

# Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Diabetes Menggunakan Metode Inferensi Fuzzy Mamdani

Suharni Bacin

Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia

Email: suharni@gmail.com

**Abstrak**—Sistem pakar sebuah sistem yang berperan untuk membantu peran kerja dari seorang pakar dimana sistem dapat bekerja layaknya seorang pakar. Diabetes merupakan penyakit yang sangat sering dijumpai pada kalangan masyarakat, penyakit ini disebabkan oleh keturunan ataupun dari pola makan yang tidak sehat. Sistem pakar penyakit diabetes berguna untuk mendiagnosa seorang penyakit terkena diabetes atau tidak, dimana diagnosa dini ini berguna untuk memberikan penanganan ataupun pencegahan pada penyakit tersebut. Metode inferensi fuzzy mamdani yang digunakan untuk mendiagnosa penyakit diabetes pada sistem pakar menggunakan fungsi fuzzy pada proses diagnosanya.

**Kata Kunci:** Sistem Pakar; Diagnosa; Diabetes; Metode Inferensi Fuzzy Mamdani

**Abstract**—Expert system is a system that has a role to help the work role of an expert where the system can work like an expert. Diabetes is a disease that is very often found in the community, this disease is caused by heredity or from an unhealthy diet. The diabetes expert system is useful for diagnosing a disease with diabetes or not, where this early diagnosis is useful for providing treatment or prevention of the disease. Mamdani fuzzy inference method which is used to diagnose diabetes in expert systems using fuzzy functions in the diagnosis process.

**Keywords:** Expert System; Diagnosis; Diabetes; Mamdani Fuzzy Inference Method

## 1. PENDAHULUAN

Diabetes dikenal di Indonesia dengan istilah penyakit kencing manis adalah kelainan metabolik yang disebabkan oleh banyak faktor, dengan simtoma berupa hiperglikemia kronis dan gangguan metabolisme karbohidrat, lemak dan protein. Diabetes adalah penyakit yang menjadi ancaman kematian dan memiliki dampak komplikasi terhadap penderitanya dalam biaya pelayanan kesehatan. Penyakit diabetes perlu didiagnosis secara dini guna menghindari komplikasi yang dapat mengakibatkan biaya penanganan diabetes semakin mahal.

Sejalan dengan kemajuan teknologi yang pesat, diagnosis penyakit dapat dilakukan dengan bantuan komputer. Komputer dapat mendiagnosis penyakit melalui sistem pakar di mana sistem ini dapat membantu memberikan informasi klinis bagi penderita penyakit. Sistem pakar merupakan suatu sistem terkomputerisasi yang menggunakan pengetahuan bidang tertentu untuk mencapai solusi suatu masalah dari bidang tersebut. Sistem pakar dalam memecahkan masalah menggunakan proses yang serupa dengan metode yang digunakan seorang pakar. Solusi yang diberikan sistem pakar pada dasarnya sama seperti yang disimpulkan oleh seorang pakar.

Metode yang digunakan adalah metode Inferensi Fuzzy Mamdani yaitu metode yang sering juga dikenal dengan metode MAX-MIN atau MAX-PRODUCT. Metode ini digunakan dalam analisis penentuan jumlah produksi. Penentuan jumlah produksi dengan menggunakan logika Fuzzy dianggap mampu untuk memetakan suatu input kedalam suatu output tanpa mengabaikan factor-faktor yang ada. Metode ini diyakini dapat sangat fleksibel dan memiliki toleransi terhadap data-data yang ada.

Penelitian yang dilakukan dalam skripsi ini adalah membuat aplikasi sistem pakar untuk diagnosa diabetes dengan menggunakan metode inferensi fuzzy Mamdani, sehingga dalam membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman pakar dibidang medis yang berhubungan dengan diagnosa penyakit diabetes dapat dilakukan secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan terlebih dahulu.

