

Penentuan Status Gizi Dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) Menggunakan Logika Fuzzy

Determination of Nutritional Status With Body Mass Index (BMI) Using Fuzzy Logic

Mutiara Sovina^{a,1}, Faisal Amir Harahap^{b,2}

^aUniversitas Potensi Utama, Jl. K.L.Yos Sudarso Km. 6,5 No.3-A, Medan, 20241, Indonesia
mutiarasovina@gmail.com¹, faisalamirharahap5@gmail.com²

ABSTRAK

Dalam penentuan status gizi menggunakan logika fuzzy, digunakan tiga variabel fuzzy yaitu variabel berat dan tinggi badan sebagai variabel input, serta variabel nilai gizi sebagai variabel output. Dengan metode Mamdani digunakan empat langkah untuk mendapatkan output, yaitu langkah pertama yaitu menentukan himpunan fuzzy dari masing – masing variabel input dan output. Langkah yang kedua yaitu aplikasi fungsi implikasi dengan fungsi MIN. Langkah yang ketiga yaitu komposisi aturan dengan fungsi MAX. Langkah yang keempat yaitu mengubah output dari bilangan fuzzy ke bilangan tegas atau defuzzifikasi, metode defuzzifikasi yang digunakan adalah metode centroid. Nilai gizi yang diperoleh kemudian disesuaikan dengan interval keanggotaan himpunan fuzzy pada variabel nilai gizi sehingga didapatkan status gizi. Ada perbedaan nilai gizi dan status gizi antara penggunaan logika fuzzy dengan logika tegas berdasarkan IMT. Penggunaan logika fuzzy memungkinkan nilai gizi termasuk ke dalam dua kategori. Sehingga untuk menentukan status gizinya, yaitu dengan mengambil derajat keanggotaan tertinggi dari nilai gizi tersebut. Penentuan status gizi dengan logika tegas mempunyai nilai – nilai kritis, dimana ada perubahan kecil pada nilai akan mengakibatkan perbedaan kategori. Perbedaan nilai gizi dan status gizi antara penggunaan logika fuzzy dengan logika tegas berdasarkan IMT terjadi karena input yang digunakan dalam logika tegas adalah bilangan tegas.

Kata Kunci : Metode Mamdani, Logika Fuzzy, Gizi

ABSTRACT

In determining nutritional status using fuzzy logic, three fuzzy variables are used, namely weight and height variables as input variables, and nutritional value variables as output variables. The Mamdani method uses four steps to get the output, the first step is to determine the fuzzy set of each input and output variable. The second step is the application of the implication function with the MIN function. The third step is the composition of the rules with the MAX function. The fourth step is to change the output from fuzzy numbers to firm numbers or defuzzification, the defuzzification method used is the centroid method. The nutritional value obtained is then adjusted to the fuzzy set membership interval on the nutritional value variable so that nutritional status is obtained. There are differences in nutritional value and nutritional status between the use of fuzzy logic and firm logic based on BMI. The use of fuzzy logic allows nutritional values to fall into two categories. So to determine the nutritional status, that is by taking the highest degree of membership of the nutritional value. Determination of nutritional status with strict logic has critical values, where there is a small change in the value will result in category differences. The difference in nutritional value and nutritional status between the use of fuzzy logic and firm logic based on BMI occurs because the input used in the explicit logic is a firm number.

Keywords : Mamdani Method, Fuzzy Logic, Nutrition

Disubmit: 11 April 2022

Info Artikel :
Direview: 20 April 2022

Diterima : 23 Juni 2022

Copyright © 2022 - Journal UPU. All rights reserved.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan Sumber Daya Manusia (SDM) merupakan salah satu prioritas pembangunan nasional untuk mempersiapkan dan meningkatkan kualitas penduduk usia kerja agar benar-benar memperoleh

kesempatan, serta turut berperan dalam mewujudkannya. Untuk mewujudkan kualitas Sumber Daya Manusia yang tinggi, salah satu cara adalah dengan pembangunan di bidang kesehatan dan gizi. Indonesia mengalami beban ganda masalah gizi yaitu masih banyak masyarakat yang kekurangan gizi, tetapi di sisi lain terjadi gizi lebih [1]. Kurang gizi maupun gizi lebih disebabkan karena tidak adanya keseimbangan antara asupan zat gizi dengan kebutuhan zat gizi dalam tubuh. Hal ini tidak terlepas dari makanan yang dikonsumsi setiap harinya. Masalah kekurangan dan kelebihan gizi pada orang dewasa (usia 18 tahun ke atas) merupakan masalah penting, karena selain mempunyai risiko penyakit – penyakit tertentu, juga dapat mempengaruhi produktivitas kerja. Oleh karena itu, pemantauan keadaan tersebut perlu dilakukan secara berkesinambungan. Salah satu cara adalah dengan mempertahankan berat badan yang ideal atau normal [2].

