

FUZZY EXPERT SYSTEM UNTUK MEMBANTU DIAGNOSIS AWAL SINDROMA METABOLIK

Supardianto¹, Sri Kusumadewi², Linda Rosita³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Informatika,
Fakultas Teknik Industri Universitas Islam Indonesia,
Jalan Kaliurang Km. 14,5 Yogyakarta 55584
¹16917222@students.uii.ac.id, ²sri.kusumadewi@uui.ac.id, ³linda.rosita@uui.ac.id

Abstract

Metabolic syndrome is a condition that occurs in a person simultaneously, such as an increase in blood pressure, high blood sugar levels, excess fat around the waist, and an unusual increase in cholesterol levels. This condition makes the risk for sufferers experiencing heart disease, stroke, and diabetes mellitus very high. Metabolic syndrome is a non-contagious disease. A person who has metabolic syndrome is usually difficult to detect, because experts are needed to analyze it. Fuzzy Expert System (Fuzzy Expert System) is part of artificial intelligence using fuzzy logic. where the system tries to adopt human knowledge to computers so that computers can solve problems as usually done by experts. Where later the results of the system developed in the study can at least help experts (doctors) in providing conclusions on the risk of disease suffered by patients through the analysis of metabolic syndrome. This system will involve experts such as doctors and patients, where the doctor makes a diagnosis of the patient's metabolic syndrome analysis results, and the patient is used to seeing the diagnosis of the risk of the disease being suffered.

Keywords : *Metabolic syndrome, fuzzy expansion system, obesity.*

Abstrak

Sindroma metabolik adalah suatu kondisi yang terjadi pada seseorang secara bersamaan seperti peningkatan tekanan darah, kadar gula darah yang tinggi, kelebihan lemak di sekitar pinggang, serta kenaikan kadar kolesterol yang tidak biasa. Kondisi ini membuat resiko bagi penderitanya mengalami penyakit jantung, stroke, dan diabetes mellitus menjadi sangat tinggi. Sindroma metabolik adalah penyakit yang tidak menular. Seseorang yang memiliki sindroma metabolik biasanya sulit mendeteksi, karena dibutuhkan ahli dalam menganalisisnya. Fuzzy Sistem Pakar (Fuzzy Expert System) merupakan bagian dari kecerdasan buatan menggunakan logika fuzzy. dimana sistem berusaha megadopsi pengetahuan manusia ke komputer agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. Dimana nantinya hasil system yang dikembangkan dalam penelitian setidaknya dapat membantu ahli (Dokter) dalam memberikan kesimpulan resiko penyakit yang diderita pasien melalui hasil analisa sindroma metabolik. Sistem ini akan melibatkan para pakar seperti dokter dan pasien, dimana dokter melakukan diagnosis terhadap hasil analisa sindrom metabolik pasien, dan pasien biasa melihat hasil diagnosis resiko penyakit yang diderita.

Kata kunci : *Sindroma metabolik, fuzzy expert system, obesitas.*

1. PENDAHULUAN

Prevalensi obesitas yang merupakan salah satu faktor penyebab sindrom metabolik dan dapat memicu penyakit-penyakit lainnya telah meningkat secara dramatis di berbagai negara di dunia[1] Hal ini karena kebanyakan orang selain

mengaitkan obesitas sebagai bentuk kemakmuran, kebanyakan mereka juga banyak tergiur terhadap semakin banyaknya jenis makanan olahan tanpa memperhatikan kadar apa yang dikandung oleh makanan tersebut, hingga makanan tersebut setelah diolah didalam tubuh orang tersebut menjadikan kadar lemak orang

tersebut semakin berlipat dan lebih dari pada yang seharusnya diasup tubuh setiap harinya.

Sindroma Metabolik adalah suatu kondisi yang disebabkan resistensi insulin, dislipidemia, hipertensi dan obesitas [2]. Dari penyebab utama tersebut dapat dikatakan faktor-faktor penyakit kardiovaskuler yang paling utama adalah obesitas. Hingga bisa dikatakan obesitas merupakan faktor yang meunculkan resiko penyakit kardiovaskular dan juga sindrom metabolik [3].

Penelitian yang pernah dilakukan oleh *framingham Offspring Study*. Berkaitan dengan sindroma metabolik dengan judul jurnal *Prevalence of the Metabolic Syndrome Among Us Adults*. Dimana dalam penelitian tersebut melibatkan responden yang berusia 26-82 tahun, penelitian melibatkan pria dan wanita. Peserta pria sebanyak 29,4% sedangkan peserta wanita sebanyak 23,1% dari keseluruhan responden baik wanita maupun wanita mengalami penyakit sindrom metabolik [3]. Begitu juga dengan penelitian yang pernah dilakukan di Negara Perancis yang tidak terlalu jauh perbedaannya dimana 23% pria dan wanita 21% [4]. Sedangkan hasil penelitian yang pernah dilakukan Sandra Rini terkait dengan penyakit sindrom metabolik menunjukkan 20-25% di dunia [5].

