

SISTEM PAKAR DIAGNOSA LEVEL PENYAKIT ASMA MENGUNAKAN METODE FUZZY TSUKAMOTO

Ali Muhyiddin¹, Edy Mulyanto²

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Dian Nuswantoro Semarang

Jl. Nakula I No 5-11 Semarang 50131

Telp : (024) 3517361, Fax : (024) 3520165

Email : alimuhyiddin11@gmail.com

Abstrak

Sistem pakar adalah suatu sistem yang dirancang untuk dapat menirukan keahlian seorang pakar dalam menjawab pertanyaan dan memecahkan suatu masalah. Sistem pakar sering dimanfaatkan dalam dunia komputer salah satu contoh dalam kehidupan sehari-hari adalah pada mesin cuci. Penyakit asma merupakan salah satu penyakit yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, sehingga diagnosa penyakit asma sering dilakukan untuk mengetahui tingkat atau level penyakit asma. Dalam penelitian sistem pakar diagnosa level penyakit asma, penulis menyelesaikan kasus dengan menggunakan metode *fuzzy logic Tsukamoto*. Proses diagnosa dilakukan dengan cara melakukan input gejala-gejala pada penderita asma, gejala yang digunakan sebagai input adalah sesak napas, mengi, kesadaran, dan tingkat berbicara. Hasil dari proses tersebut berupa tingkat level asma yang diderita oleh seseorang yaitu berupa ringan, sedang, dan berat. Setelah proses penelitian selesai, penulis melakukan pengujian akurasi sistem dengan cara membandingkan hasil diagnosa dokter dengan hasil diagnosa sistem. Dari data tersebut diperoleh tingkat akurasi sistem sebesar 72%.

Kata kunci: Sistem Pakar, Fuzzy Logic, Tsukamoto, Diagnosa Penyakit, Level Asma

Abstract

Expert system is a system that is designed to imitate the expert ability in answering the question and solving the problems. An expert system that is used in the computer world in daily life is washing machine. Asthma is one of disease that is encountered in daily life, so the diagnosis of asthma is often done for determining the levels of asthma. In asthma's diagnosis by an expert study system, the writer resolves the case by using logic Tsukamoto method. The diagnosis process is done by doing the symptoms input in the asthma's patient, the symptoms that is used as input are the shortness of the breath, wheezing, awareness and talking's level. The result of the process is the level asthma which suffered by person such as low, medium and weight. After the research is done, the writer did the test to the accuracy of the system by comparing the doctor diagnosis report with the diagnosis system. From the data, the writer got the degree of accuracy system about 72%.

Key words: Expert system, Fuzzy Logic, Tsukamoto, Diagnosis , Level Asthma

1. LATAR BELAKANG

Penyakit asma berasal kata “*asthma*” dari bahasa Yunani yang berarti “sukar bernapas”. Asma adalah penyakit kronis (berlangsung lama) yang ditandai oleh sesak napas disertai bunyi ngik-ngik (mengi) atau batuk parsisten dimana derajat keparahan setiap orang berbeda-beda. Pada saat serangan yang terjadi adalah menyempitnya jalan napas kita akibat dari pengerutan bronkus yang menyebabkan udara sulit keluar masuk paru [1]. Gejala umum penyakit asma antara lain adalah mengi, dada terasa berat, dan sesak napas. Kebanyakan orang awam tidak terlalu mencemaskan mengenai gangguan pada pernapasan, padahal gangguan pernapasan juga termasuk salah satu penyakit yang berbahaya dan bisa mengakibatkan kematian pada manusia. WHO (*World Health Organization*) memperkirakan 235 juta orang menderita asma, asma merupakan penyakit kronis yang paling umum di antara anak-anak. Asma bukan hanya masalah untuk kesehatan masyarakat negara-negara berpenghasilan menengah kebawah tetapi terjadi di semua negara terlepas dari tingkat perkembangan. Lebih dari 80% kematian asma terjadi di negara berpenghasilan rendah dan menengah ke bawah [2].

