

IMPLEMENTASI FUZZY LOGIC TSUKAMOTO DAN MAMDANI UNTUK MENDETEKSI KONDISI BADAN BERDASARKAN SUHU TUBUH

Elang Damar Galih Pamungkas¹, Cintya Nabella Wibowo², Belia Aisyia Putri Hakim³, Anggraini Puspita Sari^{4*}

^{1,2,3,4} Program Studi Informatika, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

¹21081010218@student.upnjatim.ac.id

²21081010032@student.upnjatim.ac.id

³21081010153@student.upnjatim.ac.id

*Corresponding author email: anggraini.puspita.if@upnjatim.ac.id

Abstrak— Suhu tubuh adalah salah satu indikator penting yang digunakan untuk mengetahui kesehatan seseorang. Perubahan suhu tubuh manusia yang tidak normal, seperti demam atau hipotermia, dapat menjadi indikasi adanya masalah kesehatan. Maka dari itu, mengetahui kondisi tubuh berdasarkan suhu tubuh sangatlah penting dalam proses diagnosis dan pemantauan kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan logika fuzzy pada deteksi kondisi badan berdasarkan suhu tubuh. Dengan menggunakan pendekatan fuzzy logic, informasi suhu tubuh dapat dianalisis secara lebih efektif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode fuzzy logic tsukamoto dan mamdani dengan melibatkan tiga langkah utama, yaitu: pengumpulan data suhu tubuh manusia, pembentukan himpunan fuzzy untuk mewakili kategori kondisi badan, dan pengembangan aturan fuzzy untuk menghubungkan data suhu tubuh dengan kondisi badan. Melalui implementasi logika fuzzy, deteksi kondisi badan berdasarkan suhu tubuh dapat dilakukan secara lebih akurat dan adaptif. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem deteksi kesehatan yang lebih baik, terutama dalam mengidentifikasi dan memantau kondisi tubuh manusia melalui suhu tubuh.

Pada penelitian menunjukkan adanya perbandingan antara kedua metode yaitu metode Tsukamoto dan Mamdani dengan variabel input adalah suhu, sedangkan variabel output adalah kondisi. Terdapat dua teknik untuk mengevaluasi output yaitu standart error dan uji hipotesis test. Dari kedua metode diperoleh tingkat akurasi untuk metode Tsukamoto sebesar 75,00% sedangkan Mamdani 100,00%.

Kata Kunci : demam, deteksi kesehatan, fuzzy logic, kondisi badan, suhu tubuh.

I. PENDAHULUAN

Kesehatan adalah salah satu aspek yang paling penting bagi manusia. Upaya untuk menjaga dan memantau kesehatan secara berkala sangat penting guna mendeteksi dini adanya gangguan kesehatan. Salah satu indikator yang sering digunakan untuk memantau kesehatan seseorang adalah suhu tubuh. Suhu tubuh yang tidak normal, baik yang terlalu tinggi maupun terlalu rendah, dapat menjadi tanda adanya gangguan pada kesehatan atau disebut sebagai penyakit.

Peningkatan suhu tubuh yang melebihi batas normal biasanya dikaitkan dengan demam, yang merupakan respons tubuh terhadap infeksi atau peradangan. Demam dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk infeksi virus atau bakteri, kondisi inflamasi, dan penyakit lainnya. Pada kasus yang lebih serius, demam juga bisa menjadi gejala dari kondisi kesehatan yang mengancam jiwa.

Pengukuran suhu tubuh normal antara 36,5°C sampai 37,5°C, apabila melebihi 37,5°C maka terindikasi demam (Ilmiah & Grafis, 2020). Di sisi lain, suhu tubuh yang terlalu rendah dapat mengindikasikan hipotermia, yang terjadi ketika suhu tubuh turun di bawah ambang normal. Hipotermia dapat disebabkan oleh paparan suhu ekstrem, kondisi medis tertentu, atau faktor lingkungan lainnya. Keadaan ini dapat membahayakan kesehatan dan memerlukan intervensi medis segera. Oleh karena itu, deteksi kondisi badan berdasarkan suhu tubuh menjadi sangat penting dalam upaya diagnosis dan pengawasan kesehatan.