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

a. Sindrom Metabolik

Penyakit Sindroma metabolik adalah suatu kondisi atau keadaan seorang mengalami dislipidemia, obesitas dan tekanan darah tinggi, dengan terjadinya hiperglikemik [5].

Definisi Sindroma Metabolik (SM) dari 3 sumber yang biasa di percaya diantaranya adalah International Diabetes Federation (IDF). World Health Organization (WHO) dan National Cholesterol Education Program (NCEP) Adult Treatment Panel (ATP) III. Ketiga sumber tersebut memiliki standar penilaian terkait dengan sindrom metabolik, standard atau kriteria yang digunakan ketiganya bias di lihat perbedaan pada pada table di bawah ini:

Tabel 1. Kriteria diagnosis sindrom metabolik (SM) IDF, WHO dan NCEP ATP III [6][7][3].

Komponen	Kriteria IDF	Kriteria WHO	Kriteria NCEP ATP III
Obesitas abdominal/ sentral	Lingkar perut: laki-laki: \geq 90 cm Wanita: \geq 80 cm	Waist to hip ratio: laki-laki: \geq 0,9	Lingkar perut Laki-laki: 120 cm Wanita \geq 8

		Wanita \geq 0,85 atau IMB $>$ 30 Kg/m	8 cm
Hipertrigliseridemia	\geq 150 mg/dl	\geq 150 mg/dl (\geq 1,7 mmol/L)	\geq 150 mg/dl (\geq 1,7 mmol/L)
Hipertensi	TD sistolik \geq 130 mmHg TD diastolic \geq 85 mmHg	TD \geq 140 / 90 mmHg	TD \geq 130 / 85 mmHg
Kadar glukosa darah tinggi	GDP \geq 100 mg/dl	glukosa puasa, resistensi insulin atau DM	\geq 110 mg/dl
Mikro-albuminuri		Rasio albumin 30 mg/g atau albumin 20 mcg/menit	

Berdasarkan tabel di atas bisa dilihat terkait perbedaan kriteria yang di gunakan masing-masing sumber IDF, WHO dan NCEP ATP III. Kalau di lihat WHO sendiri yang menggunakan 5 (lima) komponen/parameter tersebut. Sedangkan IDF dan NCEP ATP III masing-masing menggunakan 4 (empat) komponen/parameter saja.

b. Sistem pakar fuzzy

Sistem pakar yaitu sistem yang mampu mengabungkan pengetahuan para ahli dengan komputer sehingga mampu menyelesaikan permasalahan yang sering dilakukan para ahli [8].

Sementara itu, metode fuzzy adalah metode atau cara untuk menghitung *linguistic variable* yang digunakan. Sehingga mudah dalam berhitung suatu bilangan [9].

Menurut (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010), Himpunan fuzzy yaitu himpunan yang memiliki keanggotaan tidak terbatas dan tidak jelas. Himpunan tegas (crisp) memiliki nilai keanggotaan item x atau dalam rumus $\mu_A(x)$, yang memiliki kemungkinan terjadi antara 1 dan 0. memiliki dua kemungkinan, yaitu 1 dan 0 [10].

c. Konsep Himpunan Fuzzy

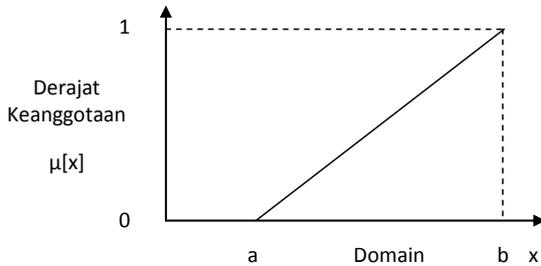
Himpunan fuzzy di dalam semesta pembicaraan U didefinisikan sebagai himpunan yang mencirikan suatu fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$ yang mengawankan setiap $x \in U$ dengan bilangan real di dalam interval $[0,1]$ dengan nilai $\mu_A(x)$ menyatakan derajat keanggotaan x didalam A. Suatu himpunan dapat dinyatakan dengan 2 cara, yaitu [8]:

1. Fungsi Keanggotaan

Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan, diantaranya yaitu :

a. Representasi Linier

Representasi linear naik himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi (Gambar di bawah).