Inferensi fuzzy Mamdani merupakan kerangka kerja linguistik, dengan inferensi fuzzy ini proses berfikir manusia dapat dimodelkan. Inferensi fuzzy Mamdani telah digunakan secara luas untuk menangkap pengetahuan para pakar, sehingga memungkinkan penggunaan inferensi fuzzy Mamdani untuk menggambarkan keahlian pakar secara lebih intuitif, yang lebih mirip pakar dalam mengambil keputusan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Muchammad Abrori dengan judul Aplikasi logika Fuzzy Mamdani dalam pengambilan keputusan penentuan jumlah produksi menyimpulkan bahwa “Penentuan jumlah produksi, jika hanya menggunakan dua variable sebagai input datanya[1]” dan penelitian Oleh Ahmad Kamsyakawani dengan judul Aplikasi system pakar untuk diagnose penyakit Hipertiroid I dengan metode Inferensi Fuzzy Mamdani menyimpulkan bahwa “Tingkat keberhasilan system ditentukan berdasarkan ketepatan diagnosa.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar adalah sistem komputer yang bisa meniru keahlian seorang pakar. Sistem ini bekerja untuk menyimpan pengetahuan manusia ke komputer yang menggabungkan dasar pengetahuan (*knowledge base*) dengan sistem *inference* sebagai pengganti fungsi seorang pakar dalam menyelesaikan suatu masalah[2], [3].

## 2.2 Diabetes

Diabetes mellitus adalah penyakit yang disebabkan oleh tingginya kadar gula dalam darah akibat gangguan sekresi insulin. Diabetes mellitus di sebut juga penyakit kencing manis. Dalam kamus besar bahasa Indonesia, definisi kencing manis adalah penyakit yang menyebabkan air kencing yang di produksi bercampur zat gula. Adanya kadar gula yang tinggi dalam air kencing dapat menjadi tanda-tanda gejala awal penyakit Diabetes melitus.

## 2.3 Metode Mamdani

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk memperoleh output[4]–[7], diperlukan 4 tahapan yaitu :

1. Pembentukan himpunan fuzzy;  
pada metoda mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan);  
pada metode mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah MIN
3. Komponen aturan;  
Pada tahapan ini sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu : max, additive dan probabilistik OR. Pada metode max, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR (union). Secara umum dapat ditulis

$$\mu_{df}(x_i) \max (\mu_{df}(x_i), \mu_{kf}(x_i)) \dots\dots\dots (1)$$

4. Penegasan (defuzzifikasi)  
Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat di ambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output. Defuzzifikasi pada metode mamdani untuk semesta diskrit menggunakan persamaan.

$$z = \sum z_j \mu(z_j) / \sum \mu(z_j) \dots\dots\dots (2)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa berguna untuk mengetahui kebutuhan perangkat lunak dalam sistem pakar yang dibangun. Dalam tahap ini dilakukan pencarian dan pengumpulan data serta pengetahuan yang diperlukan oleh sistem pakar. Sehingga pada akhirnya didapatkan hasil analisa berupa sebuah sistem yang strukturnya dapat didefinisikan dengan baik dan jelas. Penderita penyakit diabetes meningkat disebabkan keterlambatan dalam mendiagnosa penyakit ini dan juga disebabkan karena gaya hidup yang tidak sehat. Mendiagnosa penyakit diabetes dengan menggunakan fuzzy mamdani digunakan untuk orang awam dapat melakukan diagnosa secara dini dan dapat segera melakukan pengobatan.

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan:

1. Pembentukan himpunan fuzzy. Pada proses fuzzifikasi langkah yang pertama adalah menentukan Variabel fuzzy dan himpunan fuzzynya. Kemudian tentukan derajat keanggotaan antara data masukan fuzzy dengan himpunan fuzzy yang telah didefinisikan untuk setiap variabel masukan sistem dari setiap aturan fuzzy. Pada metode mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. Aplikasi fungsi implikasi pada metode mamdani. Fungsi implikasi yang digunakan adalah min. Hasil implikasi fuzzy dari setiap aturan ini kemudian digabungkan untuk menghasilkan keluaran inferensi fuzzy.
3. Komposisi Aturan (rule). Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu: max, additive dan probabilistik OR.
4. Penegasan (defuzzy). Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut.