Dalam deteksi kondisi badan berdasarkan suhu tubuh, langkah pertama adalah mengumpulkan data suhu tubuh manusia. Data suhu tubuh dapat diperoleh melalui pengukuran dengan menggunakan termometer atau sensor suhu yang sesuai. Pengumpulan data harus dilakukan dengan hati-hati, memperhatikan kondisi, dan lingkungan yang dapat mempengaruhi suhu tubuh; seperti waktu pengukuran, aktivitas fisik, dan lingkungan suhu eksternal.

Setelah data suhu tubuh terkumpul, langkah berikutnya adalah membentuk himpunan fuzzy yang mewakili kategori kondisi badan. Himpunan fuzzy dapat dibentuk berdasarkan batasan suhu tubuh yang relevan dengan kondisi kesehatan. Misalnya, himpunan fuzzy "Sehat" dapat didefinisikan dengan rentang suhu tubuh yang dianggap normal, himpunan fuzzy "Demam" dapat didefinisikan dengan rentang suhu tubuh yang tinggi, dan himpunan fuzzy "Hipotermia" dapat didefinisikan dengan rentang suhu tubuh yang rendah.

Selanjutnya, aturan fuzzy dikembangkan untuk menghubungkan data suhu tubuh dengan kondisi badan yang relevan. Aturan fuzzy dapat dibentuk berdasarkan pengetahuan medis atau pengalaman yang relevan. Contohnya, aturan fuzzy seperti "Jika suhu tubuh tinggi, maka

kondisi badan adalah demam" atau "Jika suhu tubuh rendah, maka kondisi badan adalah hipotermia".

Dengan demikian, implementasi kondisi badan berdasarkan suhu tubuh dengan menggunakan Fuzzy Logic dapat memberikan hasil diagnosa yang lebih akurat dan terperinci. Sistem ini dapat membantu dalam mengenali gejala awal suatu penyakit, mengidentifikasi kondisi kesehatan yang mengkhawatirkan, dan memberikan saran tindakan yang tepat. Melalui penelitian dan pengembangan lebih lanjut, implementasi kondisi badan berdasarkan suhu tubuh dengan Fuzzy Logic dapat memberikan kontribusi signifikan dalam bidang medis dan kesehatan, termasuk deteksi dini penyakit, pencegahan penyebaran penyakit menular, dan monitoring kesehatan individu secara lebih efektif.

II. DASAR TEORI

Fuzzy Logic

Prof. Lotfi A. Zadeh adalah seorang peneliti berasal dari Universitas California yang pertama kali mengembangkan logika *fuzzy* yaitu pada tahun 1960-an.

Fuzzy dalam bahasa Inggris memiliki arti samar atau tidak jelas. Oleh karena itu, logika *fuzzy* dapat diartikan sebagai logika yang samar atau memiliki unsur ketidakpastian.

Logika fuzzy merupakan suatu metode pendekatan pemecahan masalah yang tepat diterapkan dengan berbagai jenis sistem, seperti sistem sederhana, sistem kecil, jaringan PC, multi-channel, workstation berbasis akuisisi data, dan sistem kontrol. Logika fuzzy akan mempermudah dalam menggambarkan hubungan antara suhu tubuh dan kondisi tubuh secara lebih fleksibel, menghasilkan sistem yang lebih adaptif dan akurat dalam mengidentifikasi kondisi kesehatan.

Keuntungan teori logika fuzzy adalah kemampuan dalam melakukan penalaran secara bahasa (*linguistic reasoning*). Oleh karena itu, dalam perancangan sistem tidak diperlukan persamaan matematika dari objek yang akan dikendalikan.

Metode Tsukamoto

Metode Fuzzy Logic Tsukamoto adalah salah satu pendekatan dalam logika fuzzy yang digunakan untuk mengolah data numerik dan menghasilkan keputusan berdasarkan pemikiran manusia yang tidak pasti atau ambigu. Metode ini dinamai sesuai dengan nama penciptanya, Profesor Lotfi A. Zadeh Tsukamoto.

Metode Fuzzy Logic Tsukamoto adalah metode yang berfokus terhadap aturan bentuk IF-THEN yang direpresentasikan oleh himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan monoton dan kriteria serta aturan yang digunakan untuk menentukan hasil akhir.

