

Fuzzy Logic

E-Diagnosis Gangguan Kecemasan Menyeluruh Menggunakan Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto

Fajri Daivan¹, Darjat Saripurna², Mhd. Zulfansyuri Siambaton¹

¹ Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

² Program Studi Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 22 Mei 2024
Revisi Akhir: 13 Juni 2024
Diterbitkan Online: 13 Juni 2024

KATA KUNCI

Sistem Pakar;
Algoritma Fuzzy Inference System;
Metode Tsukamoto;
Gangguan Kecemasan Menyeluruh

KORESPONDENSI

Phone: +62 821-6490-0949
E-mail: fajridaivan24@gmail.com

A B S T R A K

Perkembangan teknologi saat ini telah banyak mengalami kemajuan. Banyak inovasi yang telah diciptakan dan dikembangkan mulai dari yang paling sederhana hingga yang paling kompleks. Dengan berkembangnya ilmu-ilmu teknik seperti informatika dan komputer, lahir suatu bentuk kecerdasan buatan (artificial intelligence) yang disebut Sistem Pakar. Sistem pakar adalah program komputer yang meniru proses berpikir dan pengetahuan pakar dalam memecahkan masalah tertentu. Sistem pakar dapat diterapkan pada berbagai bidang, salah satunya bidang kesehatan. Misalnya dalam mendiagnosis penyakit Gangguan kecemasan menyeluruh. Gangguan kecemasan menyeluruh (Generalized Anxiety Disorder) adalah suatu gangguan psikologis yang berhubungan dengan adanya gangguan mental. Gangguan kecemasan menyebabkan penderitanya mengalami gangguan kecemasan berlebihan, kegelisahan, mudah lelah, kesulitan berkonsentrasi, lekas marah, ketegangan otot, dan gangguan tidur. Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah mengembangkan sistem pakar yang dapat diakses langsung oleh pengguna demi memudahkan pengguna dalam mengidentifikasi penyakit gangguan kecemasan menyeluruh. Dalam penelitian ini metode pemecahan masalah yang akan digunakan adalah algoritma Fuzzy Inference System (FIS) yang merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk pendukung keputusan. Hasil penelitian yang di dapat berupa sistem yang dapat menghasilkan diagnosis awal yang dapat membantu seseorang dalam mendiagnosis gangguan kecemasan menyeluruh. Dengan membandingkan sistem yang telah dibuat dengan data diagnosis satu pasien yang telah dilakukan secara manual dengan pakar. Dengan kata lain sistem dapat melakukan diagnosis awal terhadap penyakit gangguan kecemasan menyeluruh.

PENDAHULUAN

Gangguan kecemasan menyeluruh (Generalized Anxiety Disorder) merupakan suatu gangguan psikologis yang berkaitan dengan adanya suatu gangguan mental. Gangguan kecemasan dapat menyebabkan penderitanya mengalami gangguan kecemasan berlebihan, kegelisahan, mudah lelah, kesulitan berkonsentrasi, cepat marah, gangguan tidur dan ketegangan otot. Gangguan Kecemasan Menyeluruh ditandai dengan kecemasan dan kekhawatiran yang konsisten dan berlebihan setidaknya selama 6 bulan [1]. Kecemasan adalah respon normal dalam menghadapi stres, namun beberapa orang dapat mengalami gangguan kecemasan yang sangat berlebihan sehingga dapat mengalami kesulitan dalam mengatasinya. GAD merupakan gangguan yang stabil, yang biasanya muncul pada pertengahan umur remaja hingga pertengahan umur dua puluhan tahun lalu kemudian berlangsung sepanjang hidup [2].

Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018, Mengatakan lebih dari 19 juta penduduk di Indonesia berusia lebih dari 15 tahun mengalami gangguan mental emosional, dan lebih dari 12 juta penduduk yang berusia lebih dari 15 tahun mengalami

depresi. Dan berdasarkan data kemenkes sepanjang tahun 2020, sebanyak 18.373 jiwa mengalami gangguan kecemasan, lebih dari 23.000 mengalami depresi dan sekitar 1.193 jiwa melakukan percobaan bunuh diri.

Kurangnya pengetahuan masyarakat mengenai gejala, bahaya dan cara menangani gangguan kecemasan dan depresi secara dini menjadi penyebab utama suatu gangguan tersebut tidak terdeteksi atau tidak segera ditangani dengan baik. Akibatnya adalah turunnya produktivitas seseorang, terjadinya gangguan pada organ tubuh yang dapat mengakibatkan timbulnya suatu penyakit tertentu lainnya yang berbahaya, serta yang terpenting adalah dapat mengakibatkan resiko terjadinya suatu aksi bunuh diri [3].

Riset Kesehatan Dasar 2018 juga mengungkapkan ada 84 persen pengidap gangguan mental seperti skizofrenia yang menjalani pengobatan. Namun, sekitar 51 persen atau separuhnya tidak mengkonsumsi obat secara rutin. Para pengidap dilaporkan tidak mengkonsumsi obat karena berbagai macam alasan, seperti merasa sudah sehat, atau tidak mampu membeli obat secara rutin.

Permasalahan lain adalah Stigma buruk dari masyarakat umum mengganggu penderita anxiety disorder sebagai individu yang aneh. Maka dari itu penderita layak diasingkan oleh masyarakat. Untuk itu hal ini sangat mengecewakan karena dapat mengurangi kemungkinan untuk seorang penderita anxiety disorder pulih sakit kejiwaan. Akibatnya para penderita anxiety disorder malah banyak yang memilih diam dan tidak memeriksakan dirinya agar stigma buruk itu tidak menimpa mereka.