Adapun gejala-gejala penyakit diabetes dapat dilihat dari table dibawah ini:

**Tabel 1.** Gejala Penyakit Diabetes

K	Gejala Penyakit Diabetes
K1	Lemas
K2	Kesemutan
K3	Gangguan Penglihatan
K4	Bibir dan Kulit Kering
K5	Berat Badan Turun
K6	Sering Buang Air Kecil
K7	Gampang Haus

<b>K</b>	<b>Gejala Penyakit Diabetes</b>
K8	Cepat Lapar

Table gejala diatas hasil pengambilan data dari dokter yang menangani kasus penyakit Diabetes. Adapun pertanyaan yang sering diajukan oleh dokter kepada pasien dapat di lihat pada table dibawah ini :

**Tabel 2.** Pertanyaan

<b>Pertanyaan</b>	<b>Jawaban</b>
Apakah nafsu makan anda meningkat ?	Ya/tidak
Apakah anda sering buang air kecil berlebihan ?	Ya/tidak
Apakah penglihatan anda terganggu ?	Ya/tidak
Apakah anda sering merasa kesemutan ?	Ya/tidak
Apakah anda sering merasakan kantuk berlebihan ?	Ya/tidak

Tabel diatas adalah table pertanyaan yang sering diajukan dokter kepada pasien untuk mengetahui gejala penyakit diabetes. Dari table diatas maka dapat digambarkan untuk bobot variabel dengan kriteria Fuzzy :

**Table 3.** Nilai bobot pertanyaan

Ya	20 %
Tidak	0 %

Metode Mamdani dalam prosesnya memerlukan kriteria yang akan dijadikan bahan perhitungan pada proses perankingan. Kriteria yang menjadi bahan pertimbangan bagian Pemilihan lokasi pemasangan iklan seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.

**Tabel 4.** Variabel Bobot

<b>Nama Variabel</b>	<b>Bobot Fuzzy</b>
Glukosa plasma 2 jam	Sangat rendah (SR)
	Rendah (R)
	Sedang (S)
	Tengah (T1)
	Tinggi (T2)
Tekanan darah diastolic	Sangat tinggi (ST)
	Sangat rendah (SR)
	Rendah (R)
	Sedang (S)
	Tengah (T1)
Indeks masa tubuh	Tinggi (T2)
	Sangat tinggi (ST)
	Sangat rendah (SR)
	Rendah (R)
	Sedang (S)
Riwayat diabetes	Tengah (T1)
	Tinggi (T2)
	Sangat tinggi (ST)
	Sangat rendah (SR)

**Tabel 5.** Bobot

<b>Bilangan Fuzzy</b>	<b>Nilai</b>
Sangat Rendah (SR)	0
Rendah (R)	0.20-0,39
Sedang (S)	0.40-0,59
Tengah (T1)	0.60-0,79
Tinggi (T2)	0.80-0,99
Sangat Tinggi (ST)	1

Dari tabel 5 maka di dapatkan nilai-nilai semesta yang di letakkan pada tabel 3.6 Data yang diperoleh akan diolah menggunakan pendekatan fuzzy mamdani. Adapun variabel himpunan fuzzy pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 6. di bawah ini.