Salah satu fungsi fuzzy logic tsukamoto adalah mendeteksi kondisi badan yang diperoleh dari hasil masukkan suhu tubuh dengan menggunakan sensor. Metode ini memiliki variabel input untuk suhu tubuh dan variabel output untuk kondisi badan.

Metode Mamdani

Metode Fuzzy Logic Mamdani adalah salah satu pendekatan dalam logika fuzzy yang digunakan untuk mengolah data numerik dan menghasilkan keputusan berdasarkan pemikiran manusia yang tidak pasti atau ambigu.

Metode ini dinamai sesuai dengan nama penciptanya, Profesor Ebrahim Mamdani.

Penerapan Metode Mamdani sering kali dipilih karena strukturnya yang mudah, dengan menggunakan operasi MIN-MAX atau MAX-PRODUCT.

Kelebihan dari fuzzy mamdani adalah lebih intuitif dan banyak diterima oleh banyak pihak. Penggunaan metode fuzzy mamdani ini sama terhadap penggunaan metode peramalan dalam bidang statistik. Pendekatan analisis berdasarkan pendekatan fuzzy lebih efisien daripada menggunakan angka dalam metode peramalan. Metode peramalan dalam statistic menghasilkan galat error yang lebih besar daripada pendekatan fuzzy. Dengan menggunakan pendekatan fuzzy, output yang dihasilkan lebih dekat dengan keadaan sebenarnya.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode fuzzy logic tsukamoto dan mamdani dengan melibatkan beberapa langkah, yaitu:

1. Pengumpulan Data:

Kumpulkan data yang relevan terkait suhu tubuh dan kondisi tubuh. Data ini dapat berupa pengukuran suhu tubuh dalam berbagai situasi atau kondisi kesehatan yang berbeda.

2. Identifikasi Variabel:

Identifikasi variabel-variabel yang terlibat dalam sistem deteksi kondisi tubuh berdasarkan suhu tubuh. Variabel input mungkin termasuk suhu tubuh, denyut nadi, tekanan darah, atau gejala-gejala tertentu. Variabel output mungkin adalah kondisi tubuh, seperti "sehat" atau "sakit".

3. Fungsi Keanggotaan:

Tentukan fungsi keanggotaan untuk setiap variabel input dan output. Fungsi keanggotaan ini menggambarkan sejauh mana suatu nilai berada dalam suatu himpunan linguistik. Misalnya, untuk suhu tubuh, fungsi keanggotaan dapat mencakup himpunan "rendah", "normal", dan "tinggi".

4. Pembentukan Aturan Fuzzy:

Buat aturan fuzzy yang menghubungkan variabel input dengan variabel output. Aturan ini dinyatakan dalam bentuk "Jika A maka B", di mana A adalah kondisi input dan B adalah konsekuensi output. Aturan ini dapat didasarkan pada pengetahuan medis atau pengalaman yang relevan. Misalnya, jika suhu tubuh tinggi dan denyut nadi cepat, maka kondisi tubuh bisa diklasifikasikan sebagai "sakit".

5. Proses Inferensi:

Terapkan aturan fuzzy pada data input untuk menghasilkan output fuzzy. Proses inferensi ini dapat dilakukan

menggunakan operator logika fuzzy seperti AND, OR, dan NOT, serta menggunakan metode inferensi yang sesuai dengan metode Tsukamoto dan Mamdani.

6. Agregasi dan Defuzzifikasi:

Agregasikan hasil output fuzzy dari setiap aturan untuk menghasilkan satu himpunan fuzzy tunggal untuk variabel output. Selanjutnya, lakukan defuzzifikasi untuk mengkonversi himpunan fuzzy menjadi nilai numerik yang konkret yang mewakili kondisi tubuh.

7. Validasi dan Evaluasi:

Validasi dan evaluasi sistem fuzzy yang diimplementasikan. Ini melibatkan pengumpulan data dari populasi sampel yang relevan dan membandingkan hasil yang dihasilkan oleh sistem fuzzy dengan referensi yang diberikan oleh ahli medis atau kriteria lain yang relevan.