Di era yang modern seperti saat ini perkembangan teknologi sudah berkembang dengan pesat baik di Indonesia maupun di seluruh dunia, baik dalam teknologi komputer, internet maupun *Smart Phone*. Dalam bidang komputer itu sendiri sudah banyak pengembangan yang dilakukan untuk membuat sebuah program yang bermanfaat bagi kehidupan manusia, salah satunya adalah dengan pembuatan program sistem pakar. Sistem pakar merupakan sebuah program komputer yang dibuat dengan cara memasukkan kepakaran seseorang kedalam sebuah program komputer. Sistem pakar dalam bidang komputer termasuk dalam golongan sistem cerdas atau sering disebut juga dengan *Artificial Intelligence*. Menurut Alan Turing “jika komputer tidak dapat dibedakan dengan manusia saat berbincang melalui terminal komputer, maka bisa dikatakan komputer itu cerdas, mempunyai kecerdasan” maka bisa disebut sebagai *Artificial Intelligence* [3].

Sistem pakar (*expert system*) merupakan suatu sistem yang berusaha diciptakan untuk meniru pengetahuan manusia ke dalam bahasa mesin, dimana nantinya data yang akan dipakai dalam pembuatan sistem pakar ini adalah dari pengetahuan dan pengalaman seorang pakar atau dokter spesialis paru. Dalam pembuatan sistem pakar biasanya seseorang menggunakan beberapa metode salah satunya adalah dengan metode *fuzzy inference system*. Logika fuzzy telah menjadi area riset yang mengagumkan karena kemampuannya dalam menjembatani bahasa mesin yang serba presisi dengan bahasa manusia yang cenderung tidak presisi serta menekankan pada makna atau arti. Bisa dibayangkan bahwa sistem fuzzy adalah sebuah mesin penerjemah bahasa manusia sehingga bisa dimengerti oleh bahasa mesin dan juga sebaliknya. Sehingga dalam jurnal ini peneliti menggunakan metode fuzzy Tsukamoto dalam menyelesaikan kasus diagnosa level penyakit asma.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan Buatan berasal dari bahasa Inggris “*Artificial Intelligence*” yaitu *intelligence* adalah kata sifat yang berarti cerdas, sedangkan *artificial* artinya buatan. Kecerdasan Buatan yang dimaksud di sini merujuk pada mesin yang mampu berpikir, menimbang tindakan yang akan diambil, dan mampu mengambil keputusan seperti yang dilakukan oleh manusia [3].

2.2. Sistem Pakar

Sistem pakar adalah suatu sistem yang dirancang untuk dapat menirukan keahlian seorang pakar dalam menjawab pertanyaan dan memecahkan suatu masalah. Sistem pakar akan memberikan pemecahan suatu masalah yang didapat dari dialog dengan pengguna. Dengan bantuan sistem pakar seseorang yang bukan pakar/ahli dapat menjawab pertanyaan, menyelesaikan masalah serta mengambil keputusan yang biasanya dilakukan oleh seorang pakar. Istilah sistem pakar berasal dari istilah *knowledge-based expert system*. Istilah ini muncul karena untuk memecahkan masalah, sistem pakar menggunakan pengetahuan seorang pakar yang dimasukkan ke dalam komputer. Seorang yang

bukan pakar menggunakan sistem pakar untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, sedangkan seorang pakar menggunakan sistem pakar untuk *knowledge assistant* [3].

2.2.1. Manfaat Sistem Pakar

Beberapa manfaat sistem pakar adalah:

1. Meningkatkan produktivitas, karena sistem pakar dapat bekerja lebih cepat daripada manusia.
2. Membuat seorang yang awam bekerja seperti layaknya seorang pakar.
3. Meningkatkan kualitas, dengan member nasehat yang konsisten dan mengurangi kesalahan.
4. Mampu menangkap pengetahuan dan kepakaran seseorang.
5. Dapat beroperasi di lingkungan yang berbahaya.
6. Memudahkan akses pengetahuan seorang pakar.
7. Andal. Sistem pakar tidak pernah menjadi bosan dan kelelahan atau sakit [3].