Batasan berat badan normal orang dewasa ditentukan berdasarkan nilai Indeks Massa Tubuh (IMT). IMT merupakan alat yang sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa, khususnya yang berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan [3]. Prediktor yang digunakan dalam penentuan status gizi menggunakan parameter IMT adalah berat badan dan tinggi badan. Status gizi merupakan deskripsi keseimbangan antara asupan zat gizi dengan kebutuhan tubuh secara individual. Cukup konsumsi cenderung status gizi baik dan kurang konsumsi besar kemungkinan akan kurang gizi. Hal ini karena status gizi dipengaruhi oleh banyak faktor yaitu konsumsi makanan, pendidikan orang tua, pendapatan orang tua, dan kesadaran orang tua tentang pentingnya masalah gizi, akan tetapi faktor konsumsi makanan adalah faktor yang dominan [4].

Dalam penentuan status gizi dengan parameter Indeks Massa Tubuh (IMT) menggunakan logika fuzzy, variabel input dibagi menjadi dua yaitu variabel berat dan tinggi badan [5]. Serta satu variabel output, yaitu variabel nilai gizi. Variabel nilai gizi ini dibentuk berdasarkan klasifikasi indeks massa tubuh (IMT). Variabel berat badan dibagi menjadi tiga kategori, yaitu ringan, normal, dan berat. Begitu juga dalam variabel tinggi badan dibagi menjadi tiga kategori, yaitu rendah, normal, dan tinggi. Sedangkan variabel nilai gizi dibedakan menjadi lima kategori, yaitu: kurus tingkat berat, kurus tingkat ringan, normal, gemuk tingkat ringan, dan gemuk tingkat berat [6].

Gemuk adalah kelebihan berat badan sebagai akibat dari penimbunan lemak tubuh yang berlebihan. Kurus adalah keadaan tubuh seseorang yang lebih kecil dari ukuran normal. Seseorang dikatakan gemuk jika berat badannya lebih dari berat normal. Sedangkan seseorang dikatakan kurus jika berat badannya kurang dari berat normal [7].

Logika fuzzy merupakan logika yang mempunyai konsep kebenaran sebagian, dimana logika fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1 [8]. Sedangkan logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat di ekspresikan dalam nilai kebenaran 0 / 1.

Secara teori sudah ada cara untuk menghitung nilai gizi dan menentukan status gizi berdasarkan IMT, namun perhitungan dan penentuan status gizi tersebut menggunakan himpunan crisp (tegas). Pada himpunan tegas, suatu nilai mempunyai tingkat keanggotaan satu jika nilai tersebut merupakan anggota dalam himpunan dan nol jika nilai tersebut tidak menjadi anggota himpunan. Hal ini sangat kaku, karena dengan adanya perubahan yang kecil saja terhadap nilai mengakibatkan perbedaan kategori. Himpunan fuzzy digunakan untuk mengantisipasi hal tersebut, karena dapat memberikan toleransi terhadap nilai sehingga dengan adanya perubahan sedikit pada nilai tidak akan memberikan perbedaan yang signifikan. Metode yang dapat digunakan dalam pengaplikasian logika fuzzy dalam penentuan gizi adalah metode Mamdani, metode Tsukamoto, dan metode Takagi Sugeno.

Sistem inferensi fuzzy Metode Mamdani dikenal juga dengan nama metode MinMax, yaitu dengan mencari nilai minimum dari setiap aturan dan nilai maksimum dari gabungan konsekuensi setiap aturan tersebut. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim H. Mamdani pada tahun 1975. Metode Mamdani

cocok digunakan apabila input diterima dari manusia bukan mesin. Metode ini juga lebih diterima oleh banyak pihak dari pada metode Tsukamoto dan Takagi Sugeno.

Gizi adalah suatu proses organisme dalam menggunakan bahan makanan melalui proses pencernaan, penyerapan, transportasi, penyimpanan metabolisme dan pembuangan untuk pemeliharaan hidup, pertumbuhan, fungsi organ tubuh dan produksi energi. Status gizi adalah ekspresi dari keadaan yang diakibatkan oleh status keseimbangan antara jumlah asupan zat gizi dan jumlah yang dibutuhkan oleh tubuh untuk berbagai fungsi biologis seperti pertumbuhan fisik, perkembangan, aktivitas, pemeliharaan kesehatan, dan lainnya [9].

Metode antropometri yaitu menentukan status gizi dengan menggunakan ukuran tubuh. Pengukuran antropometri merupakan cara yang paling mudah dan tidak membutuhkan peralatan yang mahal [10]. Indeks antropometri adalah kombinasi antara beberapa parameter antropometri untuk menilai status gizi. Beberapa indeks antropometri yang sering digunakan yaitu berat badan menurut umur (BB/U), tinggi badan menurut umur (TB/U), berat badan menurut tinggi badan (BB/TB), dan Indeks Massa Tubuh (IMT). Indeks BB/U, TB/U, BB/TB digunakan untuk menilai status gizi anak – anak (kurang dari delapan belas tahun). Sedangkan IMT digunakan untuk menilai status gizi orang dewasa (lebih dari delapan belas tahun) .

