

## FUZZY TAKAGI-SUGENO-KANG UNTUK PENENTUAN REKOMENDASI KONSULTASI KESEHATAN MENTAL

Nawindah<sup>1</sup>, Saskia Lydiani<sup>2</sup>

Fakultas Teknologi Informasi Universitas Budi Luhur<sup>1</sup>, Akademi Sekretari Budi Luhur<sup>2</sup>

Alamat Jl. Ciledug Raya Petukangan Utara Jakarta Selatan 12260

Email: nawindah@budiluhur.ac.id, saskia.lydiani@budiluhur.ac.id

### Abstrak

Kondisi mahasiswa yang mengalami trauma menjadikan konsultasi sebagai sebuah kebutuhan. belum adanya pemeriksaan kesehatan mental yang dapat diakses oleh mahasiswa, orang tua, psikolog, bagian kemahasiswaan dengan metode fuzzy Takagi-Sugeno-Kang sehingga dirasa perlu untuk dapat membuat sebuah sistem rekomendasi konsultasi kesehatan mental mahasiswa dengan menggunakan fuzzy Takagi-Sugeno-Kang .

Sesuai dengan kasus yang diberikan masing-masing mahasiswa dengan nilai neurosis 8, zat psikoaktif 11, psikotik 10 dan post stress trauma disorder 13 mempunyai tingkat gejala sehat mental 24,28 artinya berada pada tingkat sedang. Dengan adanya sistem rekomendasi kesehatan mental dapat ditanggulangi lebih dini sehingga kegiatan belajar dapat berjalan sesuai dengan capaian yang diinginkan.

Kata kunci :

sehat mental, fuzzy Takagi-Sugeno-Kang, rekomendasi

### Abstract

*The condition of students experiencing trauma makes consultation a necessity, there is no mental health examination that can be accessed by students, parents, psychologists, student affairs using the fuzzy Takagi-Sugeno-Kang method so it is necessary to be able to create a recommendation system for student mental health consultations by using fuzzy Takagi-Sugeno-Kang. In accordance with the case given, each student with a neurosis score of 8, psychoactive substances 11, psychotic 10 and post stress trauma*

*disorder 13 had a mental health symptom level of 24.28, meaning they were at a moderate level. With a mental health recommendation system, it can be handled earlier so that learning activities can run according to the desired achievements.*

Keywords :

*mental health, fuzzy Takagi-Sugeno-Kang, recommendations*

### I. PENDAHULUAN

Organisasi kesehatan dunia (WHO) pada tahun 1946 mendefinisikan bahwa kesehatan meliputi keadaan fisik, mental dan kesejahteraan sosial dalam keadaan baik dan seimbang (Guthold et al., 2021). Kesehatan mental sangat penting dijaga sepanjang hayat terutama di usia remaja guna kesejahteraan jangka panjang dan antar generasi (Baltag & Servili, 2016). Pengendalian COVID-19 yang efektif bermanfaat bagi kesehatan mental kaum muda dan gangguan kejiwaan terus terjadi (Guthold et al., 2021), Diperlukan waktu yang tepat untuk melakukan intervensi guna mengurangi kerugian psikologis yang disebabkan pandemi COVID-19 (Fu et al., 2021). Perlunya peran akademis untuk penanganan masalah kesehatan mental mahasiswa (Wilks et al., 2020). Kondisi mahasiswa yang mengalami trauma berulang kali konsultasi menjadi sebuah kebutuhan, agar potensinya dapat berkembang secara optimal serta mampu mengatasi masalahnya, mampu beradaptasi terhadap lingkungan yang tidak menentu (Beusenberg, M, Orley, 1994). Belum adanya pemeriksaan kesehatan mental yang dapat diakses oleh mahasiswa, orang tua, psikolog, bagian kemahasiswaan dengan metode fuzzy Sugeno di