Gambar 1. Representasi Linier Naik

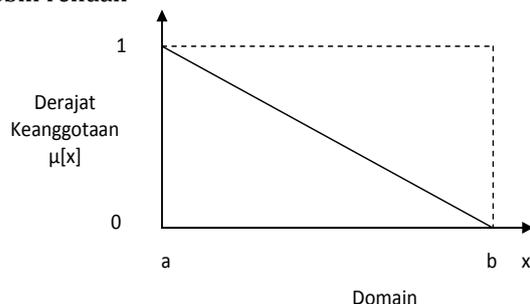
Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \\ \frac{(x - a)}{(b - a)} & ; a < x < b \\ 1 & ; x \geq b \end{cases}$$

Keterangan :

- a = nilai domain yang punya derajat keanggotaan nol
- b = nilai domain yang punya derajat keanggotaan satu
- x = nilai input yang akan diubah ke dalam bilangan fuzzy

Representasi linear turun dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah



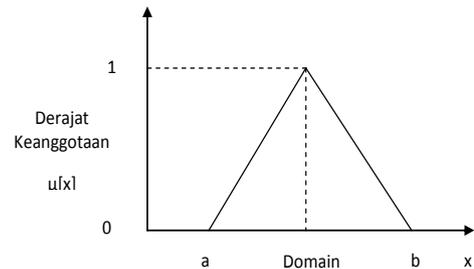
Gambar 2. Representasi linear turun

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \\ \frac{(b - x)}{(b - a)} & ; a < x < b \\ 1 & ; x \geq b \end{cases}$$

b. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis linier. Seperti pada gambar di bawah



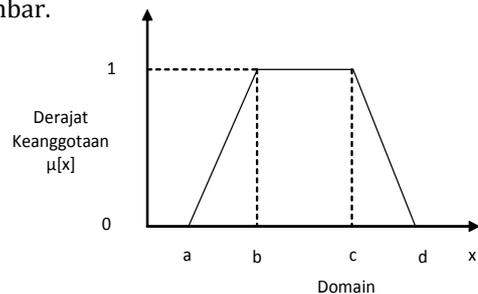
Gambar 3. Linear Segitiga

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(b - a)}{(b - a)} & ; a < x < b \\ \frac{(c - x)}{(c - b)} & ; b < x < c \end{cases}$$

c. Representasi Kurva Trapezium

Kurva trapesium merupakan gabungan antara dua garis linier, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Seperti pada gambar.



Gambar 4. Linear Trapezium

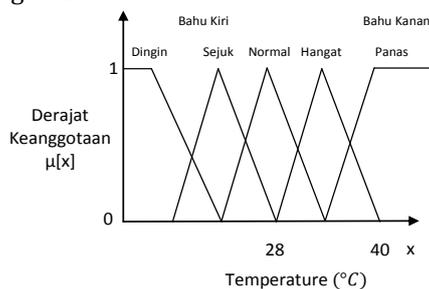
Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{(x - a)}{(b - a)} & ; a < x < b \\ 1 & ; b \leq x \leq c \\ \frac{(d - x)}{(d - c)} & ; c < x < d \end{cases}$$

d. Representasi Kurva Bahu

Himpunan fuzzy bahu digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah fuzzy. Bentuk

kurva bahu salah satu sisi pada variabel tersebut mengalami perubahan turun atau naik. Seperti pada gambar .



Gambar 5. Linear Bahu

2. Operasi Himpunan Fuzzy

yaitu komplemen dimana nilai output diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan menggunakan operator NOT, irisan(intersection) dimana nilai output diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan menggunakan operator AND, dan terakhir gabungan(union) dimana nilai output diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan menggunakan operator OR .

3. Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi fuzzy (FuzzyInference System/FIS), yaitu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy berbentuk IF-THEN dan penalaran fuzzy. Ada tiga metode yaitu metode Tsukamoto, metode Mamdani, metode Sugeno. Sistem inferensi fuzzy ini berfungsi untuk mengambil keputusan melalui proses tertentu dengan mempergunakan aturan inferensi berdasarkan logika fuzzy.

d. Metode Tsukamoto

Menurut Setiadji (2009), pada metode Tsukamoto implikasi setiap aturan berbentuk implikasi “sebab-akibat” atau implikasi “input-output” yang mana antara antiseden dan konsekuen harus ada hubungannya [11].

Terdapat empat tahap dalam analisis menggunakan metode Tsukamotoyaitu[12]:

1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses mengubah nilai masukan tegas menjadi nilai masukan fuzzy.

2. Pembentukan Aturan Fuzzy

Aturan fuzzy dibentuk untuk memperoleh hasil keluaran tegas. Pernyataan “jika” disebut

sebagai antiseden dan yang mengikuti “maka” disebut sebagai konsekuen.

