

SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT MENULAR MELALUI UDARA PADA MANUSIA DENGAN LOGIKA FUZZY MAMDANI

**Dayat Subekti¹, Agung Priyanto²,
Agung Permana Mukti³, Dimas Rully Azzuhry⁴**

Prodi Informatika, Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta
Email : dayat.subekti@gmail.com¹, agungprie2010@gmail.com²,
agungpalasarimukti@gmail.com³, az.zuhry101@gmail.com⁴

ABSTRAK

Masyarakat di era informasi sekarang ini semakin menuntut segala macam informasi untuk cepat tersaji. Salah satunya adalah informasi dalam bidang medis, dalam hal ini informasi mengenai diagnosis suatu penyakit yang biasanya berbentuk sistem pakar. Berbagai metode digunakan dalam sistem pakar, salah satunya adalah logika *fuzzy* Mamdani atau lebih dikenal dengan sistem inferensi Mamdani. Penggunaan logika fuzzy dalam mendiagnosis penyakit ini tidak membutuhkan angka sebagai masukannya.

Sistem pakar logika *fuzzy* Mamdani dalam penelitian ini khusus digunakan untuk mendiagnosis penyakit menular pada manusia yaitu: batuk rejan atau pertusis, campak, difteri, gondongan, meningitis, tuberkulosis, variola, dan varisela. Sistem ini mendiagnosis penyakit berdasarkan masukkan ciri atau gejala yang diderita. Hasil diagnosis berupa angka kemungkinan diagnosis tiap penyakit. Semakin mendekati angka 1 (satu) maka semakin tinggi kemungkinan terjangkit penyakit salah satu yang tersebut di atas.

Sistem yang telah dibuat sudah dapat digunakan untuk mendeteksi penyakit-penyakit menurut ciri atau gejala yang dimasukkan. Namun demikian, sistem ini baru merupakan penelitian dan hasilnya belum dapat digunakan sebagai rujukan diagnosis penyakit yang sesungguhnya.

Kata-kunci: Sistem pakar, logika *fuzzy* Mamdani, penyakit menular pada manusia.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan masyarakat akhir-akhir ini yang berorientasi pada informasi menuntut pemanfaatan teknologi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap informasi. Kenyataannya, jaringan internet dapat jauh lebih masuk ke area terpencil daripada dokter-dokter. Ketersediaan

dokter yang terbatas, baik terbatas dalam jangkauan jarak maupun waktu ketersediaan, membuat masyarakat yang jauh dari rumah sakit atau dokter spesialis tersebut memerlukan waktu lebih untuk mengakses lokasi tersebut. Sedangkan, penderita atau orang terdekat sekitar penderita

belum tentu mengetahui apa yang sedang dialami oleh penderita apalagi untuk memberikan pertolongan

Berdasarkan alasan tersebut, maka diperlukan penelitian mengenai aplikasi sistem pakar berbasis *web* untuk dapat menyimpan pengetahuan seorang pakar guna melakukan diagnosis penyakit menular pada manusia, khususnya penularan melalui udara menggunakan logika *fuzzy* metode Mamdani.

Dalam bidang medis penggunaan logika *fuzzy* metode Mamdani masih jarang. Hal ini memberikan ruang penelitian yang cukup luas untuk penerapan logika *fuzzy* metode Mamdani dalam bidang medis secara umum, mengingat fleksibilitas implementasi logika *fuzzy* dan penggunaannya yang tidak membutuhkan masukan berupa angka-angka seperti metode-metode yang lain.

Dengan aplikasi ini diharapkan seluruh masyarakat yang terjangkau oleh internet akan memperoleh informasi dini tentang penyakit menular yang diderita kapan pun dikehendaki. Pengguna memperoleh hasil diagnosis dengan memasukkan ciri-ciri dan gejalanya.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan salah satu bagian dari kecerdasan buatan yang menampung pengetahuan pakar dalam bidang tertentu yang spesifik guna memberikan pemecahan masalah layaknya seorang pakar (Sutojo, et al., 2011). Sistem pakar juga merupakan sistem informasi yang berisi dengan pengetahuan dari pakar sehingga dapat digunakan untuk konsultasi (Jogiyanto, 2009). Banyak bidang yang dapat diaplikasikan, salah

darurat darurat.

satunya adalah bidang kesehatan. Sistem pakar akan menggantikan peran dari dokter untuk berkonsultasi dan mendiagnosis penyakit yang diderita oleh *user*.