Berat badan adalah salah satu parameter yang memberikan gambaran massa tubuh. Massa tubuh sangat sensitif terhadap perubahan – perubahan yang mendadak, misalnya karena terserang penyakit infeksi, menurunnya nafsu makan atau menurunnya jumlah makanan yang dikonsumsi. Tinggi badan adalah salah satu ukuran pertumbuhan linier [3]. Pada keadaan normal, tinggi badan tumbuh seiring dengan pertambahan umur. Pertumbuhan tinggi badan tidak seperti berat badan, relatif kurang sensitif terhadap masalah kekurangan gizi dalam waktu yang singkat. Berat badan memiliki hubungan yang linear dengan tinggi badan. Dalam keadaan normal, perkembangan berat badan akan searah dengan pertumbuhan tinggi badan dengan kecepatan tertentu. Indeks BB/TB tidak dipengaruhi oleh umur. Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan alat yang sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa, khususnya yang berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan.

Penggunaan IMT hanya berlaku untuk orang dewasa berumur lebih dari 18 tahun dan tidak dapat diterapkan pada bayi, anak, remaja, ibu hamil, dan olahragawan [11]. Pada atlet, postur tubuh yang ideal berbeda antara setiap jenis cabang olah raga. Misalnya postur tubuh yang ideal bagi atlet petinju atau binaraga, sangat berbeda pada atlet senam atau renang. Atlet tinju dan binaraga membutuhkan massa tubuh yang besar, otot dan tulang yang kuat untuk berlatih atau bertanding. Berbeda pada atlet senam atau renang, yang membutuhkan massa tubuh yang tidak terlalu besar, tetapi tetap membutuhkan otot dan tulang yang kuat dan lentur. Untuk kondisi ini diperlukan pengukuran yang khusus, seperti pengukuran tebal lemak untuk menilai apakah massa tubuh yang besar pada atlet tersebut terdiri dari otot atau lemak [12].

2. METODE

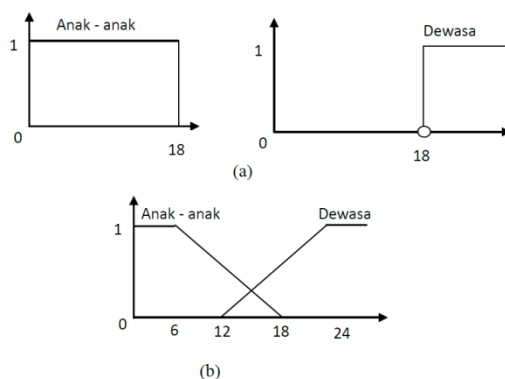
Ada tiga metode dalam sistem inferensi fuzzy yang sering digunakan, yaitu metode Tsukamoto, metode Mamdani, dan metode Takagi Sugeno. Dalam penelitian ini akan dibahas penentuan status gizi menggunakan metode Mamdani. Sistem ini berfungsi untuk mengambil keputusan melalui proses tertentu dengan mempergunakan aturan inferensi berdasarkan logika fuzzy.

A. Logika Fuzzy

Konsep logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Professor Lotfi A.Zadeh dari Universitas California, pada bulan Juni 1965. Fuzzy secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar – samar.

Fuzzy merupakan suatu nilai yang dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Namun seberapa besar nilai kebenaran dan kesalahannya tergantung pada derajat keanggotaan yang dimilikinya [13]. Derajat keanggotaan dalam fuzzy memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu). Hal ini berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 atau 0 (ya atau tidak). Logika fuzzy digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (linguistik), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat. Dan logika fuzzy menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Tidak seperti logika tegas, suatu nilai hanya mempunyai 2 kemungkinan yaitu merupakan suatu anggota himpunan atau tidak. Derajat keanggotaan 0 (nol) artinya nilai bukan merupakan anggota himpunan dan 1 (satu) berarti nilai tersebut adalah anggota himpunan [14].

Dalam contoh kehidupan seseorang dikatakan dewasa apabila berumur lebih dari 18 tahun, maka seseorang yang kurang dari atau sama dengan 18 tahun di dalam logika tegas akan dikatakan sebagai tidak dewasa atau anak – anak. Sedangkan dalam hal ini pada logika fuzzy, seseorang yang berumur sama dengan atau kurang dari 18 tahun dapat dikategorikan dewasa tetapi tidak penuh. Secara grafik dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Perbandingan contoh (a) logika tegas dan (b) logika fuzzy dalam penentuan golongan umur
(Sumber: www.google.com)

B. Metode Mamdani

Metode Fuzzy Mamdani merupakan salah satu bagian dari Fuzzy Inference System yang berguna untuk penarikan kesimpulan atau suatu keputusan terbaik dalam permasalahan yang tidak pasti (Bova, 2010). Metode Fuzzy Mamdani diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Metode Fuzzy Mamdani dalam prosesnya menggunakan kaedah-kaedah linguistik dan memiliki algoritma fuzzy yang dapat dianalisis secara matematika, sehingga lebih mudah dipahami [15].

