasien dapat dilihat pada gambar 6:



Gambar 6. Proses Diagnosa Pasien

Untuk proses bisnis, diketahui bahwa terdapat 2 pengguna, yaitu pakar dan admin. Admin berperan hanya untuk mengelola data pasien, sedangkan pakar berperan untuk mengelola data aturan *fuzzy*, nilai himpunan, konsultasi penyakit, kelola solusi, melihat riwayat pasien, dan melihat data pasien. Gambar proses bisnis terdapat pada gambar 7:



Gambar 7. Alur Proses Bisnis

A. Model Keputusan

Model keputusan yang digunakan menggunakan *Fuzzy inference system tsukamoto*. Dengan Variabel-variabel yang terdiri variable *Fuzzy* dan *non Fuzzy*, seperti yang ada di table 1 dan table 2.

Tabel 1. Tabel Variabel *Fuzzy*

No	Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan	Satuan
1	Input	Suhu	[35, 40]	Celsius
		Denyut Nadi	[50, 125]	x/menit
		Pernafasan	[14, 30]	x/menit
		Sistolik	[90, 140]	mmHg
		Usia	[25, 56]	Tahun
		Pao2	[60, 110]	mmHg
		pH	[7.3, 7.5]	Ph
		BUN	[4, 200]	mmol/L
		Natrium	[130, 145]	mEq/L
		Glukosa	[70, 250]	mmol/L
2	Output	Hematokrit	[34, 50]	%
		Pneumonia	[70, 130]	

Tabel 2. Tabel Variabel Non *Fuzzy*

No	Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan
1	Input	Efusi Pleura	[0, 1]
2		Keganasan Komorbid	[0, 1]
3		Riwayat Penyakit Hati	[0, 1]
4		Riwayat Penyakit Jantung	[0, 1]
5		Riwayat Serebrovaskular	[0, 1]
6		Riwayat Penyakit Ginjal	[0, 1]
7		Riwayat Gangguan Kesadaran	[0, 1]

Fungsi Keanggotaan yang dipilih adalah Representasi Linier karena bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Nilai Setiap Variabel *Fuzzy* memiliki himpunan keanggotaan masing-masing, nilai keanggotaan ditentukan berdasarkan pengetahuan Pakar yaitu adalah Dokter Spesialis Paru di RS Kanudjoso Djiatwibowo Balikpapan, Kalimantan Timur. Seperti yang ada di tabel 3.

Tabel 3. Tabel Himpunan *Fuzzy*

No	Variabel	Himpunan Fuzzy	Domain
1	Suhu	Rendah	[35–36.5]
		Normal	[35-40]
		Panas	[37.2-40]
2	Denyut Nadi	Rendah	[50-60]
		Normal	[50-125]
		Tinggi	[100-125]
3	Pernafasan	Lemah	[14-16]
		Normal	[14-30]
		Cepat	[20-30]
4	Usia	Muda	[25-45]
		Dewasa	[25-56]
		Lansia	[45-56]
5	PaO2	Hipoksia	[60-80]
		Normal	[60-110]
6	Sistolik	Rendah	[90-110]
		Normal	[90-140]

7	Ph	Tinggi	[120-140]
		Asam	[7.3-7.35]
		Normal	[7.3-7.5]
		Basa	[7.45-7.5]
8	BUN	Rendah	[4-6]
		Normal	[4-26]
		Tinggi	[24-26]
9	Natrium	Rendah	[130-135]
		Normal	[130-145]
		Tinggi	[140-145]
10	Glukosa	Rendah	[70-80]
		Normal	[70-250]
		Tinggi	[120-250]
11	Hematokrit	Rendah	[34-37]
		Normal	[34-50]
		Tinggi	[48-50]

IV. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

A. Use case diagram

Use case diagram merupakan diagram yang digunakan untuk menggambarkan kegiatan-kegiatan serta fungsi yang ada pada sistem yang digunakan oleh pengguna (user). Use case diagram pada sistem diagnosa pneumonia dapat dilihat pada gambar 8:



Gambar 8. Use case Diagram

B. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui dan membandingkan hasil perhitungan manual dengan hasil yang terdapat pada sistem. Apabila hasil pengujian manual dengan hasil pada sistem sama, maka pengujian manual telah valid dan sesuai.