2.1 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan metodologi sistem kontrol pemecahan masalah yang cocok diimplementasikan ke dalam sistem, mulai dari sistem yang sederhana sampai dengan sistem yang cukup kompleks. Metodologi ini dapat diterapkan pada perangkat keras, lunak, maupun kombinasi keduanya.

Dalam logika klasik yang bersifat biner, yang artinya hanya mempunyai dua kemungkinan (ya atau tidak, benar atau salah, baik atau buruk, dll), maka dari itu semua ini mempunyai nilai keanggotaan 0 dan 1. Tetapi dalam logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 sampai dengan 1. Sehingga bisa saja suatu keadaan dapat mempunyai kemungkinan “ya” dan “tidak” secara bersama, namun besarnya nilai tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya (Sutojo, et al., 2011).

2.2 Logika Fuzzy Mamdani

Logika *fuzzy* Mamdani atau metode min-max dikenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Metode ini memerlukan tahapan sebagai berikut :

1. Fuzzyfikasi, pembentukan himpunan fuzzy. Variabel input maupun output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. Aplikasi fungsi implikasi menggunakan fungsi MIN.

3. Komposisi antar-rule menggunakan fungsi MAX.
4. Defuzzyfikasi, atau penegasan.

2.3 Pola Pengambilan Keputusan

Sistem pakar mempunyai aturan-aturan yang tertentu sebagai cara untuk melakukan diagnosis, salah satunya dengan *forward chaining*. *Forward chaining* merupakan teknik pencarian yang dimulai dengan fakta yang diketahui, kemudian mencocokkan fakta-fakta IF dan aturan IF-THEN. Jika ada fakta yang cocok dengan IF, maka *rule* tersebut dieksekusi. Sebuah *rule* hanya dapat dieksekusi satu kali saja. Iterasi untuk pencocokan hanya akan berhenti jika sudah tidak ada lagi *rule* yang dieksekusi, pada tahap ini proses pencarian sudah menemukan hasilnya (Sutojo, et al., 2011).

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Kebutuhan sistem merupakan spesifikasi aplikasi dan fungsi yang diperlukan dalam aplikasi. Fungsi-fungsi tersebut meliputi:

1. Dapat melakukan *login* dan *logout* untuk *admin*.
2. Dapat melakukan diagnosis penyakit dan menampilkan hasilnya.
3. Dapat menampilkan informasi mengenai penyakit hasil diagnosis.
4. Dapat mengubah aturan yang digunakan dalam mendiagnosis penyakit.
5. Dapat mengolah data *admin* (mengubah, menambah, dan memperbarui informasi).

Dalam sistem pakar memerlukan

basis pengetahuan yang digunakan untuk menjalankan fungsi sistem pakarnya. Dalam menghimpun pengetahuan pakar menggunakan metode studi pustaka yang merujuk pada buku panduan klinis yang berjudul *Epidemiologi Penyakit Menular dan Tidak Menular*, karya Keos Irianto.

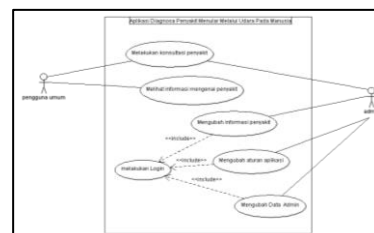
IV. Perancangan Aplikasi

Analisis yang dilakukan cukup untuk menggambarkan alur data mulai dari masukan aplikasi, pemrosesan aplikasi, keluaran aplikasi, metode yang digunakan aplikasi, serta gambaran umum *interface* aplikasi. Perancangan ini meliputi:

1. Perancangan *usecase diagram*.
2. Perancangan *activity diagram*.
3. Perancangan *class Diagram*.
4. Perancangan *database*.