Jika (a_1 adalah A_1) $\cap \dots \cap$ (a_n adalah A_n) maka (b adalah k) dengan :

a_1, \dots, a_n : Variabel Masukan

B : Variabel Keluaran

(a_1 adalah A_1) $\cap \dots \cap$ (a_n adalah A_n) : Antiseden

(b adalah k) : Konsekuen

3. Analisis Logika Fuzzy

Setiap aturan yang dibentuk merupakan pernyataan implikasi dan analisis logika fuzzy yang digunakan adalah fungsi implikasi min yaitu mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan fuzzy yang bersangkutan. Hasil fungsi implikasi dari masing-masing aturan disebut -predikat atau bisa ditulis.

$$a_i = \mu_{A_i} \cap B = \min(\mu_{A_i}[x], \mu_{B_i}[y]), \quad i = 1, 2, 3, \dots$$

dengan :

a_i : nilai minimal dari derajat keanggotaan pada aturan ke-i

$\mu_{A_i}[x]$: derajat keanggotaan himpunan fuzzy A pada aturan ke-i

$\mu_{B_i}[y]$: derajat keanggotaan himpunan fuzzy B pada aturan ke-i

e. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses mengubah nilai keluaran fuzzy menjadi nilai keluaran tegas.

Rumus yang digunakan pada tahap ini adalah rata-rata terbobot.

$$Z = \frac{\sum x_i \cdot a_i}{\sum a_i}, \quad i = 1, 2, 3, \dots$$

dengan

Z : nilai rata-rata terbobot

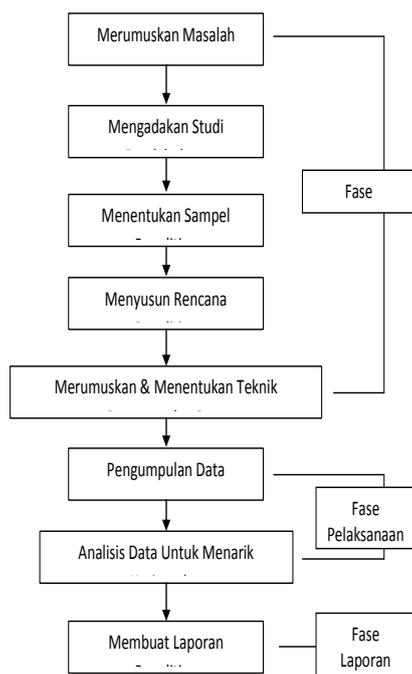
x_i : nilai konsekuen pada aturan ke-i

a_i : nilai a-predikat pada aturan ke-i

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Skema Alur Penelitian

Untuk memperjelas alur penelitian yang akan dilakukan, maka ada beberapa langkah langkah penelitian yang dilakukan peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 6. Diagram langkah penelitian

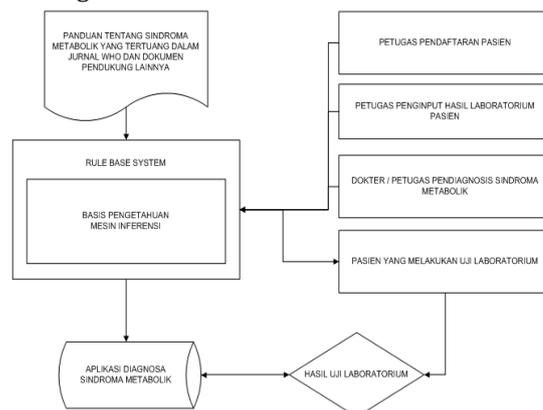
Dari bagan diatas dapat di jelaskan bahwa dalam menyelesaikan penelitian ini, peneliti melakukan 2 fase kegiatan yaitu fase perencanaan dan fase pelaksanaan.

1. Fase perencanaan. Kegiatan yang dilakukan sebelum penelitian dilakukan dan dalam fase perencanaan ini meliputi:
 - a. Merumuskan Masalah yaitu menentukan masalah yang akan diangkat dan akan di jadikan penelitian.
 - b. Mengadakan Studi Pendahuluan yaitu melakukan studi dan pembelajaran tentang masalah yang akan diangkat baik melalui studi kepustakaan, internet atau para pakar yang ahli di bidangnya.
 - c. Menentukan Sample Penelitian yaitu melakukan studi dan pembelajaran tentang masalah yang akan diangkat dari penelitian penelitian terdahulu.
 - d. Menyusun Rancangan Penelitian yaitu melakukan studi dan pembelajaran dalam menyelesaikan penelitian sesuai dengan masalah diangkat sebagai bahan penelitian.
 - e. Menentukan dan Merumuskan Teknik Pengumpulan Data yaitu melakukan cara dan analisa bagaimana cara data yang diperlukan dapat dipenuhi dan didapatkan.
2. Fase Pelaksanaan Penelitian. Setelah semua persiapan sudah terlaksana, maka peneliti melakukan kegiatan penelitian, yang meliputi:
 - a. Pengumpulan Data
 - b. Pengolahan Atau Analisis Data

f. Fase Laporan Penelitian. Setelah semua data telah terkumpul dan tersedia, maka peneliti melakukan kegiatan penulisan laporan penelitian.