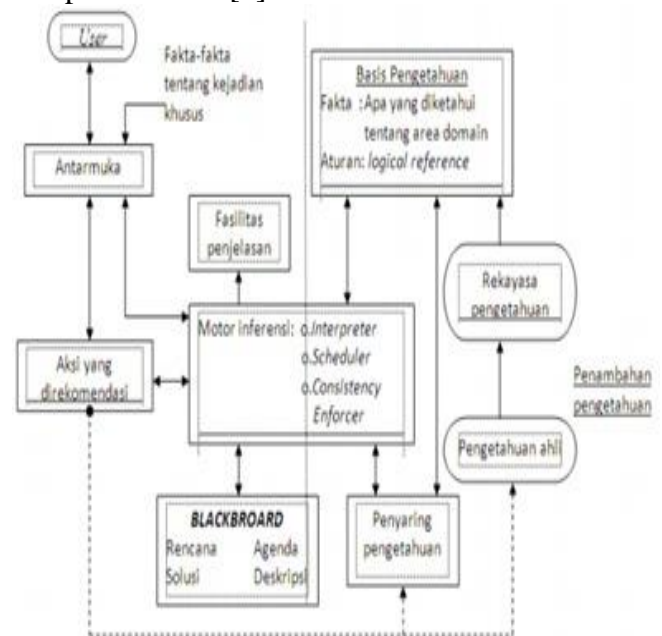
2.2.2. Kekurangan Sistem Pakar

Kekurangan sistem pakar antara lain adalah:

1. Biaya yang sangat mahal untuk membuat dan memeliharanya.
2. Sulit dikembangkan karena keterbatasan keahlian dan ketersediaan pakar.
3. Sistem pakar tidak 100% bernilai benar [3].

2.2.3. Komponen Utama Sistem Pakar

Sistem pakar terdiri dari beberapa bagian komponen utama[3]:



Gambar 1. Komponen utama sistem pakar

1. Akuisisi Pengetahuan

Subsistem ini digunakan untuk memasukkan pengetahuan dari seorang pakar dengan cara merekayasa pengetahuan agar bisa diproses oleh komputer dan menaruhnya ke dalam basis pengetahuan dengan format tertentu (dalam bentuk representasi pengetahuan). Sumber-sumber pengetahuan bisa diperoleh dari pakar, buku, dokumen multimedia, basis data, laporan riset khusus, dan informasi yang terdapat di Web [3].

2. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*)

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan yang diperlukan untuk memahami, memformulasikan, dan menyelesaikan masalah. Basis pengetahuan terdiri dari dua elemen dasar, yaitu:

- a. Fakta, misalnya situasi, kondisi, atau permasalahan yang ada.
- b. Rule (Aturan), untuk mengarahkan penggunaan pengetahuan dalam memecahkan masalah [3].

3. Mesin Inferensi (*Inference Engine*)

Mesin inferensi adalah sebuah program yang berfungsi untuk memandu proses penalaran terhadap suatu kondisi berdasarkan pada basis pengetahuan yang ada, memanipulasi

dan mengarahkan kaidah, model, dan fakta yang disimpan dalam basis pengetahuan untuk mencapai solusi atau kesimpulan. Dalam prosesnya, mesin inferensi menggunakan strategi pengendalian, yaitu strategi yang berfungsi sebagai panduan arah dalam melakukan proses penalaran. Ada tiga teknik pengendalian yang digunakan, yaitu dalam melakukan proses penalaran. Ada tiga teknik pengendalian yang digunakan, yaitu *forward chaining*, *backward chaining*, dan gabungan dari kedua teknik tersebut [3].

4. Daerah Kerja (*Blackboard*)

Untuk merekan hasil sementara yang akan dijadikan sebagai keputusan dan untuk menjelaskan sebuah masalah yang sedang terjadi, sistem pakar membutuhkan *Blackboard*, yaitu area pada memori yang berfungsi sebagai basis data. Tiga tipe keputusan yang dapat direkam pada *blackboard*, yaitu:

- a. Rencana : bagaimana menghadapi masalah
- b. Agenda : aksi-aksi potensial yang sedang menunggu untuk dieksekusi
- c. Solusi : calon aksi yang akan dibangkitkan [3].