**Tabel 6.** Variabel Kriteria

Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan
Input	Glukosa plasma 2 jam	[7,26]
	Tekanan darah	[49,101]
	Indeks masa tubuh	[0,60]
	Riwayat diabetes	[43,83]
Output	Hasil skor	

Berdasarkan variabel pada tabel 6, maka disusun domain himpunan fuzzy. Dari domain tersebut, selanjutnya ditentukan fungsi keanggotaan masing masing variabel seperti terlihat pada tabel 7. Berikut adalah perancangan himpunan fuzzy menggunakan kriteria penilaian :

**Tabel 7.** Tabel himpunan fuzzy

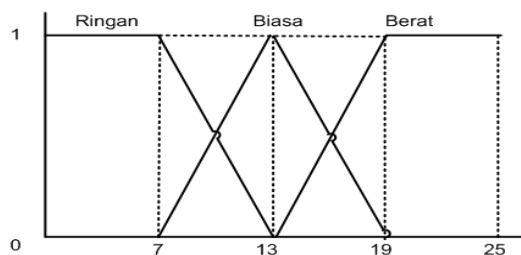
Variabel	Himpunan	Domain	Fungsi Keanggotaan	Parameter
Glukosa plasma 2 jam	Fase 1	[0,12]	Bahu Kiri	[0;6;12]
	Fase 2	[6,24]	Segitiga	[6;12;24]
	Fase 3	[12,36]	Segitiga	[12;24;36]
	Fase 4	[24,48]	Segitiga	[24;36;48]
	Fase 5	[36,60]	Bahu Kanan	[36;48;60]
Tekanan darah	Rendah	[0;75]	Bahu Kiri	[0;49;75]
	Sedang	[49;101]	Segitiga	[49;75;101]
	Tinggi	[75;124]	Bahu Kanan	[75;101;124]
Indeks masa tubuh	Ringan	[0;13]	Bahu Kiri	[0;7;13]
	Biasa	[7;19]	Segitiga	[7;13;19]
	Berat	[13;25]	Bahu Kanan	[13;19;25]
	Buruk	[0;49]	Bahu Kiri	[0;43;49]
	Kurang	[43;53]	Segitiga	[43;49;53]
Riwayat diabetes	Normal	[49;70]	Segitiga	[49;53;70]
	Baik	[53;82]	Segitiga	[53;70;82]
	Sangat Baik	[70;124]	Bahu Kiri	[70;82;124]

**3.1.1 Penerapan Metode Mamdani**

Himpunan fuzzy tersebut meliputi variabel Unsur Strategis, Jumlah Penduduk dan Letak Lokasi sebagai input, dan nilai sebagai output. Berikut adalah contoh penerapan logika fuzzy mamdani dalam menghitung nilai dan menentukan status penyakit.

Langkah 1. Menentukan Himpunan Fuzzy

Variabel glukosa plasma 2 jam telah didefinisikan pada tiga himpunan fuzzy, yaitu: RINGAN, NORMAL, dan BERAT. Setiap himpunan fuzzy memiliki interval keanggotaan, yakni seperti terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Grafik Himpunan Fuzzy

Unsur glukosa plasma 2 jam termasuk kedalam himpunan fuzzy dengan tingkat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{Berat} [X] = \begin{cases} 0, & x \leq 13 \\ x - 13 / 6 & 13 \leq x \leq 19 \\ 1, & x \geq 19 \end{cases}$$

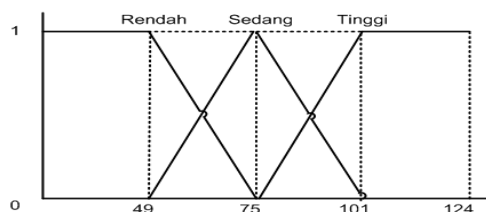
Sehingga diperoleh :

$$\mu_{Ringan} [19] = 0$$

$$\mu_{Biasa} [X] = 0$$

$$\mu_{Berat} [X] = \frac{19-13}{6} = 1$$

Yang berarti bahwa, unsur orang tersebut dikatakan berat dengan tingkat keanggotaan 80%. Untuk variabel indeks masa tubuh didefinisikan pada tiga himpunan fuzzy, yaitu: rendah, sedang, dan tinggi. Setiap himpunan fuzzy memiliki interval keanggotaan, yakni seperti terlihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik Himpunan Indeks Masa Tubuh