4.1 Perancangan Usecase Diagram

Use Case diagram merupakan diagram awal yang digunakan untuk menggambarkan secara umum kegiatan dalam satu aplikasi, fungsionalitas-fungsionalitas aplikasi dan hubungannya dengan aktor-aktor yang terlibat. *Use Case* berfungsi untuk mendefinisikan suatu bagian perilaku sistem yang bersifat koheren tanpa perlu menyingkapkan struktur internal sistem/perangkat lunak yang sedang dikembangkan (Nogroho, 2010).



Gambar 1. Use Case

4.2 Activity Diagram

Activity diagram atau diagram aktivitas menggambarkan aktivitas dari *use case* dan interaksinya dengan aktor-aktor yang terlibat. *Activity diagram* bertujuan untuk memodelkan komputasi dan aliran kerja pada satu aplikasi. Satu aktivitas menggambarkan aliran nilai-nilai objek (Nogroho, 2010).

1. *Activity Diagram* untuk Mendiagnosis Penyakit.

Activity diagram untuk mendiagnosis penyakit menjelaskan bahwa *user* umum dapat langsung menggunakan fitur diagnosis penyakit tanpa *login* terlebih dahulu, sedangkan *admin* harus melalui tahapan *login*. Proses ini dimaksudkan supaya *admin* ketika mengedit aturan aplikasi dan ingin menguji diagnosis tidak perlu melakukan *logout* dari aplikasi. Setelah menginputkan ciri yang disediakan aplikasi, aplikasi akan memproses *input* tersebut dan menampilkan hasil diagnosis.

2. *Activity Diagram* untuk Melihat Informasi Penyakit

Activity diagram melihat informasi penyakit menjelaskan bahwa *user* dapat langsung mengakses informasi mengenai penyakit, kemudi aplikasi akan menampilkan halaman informasi penyakit yang ditangani aplikasi.

3. *Activity Diagram* untuk Login

Activity diagram login menjelaskan proses *login* seorang *admin*, *admin* membuka for *login* kemudi mengisikan *username* dan *password* kemudi aplikasi akan memvalidasi *username* dan *password* tersebut.

4. *Activity iagram* mengubah

aturan aplikasi

Activity diagram mengubah aturan aplikasi menjelaskan bahwa untuk mengubah aturan aplikasi *admin* perlu melakukan *login* terlebih dahulu, kemudi mengubah aturan aplikasi dan aplikasi menyimpannya.

5. *Activity Diagram* Mengubah Data Admin

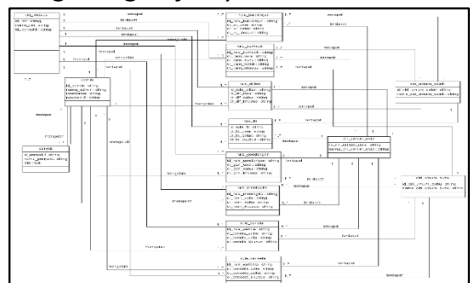
Activity diagram mengubah data *admin* menjelaskan bahwa untuk mengubah data *admin*, *admin* harus *login* terlebih dahulu kemudi mengubah data *admin*. Data yang diubah akan disimpan oleh aplikasi.

6. *Activity Diagram* untuk Mengubah Informasi Penyakit

Activity diagram mengubah Informasi penyakit menjelaskan bahwa untuk melakukan perubahan informasi mengenai penyakit *admin* harus *login* terlebih dahulu. Setelah *admin* mengubah informasi penyakit aplikasi akan menyimpan informasi tersebut.

4.3 Perancangan Class Diagram

Class Diagram dapat digunakan untuk melihat gambaran sistem secara umum atau garis besarnya, di sini terlihat kebutuhan-kebutuhan dari sistem tersebut. *Class Diagram* sistem pakar diagnosis penyakit menular melalui udara pada manusia dengan logika *fuzzy* Mamdani.