5. Antarmuka Pengguna (*User Interface*)

Digunakan sebagai media komunikasi antara pengguna dan sistem pakar. Komunikasi ini paling bagus bila disajikan dalam bahasa alami (*natural language*) dan dilengkapi dengan grafik, menu, dan formulir elektronik. Pada bagian ini akan terjadi dialog antara sistem pakar dan pengguna [3].

6. Subsystem Penjelasan (*Explanation Subsystem / justifier*)

Berfungsi member penjelasan kepada pengguna, bagaimana suatu kesimpulan dapat diambil. Kemampuan seperti ini sangat penting bagi pengguna untuk mengetahui proses pemindahan keahlian pakar maupun dalam pemecahan masalah [3].

7. Sistem Perbaikan Pengetahuan (*Knowledge Refining System*)

Kemampuan memperbaiki pengetahuan (*knowledge refining system*) dari seorang pakar diperlukan untuk menganalisis pengetahuan, belajar dari kesalahan masa lalu, kemudian memperbaiki pengetahuannya

sehingga dapat dipakai pada masa mendatang. Kemampuan evaluasi diri seperti itu diperlukan oleh program agar dapat menganalisis alasan-alasan kesuksesan dan kegagalannya dalam mengambil kesimpulan. Dengan cara ini basis pengetahuan yang lebih baik dan penalaran yang lebih efektif akan dihasilkan [3].

8. Pengguna (*User*)

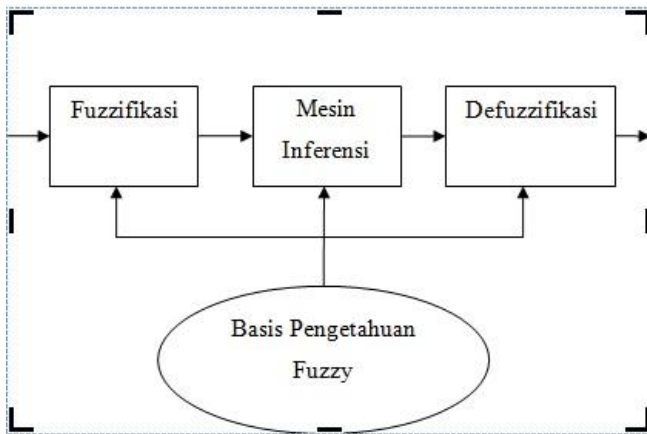
Pada umumnya pengguna sistem pakar bukanlah seorang pakar (*non-expert*) yang membutuhkan solusi, saran, atau pelatihan (*training*) dari berbagai permasalahan yang ada [3].

2.3. Logika Fuzzy

Konsep tentang logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1962. Logika *fuzzy* adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, *embedded system*, jaringan PC, *multi-channel* atau *workstation* berbasis akuisisi data, dan sistem kontrol. Metodologi ini dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak atau kombinasi keduanya. Dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala sesuatu bersifat biner, yang artinya adalah hanya mempunyai dua kemungkinan, “Ya atau Tidak”, “Benar atau Salah”, “Baik atau Buruk”, dan lain-lain. Oleh karena itu, semua ini dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 atau 1. Akan tetapi, dalam logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan berada diantara 0 dan 1. Artinya, bisa saja suatu keadaan mempunyai dua nilai “Ya dan Tidak”, “Benar dan Salah”, “Baik dan Buruk” secara bersamaan, namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika *fuzzy* dapat digunakan di berbagai bidang, seperti pada sistem diagnosis penyakit (dalam bidang kedokteran); pemodelan sistem pemasaran, riset operasi (dalam bidang ekonomi); kendali kualitas air, prediksi adanya gempa bumi, klasifikasi dan pencocokan pola (dalam bidang teknik) [3].