Indeks masa tubuh termasuk ke dalam himpunan fuzzy Sedang dan Tinggi, dengan tingkat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\begin{aligned} & 1, & x \leq 49 \\ \mu_{RENDAH} [X] &= 75 - x / 26 & 49 \leq x \leq 75 \\ & 0, & x \geq 75 \\ & 0, & x \leq 49 \\ \mu_{SEDANG} [X] &= x - 49 / 26 & 49 \leq x \leq 75 \\ & 101 - x / 26, & 75 \leq x \leq 101 \\ & 0, & x \leq 75 \\ \mu_{TINGGI} [X] &= x - 75 / 26 & 75 \leq x \leq 101 \\ & 1, & \geq 101 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh :

$$\begin{aligned} \mu_{RENDAH} [X] &= 0 \\ \mu_{SEDANG} [X] &= \frac{101-93}{26} = 0.30 \\ \mu_{TINGGI} [X] &= \frac{93-75}{26} = 0.54 \end{aligned}$$

Yang berarti bahwa, indeks masa tubuh tersebut dapat dikatakan sedang dengan tingkat keanggotaan 60%. Indeks masa tubuh tersebut juga dapat dikatakan tinggi dengan tingkat keanggotaan 80%.

#### Langkah 2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi yang digunakan dalam proses ini adalah fungsi MIN, yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang minimum dari variabel input sebagai outputnya. Berdasarkan aturan-aturan yang sesuai dengan kondisi tersebut, maka diperoleh :

Jika Unsur glukosa plasma 2 jam berat dan indeks masa tubuh sedang maka status lebih.

$$\begin{aligned} \alpha - predikat_1 &= \mu_{UnsurglukosaBERAT} \cap \mu_{indeksmasatubuhSEDANG} \\ &= \min (\mu_{UnsurglukosaBERAT} (1), \mu_{indeksmasatubuhSEDANG} (0.30)) \\ &= \min (1, 0.30) = 0.30 \end{aligned}$$

Jika unsur glukosa plasma 2 jam berat dan indeks masa tubuh tinggi maka status normal.

$$\begin{aligned} \alpha - predikat_2 &= \mu_{UnsurglukosaBERAT} \cap \mu_{indeksmasatubuhTINGGI} \\ &= \min (\mu_{UnsurglukosaBERAT} (1), \mu_{LetakindeksmasatubuhTINGGI} (0.54)) \\ &= \min (1, 0.54) = 0.54 \end{aligned}$$

#### Langkah 3. Komposisi Aturan

Komposisi aturan menggunakan fungsi MAX, komposisi aturan merupakan kesimpulan secara keseluruhan dengan mengambil tingkat keanggotaan maksimum dari tiap konsekuen aplikasi fungsi implikasi dan

menggabungkan dari semua kesimpulan masing – masing aturan, sehingga didapat daerah solusi fuzzy sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_{sf} &= maks\{\mu_{NilaiKurang}(x), \mu_{NilaiBuruk}(x)\} \\ &= maks\{0.30, 0.54\} \end{aligned}$$

Titik potong antara aturan-1 dan aturan-2 adalah ketika  $\mu_{NilaiKurang}(x) = \mu_{NilaiBuruk}(x)$ , yaitu :

$$\begin{aligned} 43-x &= 0.3 \\ \Leftrightarrow x &= 43-0.3 \\ \Leftrightarrow x &= 42.97 \end{aligned}$$

Ketika nilai  $\mu_{NilaiBuruk}(X) = 0.30$ , maka dapat ditentukan nilai x sebagai berikut:

$$\begin{aligned} 43-x &= 0.54 \\ \Leftrightarrow x &= 43-0.54 \\ \Leftrightarrow x &= 42.46 \end{aligned}$$