Universitas Budi Luhur. Masa pandemi Covid-19 konsultasi mahasiswa dengan konselor sangat dibutuhkan sehingga berdampak pada kegiatan akademik. Untuk itulah dirasa perlu untuk dapat membuat sebuah sistem rekomendasi konsultasi kesehatan mental mahasiswa dengan menggunakan fuzzy Sugeno. Dengan adanya sistem rekomendasi kesehatan mental dapat ditanggulangi lebih dini sehingga kegiatan belajar dapat berjalan sesuai dengan capaian yang diinginkan. penentuan hasil rekomendasi konsultasi kesehatan mental mahasiswa menggunakan logika fuzzy dengan metode Sugeno.

## II. KAJIAN LITERATUR

Berikut ini adalah kajian literatur yang digunakan pada penelitian ini.

### II.1 Gangguan Kesehatan Mental

Tekanan mental dapat dievaluasi dengan menggunakan 20 pertanyaan berupa *self reporting questionnaire* (SRQ-20) yang dikembangkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) (Beusenber, M, Orley, 1994). Untuk gangguan kesehatan mental dengan menggunakan teknologi yang dapat diuji diantaranya skizofrenia, gangguan afektif/suasana hati (termasuk depresi dan gangguan bipolar), gangguan neurotik dan terkait stres perintah (termasuk stres, post-trauma stress disorder (PTSD), fobia, dan kecemasan), gangguan perkembangan psikologis (termasuk autisme dan attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)), gangguan mental terkait penuaan (Alzheimer, dementia), dan penyalahgunaan zat (Bardram & Matic, 2020).

### II.2 Logika Fuzzy

Konsep fuzzy sets dipelopori oleh Lotfi Zadeh pada tahun 1965, dengan dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy dengan variabel linguistik (Zadeh, 1965). Depresi merupakan gangguan psikologis yang dapat mempengaruhi kesehatan mental dan fisik. Logika fuzzy digunakan dalam sistem ini dengan memperhitungkan prediktor utama kemudian menentukan resiko timbulnya depresi pada tiga kelompok usia serta memiliki hasil akurasi yang tinggi. Algoritma fuzzy Mamdani-Sugeno berguna dalam melakukan implementasi di bidang diagnosis medis dan manajemen alergi serta pengembangan sistem dimasa mendatang (Fale &

Abdulsalam, 2020).

### II.3 Fuzzy Takagi-Sugeno-Kang

Metode Takagi-Sugeno-Kang memiliki output sistem berupa persamaan linier. Algoritma fuzzy Takagi-Sugeno-Kang berguna dalam melakukan implementasi di bidang diagnosis medis dan manajemen alergi serta pengembangan sistem dimasa mendatang (Fale & Abdulsalam, 2020). Metode Takagi-Sugeno-Kang memiliki output sistem berupa persamaan linier (Cox, 1995) terdiri dari dua jenis yaitu :

1. Model fuzzy Sugeno orde-nol :

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \text{ o } (x_2 \text{ is } A_2) \text{ o } (x_3 \text{ is } A_3) \text{ o } \dots \text{ o } ((x_N \text{ is } A_N)) THEN z = k \dots [1]$$

Keterangan :

$A_i$  adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

2. Model fuzzy Sugeno orde satu :

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \text{ o } \dots \text{ o } (x_N \text{ is } A_N) THEN z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q$$

... [2]

Keterangan : adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan adalah suatu konstanta (tegas) ke-i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen. Dalam penentuan tingkat gangguan kesehatan mental menggunakan metode Sugeno Orde-Nol , tahapannya meliputi :

1. Fuzzifikasi, proses menginput nilai (crisp input ke dalam fuzzy input. Pada penelitian ini menggunakan 4 variabel : neurosis (N), zat psikoaktif( ZP), psikotik (P) dan post stress trauma disorder (PTSD). Pada metode ini variabel input dan output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. Aplikasi fungsi implikasi
3. Komposisi aturan, menggunakan fungsi max, yaitu :

$$U_{sf}[x_i] = \max U_{sf}[x_i], U_{sf}[x_i] \dots [3]$$

keterangan :

$U_{af}[x_i]$  : nilai keanggotaan aturan ke-i.