3.2. Gambaran umum sistem

Secara umum, alur sistem Fuzzy expert system untuk membantu diagnosis awal sindroma metabolik ini digambarkan seperti dalam gambar berikut ini.



Gambar 7. Diagram umum sistem

Aplikasi ini melibatkan beberapa petugas dalam klinik atau dokter penyakit dalam yaitu Pendaftaran pasien/Loket, Dokter penyakit dalam, Penginput hasil laboratorium sebagai unit yang bertugas menginput data dan menggali fakta yang ada dalam diri pasien. Karena aplikasi ini menggunakan sistem pakar, maka pengambilan data berdasar pada cara mendiagnosa dari sindroma metabolik yang telah ditetapkan oleh WHO dan dokter penyakit dalam yang nanti ditetapkan sebagai rule base dari aplikasi. Selain itu data berupa fakta-fakta yang diperoleh dari masing-masing unit diolah dalam mesin inferensi dan menggunakan basis pengetahuan berdasarakan rule base.

Sehubungan dengan proses pengambilan keputusan menggunakan rule / aturan yang ada, maka dalam basis pengetahuan untuk mendiagnosis sindroma metabolik berdasarakan pada hasil inputan laboratorium pasien menggunakan perhitungan fuzzy expert system.

3.3. Pengumpulan Data

1. Data Primer pengumpulan datanya dilakukan dengan cara:
 - a. Studi Lapangan dilakukan dengan dua cara yaitu:
 - Wawancara dengan satu pakar dari bagian penyakit dalam yang dilakukan di dalam instansi Rumah Sakit yaitu dr. Agung, SpPD. seorang dokter ahli di bidang penyakit dalam.

- Observasi yaitu peneliti melakukan pengambilan data rekam medis dari pasien agar bisa dijadikan data aturan ditentukannya seseorang ketika kena sindroma metabolik. Data tersebut diambil 50 data yang mempunyai hasil uji laboratorium yang berbeda dan membuang yang sama agar tidak terjadi duplikasi aturan.
2. Data Sekunder, data yang didapat dari aktifitas ini adalah peneliti memperoleh data tambahan tentang sindroma metabolik, gejala atau hasil uji laboratorium yang menyebabkan seseorang di diagnosa mengalami sindroma metabolik.

3.4. Tahapan Percangan Sistem

Input dari sistem adalah variable variable yang menentukan seseorang didiagnosa mengalami sindroma metabolik, sedangkan output sistemnya berupa diagnosa awal keadaan sistem metabolis tubuh.

1. Akuisisi pengetahuan dari penelitian sumber pengetahuannya berasal dari:
 - a. Pakar : Dokter spesialis penyakit dalam.
 - b. Medical Record pasien yang mengalami sindroma metabolik dan hasil uji laboratoriumnya.
 - c. Buku dan referensi penunjang.
2. Basis Pengetahuan dalam sistem ini adalah data pasien, data uji laboratorium pasien sindroma metabolik di RSUD Mataram.
3. Merancang Sistem diagnosa Sindroma Metabolik menggunakan metode Fuzzy expert system.
 Tahapan dalam sistem tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Memberi nilai keanggotaan tiap kriteria dan diagnosis. Aturan diagnosa sindroma metabolik yang di pakai dalam penelitian ini ditegakkan dengan mengacu pada kriteria dari pakar penyakit dalam, criteria yang diterbitkan oleh World Health Organisation(WHO), National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI) dan American Heart Association (AHA), pedoman International Diabetes Federation (IDF) [6] yaitu : bila nilai indeks massa tubuh sebesar 30 kg/m ditambah 2 atau lebih dari 5 kriteria lainnya yaitu
 - Lingkar pinggang sepanjang 90 cm pada laki-laki dan sepanjang 80 cm pada wanita.
 - Peningkatan kadar trigliserida sebesar 150 mg/dL atau pasien sedang mengonsumsi obat hipertrigliseridemia.
 - Penurunan kadar kolesterol HDL < 40 mg/dL pada laki-laki dan < 50 mg/dL pada

wanita atau pasien sedang mengonsumsi obat untuk meningkatkan HDL.

- Peningkatan tekanan darah sebesar 130/85 mmHg atau pasien sedang mengonsumsi obat antihipertensi atau pernah terdiagnosis hipertensi
- Peningkatan gula darah puasa sebesar 100 mg/dL atau pasien pernah terdiagnosis diabetes melitus tipe 2.