Gambar 2. Class Diagram

4.4 Pembahasan

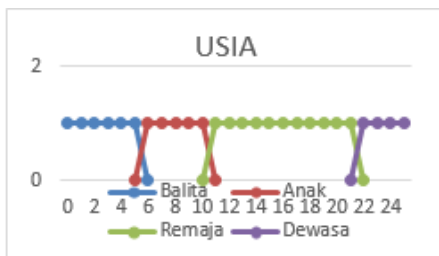
Pada sub bab bahan penelitian tergambarakan ciri-ciri penyakit. Ciri-ciri penyakit terbagi atas ciri umum dan ciri khusus. Ciri umum yaitu ciri yang dalam satu kategori, misalnya balita, remaja, anak-anak dan dewasa dapat dikategorikan dalam usia. Ciri umum meliputi:

1. Usia terdiri dari balita, anak-anak, remaja, dan dewasa.
2. Suhu tubuh terdiri dari dingin, normal, sedang, dan tinggi.
3. Batuk terdiri dari batuk ringan, batuk sedang, dan batuk parah.

Ciri selain itu masuk dalam kelompok ciri khusus yang nantinya digunakan sebagai ciri penentu penyakit dalam pembentukan aturan. Semua ciri, baik ciri umum maupun khusus dibuat fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy*-nya.

Usia

Usia terbagi atas balita 0 – 5 tahun, anak-anak 6 – 10 tahun, remaja 11 – 20 tahun dan dewasa di atas 21 tahun. Nilai keanggotaan masing-masing usia maksimal adalah 1 dan minimal adalah 0, sehingga grafik fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* masing-masing usia dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik fungsi keanggotaan usia

$$\mu \text{ usia balita}(x) = \begin{cases} 1; x \leq 5 \\ \frac{6-x}{6-5}; 5 \leq x \leq 6 \\ 0; x \geq 6 \end{cases}$$

$$\mu \text{ usia anak}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 5 \text{ atau } x \geq 11 \\ \frac{x-5}{6-5}; 5 \leq x \leq 6 \\ 1; 6 \leq x \leq 10 \\ \frac{11-x}{11-10}; 10 \leq x \leq 11 \end{cases}$$

$$\mu \text{ usia remaja}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 11 \text{ atau } x \geq 22 \\ \frac{x-11}{6-5}; 10 \leq x \leq 11 \\ 1; 11 \leq x \leq 21 \\ \frac{22-x}{22-21}; 20 \leq x \leq 21 \end{cases}$$

$$\mu \text{ usia dewasa}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 21 \\ \frac{x-21}{22-21}; 21 \leq x \leq 22 \\ 1; x \geq 22 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan terpenuhi jika syarat atau batasan pada nilai keanggotaan tersebut terpenuhi. Misalnya usia 2 tahun maka nilai keanggotaannya adalah 1. Jika usianya lebih dari 5 tahun dan kurang dari 6 tahun maka nilai keanggotaan terdapat pada usia balita dan usia anak, misalnya usia 5,3 tahun. Untuk perhitungannya sebagai berikut:

1. Pada fungsi keanggotaan usia balita nilai 5,3 memenuhi kondisi $5 \leq x \leq 6$. Nilai keanggotaan usia balita adalah $\frac{6-x}{6-5}$ dengan x adalah nilai domain dari variabel usia, $x = 5,3$. Maka didapat perhitungan sebagai berikut:

$$\mu \text{ usia balita}(x) = \frac{6-x}{6-5} = \frac{6-5,3}{6-5} = \frac{0,7}{1} = 0,7$$

2. Pada fungsi keanggotaan usia anak nilai 5,3 memenuhi kondisi $5 \leq x \leq 6$, maka berlaku rumus $\frac{x-5}{6-5}$ dengan perhitungan sebagai berikut:

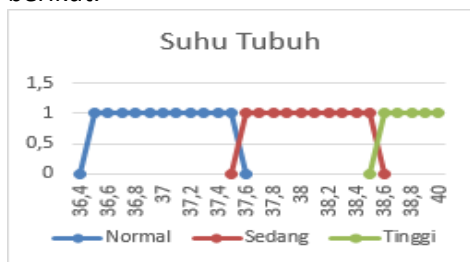
$$\mu \text{ usia anak}(x) = \frac{x-5}{6-5} = \frac{5,3-5}{6-5} = \frac{5,3-5}{6-5} = \frac{0,3}{1} = 0,3$$

3. Pada fungsi keanggotaan usia remaja, nilai domain 5,3 memenuhi kondisi $x \leq 11$ dengan nilai keanggotaan 0, maka nilai keanggotaan untuk usia remaja adalah 0.

Pada fungsi keanggotaan usia remaja, nilai domain 5,3 memenuhi kondisi $x \leq 21$ dengan nilai keanggotaan 0, maka nilai keanggotaan untuk usia remaja adalah 0.

Suhu Tubuh

Suhu tubuh terbagi atas normal $36,5^\circ\text{C} - 37,5^\circ\text{C}$, sedang $37,6^\circ\text{C} - 38,5^\circ\text{C}$, dan tinggi jika lebih dari $38,5^\circ\text{C}$. Nilai keanggotaan masing-masing usia maksimal adalah 1 dan minimal adalah 0, sehingga grafik fungsi keanggotaan himpunan fuzzy masing-masing suhu tubuh dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 4: Grafik fungsi keanggotaan suhu tubuh

μ suhu normal

$$(x) = \begin{cases} 0; x \leq 36,4 \text{ atau } x \geq 37,6 \\ \frac{x - 36,4}{36,5 - 36,4}; 36,4 \leq x \leq 36,5 \\ 1; 36,5 \leq x \leq 37,5 \\ \frac{37,6 - x}{37,6 - 37,5}; 37,5 \leq x \leq 37,6 \end{cases}$$

μ suhu sedang

$$(x) = \begin{cases} 0; x \leq 37,5 \text{ atau } x \geq 38,6 \\ \frac{x - 37,5}{37,6 - 37,5}; 37,5 \leq x \leq 37,6 \\ 1; 37,5 \leq x \leq 38,5 \\ \frac{38,6 - x}{38,6 - 38,5}; 38,5 \leq x \leq 38,6 \end{cases}$$

μ suhu tinggi

$$(x) = \begin{cases} 0; x \leq 38,5 \\ \frac{x - 38,6}{38,6 - 38,5}; 38,5 \leq x \leq 38,6 \\ 1; x \geq 38,6 \end{cases}$$

Misalnya diketahui suhu tubuh $38,9^\circ\text{C}$. Berdasarkan grafik fungsi keanggotaan usia pada gambar 14 maka suhu tubuh tersebut masuk dalam kategori suhu tinggi. Maka nilai keanggotaan tiap kategori suhu tubuh adalah:

1. Nilai keanggotaan suhu normal adalah 0, pada rumus fungsi keanggotaan variabel suhu normal terdapat kondisi yang harus dipenuhi untuk nilai keanggotaan 0 adalah $x \leq 36,4$ atau $x \geq 37,6$, dengan x adalah suhu tubuh yang di cari nilai keanggotaannya.
2. Nilai keanggotaan suhu sedang adalah 0, pada rumus fungsi keanggotaan variabel suhu sedang terdapat kondisi yang harus dipenuhi untuk nilai keanggotaan 0 adalah $x \leq 37,5$ atau $x \geq 38,6$, dengan x

adalah suhu tubuh yang di cari nilai keanggotaannya.

Nilai keanggotaan suhu tinggi adalah 1, pada rumus fungsi keanggotaan variabel suhu tinggi terdapat kondisi yang harus dipenuhi untuk nilai keanggotaan 1 adalah $x \geq 38,6$, dengan x adalah suhu tubuh yang di cari nilai keanggotaannya.