Sehingga didapat fungsi keanggotaan daerah solusi sebagai berikut:

$$\mu_{Nilai} = \begin{cases} 0.67; & 13 \leq x \leq 16.33 \\ 17-x; & 16.33 \leq x \leq 16.5 \\ 0.5; & 16.5 \leq x \leq 18 \\ 18.5-x & 18 \leq x \leq 18.5 \end{cases}$$

#### Langkah 4. Defuzzyfikasi

Langkah terakhir dalam proses ini adalah defuzzifikasi atau disebut juga tahap penegasan, yaitu untuk mengubah himpunan fuzzy menjadi bilangan real. Input dari proses penegasan ini adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Defuzzyfikasi yang digunakan dalam menentukan nilai adalah dengan metode centroid. Berikut adalah perhitungan defuzzyfikasi dengan metode centroid:

$$\begin{aligned} X &= \frac{\int_{13}^{16} (0.67)x dx + \int_{16}^{16.5} (17-x)x dx + \int_{16.5}^{17.5} 0.5x dx + \int_{17.5}^{18.5} (18.5-x)x dx}{\int_{13}^{16} (0.67)dx + \int_{16}^{16.5} (17-x)x + \int_{16.5}^{17.5} 0.5 dx + \int_{17.5}^{18.5} (18.5-x)dx} \\ &= \frac{\left[ \frac{0.67}{2} x^2 \right]_{13}^{16.33} + \left[ \frac{17}{2} x^2 - \frac{1}{3} x^3 \right]_{16.33}^{16.5} + \left[ \frac{0.5}{2} x^2 \right]_{16.5}^{18} + \left[ \frac{18.5}{2} x^2 - \frac{1}{3} x^3 \right]_{18}^{18.5}}{\left[ 0.67x \right]_{13}^{16.33} + \left[ 17x - \frac{1}{2} x^2 \right]_{16.33}^{16.5} + 0.5x \Big|_{16.5}^{18} + \left[ 18.5x - \frac{1}{2} x^2 \right]_{18}^{18.5}} \\ &= \frac{49.52}{3.205} = 15.4 \end{aligned}$$

Nilai 15.4 termasuk ke dalam kategori buruk, sehingga berdasarkan perhitungan tersebut status indeks masa tubuh adalah buruk.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang berjudul Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Diabetes Menggunakan Metode Inferensi Fuzzy Mamdani, maka kesimpulan yang diperoleh Penyakit Diabetes dapat diketahui Menggunakan Sistem pakar dengan menggunakan VB dan metode Inferensi Fuzzy Mamdani.. Di dalam menggunakan Metode Inferensi Fuzzy Mamdani harus disertai Gejala dan Pertanyaan, maka dapat hasil dari nilai Diabetes. Sistem Pakar mendiagnosa penyakit Diabetes Menggunakan Metode Inferensi Fuzzy Mamdani dibangun menggunakan Microsoft Visual Studio 2008 yang menghasilkan nilai diabetes berdasarkan gejala dan pertanyaan dari sistem. Sistem yang dibangun membantu memberikan data sebagai bahan pertimbangan bersifat akurat dan lebih efisien.

## REFERENCES

- [1] M. Mamdani, P. J. Produksi, and P. Keputusan, "APLIKASI LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI," vol. XI, no. 2, pp. 91–99, 2015.
- [2] M. Arhami, *Konsep Dasar Sistem Pakar*. Yogyakarta, 2005.

- [3] P. S. Ramadhan, *Mengenal Metode Sistem Pakar*, 1st ed. Medan: Penerbit Uwais, 2018.
- [4] D. A and M. Arhami, *Konsep Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta, 2006.
- [5] T. Sutojo, E. Mulyanto, and V. Suhartono, *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi, 2011.
- [6] M. Mesran *et al.*, "Expert system for disease risk based on lifestyle with Fuzzy Mamdani," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, 2018.
- [7] M. A. Salman, "A Comparion of Mamdani and Sugeno Inference Systems For a Satellite Image Classification. Anbar Journal for Engineering Sciences.," 2010.