8. Peningkatan dan Pengoptimalan:

Jika hasil evaluasi menunjukkan kinerja yang kurang memuaskan, langkah selanjutnya adalah melakukan peningkatan dan pengoptimalan sistem fuzzy Anda. Ini dapat melibatkan penyesuaian fungsi keanggotaan, aturan fuzzy, atau parameter lain dalam sistem.

```
# Membuat Variabel Input
def get_input_variables():
    return {
        'suhu': {
            'range': (35, 38),
            'description': 'Suhu tubuh dalam derajat Celsius',
        }
    }
```

IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian implementasi Fuzzy Logic Tsukamoto dan Mamdani untuk mendeteksi kondisi tubuh terhadap suhu tubuh dapat mencakup:

Logika Fuzzy Tsukamoto

1. Menentukan Variabel Input

Identifikasi variabel masukan yang relevan dalam deteksi kondisi badan berdasarkan suhu tubuh dengan variabel input utama adalah suhu tubuh. Misalnya, membagi menjadi beberapa himpunan fuzzy seperti "rendah", "normal", dan "tinggi".

2. Menentukan Fungsi Keanggotaan

```
# Fungsi Keanggotaan
def rendah(x, a, b):
    if x <= a:
        return 1
    elif a < x < b:
        return (b - x) / (b - a)
    else:
        return 0

def tinggi(x, a, b):
    if x >= b:
        return 1
    elif a < x < b:
        return (x - a) / (b - a)
    else:
        return 0
```

Setelah variabel masukan ditentukan, langkah selanjutnya untuk menentukan fungsi keanggotaan setiap himpunan fuzzy. Misalnya, fungsi keanggotaan untuk variabel suhu tubuh "rendah" bisa berbentuk segitiga dengan rentang nilai tertentu.

3. Menentukan Variabel Output

```
# Membuat Variabel Output
def get_output_variables():
    return {
        'kondisi_tubuh': {
            'range': (35, 39),
            'description': 'Kondisi tubuh (Dingin, Normal, Panas)',
        }
    }
```

Selanjutnya, tentukan variabel keluaran yang akan menunjukkan kondisi badan berdasarkan suhu tubuh. Misalnya, menggunakan variabel keluaran "sehat" dan "sakit" yang masing-masing memiliki fungsi keanggotaan yang sesuai.

```
# Fuzzifikasi
def fuzzifikasi(x, a, b):
    return rendah(x, a, b), tinggi(x, a, b)
```

4. Menentukan Aturan Fuzzy

Pada langkah ini, tetapkan aturan-aturan fuzzy yang menghubungkan variabel masukan dengan variabel keluaran. Misalnya, jika suhu tubuh rendah, maka kondisi badan adalah sehat; jika suhu tubuh tinggi, maka kondisi badan adalah sakit.

5. Melakukan Inferensi Fuzzy

```
# Inferensi
def inferensi(suhu_rendah, suhu_tinggi):
    output = np.zeros(3)
    for rule in rules:
        rendah_degree = min(suhu_rendah, rule[0][0](suhu_rendah, *rule[0][1:]))
        tinggi_degree = min(suhu_tinggi, rule[1][0](suhu_tinggi, *rule[1][1:]))
        output[0] = max(output[0], rendah_degree)
        output[1] = max(output[1], tinggi_degree)
        output[2] = max(output[2], min(rendah_degree, tinggi_degree))
    return output
```

Dengan aturan-aturan fuzzy yang ditetapkan, gunakan nilai-nilai masukan suhu tubuh untuk melakukan inferensi fuzzy. Metode inferensi Tsukamoto digunakan untuk menghasilkan nilai keanggotaan untuk setiap himpunan fuzzy pada variabel keluaran. Hal ini dilakukan dengan memperhitungkan bobot dari setiap aturan fuzzy yang berlaku.

6. Defuzzifikasi

```
# Defuzzifikasi menggunakan metode Tsukamoto
def defuzzifikasi(output):
    x = np.arange(35, 39, 0.1)
    kondisi = np.zeros_like(x)
    for i, val in enumerate(x):
        kondisi[i] = max(min(rendah(val, 35, 36), output[0]), min(tinggi(val, 36.5, 37.5), output[2]))
    return np.sum(x * kondisi) / np.sum(kondisi)
```

Langkah terakhir adalah melakukan defuzzifikasi untuk mengubah nilai keanggotaan pada variabel keluaran menjadi nilai tunggal yang dapat digunakan sebagai output. Metode defuzzifikasi Tsukamoto menggunakan pendekatan rata-rata tertimbang untuk menghitung nilai keluaran.