Berikut contoh data gejala yang dialami pasien beserta hasil perhitungan sistem menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto, dapat dilihat pada gambar 9:

Detail Pasien

Detail Data Pasien	
id	354000
Nama	Amrullah Siddiq
Suhu	37
Nadi	80
Pernafasan	20
Usia	50

Riwayat Penyakit Pasien	
Keganasan	tidak
Penyakit Hati	iya
Penyakit Jantung Kongestif	tidak
Penyakit Serebrovaskular	tidak
Penyakit Ginjal	tidak
Penyakit Gangguan Kesadaran	tidak

Hasil Laboratorium	
PH	7,4
Bloode Urea Nitrogen	20
Natrium	138
Glukosa	200
Hematokrit	40
Pao2	100
Sistolik	90
Efusi Pleura	tidak

Hasil Pemeriksaan	
Nilai Z	103
Kesimpulan Penyakit Pasien	ringan
Saran Perawatan	Rawat Jalan

Gambar 9. Data gejala pasien beserta hasil diagnosis

Berdasarkan perhitungan sistem dan perhitungan manual, didapatkan kesamaan hasil yaitu pasien menderita tingkat Pneumonia Ringan, dan saran perawatan yaitu rawat jalan. Sehingga hasil perhitungan sistem serta manual ini dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mendeteksi tingkat Pneumonia dengan nilai hitung yang valid.

C. User Acceptance Test

User Acceptance Test merupakan pengujian yang dilakukan oleh pengguna dengan tujuan untuk menghasilkan artefak yang dijadikan bukti bahwa sistem yang dibuat sesuai dan dapat diterima oleh pengguna. Pengujian ini menggunakan skala yang digunakan untuk mengukur persepsi, sikap atau pendapat seseorang terhadap suatu hal, dan dalam kasus ini objek yang diukur adalah sistem diagnosa pneumonia menggunakan logika *fuzzy tsukamoto*.

Pada pengujian ini, pengguna yang dijadikan sebagai subjek pengujian adalah dokter spesialis paru Rumah Sakit Kanudjoso Djatiwibowo Balikpapan, Kalimantan Timur. Tabel 3 merupakan tabel hasil kuisioner pengujian pakar.

Tabel 3. Hasil Kuisioner Pengujian Pakar

No	Pertanyaan	Jawaban Pakar
1	Hasil Sistem diagnosa pneumonia sesuai dengan realisasi	Sangat Setuju
2	Tampilan sistem diagnosa ini menarik	Sangat Setuju
3	Sistem ini mudah digunakan dan tidak mengalami kesulitan	Setuju
4	Fitur-fitur yang tersedia di sistem ini menarik	Sangat Setuju
5	Adanya sistem pakar ini membuat pekerjaan menjadi lebih efektif dan efisien	Setuju
6	Metode Logika <i>Fuzzy Tsukamoto</i> yang digunakan pada Sistem Diagnosa Pneumonia Sudah Sesuai dan Dapat Dijadikan Rekomendasi Screening Pneumonia	Sangat Setuju
7	Saran Perawatan Yang Terdapat Pada Sistem Telah Sesuai dan Dapat Dijadikan rekomendasi perawatan pasien secara umum	Sangat Setuju
8	Data-data Pasien Telah Sesuai Dengan realisasi	Sangat Setuju
9	Variabel variabel Penentu Tingkat Pneumonia dan Nilai-nilainya Telah Sesuai dengan Realisasi	Sangat Setuju
10	Pakar Mampu Mengelola Aturan Dengan mudah	Setuju
11	Halaman Konsultasi Sesuai Dan Mudah digunakan oleh Pakar	Sangat Setuju
12	Halaman Data Pasien Mampu Dikelola dengan mudah	Sangat Setuju