4. *Defuzzifikasi*, input dari proses fuzzifikasi diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan bilangan himpunan fuzzy, sehingga jika diberikan himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai output. Dalam metode Sugeno, *defuzzifikasi* dilakukan dengan cara mencari rata-rata terbobot (*weight average*), yaitu:

$$WA = \frac{\sum_{i=1}^N \alpha_i Z_i}{\sum_{i=1}^N \alpha_i} \dots [4]$$

keterangan :

WA : nilai rata-rata terbobot

$\alpha_i$  :  $\alpha_i$ -predikat ke-i

$Z_i$  : konsekuen ke-i

### III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

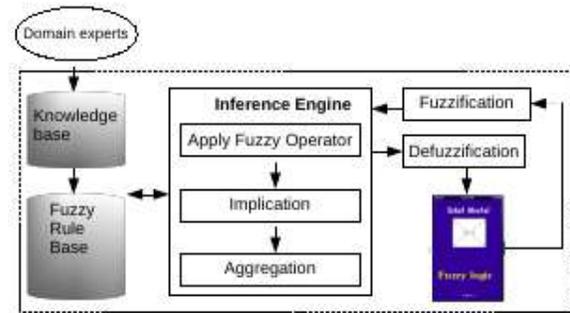
Analisis dan perancangan pada penelitian ini sebagai berikut :

#### III.1 Data Penelitian

Data mahasiswa yang berkonsultasi dengan konselor/psikolog yang berada di Universitas Budi Luhur dengan menggunakan *self reporting questionnaire* (SRQ-20).

#### III.2 Arsitektur Fuzzy

Untuk arsitektur fuzzy yang digunakan sebagai berikut :

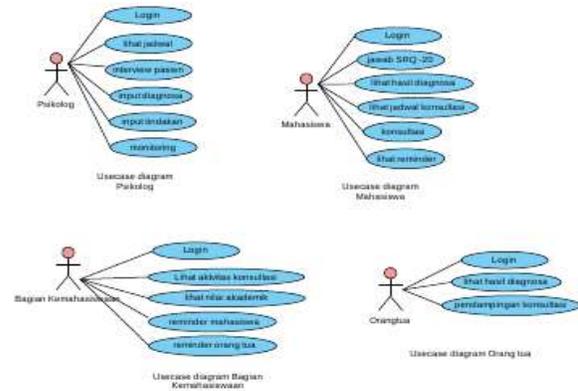


Gambar 1. Arsitektur fuzzy mobile application

Dari gambar 1 (Toseef & Khan, 2018) dapat dilihat bahwa *domain expert* yaitu psikolog/konselor memberikan kontribusi kepada *knowledge base* kemudian dilakukan pembuatan *rule base* atas pengetahuan yang ada untuk kemudian dilakukan proses *inference engine*, *defuzzifikasi*, *input/output* ke sebuah perangkat kemudian output diterima.

#### III.3 Use Case Diagram

Berikut *use case diagram* yang digunakan dalam penelitian ini :



Gambar 2. Use case diagram

Dari gambar 1 dapat dijelaskan bahwa mahasiswa menjawab pertanyaan (SRQ-20) kemudian hasil rekomendasi apakah disarankan berkonsultasi atau tidak dengan penilaian menggunakan metode fuzzy Takagi-Sugeno-Kang, Jika mahasiswa sudah memiliki hasil diagnosa dilanjutkan dengan melakukan konsultasi kepada psikolog dengan

membuat janji terlebih dahulu dengan mengisi jadwal. Bagian kemahasiswaan dapat melihat aktivitas mahasiswa yang berkonsultasi dan tentunya dapat dijadikan reminder untuk orang tua apabila diperlukan. Apabila pendampingan diperlukan maka orang tua dapat melakukannya.