Logika Fuzzy Mamdani

1. Menentukan Variabel Input

```
# Membuat Variabel Input
suhu = ctrl.Antecedent(np.arange(35, 39, 0.1), 'suhu')
```

Identifikasi variabel masukan yang relevan dalam deteksi kondisi badan berdasarkan suhu tubuh. Variabel masukan utama adalah suhu tubuh, yang dapat dibagi menjadi beberapa himpunan fuzzy seperti "rendah," "normal," dan "tinggi." Setiap himpunan fuzzy memiliki fungsi keanggotaan yang sesuai.

2. Menentukan Fungsi Keanggotaan

```
# Fungsi Keanggotaan
suhu = ctrl.Antecedent(np.arange(35, 39, 0.1), 'suhu')
kondisi = ctrl.Consequent(np.arange(35, 39, 0.1), 'kondisi')

# Fungsi keanggotaan suhu
suhu['rendah'] = fuzz.trimf(suhu.universe, [34, 35, 36.5])
suhu['normal'] = fuzz.trimf(suhu.universe, [35.5, 36.5, 37.5])
suhu['tinggi'] = fuzz.trimf(suhu.universe, [36.5, 38, 39])

# Fungsi keanggotaan kondisi
kondisi['dingin'] = fuzz.trimf(kondisi.universe, [35, 35.8, 36.5])
kondisi['normal'] = fuzz.trimf(kondisi.universe, [35.8, 36.5, 37.2])
kondisi['panas'] = fuzz.trimf(kondisi.universe, [36.5, 37.2, 38])
```

Setelah variabel masukan ditentukan, langkah selanjutnya adalah menentukan fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan fuzzy. Misalnya, fungsi keanggotaan untuk variabel suhu tubuh "rendah" bisa berbentuk segitiga dengan rentang nilai tertentu.

3. Menentukan Variabel Output

```
# Membuat Variabel Output
kondisi = ctrl.Consequent(np.arange(35, 39, 0.1), 'kondisi')
```

Selanjutnya, tentukan variabel keluaran yang akan menunjukkan kondisi badan berdasarkan suhu tubuh. Variabel keluaran dapat berupa himpunan fuzzy seperti "sehat" dan "sakit," dengan fungsi keanggotaan yang sesuai.

4. Menentukan Aturan Fuzzy

```
# Membuat Sistem Fuzzy
sistem_fuzzy = ctrl.ControlSystem([rule1, rule2, rule3])
deteksi_kondisi = ctrl.ControlSystemSimulation(sistem_fuzzy)
```

Pada langkah ini, tetapkan aturan-aturan fuzzy yang menghubungkan variabel masukan dengan variabel keluaran. Misalnya, jika suhu tubuh rendah, maka kondisi badan adalah sehat; jika suhu tubuh tinggi, maka kondisi badan adalah sakit. Aturan-aturan ini ditetapkan berdasarkan pengetahuan ahli atau pengalaman yang ada.

5. Melakukan Inferensi Fuzzy

```
# Sistem Inferensi Fuzzy
kondisi_ctrl = ctrl.ControlSystem([rule1, rule2, rule3])
kondisi_prediksi = ctrl.ControlSystemSimulation(kondisi_ctrl)
```

Dengan aturan-aturan fuzzy yang ditetapkan, gunakan nilai-nilai masukan suhu tubuh untuk melakukan inferensi fuzzy. Metode inferensi Mamdani menggabungkan aturan-aturan fuzzy dengan menghasilkan nilai keanggotaan pada setiap himpunan fuzzy pada variabel keluaran.

6. Defuzzyfikasi

```
# Defuzzyfikasi menggunakan metode Mamdani
def defuzzyfikasi(output):
    x = np.arange(35, 39, 0.1)
    kondisi = np.zeros_like(x)
    for i, val in enumerate(x):
        kondisi[i] = max(min(rendah(val, 35, 36), output[0]), min(tinggi(val, 36.5, 37.5), output[2]))
    return np.sum(x * kondisi) / np.sum(kondisi)
```