Metode Fuzzy Mamdani merupakan metode dalam penarikan kesimpulan yang paling mudah dimengerti oleh manusia, karena paling sesuai dengan naluri manusia. Sehingga dengan menggunakan Metode Fuzzy Mamdani akan menghasilkan keputusan terbaik untuk suatu permasalahan (Salman, 2010). Dibandingkan dengan metode lain dari Fuzzy Inference System, yaitu Metode Sugeno, metode tersebut tidak melalui proses komposisi aturan dan defuzzifikasi dengan Metode Centroid. Proses tersebut berguna untuk mengetahui nilai output dari pusat daerah fuzzy. Selain itu, Metode Fuzzy Mamdani lebih memperhatikan kondisi setiap daerah fuzzynya, sehingga menghasilkan hasil yang lebih akurat. Pada Metode Fuzzy Mamdani output yang dihasilkan berupa suatu nilai pada domain himpunan fuzzy yang dikategorikan ke dalam komponen linguistik, sedangkan pada Metode Sugeno output yang dihasilkan berupa fungsi linear atau konstanta. Kelemahan dari output berupa fungsi linear atau konstanta adalah nilai output yang dihasilkan harus sesuai dengan nilai yang telah ditentukan, hal ini timbul masalah apabila nilai output tidak sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Output ini dapat dikatakan benar apabila dapat menyajikan output yang ditentukan oleh antesenden [16].

Metode Mamdani sering dikenal dengan nama Metode Min – Max. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 [17]. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan:

- Pembentukan himpunan fuzzy, pada Metode Mamdani baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy [18].
- Aplikasi fungsi implikasi, pada metode Mamdani fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.
- Komposisi Aturan, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari gabungan antar aturan. Ada tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu: max, additive dan probabilistik OR (probor).
- Penegasan (defuzzifikasi), input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari suatu komposisi aturan – aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output [18].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara teori sudah ada standar klasifikasi untuk menentukan status gizi berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT). Namun standar penentuan status gizi tersebut menggunakan himpunan tegas. Penggunaan himpunan tegas dalam penentuan status gizi sangat kaku karena dengan adanya perubahan yang kecil saja terhadap nilai mengakibatkan perbedaan kategori. Sebagai contoh, seseorang dengan berat badan 57 kg dan tinggi badan 151 cm bila dihitung menggunakan logika tegas, nilai gizinya adalah 25 yang termasuk ke dalam kategori normal. Dan seseorang dengan berat badan 58 kg dan tinggi badan 152 cm bila dihitung menggunakan logika tegas, nilai gizinya adalah 25.1 yang termasuk ke dalam kategori gemuk tingkat ringan. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan sedikit pada nilai gizi akan memberikan perbedaan kategori dalam penentuan status gizi.

Penggunaan logika fuzzy dalam penentuan status gizi akan memberikan toleransi terhadap nilai gizi yang diperoleh. Sehingga dengan adanya perubahan yang kecil tidak akan memberikan perubahan yang signifikan, hanya akan mempengaruhi derajat keanggotaannya saja. Sebagai contoh, seseorang dengan berat badan 57 kg dan tinggi badan 151 cm bila dihitung menggunakan logika fuzzy, nilai gizinya adalah 25,8 yang termasuk ke dalam kategori gemuk tingkat ringan. Dan seseorang dengan berat badan 58 kg dan tinggi badan 152 cm bila dihitung menggunakan logika fuzzy, nilai gizinya adalah 25.5 yang juga termasuk ke dalam kategori gemuk tingkat ringan. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya perubahan sedikit pada nilai tidak mengakibatkan perbedaan kategori, hanya akan mempengaruhi derajat keanggotaannya saja.

Dalam logika fuzzy, variabel input yang digunakan adalah berupa interval, sehingga input yang berupa bilangan tegas harus diubah ke dalam bilangan fuzzy. Sedangkan dalam himpunan tegas, input yang digunakan adalah suatu bilangan tegas. Hal ini tentu akan berpengaruh terhadap nilai gizi dan status gizi yang dihasilkan.

Dalam penentuan status gizi, aplikasi logika fuzzy digunakan untuk mengubah input yang berupa berat dan tinggi badan sehingga mendapatkan output berupa nilai gizi. Kemudian disesuaikan dengan range keanggotaan pada variabel nilai gizi sehingga diperoleh status gizi. Dalam penentuan status gizi digunakan metode Mamdani atau sering juga dikenal dengan nama Metode Min - Max. Dalam metode ini, pada setiap aturan yang berbentuk implikasi (“sebab-akibat”) anteseden yang berbentuk konjungsi (AND) mempunyai nilai keanggotaan berbentuk minimum (min), sedangkan konsekuen gabungannya berbentuk maksimum (max). Untuk mendapatkan output, berikut akan dijelaskan langkah – langkah yang digunakan dalam penelitian ini.

A. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Pada Metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy. Dalam penentuan status gizi dengan parameter Indeks Massa Tubuh (IMT), variabel input dibagi menjadi dua yaitu variabel berat dan tinggi badan. Serta satu variabel output, yaitu variabel nilai gizi. Variabel nilai gizi ini dibentuk berdasarkan klasifikasi IMT. Hasil dari pengukuran indeks massa tubuh tidak tergantung pada umur dan jenis kelamin. Penentuan variabel yang digunakan dalam penelitian ini, terlihat pada tabel di bawah ini.

Table 1. Penentuan Variabel

Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan
Input	Berat Badan	[35,80]
	Tinggi Badan	[145,190]
Output	Nilai Gizi	[13,33]

Dari variabel yang telah dimunculkan, kemudian disusun domain himpunan fuzzy. Berdasarkan domain tersebut, selanjutnya ditentukan fungsi keanggotaan dari masing – masing variabel seperti terlihat pada Tabel dibawah ini. Berikut adalah perancangan himpunan fuzzy pada penentuan status gizi menggunakan indeks massa tubuh.