### III.4 Basis Pengetahuan

Penentuan tingkat gangguan kesehatan mental yang dibahas pada penelitian ini terdiri dari beberapa variabel yaitu neurosis (N), zat psikoaktif (ZP), psikotik (P) dan *post trauma stress disorder* (PTSD), sehingga memiliki output tingkat gejala kesehatan mental. Dilakukannya wawancara dengan pakar guna menentukan tingkat gangguan kesehatan mental mahasiswa. Pada tabel 1 dapat dilihat parameter masukan fuzzy :

**Tabel 1. Parameter masukan**

Fungsi	Variabel	Himpunan	Fungsi Keanggotaan	Domain
Neurosis (N)		sedikit	Trapesium	[0 6]
		kadang	Segitiga	[3 9]
		sering	Trapesium	[6 13]
ZatPsikoa ktif		sedikit	Trapesium	[0 9]
		kadang	Segitiga	[6 12]
		sering	Trapesium	[9 15]
Masu kan	Psikotik	sedikit	Trapesium	[0 12]
		kadang	Segitiga	[9 15]
		sering	Trapesium	[12 18]
PTSD		sedikit	Trapesium	[0 15]
		kadang	Segitiga	[12 18]
		sering	Trapesium	[15 21]

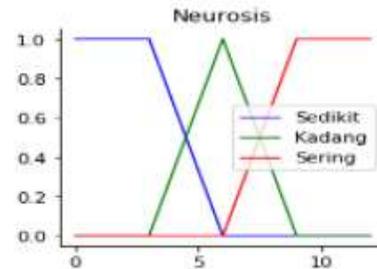
Dari tabel 1 maka dapat dibuat grafik himpunan masukan fuzzy untuk 4 variabel . yaitu :

**Tabel 2. Parameter luaran**

Variabel output	Variabel linguistik fuzzy	Nilai
Tingkat Gejala Sehat Mental (TGSM)	Ringan	10
	Sedang	20
	Berat	30

Berdasarkan parameter masukan yang ada maka akan didapatkan satu parameter luaran fuzzy yaitu tingkat gejala sehat mental berupa ringan, sedang dan berat.

Sesuai dengan uraian yang ada maka dapat dibuat grafik fungsi keanggotaan input yaitu neurosis, zat psikoaktif, psikotik dan *post trauma stress disorder*. Dengan grafik himpunan keanggotaan fuzzy sebagai berikut :



**Gambar 3. Grafik fungsi keanggotaan neurosis**

Dari gambar 3 dapat dibuat persamaannya sebagai berikut :

$$\mu N_{sedikit} = 1; x \leq 3 \quad \dots [5]$$

$$\mu N_{sedikit} = \frac{6-x}{4}; 3 \leq x \leq 6 \quad \dots [6]$$

$$\mu N_{sedikit} = 0; x \geq 6 \quad \dots [7]$$

$$\mu N_{kadang} = 0; x \leq 3, x \geq 9 \quad \dots [8]$$

$$\mu N_{kadang} = \frac{x-3}{4}; 3 \leq x \leq 6 \quad \dots [9]$$

$$\mu N_{kadang} = \frac{9-x}{4}; 6 \leq x \leq 9 \quad \dots [10]$$

$$\mu N_{sering} = 1; x \geq 9 \quad \dots [11]$$

$$\mu N_{sering} = \frac{x-6}{2}; 6 < x \leq 9 \quad \dots [12]$$

$$\mu N_{sering} = 0; x \leq 6 \quad \dots [13]$$

Berikut ini gambar 4 dapat dilihat grafik untuk variabel zat psikoaktif :