2.3.1. Cara Kerja Logika Fuzzy

Untuk memahami cara kerja logika *fuzzy*, perhatikan struktur elemen dasar sistem *inferensi fuzzy* berikut [3]



Gambar 2. Struktur sistem inferensi fuzzy

Keterangan:

Basis Pengetahuan Fuzzy: kumpulan rule-rule *Fuzzy* dalam bentuk pernyataan IF...THEN [3].

Fuzzyfikasi: proses untuk mengubah input sistem yang mempunyai nilai tegas menjadi variabel linguistic menggunakan fungsi keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan fuzzy [3].

Mesin Inferensi: proses untuk mengubah input fuzzy menjadi output fuzzy dengan cara mengikuti aturan aturan (*IF-THEN Rules*) yang telah ditetapkan pada basis pengetahuan fuzzy [3].

Defuzzyfikasi: mengubah output fuzzy yang diperoleh dari mesin inferensi menjadi nilai tegas menggunakan fungsi keanggotaan yang sesuai dengan saat dilakukan fuzzyfikasi [3].

Cara kerja logika fuzzy meliputi beberapa tahapan berikut:

1. Fuzzyfikasi [3]
2. Pembentukan basis pengetahuan fuzzy (Rule dalam bentuk IF... THEN) [3]
3. Mesin Inferensi (fungsi implikasi Max-Min atau Dot-Product)
4. Defuzzyfikasi

Banyak cara untuk melakukan defuzzyfikasi, diantaranya metode berikut.

- a. Metode Rata-Rata (*Average*) [3]

$$z^* = \frac{\sum \mu_i z_1}{\sum \mu_i}$$

- b. Metode Titik Tengah (*Center Of Area*) [3]

$$z^* = \frac{\int \mu(z)zdz}{\int \mu(z)dz}$$

2.3.2. Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto

Fuzzy inference system (FIS) merupakan pengembangan dari *fuzzy logic* yang telah dikenal sebagai salah satu perkembangan bidang ilmu kecerdasan buatan, yang mampu memberikan solusi dengan mengakomodir penggunaan bahasa alami, yang dihasilkan dari sekumpulan pengetahuan yang ditransfer ke dalam perangkat lunak melalui *inferensi fuzzy*, yang selanjutnya memetakan suatu input menjadi output berdasarkan IF-THEN rule yang diberikan [4].

Pada *Fuzzy Inference System* (FIS) dikenal beberapa metode yang telah populer, seperti: metode Tsukamoto, metode Mamdani, dan metode Sugeno. Setiap metode memiliki karakteristik yang berbeda. Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuensi pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, *output* hasil inferensi dari tiap – tiap diberikan dengan nilai tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

Dalam inferensinya, metode Tsukamoto menggunakan tahapan berikut.

1. Fuzzyfikasi [3]
2. Pembentukan basis pengetahuan Fuzzy (Rule dalam bentuk IF... THEN) [3]
3. Mesin Inferensi

Menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap rule ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$) [3].

4. Defuzzyfikasi

Menggunakan metode Rata-Rata (*Average*) [3]

$$z^* = \frac{\sum a_i z_1}{\sum a_i}$$

Proses Defuzzyfikasi

Hasil akhir *output* (z) diperoleh dengan menggunakan rata-rata pembobotan:

$$z = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

3. METODE PENELITIAN

3.1. Pengumpulan data

Dalam penelitian diagnosa penyakit asma dengan menggunakan metode *fuzzy Tsukamoto*, dibutuhkan data mengenai gejala penyakit dari seorang pakar atau dokter ahli di bidang penyakit asma. Adapun proses pencarian data dalam sistem pakar ini dilakukan dengan dua metode yaitu :

1. Wawancara

Metode yang dilakukan dengan metode wawancara langsung dengan sumber data. Yaitu dengan melakukan wawancara kepada pakar atau dokter ahli tentang penyakit asma mengenai gejala-gejala dan bagaimana proses dalam melakukan diagnosa penyakit asma. Dalam hal ini penulis melakukan wawancara terhadap salah satu dokter ahli paru di Rumah Sakit Tugurejo Semarang.