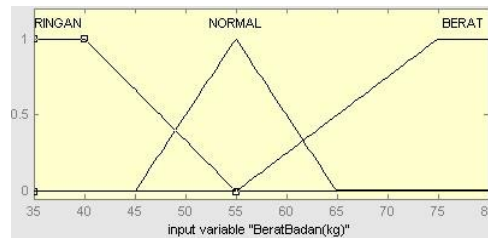
Table 2. Himpunan Fuzzy

Variabel	Himpunan	Domain	Fungsi Keanggotaan	Parameter
Berat badan (kg)	Ringan	[35,55]	Bahu kiri	(35; 40; 55)
	Normal	[45,65]	Segitiga	(45; 55; 65)
	Berat	[55,80]	Bahu kanan	(55; 75; 85)
Tinggi badan (cm)	Rendah	[145,165]	Bahu kiri	(145; 150; 165)
	Normal	[150,175]	Segitiga	(150; 165; 175)
	Tinggi	[160,190]	Bahu kanan	(160; 175; 190)
Nilai Gizi	Kurus tingkat berat	[13,17]	Bahu kiri	(13; 16; 17)
	Kurus tingkat ringan	[16,18.5]	Trapezium	(16; 17; 17.5; 18.5)
	Normal	[17.5,25]	Trapezium	(17.5; 18.5; 24; 25)
	Gemuk tingkat ringan	[24,27]	Trapezium	(24; 25; 26; 27)
	Gemuk tingkat berat	[26,33]	Bahu Kanan	(26; 27; 33)

Himpunan fuzzy beserta fungsi keanggotaan dari variabel berat badan, tinggi badan, dan nilai gizi direpresentasikan sebagai berikut:

1) Himpunan Fuzzy Variabel Berat Badan

Pada variabel berat badan didefinisikan tiga himpunan fuzzy, yaitu RINGAN, NORMAL, dan BERAT. Untuk merepresentasikan variabel berat badan digunakan bentuk kurva bahu kiri untuk himpunan fuzzy RINGAN, bentuk kurva segitiga untuk himpunan fuzzy NORMAL, dan bentuk kurva bahu kanan untuk himpunan fuzzy BERAT. Gambar himpunan fuzzy untuk variabel berat badan ditunjukkan pada Gambar di bawah ini.



Gambar 2. Himpunan Fuzzy: Berat Badan

Dimana sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel berat badan, sedangkan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input. Dengan fungsi keanggotaan adalah sebagai berikut:

$$\mu_{Ringan} = \begin{cases} 1 & ; x \leq 40 \\ \frac{55-x}{15} & ; 40 \leq x \leq 55 \\ 0 & ; x \geq 55 \end{cases}$$

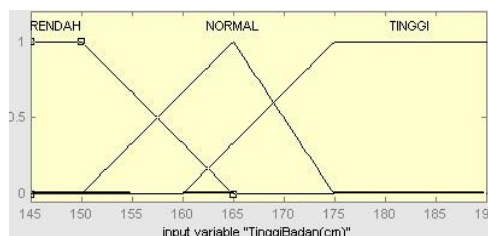
$$\mu_{Normal} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 45 \\ \frac{x-45}{10} & ; 45 \leq x \leq 55 \\ \frac{65-x}{10} & ; 55 \leq x \leq 65 \\ 0 & ; x \geq 65 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 55 \\ \frac{x-55}{20} & ; 55 \leq x \leq 75 \\ 1 & ; x \geq 75 \end{cases}$$

Seseorang dianggap ringan bila berat badannya antara 35 kg sampai 55 kg, dianggap normal bila berat badannya antara 45 kg sampai 65 kg, dianggap berat bila berat badannya antara 55 kg sampai 80 kg, dianggap ringan sekaligus normal bila berat badannya antara 45 kg sampai 55 kg, dan dianggap normal sekaligus tinggi bila berat badannya antara 55 kg sampai 65 kg.

2) Himpunan Fuzzy Variabel Tinggi Badan

Pada variabel tinggi badan didefinisikan tiga himpunan fuzzy, yaitu RENDAH, NORMAL, dan TINGGI. Untuk merepresentasikan variabel tinggi badan digunakan bentuk kurva bahu kiri untuk himpunan fuzzy RENDAH, bentuk kurva segitiga untuk himpunan fuzzy NORMAL, dan bentuk kurva bahu kanan untuk himpunan fuzzy TINGGI. Representasi himpunan fuzzy untuk variabel tinggi badan ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Himpunan Fuzzy: Tinggi Badan

Dimana sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel tinggi badan, sedangkan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input. Dengan fungsi keanggotaan adalah sebagai berikut:

$$\mu_{Rendah} = \begin{cases} 1 & ; x \leq 150 \\ \frac{165 - x}{15} & ; 150 \leq x \leq 165 \\ 0 & ; x \geq 165 \end{cases}$$