Batuk

Indikasi batuk terbagi atas batuk ringan, batuk sedang dan batuk berat. Batuk tidak mempunyai angka sebagai domainnya, sehingga fungsi keanggotaan *fuzzy* digunakan untuk mendeteksi terdapat tidaknya ciri batuk ringan, sedang, maupun berat. Grafik fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* masing-masing batuk sama, dapat dilihat pada gambar 5 berikut.



Gambar 5: Grafik fungsi keanggotaan batuk ringan, sedang, berat

μ batuk ringan, sedang, berat

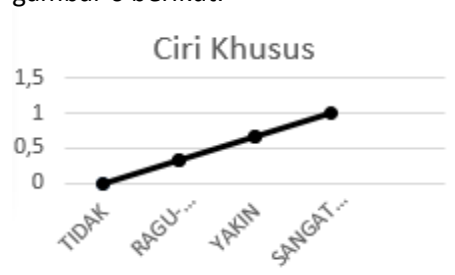
$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x = \text{Tidak} \\ \frac{x - Ya}{Ya - \text{Tidak}}; & \text{Tidak} \leq x \leq Ya \\ 1; & x = Ya \end{cases}$$

Pada fungsi keanggotaan batuk terdapat rumus $\frac{x - Ya}{Ya - \text{Tidak}}$ untuk menghitung nilai keanggotaan antara Ya dan Tidak, ini tidak dapat dihitung karena bukan merupakan angka. Misalnya terdapat gejala batuk sedang maka nilai keanggotaan batuk sedang adalah 1 sedangkan batuk ringan dan

berat adalah 0. Implementasinya adalah dengan langsung memasukkan nama domain dari variabel batuk. Misalnya diketahui gejala batuk ringan, maka nilai keanggotaan batuk ringan adalah 1 sedangkan nilai keanggotaan batuk sedang dan berat adalah 0.

Fungsi Keanggotaan Ciri Khusus

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* pada ciri khusus masing-masing digunakan untuk mendeteksi mengklasifikasi derajat keyakinan akan terdapatnya ciri tersebut pada *user*. Derajat keyakinan terbagi atas "tidak", "ragu-ragu", "yakini", dan "sangat yakin". Nilai mutlak dari variabel ciri khusus adalah ya atau tidak, sehingga tidak ada ruang untuk nilai antara "sangat yakin" dan "tidak", maka nilai antara "sangat yakin" dan "tidak" ditambahkan domain "ragu-ragu" dan "yakini". Grafik fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 6 berikut.



Gambar 6: Grafik fungsi keanggotaan ciri khusus

$$\mu \text{ ciri khusus}(x) = \begin{cases} 0; & x = \text{tidak} \\ \frac{\text{ragu-ragu}-x}{\text{ragu-ragu-tidak}}; & \text{tidak} \leq x \leq \text{ragu-ragu} \\ 0,33; & x = \text{ragu-ragu} \\ \frac{\text{yakini}-x}{\text{yakini-ragu-ragu}}; & \text{ragu-ragu} \leq x \leq \text{yakini} \\ 0,66; & x = \text{yakini} \\ \frac{\text{sangat yakin}-x}{\text{santay yakin-yakini}}; & \text{yakini} \leq x \leq \text{sangat yakin} \\ 1; & x = \text{sangat yakin} \end{cases}$$

Misalnya terdapat gejala ciri

husus leher terasa tercekik dengan derajat keyakinan “tidak”, terdapat lendir yang kental dengan derajat keyakinan “yakin” dan batuk kering pada malam hari dengan derajat keyakinan “ragu-ragu” maka nilai keanggotaan untuk tiap ciri khusus tersebut adalah:

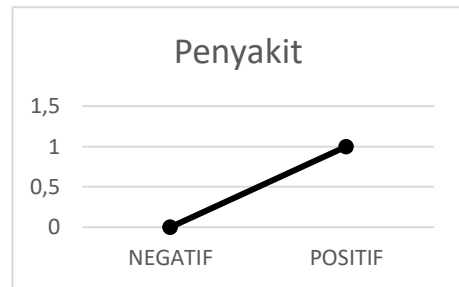
1. leher terasa tercekik dengan derajat keyakinan “tidak” maka derajat keanggotaannya adalah 0.
2. Terdapat lendir yang kental dengan derajat keyakinan “yakin” maka nilai keanggotaannya adalah 0,66.
3. batuk kering pada malam hari dengan derajat keyakinan “ragu-ragu” maka nilai derajat keanggotaannya adalah 0,33.