Gambar 4. Grafik fungsi keanggotaan zat psikoaktif

Dari gambar 4 dapat dibuat persamaannya sebagai berikut :

$$\mu_{ZP_{sedikit}} = 1; x \leq 6 \quad \dots [14]$$

$$\mu_{ZP_{sedikit}} = \frac{9-x}{4}; 6 \leq x \leq 9 \dots [15]$$

$$\mu_{ZP_{sedikit}} = 0; x \geq 9 \quad \dots [16]$$

$$\mu_{ZP_{kadang}} = 0; x \leq 6, x > 12 \quad \dots [17]$$

$$\mu_{ZP_{kadang}} = \frac{x-6}{4}; 6 \leq x \leq 9 \quad \dots [18]$$

$$\mu_{ZP_{kadang}} = \frac{12-x}{4}; 9 \leq x \leq 12 \dots [19]$$

$$\mu_{ZP_{sering}} = \frac{x-9}{4}; 9 \leq x \leq 12 \quad \dots [20]$$

$$\mu_{ZP_{sering}} = 0; x \leq 9 \quad \dots [21]$$

Berikut ini gambar 5 dapat dilihat grafik untuk variabel psikotik (P) :



Gambar 5. Grafik fungsi keanggotaan psikotik

Dari gambar 5 dapat dibuat persamaannya sebagai berikut :

$$\mu_{P_{sedikit}} = 1; x \leq 9 \quad \dots [22]$$

$$\mu_{P_{sedikit}} = \frac{12-x}{4}; 9 \leq x \leq 12 \quad \dots [23]$$

$$\mu_{P_{sedikit}} = 0; x > 12 \quad \dots [24]$$

$$\mu_{P_{kadang}} = \frac{x-9}{4}; 9 \leq x \leq 12 \dots [25]$$

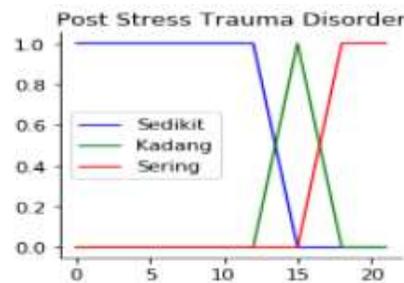
$$\mu_{P_{kadang}} = \frac{15-x}{4}; 12 < x \leq 15 \quad \dots [26]$$

$$\mu_{P_{sering}} = 1; x \geq 15 \quad \dots [27]$$

$$\mu_{P_{sering}} = \frac{x-12}{4}; 12 \leq x \leq 15 \quad \dots [28]$$

$$\mu_{P_{sering}} = 0; x \leq 12 \quad \dots [29]$$

Berikut ini gambar 6 dapat dilihat grafik untuk variabel *post trauma stress disorder* (PTSD) :



Gambar 6. Grafik fungsi keanggotaan post trauma stress disorder (PTSD)

$$\mu_{PTSD_{sedikit}} = 1; x \leq 12 \quad \dots [30]$$

$$\mu_{PTSD_{sedikit}} = \frac{15-x}{4}; 12 \leq x \leq 15 \dots [31]$$

$$\mu_{PTSD_{sedikit}} = 0; x \geq 15 \quad \dots [32]$$

$$\mu_{PTSD_{kadang}} = 0; x \leq 12, x > 18 \dots [33]$$

$$\mu_{PTSD_{kadang}} = \frac{x-12}{4}; 12 \leq x \leq 15 \quad [34]$$

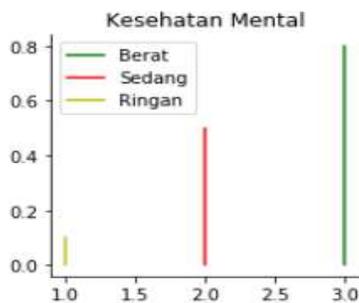
$$\mu_{PTSD_{kadang}} = \frac{18-x}{4}; 15 \leq x \leq 18 \quad [35]$$

$$\mu_{PTSD_{sering}} = 1; x \geq 18 \quad \dots [36]$$

$$\mu_{PTSD_{sering}} = \frac{x-15}{2}; 15 \leq x \leq 18 \quad [37]$$

$$\mu_{PTSD_{sering}} = 0; x \leq 15 \quad \dots [38]$$

Adapun keluaran dari fuzzy inference system pada penelitian ini menggunakan fuzzy Takagi-Sugeno-Kang yang memiliki fungsi keanggotaan keluaran yang bersifat linier. Dari tabel 2 maka dapat dibuat grafik himpunan luaran untuk variabel tersebut, sebagai berikut :