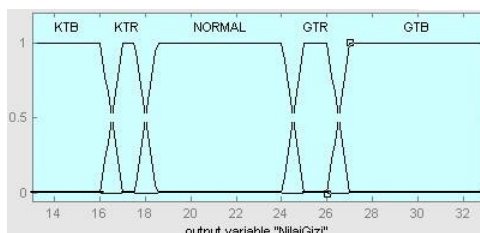
$$\mu_{Normal} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 150 \\ & \text{atau } x \geq 175 \\ \frac{x - 150}{15} & ; 150 \leq x \leq 165 \\ \frac{175 - x}{10} & ; 165 \leq x \leq 175 \end{cases}$$

$$\mu_{Tinggi} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 160 \\ \frac{x - 160}{15} & ; 160 \leq x \leq 175 \\ 1 & ; x \geq 175 \end{cases}$$

Seseorang dianggap rendah bila tinggi badannya antara 145 cm sampai 165 cm, dianggap normal bila tinggi badannya antara 150 cm sampai 175 cm, dianggap tinggi bila tinggi badannya antara 160 cm sampai 190 cm, dianggap rendah sekaligus normal bila tingginya antara 150 cm sampai 165 cm, dianggap normal sekaligus tinggi bila tingginya antara 160 cm sampai 175 cm, dan dianggap rendah sekaligus normal dan sekaligus tinggi bila tingginya antara 160 cm sampai 165 cm.

3) Himpunan Fuzzy Variabel Nilai Gizi

Himpunan fuzzy nilai gizi diperoleh berdasarkan klasifikasi pada Indeks Massa Tubuh (IMT), yang direpresentasikan menggunakan himpunan fuzzy. Pada variabel nilai gizi didefinisikan lima himpunan fuzzy, yaitu KURUS TINGKAT BERAT, KURUS TINGKAT RINGAN, NORMAL, GEMUK TINGKAT RINGAN, GEMUK TINGKAT BERAT. Untuk merepresentasikan variabel nilai gizi digunakan bentuk kurva bahu kiri untuk himpunan fuzzy KURUS TINGKAT BERAT, bentuk kurva trapesium untuk himpunan fuzzy KURUS TINGKAT RINGAN, NORMAL, serta GEMUK TINGKAT RINGAN, bentuk kurva bahu kanan untuk himpunan fuzzy GEMUK TINGKAT BERAT. Gambar himpunan fuzzy untuk variabel nilai gizi ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Himpunan Fuzzy: Nilai Gizi

Keterangan:

KTB : Kurus Tingkat Berat

KTR : Kurus Tingkat Ringan

GTR : Gemuk Tingkat Ringan

GTB : Gemuk Tingkat Berat

Berdasarkan gambar di atas sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel nilai gizi, sedangkan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input. Dengan fungsi keanggotaan adalah sebagai berikut:

$$\mu_{\text{kurus tingkat berat}} = \begin{cases} 1 & ; x \leq 16 \\ 17 - x & ; 16 \leq x \leq 17 \\ 0 & ; x \geq 17 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{kurus tingkat ringan}} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 16 \text{ atau } x \geq 18.5 \\ x - 16 & ; 16 \leq x \leq 17 \\ 1 & ; 17 \leq x \leq 17.5 \\ 18.5 - x & ; 17.5 \leq x \leq 18.5 \end{cases}$$

$$\mu_{normal} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 17.5 \text{ atau } x \geq 25 \\ x - 17.5 & ; 17.5 \leq x \leq 18.5 \\ 1 & ; 18.5 \leq x \leq 24 \\ 25 - x & ; 24 \leq x \leq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{gemuk \text{ tingkat ringan}} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 24 \text{ atau } x \geq 27 \\ x - 24 & ; 24 \leq x \leq 25 \\ 1 & ; 25 \leq x \leq 26 \\ 27 - x & ; 26 \leq x \leq 27 \end{cases}$$

$$\mu_{gemuk \text{ tingkat berat}} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 26 \\ x - 26 & ; 26 \leq x \leq 27 \\ 1 & ; x \geq 27 \end{cases}$$

Seseorang dianggap kurus tingkat berat bila nilai gizinya antara 13 sampai 17, dianggap kurus tingkat ringan bila nilai gizinya antara 16 sampai 18.5, dianggap normal bila nilai gizinya antara 17.5 sampai 25, dianggap gemuk tingkat ringan bila nilai gizinya antara 24 sampai 27, dianggap gemuk tingkat berat bila nilai gizinya antara 26 sampai 33, dianggap kurus tingkat berat sekaligus kurus tingkat ringan bila nilai gizinya antara 16 sampai 17, dianggap kurus tingkat ringan sekaligus normal bila nilai gizinya antara 17.5 sampai 18.5, dianggap normal sekaligus gemuk tingkat ringan bila nilai gizinya antara 24 sampai 25, dan dianggap gemuk tingkat ringan sekaligus gemuk tingkat berat bila nilai gizinya antara 26 sampai 27. Setelah pembentukan fungsi keanggotaan pada masing – masing variabel, input yang berupa nilai crisp akan diubah ke dalam fuzzy input yaitu dengan menentukan derajat keanggotaan nilai input pada sebuah himpunan fuzzy, proses ini disebut fuzzyfikasi.