2. Studi Pustaka

Metode yang dilakukan dengan mencari sumber-sumber dari buku-buku yang membahas tentang logika *fuzzy Tsukamoto*, sumber-sumber dari pakar penyakit asma, dan dari jurnal yang berkaitan dengan penyakit asma. Salah satunya adalah buku yang berjudul Asma Pedoman Diagnosis & Penatalaksanaan di Indonesia [10].

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Penerapan metode *fuzzy Tsukamoto* pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan output berupa tingkat level penyakit asma berdasarkan gejala-gejala yang telah ditentukan. Untuk menghasilkan output seperti yang diinginkan, dalam proses metode Tsukamoto terdapat beberapa tahap seperti berikut:

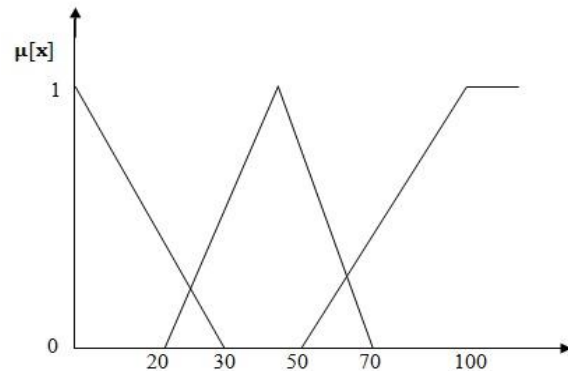
1. Menentukan himpunan fuzzy

a. Variabel gejala sesak napas

Variabel sesak napas mempunyai 3 kategori, yaitu ringan, sedang dan berat.

Tabel 1. Gejala sesak napas

No	Himpunan	Domain
1	Ringan	0-30
2	Sedang	20-70
3	Berat	50-100



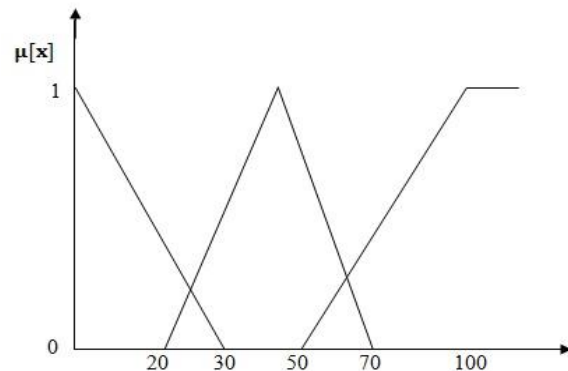
Gambar 3. Fungsi keanggotaan sesak napas

b. Variabel gejala mengi

Variabel mengi mempunyai 3 kategori, yaitu ringan, sedang dan berat.

Tabel 2. Gejala mengi

No	Himpunan	Domain
1	Ringan	0-30
2	Sedang	20-70
3	Berat	50-100



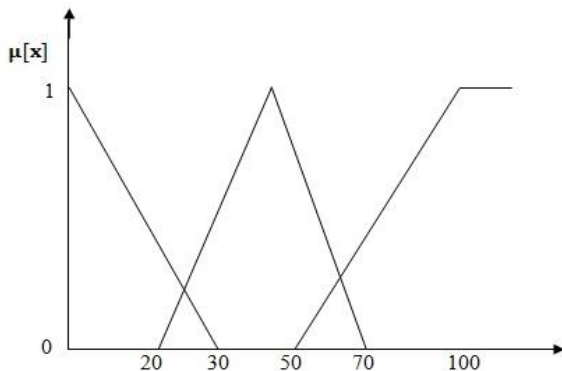
Gambar 4. Fungsi keanggotaan mengi

c. Variabel gejala kesadaran

Variabel kesadaran mempunyai 3 kategori, yaitu normal, gelisah, dan bingung.