Gambar 7. Grafik himpunan luaran fuzzy

Dari 4 variabel input yang ada akan menghasilkan output tingkat gangguan kesehatan mental mahasiswa dengan tingkatan ringan, sedang dan berat.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan fuzzy Takagi-Sugeno-Kang dalam menentukan tingkat gejala sehat mental mahasiswa dengan salah satu contoh dengan variabel input sebagai berikut :

Tabel 3. Derajat keanggotaan

Variabel	Keanggotaan
N	8
ZP	11
P	10
PTSD	13

Maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

- Menentukan himpunan fuzzy, dengan menggunakan persamaan 7, 10, dan 12 untuk keanggotaan neurosis (N) :

$$\mu_{N_{sedikit}} [8] = 0$$

$$\mu_{N_{kadang}} [8] = 0.25$$

$$\mu_{N_{sering}} [8] = 1$$

keanggotaan (ZP) menggunakan persamaan 16, 19, 20 :

$$\mu_{ZP_{sedikit}} [11] = 0$$

$$\mu_{ZP_{kadang}} [11] = 0.25$$

$$\mu_{ZP_{sering}} [11] = 0.5$$

Keanggotaan psikotik (P) menggunakan persamaan 23, 25 :

$$\mu_{P_{sedikit}} [10] = 0.5$$

$$\mu_{P_{kadang}} [10] = 0.25$$

keanggotaan *post trauma stress disorder* (PTSD) menggunakan persamaan 31, 34 :

$$\mu_{PTSD_{sedikit}} [13] = 0.5$$

$$\mu_{PTSD_{kadang}} [13] = 0.25$$

keanggotaan *post trauma stress disorder* (PTSD) menggunakan persamaan 31, 34 :

$$\mu_{PTSD_{sedikit}} [13] = 0.5$$

$$\mu_{PTSD_{kadang}} [13] = 0.25$$

- Menentukan aplikasi fungsi implikasi, menggunakan fungsi minimum (MIN) yaitu dengan mengambil derajat keanggotaan minimum variabel input sebagai outputnya. Dari dua data fuzzy input yang nilainya tidak nol didapatkan variabel neurosis(N) : kadang (0.25), sering (1), zat psikoaktif (ZP): kadang (0.25), sering (0.5), psikotik : sedikit (0.5), kadang (0.25), *post stress trauma disorder* (PTSD) : sedikit (0.5), kadang (0.25).[R2] Jika N adalah kadang dan ZP adalah kadang dan P adalah kadang dan PTSD adalah sering maka TGSM adalah sedang. Dengan cara yang sama untuk rules yang ada pada penelitian ini.
- Komposisi aturan, merupakan kesimpulan menyeluruh dengan mengambil tingkat keanggotaan maksimum dari setiap konsekuen aplikasi fungsi implikasi dan menggabungkan dari semua kesimpulan masing-masing aturan sehingga diperoleh solusi. Komposisi aturan menggunakan fungsi maksimum persamaan 3,

**Tabel 4. Komposisi aturan fuzzy**

Rules	Gejala	TGSM
1	IF N_sedikit and ZP_sedikit and P_kadang and PTSD_kadang	THEN ringan
2	IF N_kadang and ZP_kadang and P_kadang and PTSD_serang	THEN sedang
3	IF N_serang and ZP_serang and P_kadang and PTSD_serang	THEN sering
4	IF N_serang and ZP_serang and P_kadang and PTSD_sedikit	THEN sering
5	IF N_serang and ZP_serang and P_serang and PTSD_kadang	THEN sering

diperoleh tingkat gejala sehat mental (TGSM) yaitu ringan=0.25, sedang=0.5, berat=1.