Terdapat 5 pilihan jawaban untuk masing-masing pertanyaan yang memiliki bobot berbeda-beda. Sangat setuju dengan bobot 5, setuju dengan bobot 4, cukup setuju dengan bobot 3, tidak setuju dengan bobot 2, sangat tidak setuju dengan bobot 1. Berdasarkan bobot tersebut, dapat diketahui total bobot keseluruhan adalah 57. Kemudian akan dilakukan perhitungan dengan rumus Skor index % = Total bobot/Y * 100, maka:

$$\text{Skor Index} = (57/60) * 100 = 95 \%$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa Sistem Diagnosa Pneumonia Menggunakan Logika *Fuzzy Tsukamoto* telah cocok digunakan dan

dapat diterima oleh dokter. Hal ini dibuktikan dengan pengujian *User Acceptance* berdasarkan kuisioner yang diisi oleh dokter yang mendapatkan skor sebesar 95% .

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa dihasilkan dari pengujian system yaitu:

- Logika *Fuzzy Tsukamoto* telah berhasil diterapkan pada Sistem Diagnosa Pneumonia berdasarkan hasil perhitungan yang sama pada perbandingan pengujian manual dan perhitungan pada sistem.
- Sistem dapat diterima dan telah sesuai dengan realisasi dan membantu pakar menentukan tingkat pneumonia, sesuai dengan pengujian *user acceptance* yang mendapatkan nilai sebesar 95% .

Selain kesimpulan diatas hasil yang didapatkan untuk saran penelitian kedepan yaitu, karena aplikasi yang dibuat menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* memiliki kekurangan yang tidak memungkinkan memberikan output yang lebih dari 2, sehingga jika klasifikasi pneumonia lebih dari 2 maka sebaiknya menggunakan metode lain seperti *Mamdani* atau *Tsugeno* yang bisa mengatasi kekurangan *Tsukamoto* tersebut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada staf dan dosen di Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

REFERENCES

- Depkes RI. Modul dan Materi Promosi Kesehatan Untuk Politeknik/D3. Pusat Promosi Kesehatan. 2006.
- Depkes RI. *Pedoman Tatalaksana Penumonia Balita*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI Direktorat Jenderal Pengendalian dan Penyehatan Lingkungan. 2007.
- Perhimpunan Dokter Paru Indonesia. *Pneumonia Komunitas Pedoman Diagnosis & Penatalaksanaan Di Indonesia*. 2014.
- Hoare Z, L. *Pneumonia: Update On Diagnosis and Management*. *BMJ*, 2006, 332 (7549):1077-9.
- Kemenkes RI. *Pneumonia Balita*. Retrieved September 6, 2017, from Buletin Jendela Epidemiologi: <http://www.depkes.go.id/downloads/publikasi/buletin/BULETIN%20PNEUMONIA.pdf>, 2014.
- Farida, Y., Trisna, A., & W, D. N. "Studi Penggunaan Antibiotik Pada Pasien Pneumonia di Rumah Sakit Rujukan Daerah Surakarta", *Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*. 2017.
- Pratiwi, A., Wahyuni, E.G., "Sistem Pakar Diagnosis Ispa Pada Balita Dengan Metode Certainty Factor", *Seminar Nasional Informatika Medis (SNIMED)*. 2016.
- Wiweka, E. P., "Sistem Pakar Diagnosa Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA)". 2013.
- Thamrin, F., Sedyono, E., dan Suhartono, "Studi Inferensi *Fuzzy Tsukamoto* Untuk Penentuan Faktor Pembebanan Trafo PLN". *Teknologi Informasi*, 2012, pp.1-5.
- Wahyuni, E.G., Rahman B.R., "Sistem Pendukung Keputusan Kpr Menggunakan *Fuzzy Inference System (Fis)* Metode *Tsukamoto*". *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa Informasi (SENTRIN)*. 2016.
- Saelan, A. *Logika Fuzzy. Makalah If 2091 Struktur Diskrit*, 1. 2009.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. *Aplikasi logika fuzzy untuk mendukung keputusan*. Yogyakarta: Graha ilmu. 2004.
- Budiharto, W., & Suhartono, D. *Artificial Intelligence Konsep dan Penerapannya*. Yogyakarta: ANDI. 2014.