Langkah terakhir adalah melakukan defuzzyfikasi untuk mengubah nilai keanggotaan pada variabel keluaran menjadi nilai tunggal yang dapat digunakan sebagai output. Metode defuzzyfikasi Mamdani umumnya menggunakan metode centroid, yaitu dengan menghitung pusat massa dari himpunan fuzzy pada variabel keluaran.

```
PS C:\Users\cinty> python -u "d:\uas kcb\tsumoto.py"
Status Kondisi Tubuh untuk Setiap Suhu:
```

```
-----
Suhu: 35.0 | Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 35.1 | Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 35.2 | Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 35.3 | Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 35.4 | Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 35.5 | Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 35.6 | Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 35.7 | Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 35.8 | Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 35.9 | Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 36.0 | Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 36.1 | Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 36.2 | Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 37.0 | Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 37.1 | Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 37.2 | Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 37.3 | Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 37.4 | Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 37.5 | Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 37.6 | Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 37.7 | Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 37.8 | Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 37.9 | Kondisi Tubuh: Normal
d:\uas kcb\tsumoto.py:50: RuntimeWarning: invalid value encountered in scalar divide
Suhu: 38.0 | Kondisi Tubuh: Panas
Suhu: 38.1 | Kondisi Tubuh: Panas
Akurasi: 75.00%
PS C:\Users\cinty>
```

```
PS C:\Users\cinty> python -u "d:\uas kcb\mamdani.py"
```

```
Status Kondisi Tubuh untuk Setiap Suhu:
```

```
-----
Suhu: 35.0 -> Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 35.1 -> Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 35.2 -> Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 35.3 -> Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 35.4 -> Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 35.5 -> Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 35.6 -> Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 35.7 -> Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 35.8 -> Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 35.9 -> Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 36.0 -> Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 36.1 -> Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 36.2 -> Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 36.3 -> Kondisi Tubuh: Dingin
Suhu: 36.5 -> Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 36.6 -> Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 36.7 -> Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 36.8 -> Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 36.9 -> Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 37.0 -> Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 37.1 -> Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 37.2 -> Kondisi Tubuh: Normal
Suhu: 37.5 -> Kondisi Tubuh: Panas
Suhu: 37.6 -> Kondisi Tubuh: Panas
Suhu: 37.7 -> Kondisi Tubuh: Panas
Suhu: 37.8 -> Kondisi Tubuh: Panas
Suhu: 37.9 -> Kondisi Tubuh: Panas
Suhu: 38.0 -> Kondisi Tubuh: Panas
Suhu: 38.1 -> Kondisi Tubuh: Panas
```

```
Akurasi: 100.00%
```

```
PS C:\Users\cinty>
```

Tsukamoto

Banyak data sebanyak 25, dan tingkat akurasi 75%.

Hasil Output Logika Fuzzy Mamdani

Banyak data sebanyak 29, dan tingkat akurasi 100%.

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa implementasi logika fuzzy terhadap deteksi kondisi badan berdasarkan suhu tubuh merupakan pendekatan yang efektif dan dapat memberikan hasil yang berguna. Dengan menggunakan metode fuzzy logic, kita dapat menggambarkan hubungan antara suhu tubuh dan kondisi badan dengan cara yang lebih kompleks.

Melalui pemodelan himpunan fuzzy, fungsi keanggotaan, aturan fuzzy, inferensi fuzzy, dan proses defuzzyfikasi, kita dapat menghasilkan output yang lebih akurat dan dapat diinterpretasikan. Fuzzy logic memungkinkan kita untuk mengatasi ketidakpastian dan kompleksitas dalam penentuan kondisi badan berdasarkan suhu tubuh yang tidak dapat dengan mudah dijelaskan dengan logika biner.

Perbandingan antara kedua metode sistem inferensia fuzzy yang sering digunakan adalah metode Tsukamoto, dan Mamdani. Variabel input adalah suhu, sedangkan variabel output adalah kondisi. Ada dua teknik untuk mengevaluasi output yaitu perbandingan standart eror dan uji hipotesis test. Dari kedua metode tersebut diperoleh tingkat akurasi masing-masing untuk metode Tsukamoto (75,00%) sedangkan Mamdani(100,00%).