Tabel 2. Semesta Prmbicaraan

No	Variabel Fuzzy	Semesta Pembicaraan	
		LP ≤	LP ≥
1.	Obesitas yang di ukur dari Waist-to-Hip Ratio Lingkar pinggang atas dan bawah (LK)	0.95	1.0
	Obesitas (PR)	LP ≤ 0.80	LP ≥ 0.85
2.	Kadar Trigliserida (mg/dl)	Tri ≤ 150	Tri ≥ 150
3.	Kadar HDL (mg/dl) laki laki	HDL ≤ 40	HDL ≥ 40
	Kadar HDL (mg/dl) perempuan	HDL ≤ 50	HDL ≥ 50
4.	Tekanan Darah Rata rata	TD ≤ 93,3	TD ≥ 93,3
5.	Gula Darah Puasa (mg/dl)	GDP ≤ 100	TD ≥ 100

Sedangkan untuk variable *output* terdiri dari 2 variabel sesuai *output* aturan yang dicari yaitu: variable normal, sindroma metabolik.

- b. Aturan Fuzzy yang di pakai dalam penelitian yang di lakukan, ditegakkan dengan mengacu pada kriteria tersebut yaitu:

Tabel 3. Aturan

Rule	IF	Kondisi	Then	Diagnosis awal
R1	If	Obesitas And Trigliserid tinggi And HDL rendah	Then	Resiko
R2	If	Obesitas And Trigliserid Tinggi And TD tinggi	Then	Resiko
R3	If	Obesitas And Trigliserid tinggi And GDP Tinggi	Then	Resiko
R4	If	Obesitas And HDL Rendah	Then	Resiko

		And TD tinggi		
R5	If	Obesitas And HDL rendah And GDP tinggi	Then	Resiko
R6	If	Obesitas And TD tinggi And GDP tinggi	Then	Resiko
R7	If	Obesitas And Trigliserid tinggi And HDL rendah And TD tinggi	Then	Resiko
R8	If	Trigliserid tinggi And HDL rendah And GDP tinggi	Then	Resiko
R9	If	Trigliserid tinggi And TD rendah And GDP tinggi	Then	Resiko
R10	If	HDL rendah And TD tinggi And GDP tinggi	Then	Resiko

Korelasi antar aturan untuk menentukan inferensi sistem fuzzy adalah nilai Max, sedangkan untuk merubah daerah fuzzy digunakan OR (union). Dalam rumus biasa ditulis sebagai berikut:

$$\mu f[xi] \leftarrow \max (\mu sf[xi] , \mu kf[xi])$$

dengan :

$\mu sf[xi]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i

$\mu kf[xi]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i

c. Penegasan /Defuzzifikasi memakai metode centroid, Secara umum rumus yang dipakai adalah.

$$Z^* = \frac{\int \mu(z)zdz}{\int \mu(z)dz} \quad (1)$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Implementasi jaringan, interface, prototype

Pada implementasi sistem akan di contohkan salah satu kasus dari seorang pasien yang melakukan check up di laboratorium RS Mataram untuk diagnosa keadaan sistem metabolik

tubuhnya. Pasien pada kasus ini adalah seorang laki-laki usia 48 tahun melakukan uji laboratorium pada tanggal 9 September 2020. Data hasil uji laboratorium yang telah di jalannya tertera pada table di bawah ini:

Tabel 4. Data hasil laboratorium pasien 1

No	Variabel Fuzzy	Hasil Cek
1.	Lingkar Pinggang	92 Cm
2.	Lingkar Pinggul	112 Kg
3.	Waist to Hip Ratio	Setelah pasien klik diagnosa
4.	Trigliserida	160 mg/dl
5.	Kadar HDL	35 mg/dl
6.	Tekanan Darah Sistol	135 mg/dl
7.	Tekanan Diastol	80 mg/dl
8.	Tekanan Darah	Setelah pasien klik diagnosa
9.	Gula Darah Puasa (mg/dl)	120 mg/dl

Implementasi dari sistem tampilannya terlihat pada gambar gambar 8 berikut ini.

Gambar 8. Input data pasien

Hasil input data dapat dilihat pada gambar dibawah:

Detil Data Hasil Lab	
Kode Pasien	: 1
Nama Pasien	: Rina Susanti
Jenis Kelamin	: Perempuan
Lingkar Pinggang(Waist)	: 92 cm
Lingkar Pinggul(Wip)	: 112 kg
Waist to Hip Ratio	: 92/112 = 0.82
Trigliserida	: 160 mg/dl
HDL	: 35 mg/dl
Tekanan Darah (Sistol)	: 130 mg/dl
Tekanan Darah (Diastol)	: 80 mg/dl
Tekanan Darah (MAP)	: ((2 x 80)+130)/3 = 96.67
Gula Darah Puasa	: 120 mg/dl

Gambar 9. Input diagnosis Kasus

Implementasi dari perhitungan derajat keanggotaan tersebut terlihat dapat dilihat tabel dibawah ini:

Tabel 5. Hasil perhitungan derajat keanggotaan

No	Komponen	Ya	Tidak
1.	Obesitas	$u = 1$	$u = 0$
2.	Kadar Trigliserida Tinggi	$u = 180-160/180-150$ $u = 20/30$ $u = 0.67$	$u = 160-150/180-150$ $u = 10/30$ $u = 0.33$
3.	HDL Rendah	$u = 50-35/50-20$ $u = 15/30$ $u = 0.5$	$u = 35-20/50-20$ $u = 15/30$ $u = 0.5$
4.	Tekanan Darah Tinggi	$u = 1$	$u = 0$
5.	Gula Darah Puasa Tinggi	$u = 130-120/130-100$ $u = 10/30$ $u = 0.33$	$u = 120-100/130-100$ $u = 20/30$ $u = 0.67$

Implementasi dari proses fuzzyfikassy implikasi tersebut terlihat dapat dilihat tabel dibawah ini.

Tabel 6. Hasil proses implikasi

No	Obesitas	Trigtinggi	HDL low	TD tinggi	GDP tinggi	Implikasi	z^i
1	0	0.33	0.5	1	0.33	$\max(0,0.33,0.5,1,0.33) = 1$	$1 = z - 0 / 1 - 0$ $z = 1 \times 1 + 0$ $z = 1$
2	0	0.33	0.5	0	0.33	$\max(0,0.33,0.5,0,0.33) = 0.5$	$0.5 = z - 0 / 1 - 0$ $z = 0.5 \times 1 + 0$ $z = 0.5$
3	0	0.33	0.5	1	0.67	$\max(0,0.33,0.5,1,0.67) = 1$	$1 = z - 0 / 1 - 0$ $z = 1 \times 1 + 0$ $z = 1$
4	0	0.67	0.5	0	0.33	$\max(0,0.67,0.5,0,0.33) = 0.67$	$0.67 = z - 0 / 1 - 0$ $z = 0.67 \times 1 + 0$ $z = 0.67$
5	0	0.67	0.5	1	0.67	$\max(0,0.67,0.5,1,0.67) = 1$	$1 = z - 0 / 1 - 0$ $z = 1 \times 1 + 0$ $z = 1$
6	0	0.67	0.5	0	0.67	$\max(0,0.67,0.5,0,0.67) = 0.67$	$0.67 = z - 0 / 1 - 0$ $z = 0.67 \times 1 + 0$ $z = 0.67$
7	1	0.33	0.5	0	0.33	$\max(1,0.33,0.5,0,0.33) = 1$	$1 = z - 0 / 1 - 0$ $z = 1 \times 1 + 0$ $z = 1$
8	1	0.33	0.5	1	0.67	$\max(1,0.33,0.5,1,0.67) = 1$	$1 = z - 0 / 1 - 0$ $z = 1 \times 1 + 0$ $z = 1$
9	1	0.33	0.5	0	0.67	$\max(1,0.33,0.5,0,0.67) = 1$	$1 = z - 0 / 1 - 0$ $z = 1 \times 1 + 0$ $z = 1$
10	1	0.67	0.5	0	0.67	$\max(1,0.67,0.5,0,0.67) = 1$	$1 = z - 0 / 1 - 0$ $z = 1 \times 1 + 0$ $z = 1$

Implementasi dari proses fuzzyfikassy implikasi tersebut terlihat pada tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Hasil proses defuzzyfikassy

No	Implikasi	Z	Implikasi XZ
1	1	1	1 x 1 = 1
2	0.5	0.5	0.5 x 0.5 = 0.25
3	1	1	1 x 1 = 1
4	0.6	0.67	0.67 x 0.67 = 0.04489
5	1	1	1 x 1 = 1
6	0.67	0.67	0.67 x 0.67 = 0.04489
7	1	1	1 x 1 = 1
8	1	1	1 x 1 = 1
9	1	1	1 x 1 = 1
10	1	1	1 x 1 = 1
Total		8.84	8.1478

Implementasi dari proses perhitungan nilai Z dapat di lihat dari gambar 10 dibawah ini.



Gambar 10. Input diagnosis Kasus

Implementasi dari hal tersebut bisa dilihat gambar di bawah.



Gambar 11. Hasil diagnosis system

2) Pengujian kinerja, quisoner pengujian

a. Black Box Test

Hasil yang didapat dari lembar isian yang telah diberikan sebelumnya oleh penulis. Aplikasi yang dibangun atau dibuat bisa di katakan sesuai dengan rencana atau model.

b. Uji Pretest dan Postest

Hasil pengujian pertanyaan uji pretest mendapat nilai rata-rata sebagai berikut :

$$P = \frac{\sum P}{\sum \text{Indikator}}$$

$$P = \frac{381,6}{5}$$

$$P = 76,3 \%$$

Dari analisis data diperoleh hasil rata rata sebesar 76,3 %. dan dapat di simpulkan bahwa pentingnya pembuatan aplikasi diagnosa awal sindroma metabolik termasuk dalam kriteria cukup valid atau cukup di perlukan.