B. Aplikasi Fungsi Implikasi

Setelah pembentukan himpunan fuzzy, maka dilakukan pembentukan aturan fuzzy. Aturan - aturan dibentuk untuk menyatakan relasi antara input dan output. Tiap aturan merupakan suatu implikasi. Operator yang digunakan untuk menghubungkan antara dua input adalah operator AND, dan yang memetakan antara input-output adalah IF-THEN. Proposisi yang mengikuti IF disebut anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut konsekuen. Berdasarkan kategori dalam IMT, maka dapat dibentuk aturan – aturan sebagai berikut :

Table 3. Penentuan Variabel

		Berat Badan		
		Ringan	Normal	Berat
Tinggi Badan	Rendah	Normal	Gemuk tingkat ringan	Gemuk tingkat berat
	Normal	Kurus tingkat ringan	Normal	Gemuk tingkat ringan
	Tinggi	Kurus tingkat berat	Kurus tingkat ringan	Normal

- [R1] : Jika berat badan adalah ringan dan tinggi badan adalah rendah maka status gizinya adalah normal.
- [R2] : Jika berat badan adalah ringan dan tinggi badan adalah normal maka status gizinya adalah kurus tingkat ringan.
- [R3] : Jika berat badan adalah ringan dan tinggi badan adalah tinggi maka status gizinya adalah kurus tingkat berat.
- [R4] : Jika berat badan adalah normal dan tinggi badan adalah rendah maka status gizinya adalah gemuk tingkat ringan.
- [R5] : Jika berat badan adalah normal dan tinggi badan adalah normal maka status gizinya adalah normal.

- [R6] : Jika berat badan adalah normal dan tinggi badan adalah tinggi maka status gizinya adalah kurus tingkat ringan.
- [R7] : Jika berat badan adalah berat dan tinggi badan adalah rendah maka status gizinya adalah gemuk tingkat berat.
- [R8] : Jika berat badan adalah berat dan tinggi badan adalah normal maka status gizinya adalah gemuk tingkat ringan.
- [R9] : Jika berat badan adalah berat dan tinggi badan adalah tinggi maka status gizinya adalah normal.

Setelah aturan dibentuk, maka dilakukan aplikasi fungsi implikasi. Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah MIN, yang berarti tingkat keanggotaan yang didapat sebagai konsekuensi dari proses ini adalah nilai minimum dari variabel berat badan dan tinggi badan. Sehingga didapatkan daerah fuzzy pada variabel nilai gizi untuk masing – masing aturan.

C. Komposisi Aturan

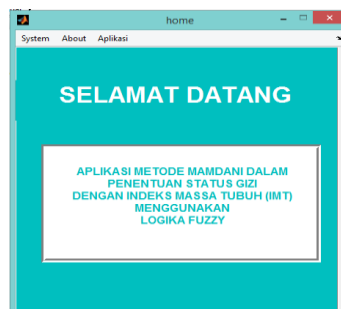
Pada metode Mamdani, komposisi antar fungsi implikasi menggunakan fungsi MAX yaitu dengan cara mengambil nilai maksimum dari output aturan kemudian menggabungkan daerah fuzzy dari masing – masing aturan dengan operator OR.

D. Penegasan (defuzzifikasi)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan tegas pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output. Defuzzifikasi yang digunakan dalam menentukan nilai gizi adalah dengan metode centroid. Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (Z0) daerah fuzzy.

E. Tampilan Aplikasi

Berikut adalah tampilan aplikasi dari penelitian ini.



Gambar 5. Tampilan Awal



Gambar 6. Menu Bar

The screenshot shows a web application window titled 'program'. The main heading is 'APLIKASI KELAYAKAN MAKANAN UNTUK PENDERITA PENYAKIT DIABETES'. Below the heading, there are four input fields: 'Nama', 'Umur', 'Berat Badan', and 'Tinggi Badan'. To the right of these fields are two buttons: 'CHECK' and 'Keluar'. Below these buttons, there is a section for 'NILAI GIZI' with a text input field and a 'Telusuri' button. At the bottom, there is a section for 'KATEGORI' with five rows, each containing a label and a text input field: 'Kurus Tingkat Berat', 'Kurus Tingkat Ringan', 'Normal', 'Gemuk Tingkat Ringan', and 'Gemuk Tingkat Berat'.

Gambar 7. Interface Program

This screenshot shows the same interface as Gambar 7, but with sample data entered. The 'Nama' field contains 'Dinar Nugroho Pratomo', 'Umur' is '20', 'Berat Badan' is '70', and 'Tinggi Badan' is '169'. The 'CHECK' and 'Keluar' buttons are still present. The 'NILAI GIZI' section shows the value '22.5' and the 'Telusuri' button. The 'KATEGORI' section shows five rows with radio button options: 'Kurus Tingkat Berat' (Tidak), 'Kurus Tingkat Ringan' (Tidak), 'Normal' (Ya), 'Gemuk Tingkat Ringan' (Tidak), and 'Gemuk Tingkat Berat' (Tidak).