Implementasi kasus pada nilai domain antara dua nilai domain tidak dapat dilakukan karena nilai domain bukanlah berupa angka.

Misalnya untuk mencari nilai keanggotaan antara ragu-ragu dan yakin. Meskipun nilai keanggotaannya diketahui tetapi tidak bisa dicari nilai keanggotaannya berdasarkan rumus $\frac{yakin-x}{yakin-ragu-ragu}$ tidak diketahui parameter angka untuk yakin dan ragu-ragu, sehingga tidak dapat dihitung nilai keanggotaannya.

Fungsi Keanggotaan Penyakit

Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* untuk semua penyakit sama. Positif terjangkau penyakit diwakili angka 1 dan negatif diwakili angka 0. Grafik fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7: Grafik fungsi keanggotaan penyakit

$$\mu_{\text{penyakit}}(x) = \begin{cases} 0; & x = \text{negatif} \\ \frac{\text{positif} - x}{\text{positif} - \text{negatif}}; & \text{negatif} \leq x \leq \text{positif} \\ 1; & x = \text{Positif} \end{cases}$$

Misalnya positif terjangkau penyakit campak maka nilai keanggotaan penyakit campak adalah 1 dan penyakit-penyakit yang lain adalah 0. Penerapan dari fungsi nilai keanggotaan ini dengan mengganti domain dengan angka 0 sampai dengan 1. Hal ini dimaksudkan agar nilai antara positif dan negatif dapat terjembatani dengan kemungkinan antara positif dan negatif, dengan cara ini secara otomatis nilai keanggotaan sama dengan nilai domain yang dicari.

Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi merupakan proses pencarian nilai keanggotaan himpunan *fuzzy* semua variabel *fuzzy* berdasarkan masukan. Misalkan ada masukan usia 18 tahun, maka akan dihitung berdasarkan fungsi keanggotaan usia. Dalam fungsi keanggotaan usia masuk dalam kategori $11 \leq x \leq 21$ dengan nilai keanggotaan 1, masuk pada kategori remaja.

Fungsi Implikasi tiap Rule

Fungsi implikasi menggunakan fungsi MIN, namun pada implementasinya dengan cara ini

penyakit bisa terdiagnosa hanya jika semua variabel terpenuhi sedangkan pada kenyataannya satu gejala sudah dapat menggambarkan kecenderungan penyakit-penyakit tertentu. Berdasarkan kenyataan tersebut maka fungsi implikasi yang diterapkan diubah sedemikian rupa hingga didapat nilai yang diharapkan tanpa mempengaruhi nilai akhir dengan fungsi implikasi menggunakan min.

Tiap nilai keanggotaan variabel *fuzzy* aturan dicari nilainya. Misalnya terdapat *rule* sebagai berikut dengan asumsi sudah diketahui nilai keanggotaan setiap variabelnya sebagai berikut: usia anak-anak = 0,3; batuk sedang=1; batuk kering pada malam hari 0,33; suhu tubuh tinggi=1

[R1] JIKA usia anak-anak DAN batuk sedang DAN batuk kering pada malam hari MAKA batuk rejan.

$$R1 = \frac{0,3+1+0,33}{3} = 0,543$$

[R2] JIKA usia anak-anak DAN batuk sedang DAN suhu tubuh tinggi DAN radang pada mata MAKA campak.

$$R2 = \frac{0,3+1+1}{3} = 0,767$$

Fungsi MAX

Fungsi MAX digunakan untuk mencari nilai maksimum dari hasil fungsi implikasi MIN semua aturan. Misalnya terdapat 4 *rule* yang masing-masing hasil implikasinya adalah 0,25; 0,36; 0,4; 1 maka hasil fungsi MAX adalah 1.

Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi digunakan sebagai penegasan untuk memperoleh hasil diagnosa penyakit. Defuzzyfikasi menggunakan metode *Large of Maximum*, mengambil nilai keanggotaan terbesar dari semua

domain. Misalnya diketahui nilai MAX dari semua aturan penyakit campak adalah 0,75; maka hasil diagnosa adalah positif penyakit campak dengan derajat nilai 0,75. Hal ini didapat setelah memasukkan nilai maksimum tersebut pada fungsi nilai keanggotaan tiap penyakit sebagai nilai domain untuk dicari nilai keanggotaannya, mengingat nilai keanggotaan penyakit yang dicari sama dengan nilai domain yang diketahui maka nilai keanggotaan campak pada simulasi kasus tersebut adalah 0,75.

4.5 Kesimpulan dan Saran

Logika *fuzzy* metode Mamdani dapat diterapkan pada kasus dengan variabel yang tidak mempunyai parameter jelas atau tidak mempunyai domain berupa angka, dalam kasus ini untuk mendiagnosa penyakit menular melalui udara berdasarkan ciri umum dan khusus penyakit yang bersangkutan dengan penyesuaian sedemikian rupa. Penyesuaiannya adalah dengan memodifikasi implementasi rumus fungsi keanggotaan penyakit yang mulanya nilai domainnya tidak menggunakan angka diasosiasikan menggunakan angka sehingga dapat dihitung nilai keanggotaannya. Komposisi *rule* yang berbeda tiap penyakit dapat diatasi dengan membuat tabel *rule* penyakit dengan memisahkan dengan penyakit lain.

Pembuatan *library fuzzy* yang bersifat umum dapat mempermudah implementasi rumus-rumus yang digunakan ke dalam sistem. Perubahan batasan-batasan nilai variabel dapat dilakukan dengan mudah.

Saran yang diberikan dalam penelitian ini adalah secara umum penelitian ini kurang dalam penyajian komposisi aturan sehingga dapat ditambahkan jumlah ciri khusus untuk menyimpulkan suatu penyakit. Untuk lebih praktis dalam aplikasi bisa dikembangkan yang versi *mobile* sehingga akan memudahkan bagi penggunaanya

Daftar Pustaka

- Banjarnahor, L. M., 2014. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tumor Sumsum Tulang Belakang Dengan Fuzzy Logic. Pelita Informatika Budi Darma, April. Volume VI.
- Rahakbauw, D, L, 2015, Penerapan Logika Fuzzy Metode Sugeno Untuk Menentukan Jumlah Produksi Roti Berdasarkan Data Persediaan Dan Jumlah Permintaan (Studi Kasus: Pabrik Roti Sarinda Ambon), Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan. Vol 9. No 2.
- Irianto, K., 2014. Epidemiologi Penyakit Menular dan Tidak Menular. Panduan Klinis penyunting. Bandung: Alfabeta.
- J., 2009. Sistem Teknologi Informasi. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Kaswidjanti, W., 2011. Implementasi Mesin Inferensi Fuzzy (Studi Kasus Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Tanaman Cabe Merah). Telematika, Januari. pp. 129-138.
- Kusumadewi, S. & Purnomo, H., 2013. Aplikasi Logika Fuzzy. Edisi 2 penyunting. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Masyikur, F., 2012. Implementasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Diabetes Melitus Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Web. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Nogroho, A., 2010. Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek dengan Metode USDP. Yogyakarta: ANDI.
- Pressman, R. S., 2012. Rekayasa Perangkat Lunak. Edisi 7 penyunt. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Silvani, M., 2016, Akromegali Dan Gigantisme, Paper Kesehatan, Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara.
- Sutojo, T., Mulyanto, E. & Suhartono, V., 2011. Kecerdasan Buatan. Yogyakarta: Penerbit ANDI.