Tabel 3. Gejala kesadaran

No	Himpunan	Domain
1	Normal	0-30
2	Gelisah	20-70
3	Bingung	50-100

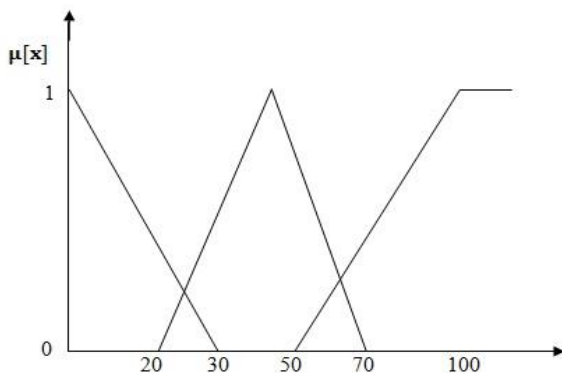


Gambar 5. Fungsi keanggotaan kesadaran

- d. Variabel gejala tingkat berbicara
 Variabel tingkat berbicara mempunyai 3 kategori yaitu kalimat, kata dan tidak bisa.

Tabel 4. Gejala tingkat berbicara

No	Himpunan	Domain
1	Kalimat	0-30
2	Kata	20-70
3	Tidak Bisa	50-100

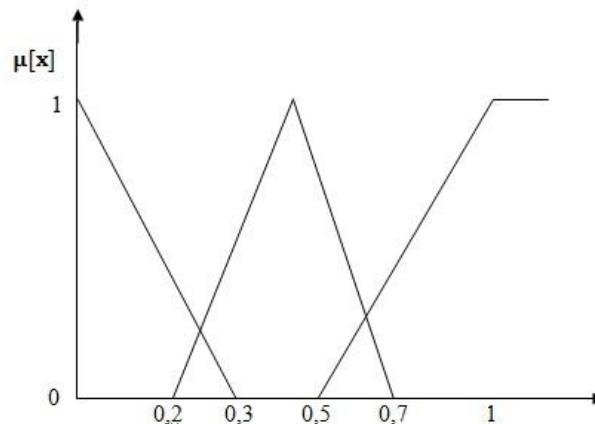


Gambar 6. Fungsi keanggotaan tingkat berbicara

- e. Variabel level asma (output)
 Variabel level asma atau sebagai variabel output mempunyai 3 kategori, yaitu ringan, sedang dan berat. Variabel ini nantinya digunakan untuk menentukan hasil output yang dihasilkan oleh proses.

Tabel 5. Variabel output

No	Himpunan	Domain
1	Ringan	0-0,3
2	Sedang	0,2-0,7
3	Berat	0,5-1



Gambar 7. Fungsi keanggotaan output

2. Tahap Pembentukan *Rules*

Dalam *fuzzy Tsukamoto* secara umum mempunyai bentuk seperti berikut:

IF (X IS A) AND (Y IS B) THEN (Z IS C)

Di mana A, B, dan C adalah himpunan fuzzy.

Misalkan ada 2 *rule* berikut:

IF (x is A₁) AND (y is B₁) THEN (z is C₁)

IF (x is A₂) AND (y is B₂) THEN (z is C₂)

Dari uraian diatas dalam penelitian ini terdapat aturan-aturan atau *rule* sebanyak 81 *rule*.

3. Mesin Inferensi

Dalam proses inferensi metode *fuzzy Tsukamoto* menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap *rules* ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$).

Kemudian masing – masing nilai α -predikat ini digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing *rules* ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$).

4. Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan (*rule*) fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus diambil suatu nilai *crisp* tertentu

sebagai output. Dan metode *Average* (rata-rata), dimana solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata (z) daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan:

$$z = \frac{a_1 * z_1 + a_2 * z_2}{a_1 + a_2}$$

Dari tahapan-tahapan proses yang telah dilakukan maka akan mendapatkan output level asma berupa ringan, sedang atau berat.