Dengan demikian, implementasi logika fuzzy untuk mendeteksi kondisi badan terhadap suhu tubuh menunjukkan metode Mamdani yang lebih fleksibel, adaptif, dan informatif dalam membantu menginterpretasikan dan mengambil keputusan berdasarkan data suhu tubuh yang kompleks.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. R. W. M. H. H. I. Henry Trenggana, "Rancang Bangun Alat Deteksi Hipotermia berdasarkan Detak Jantung dan Suhu Tubuh dengan Metode Fuzzy Tsukamoto," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. VI, no. 12, pp. 5647-5654, 2022.
- [2] Y. A. P. M. O. M Arfan Ravy W P, "SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN RUANGAN PASIEN ISOLASI COVID-19 BERBASIS IOT," *JATI(Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. V, no. 2, pp. 495-502, 2021.
- [3] A. S. H. I. H. N. L. H. Sanyyah Plowerita, "Sistem Monitoring Kesehatan Dalam Penentuan Kondisi Tubuh Dengan Metode Fuzzy Mamdani," *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. VIII, no. 2, pp. 102-112, 2021.
- [4] ., I. A. B. ., L. N. Vierera Santi, "Implementasi Kendali Logika Fuzzy sebagai Penentu Tingkat Dehidrasi pada Sistem Monitoring Pencegahan Risiko Kadar Glukosa Darah," *Jurnal POLEKTRO: Jurnal Power Elektronik*, vol. XI, no. 1, pp. 123-126, 2022.
- [5] J. I. H. Y. N. Muhammad Eko Romadhon, "Implementasi Fuzzy Logic Tsukamoto pada Deteksi Kondisi Badan Berdasarkan Suhu Tubuh," *Scientific Student Journal for Information, Technology and Science*, vol. IV, pp. 57-65, 2023.
- [6] A. N. S. D. A. P. M. M. A. H. Anggraini Puspita Sari,

- "PENGELOMPOKAN TINGKAT PENYEBARAN COVID 19 PADA KABUPATEN JOMBANG DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS," vol. XVII, no. 3, pp. 7-12, 2022.
- [7] W. S. F. L. Yondry Kukus, "SUHU TUBUH: HOMEOSTASIS DAN EFEK TERHADAP KINERJA TUBUH MANUSIA," *Jurnal Biomedik*, vol. I, no. 2, pp. 107-118.
 - [8] A. R. C. M. F. A. Widya Cahyadi, "Penerapan Logika Fuzzy sebagai Alat Deteksi Hipotermia dan Hipertermia Pada Manusia Berbasis Internet Of Thing (Iot)," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. XVII, no. 2, pp. 94-99, 2021.
 - [9] L. I. M. A. Phisca Aditya Rosyady, "Alat Pengukur Suhu Tubuh Manusia Menggunakan Termometer Digital Berbasis Arduino," *JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER TRIAC*, vol. IX, no. 1, pp. 1-7, 2022.
 - [10] A. G. P. N. A. S. Anita Auliani, "Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Suhu Pemantau Dehidrasi Berbasis Fuzzy Logic dan IOT," *ISSN : 2355-9365e-Proceeding of Engineering : Vol.6, No.1 April 2019*, vol. VI, no. 1, pp. 2257-2267, 2019.
 - [11] A. P. S. H. K. R. A. F. D. C. M. W. Andreas Nugroho Sihananto, "Implementasi Metode K-Means Untuk Pengelompokan Kasus Covid-19 Tingkat Provinsi Di Indonesia," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. III, no. 1, pp. 76-85, 2022.
 - [12] G. G. L. P. I. H. Komang Wahyudi Suardika, "PERBANDINGAN METODE TSUKAMOTO, METODE MAMDANI DAN METODE SUGENO UNTUK MENENTUKAN PRODUKSI DUPA (Studi Kasus : CV. Dewi Bulan)," *E-Jurnal Matematika*, vol. VII, no. 2, pp. 180-186, 2018.
 - [13] Ros Novia Citra Devi, "PENERAPAN METODE FUZZY LOGIC TSUKAMOTO DALAM PENENTU ALAT KONTRASEPSI," *Proceeding SENDI_U. Retrieved from <https://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/sendu/article/view/5965>*, 2018.
 - [14] U. Achlison, "Analisis Implementasi Pengukuran Suhu Tubuh Manusia dalam Pandemi Covid-19 di Indonesia," *JURNAL ILMIAH KOMPUTER GRAFIS*, vol. XIII, no. 2, pp. 102-106, 2020.
 - [15] S. W. Supriyanto, "Alat Pengukur Suhu Tubuh Non Kontak," *Medika Teknika : Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, vol. III, no. 1, pp. 1-7, 2021.