- Penegasan (*fuzzifikasi*), pada metode Sugeno penegasan menggunakan perhitungan rata-rata terbobot (*weight-average*) persamaan 4, maka :

$$WA = \frac{0.25(10) + 0.5(20) + 1(30)}{(0.25 + 0.5 + 1)} = 24.28$$

Jadi dengan menggunakan metode Sugeno masing-masing mahasiswa dengan nilai neurosis 8, zat psikoaktif 11, psikotik 10 dan post stress trauma disorder 13 mempunyai tingkat gejala

sehat mental 24,28 dengan variabel linguistiknya adalah sedang.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan penentuan tingkat gejala sehat mental mahasiswa dengan menggunakan metode fuzzy Takagi-Kang-Sugeno maka dapat disimpulkan bahwa : perhitungan menggunakan orde nol dengan melakukan 4 tahap yaitu fuzzifikasi, aplikasi fungsi implikasi, komposisi aturan dan defuzzifikasi. Sesuai dengan kasus yang diberikan masing-masing mahasiswa dengan nilai neurosis 8, zat psikoaktif 11, psikotik 10 dan post stress trauma disorder 13 mempunyai tingkat gejala sehat mental 24,28 artinya berada pada tingkat sedang.

Saran untuk penelitian yang akan datang adalah dimungkinkan adanya penambahan variabel input maupun variabel output tentunya dengan menggunakan metode yang lebih baik.

## REFERENSI

- Baltag, V., & Servili, C. (2016). Adolescent mental health: new hope for a “Survive, Thrive and Transform” policy response. *Journal of Public Mental Health*, 15(1), 63–70. <https://doi.org/10.1108/JPMH-12-2015-0054>
- Bardram, J. E., & Matic, A. (2020). A Decade of Ubiquitous Computing Research in Mental Health. *IEEE Pervasive Computing*, 19(1), 62–72. <https://doi.org/10.1109/MPRV.2019.2925338>
- Beusenberg, M, Orley, J. H. & W. H. O. (1994). *A User's guide to the self reporting questionnaire (SRQ)*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/6111>
- Cox, E. (1995). The Fuzzy Systems Handbook: A Practitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy Systems. In *SIAM Review* (Vol. 37, Issue 2). <https://doi.org/10.1137/1037078>
- Fale, M. I., & Abdulsalam, Y. G. (2020). Dr. Flynnx – A First Aid Mamdani-Sugeno-type fuzzy expert system for differential symptoms-

- based diagnosis. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, xxx. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.04.01>
- Fu, W., Yan, S., Zong, Q., Anderson-Luxford, D., Song, X., Lv, Z., & Lv, C. (2021). Mental health of college students during the COVID-19 epidemic in China. *Journal of Affective Disorders*, 280(PA), 7–10. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.11.032>
- Guthold, R., Carvajal, L., Adebayo, E., Azzopardi, P., Baltag, V., Dastgiri, S., Dua, T., Fagan, L., Ferguson, B. J., Inchley, J. C., Mekuria, M. L., Moller, A. B., Servili, C., & Requejo, J. (2021). The Importance of Mental Health Measurement to Improve Global Adolescent Health. *Journal of Adolescent Health*, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2021.03.030>
- Nawindah, Teknologi, F., Universitas, I., & Luhur, B. (2021). *Fuzzy Tsukamoto Untuk Deteksi Tingkat. 7*, 159–165.
- Toseef, M., & Khan, M. J. (2018). An intelligent mobile application for diagnosis of crop diseases in Pakistan using fuzzy inference system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 153(July), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.07.034>
- Zadeh, L. a. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)