Sementara hasil posttest di dapatkan hasil rata-rata penerimaan dari user sebagai berikut :

$$P = \frac{\sum P}{\sum \text{Indikator}}$$

$$P = \frac{420}{5}$$

$$P = 84 \%$$

Dari analisis data yang didapat dari para responden terhadap criteria yang telah ditetapkan, diperoleh hasil rata rata sebesar 84 %. Berdasarkan hasil tersebut dapat di simpulkan bahwa pentingnya pembuatan aplikasi diagnosa awal sindroma metabolik termasuk dalam kriteria valid atau layak.

3) Hasil pengujian

Dari hasil uji coba sistem dan penilaian dari user dari uji coba pre test dapat di peroleh kesimpulan bahwa pengembangan aplikasi diagnosa awal sindroma metabolik mempunyai beberapa catatan yaitu: perlunya pengembang aplikasi bisa mengubah opini user pasien yang menyebutkan biaya untuk mengakses aplikasi yang masih di rasakan mahal.

Sementara untuk pengujian post test bisa dibilang sangat sukses, karena dari semua segi pertanyaan yang di tanyakan mendapatkan respon yang memuaskan. Hingga bisa di artikan bahwa kurang tingginya persentase dari jawaban pre test di sebabkan user belum memahami masalah IT.

5. Kesimpulan dan Saran

Dari Hasil penelitian dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Penelitian ini menghasilakan sebuah sistem pengambil keputusan utk diagnosis penyakit awal sindrom metabolic.
2. Hasil pengujian sistem yang dilakukan menggunakan Black Box Test memperoleh hasil 84%.
3. Pengujian sistem fuzzy expert system dengan data hasil lab yang dilakukan, diperoleh hasil 80% keakurasian.
4. System dapat diterima oleh para pasien penyakit sindroma metabolik untuk mengecek kesehatannya.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Tiada kata yang patut di ucapkan selain kalimat Alhamdulillah atas dipermudahkannya segala urusan sampai detik ini, sehingga jurnal publikasi ini bisa terselesaikan dan terima kasih seluruh teman-teman yang sudah membantu berikan saran dan masukan dalam penyusunan jurnal ini. Semoga niat baik teman-teman dibales oleh Allah Swt. Aamiin.

Daftar Pustaka:

- [1] B. Isomaa, P. Almgren, and T. Tuom, "Cardiovascular Morbidity and Mortality," *Diabetes Care*, vol. 24, no. 4, pp. 683–689, 2001.
- [2] I. N. Wahyu, Indriyani, Anti Prasetyaningsih, "Obesitas Dan Sindrom Metabolik Pada Pasien Medical Check Up, Siloam Hospitals Lippo-Karawaci," *Nutr. Diaita*, vol. 3, no. 2, pp. 98–111, 2011.
- [3] E. S. Ford, W. H. Giles, and A. H. Mokdad, "Prevalence of the metabolic syndrome among U.S. adults," *Diabetes Care*, vol. 25, no. 10, pp. 1–4, 2002.
- [4] A. J. Cameron, J. E. Shaw, and P. Z. Zimmet, "The metabolic syndrome: Prevalence in worldwide populations," *Endocrinol. Metab. Clin. North Am.*, vol. 33, no. 2, pp. 351–375, 2004.
- [5] S. Rini, "Sindrom Metabolik," *Dalam Sudoyo, dkk. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam. ...*, vol. 4, pp. 88–93, 2015.
- [6] IDF, "The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome Part 1 : Worldwide definition for use in clinical practice," in *International Diabetes Federation*, 2006, pp. 1–7.
- [7] WHO, *Preventing and managing the global epidemic*, vol. 37, no. 10, 2000.
- [8] Sri Kusumadewi, "Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)," in *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya, Pertama.*, Yogyakarta: Graha Ilmu 2003, 2003, pp. 1–335.
- [9] H. Nasution, "Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan," *ELKHA J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 4–8, 2012.
- [10] S. N. Nuryadin, "Sistem Pendukung Keputusan Dalam Menentukan Penilaian Kinerja Dosen Dengan Metode Fuzzy Database Model Mamdani," *Electrans*, vol. 12, no. 2, pp. 161–170, 2013.
- [11] S. Komariyah, "Metode Logika Fuzzy Dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa," *J. Media Infotama*, vol. 9, no. 1, pp. 1–9, 2013.
- [12] K. Suardika, Wahyudi, "Perbandingan Metode Tsukamoto, Metode Mamdani dan Metode Sugeno untuk menentukan Produksi dupa (Studi Kasus : CV. Dewi Bulan)," *E-Jurnal Mat.*, vol. 7, no. 2, p. 180, 2018.