Gambar 8. Contoh Kasus

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan penentuan status gizi dengan menggunakan metode Mamdani dalam logika fuzzy, dapat diambil kesimpulan bahwa:

- Perhitungan nilai gizi dengan menggunakan metode Mamdani dalam logika fuzzy terdiri dari empat tahap, yaitu pembentukan himpunan fuzzy, aplikasi fungsi implikasi dengan fungsi MIN, komposisi aturan dengan fungsi MAX, dan defuzzifikasi dengan metode centroid.
- Prosedur untuk mendapatkan status gizi yaitu dengan menyesuaikan nilai gizi yang telah diperoleh ke dalam interval keanggotaan himpunan fuzzy pada variabel nilai gizi.

REFERENSI

- [1] P. Pattola *et al.*, *Gizi Kesehatan dan Penyakit*. Yayasan Kita Menulis, 2020.
- [2] Y. M. E. Dewanti, "Hubungan Status Gizi Dengan Kinerja Polisi Lalu Lintas Di Polres Tangerang Selatan Tahun 2018." Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, 2018.
- [3] A. Wibowo, "Uji Komparasi Perhitungan Indeks Masa Tubuh (Imt) Menggunakan Type-1 Fuzzy Logic

- (T1fl) Dan Interval Type-2 Fuzzy Logic (It2fl) Metode Mamdani,” *Swabumi*, vol. 2, no. 1, pp. 1–13, 2015.
- [4] D. Y. Sari, W. K. Dewanto, and S. Surateno, “Aplikasi pemantauan status gizi berdasarkan pengukuran antropometri menggunakan metode fuzzy logic,” *J. Teknol. Inf. dan Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 71–79, 2017.
 - [5] S. J. Susilo and S. Supatman, “Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Status Gizi Balita Dengan Metode Fuzzy Tahani (Menggunakan Standar Antropometri Anak),” *J. Inf. J. Penelit. dan Pengabd. Masy.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–7, 2021.
 - [6] P. K. Arieska and N. Herdiani, “Hubungan Pengetahuan dan Pola Konsumsi dengan Status Gizi pada mahasiswa Kesehatan,” *MTPH J.*, vol. 4, no. 2, pp. 203–211, 2020.
 - [7] I. Nahdiyah, “Hubungan antara body image dengan kepuasan hidup pada remaja yang mengalami obesitas di komunitas KAGUMI (Ikatan Wanita Gemuk Indonesia).” Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, 2015.
 - [8] N. Andriani, “Perancangan Aplikasi Menentukan Jumlah Produksi Roti Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto Pada PT. Chochointi Sejahtera,” *Hexag. J. Tek. dan Sains*, vol. 2, no. 1, pp. 57–62, 2021.
 - [9] N. Wijayanti, *Fisiologi manusia dan metabolisme zat gizi*. Universitas Brawijaya Press, 2017.
 - [10] H. Hafizan and A. N. Putri, “Penerapan Metode Klasifikasi Decision Tree Pada Status Gizi Balita Di Kabupaten Simalungun,” *Kesatria J. Penerapan Sist. Inf. (Komputer dan Manajemen)*, vol. 1, no. 2, pp. 68–72, 2020.
 - [11] J. Kasengke, Y. A. Assa, and M. E. Paruntu, “Gambaran Kadar Gula Sesaat pada Dewasa Muda Usia 20–30 Tahun dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) ≥ 23 kg/m²,” *eBiomedik*, vol. 3, no. 3, 2015.
 - [12] D. Syahputra and M. Muhathir, “Perhitungan Metode Fuzzy Sugeno Dan Antropometri Dalam Memprediksi Status Gizi Indeks Massa Tubuh,” *J. Informatics Telecommun. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 16–22, 2018.
 - [13] R. L. Gema, D. Kartika, and M. Pratiwi, “Artificial Intelligence Menentukan Kualitas Kehamilan pada Wanita Pekerja,” *Maj. Ilm. UPI YPTK*, vol. 24, no. 2, 2017.
 - [14] M. F. Sidik and I. F. Rahmad, “Monitoring Kondisi Udara Di Kota Medan Dengan Pendekatan Fuzzy Logic Berbasis Internet Of Things (IoT),” *IT (INFORMATIC Tech. J.)*, vol. 8, no. 1, pp. 73–80, 2021.
 - [15] Z. Nizar, “Penerapan Untuk Merangking Kemiskinan Penerima Bantuan Pkh Menggunakan Metode Simple Multi Attribute Rating Techniqued dan Fuzzymamdani.” Universitas Darma Persada, 2021.
 - [16] S. F. R. Rullah and N. F. Prebianto, “Lampu Cerdas Multimode Menggunakan Arduino dengan Kontrol Fuzzy Berbasis Android,” *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 10–15, 2020.
 - [17] T. M. Johan and R. Ahmalia, “Penilaian Mutu Dosen terhadap Tri Dharma Perguruan Tinggi dengan Menerapkan Logica Fuzzy Logic di STIKES Nan Tongga,” *J. Akad. Baiturrahim Jambi*, vol. 8, no. 2, pp. 175–182, 2019.
 - [18] D. Vinsensia and Y. Utami, “F, FUZZY Penerapan Fuzzy Inference System (FIS) Metode Mamdani dalam Pemilihan Jurusan Perguruan Tinggi: (Studi Kasus: Pelita Nusantara Medan),” *Sink. J. dan Penelit. Tek. Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 28–36, 2018.