1. Implementasi Sistem

Pengimplementasian program dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman berbasis web sebagai alat implementasi logika fuzzy untuk menentukan tingkat atau level asma. Berikut adalah hasil implementasi metode *Tsukamoto* dalam diahnosa level penyakit asma, dimana terdapat 4 variabel gejala input yaitu gejala sesak napas, gejala mengi, gejala kesadaran dan gejala tingkat berbicara

Gambar 8. Gambar implementasi program

5. PENUTUP

5.1.Simpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari pembahasan atas hasil penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Metode fuzzy Tsukamoto dapat digunakan untuk mendiagnosa level penyakit asma dengan menggunakan variabel-variabel gejala penyakit yang diderita oleh pasien. Setelah dilakukan pengisian data dari kriteria tersebut akan menghasilkan nilai rata-rata untuk menentukan level penyakit asma yang diderita oleh seseorang.
2. Sistem pakar yang dihasilkan bisa digunakan sebagai alat bantu sementara untuk diagnosa level penyakit asma.

5.2.Saran

Dalam penelitian ini masih memiliki kekurangan dan kelemahan yang dapat dikembangkan dalam penelitian selanjutnya. Berikut adalah saran bagi penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat dikembangkan secara luas dengan menggunakan metode selain metode fuzzy tsukamoto, yang nantinya diharapkan bisa menjadi perbandingan antara metode tsukamoto dengan metode yang lainnya.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan secara lebih luas dengan cara mengumpulkan data mengenai penyakit asma dari beberapa ahli atau dokter untuk lebih valid dalam penentuan variabel dan rule, dan bisa meningkatkan tingkat akurasi dari sistem tersebut.
3. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur-fitur yang belum ada atau bisa menambahkan interface yang lebih baik, yang diharapkan bisa mempermudah user dalam menggunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prasetyo, Budi. (2010). *Seputar Masalah Asma*. Jakarta: Divapress
- [2] <http://www.who.int/respiratory/asthma/en/> diakses 5 april 2015
- [3] Sutojo, T. Edy Mulyanto. dan Vincent Suhartono. (2011). *Kecerdasan Buatan*, Semarang: Andi Offset.
- [4] Mutiara Permana Pratiwi, (2014). *Analisa Kelayakan Truk Pengangkut Material Alam PT. Arga Wastu Sluke – Rembang Menggunakan Fuzzy Logic Tsukamoto*. Skripsi Sarjana Komputer. Universitas Dian Nuswantoro.
- [5] Rengga Gusti Ari Wibowo. (2014). *Sistem Pakar Diagnosa Tingkat Resiko Penyakit Rabies*

Pada Anjing Menggunakan Metode Fuzzy Inference Sistem (FIS) Tsukamoto. Skripsi Sarjana Komputer. Universitas Dian Nuswantoro.

- [6] Fasrul Rahman Ansori. (2014). *Klasifikasi Penerimaan Beasiswa Dengan Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto (Studi Kasus Politeknik Kesehatan Kementrian Kesehatan Semarang).* Skripsi Sarjana Komputer. Universitas Dian Nuswantoro.
- [7] Muhammad Mulyono. (2014). *Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Harga Mobil Toyota Avanza 1.3 G M/T Bekas.* Skripsi Sarjana Komputer. Universitas Dian Nuswantoro.
- [8] Kholida Halum, Subiyanto. (2013). *Sistem Diagnosa Level Asma Menggunakan Fuzzy Inference System.*
- [9] Andi Rahmatullah Tohir. (2012). *Rancang Bangun Aplikasi Sistem Pakar Untuk Diagnosis Penyakit Asma dan Gangguan Pernapasan (Studi Kasus Rumah Sakit Dokter Soetomo.* Skripsi Sarjana Komputer. STIKOM Surabaya.
- [10] Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (2004). *ASMA Pedoman Diagnosis & Penatalaksanaan di Indonesia.* Jakarta: FKUI.
- [11] Zolnoori Maryam, M. H. Fazel Zarandi, Mustofa Moin. (2012). *Application of Intelligent System in Asthma Disease: Designing a Fuzzy Rule-Based System for Evaluating Level of Asthma Exacerbation.*