Selain itu, biaya konsultasi dengan dokter spesialis kejiwaan juga tidak murah menjadi faktor lainnya untuk tidak memeriksakan dirinya. Padahal pemeriksann dini terhadap penyakit Gangguan kecemasan menyeluruh sangat diperlukan agar dapat diberikan penanganan yang cepat dan tepat, sehingga dapat minimalisir terjadinya kondisi yang lebih parah nantinya. Solusinya adalah dengan menggunakan sistem pakar menggunakan metode FIS (fuzzy inference system) Tsukamoto untuk diagnosis jenis penyakit Gangguan kecemasan menyeluruh berbasis web menggunakan PHP.

Sistem pakar merupakan sistem yang berbasis pengetahuan (knowledge-based system), yaitu menggunakan pengetahuan manusia yang disimpan di dalam database untuk memecahkan suatu permasalahan yang biasanya memerlukan keahlian manusia. Manfaat yang diperoleh dengan menggunakan sistem pakar ini yaitu proses penentuan diagnosis dan rekomendasi terapi serta analisisnya dapat dilakukan dengan mudah [4]. Fuzzy Inference System (FIS) merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk pendukung keputusan. FIS merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy dan penalaran.

Kelebihan dari metode FIS adalah dapat melakukan perhitungan non rigid (terenkripsi), sehingga kemungkinan ketidakpastian dapat dipertimbangkan [5]. Metode fuzzy Inference System Tsukamoto berbentuk IF-THEN yang direpresentasikan dengan menggunakan himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan. Dimana hasil output inferensi dari setiap aturan yang diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan α -predikat (fire strenght). Hasil akhirnya akan diperoleh dengan dimana hasil output inferensi dari tiap - tiap aturan yang telah diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan α -predikat (fire strenght). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata - rata terbobot [6].

Beberapa penelitian sebelumnya yang meneliti tentang sistem pakar yang menghasilkan aplikasi Sistem Pakar Pendiagnosis Gangguan Kecemasan Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Android [7], dimana pada penelitian ini peneliti menggunakan Metode Forward Chaining berbasis Android. Pada penelitian lain Sistem Pakar Deteksi Dini Gangguan Kecemasan (Anxiety) Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web [8] dimana pada penelitian ini menggunakan metode forward chaining berbasis web.

TINJAUAN PUSTAKA

Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan metode yang cocok untuk memetakan input ke output. Penggunaan logika fuzzy disebabkan oleh beberapa alasan, antara lain:

1. Konsepnya sederhana dan lugas.
2. Sangat fleksiel.

3. Dapat mentolerir kesalahan data.
4. Dapat memodelkan fungsi nonlinier kompleks.
5. Aplikasi langsung dimungkinkan berdasarkan pengetahuan dan pengalaman ahli tanpa memerlukan pelatihan.
6. Dapat digunakan dalam sistem kendali konvensional.
7. Dilakukan dalam bahasa yang dapat dimengerti.

Fuzzy Inference System (FIS)

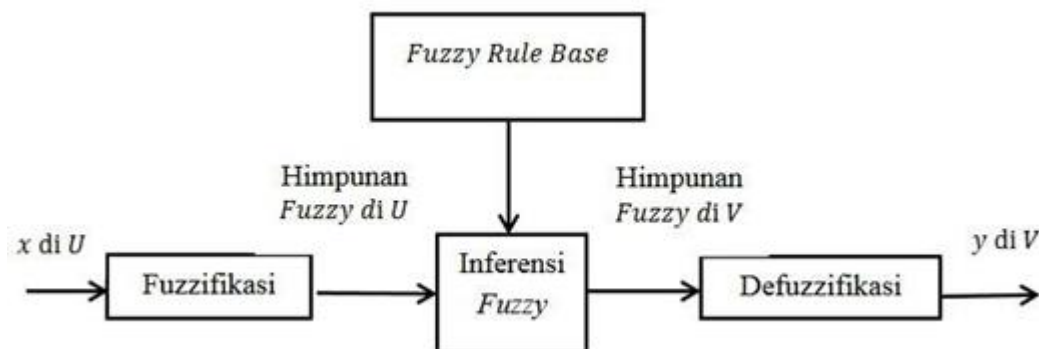
Algoritma FIS memiliki beberapa metode penalaran, yaitu Tsukamoto, Mamdani, dan Sugeno. Tsukamoto merupakan salah satu metode penalaran yang sederhana, fleksibel, memiliki toleransi pada data yang ada, lebih cepat perhitungannya, lebih intuitif, dan lebih cocok diperuntukkan masukan manusia daripada mesin [9].

Sistem fuzzy merupakan sistem yang telah ditetapkan aturan-aturan fuzzy sebagai dasar dari sistem. Beberapa kelebihan dari sistem fuzzy [10], yaitu:

1. Sistem fuzzy sangat cocok untuk pemodelan sistem karena variabelnya nyata.
2. Tersedianya kerangka kerja di mana aturan fuzzy if-then yang berasal dari pengalaman manusia dapat digabungkan.
3. Banyaknya pilihan dalam menentukan fuzzifier dan defuzzifier, agar didapatkan model yang sesuai untuk sistem fuzzy.

Elemen dasar sistem fuzzy [10]:

1. Basis aturan, termasuk aturan bahasa dari para ahli.
2. Mekanisme pengambilan keputusan, adalah bagaimana para ahli mengambil keputusan dengan mengaplikasikan ilmu.
3. Proses fuzzifikasi, yaitu pengubahan nilai himpunan tetap menjadi nilai fuzzy.
4. Proses defuzzifikasi, yaitu nilai fuzzy dari penalaran menjadi nilai tertentu.



Gambar 1. Susunan Sistem Fuzzy [10]

Penalaran fuzzy berfungsi sebagai tahapan evaluasi dari aturan-aturan fuzzy. Tahapan evaluasi didasarkan pada inferensi dengan menggunakan input dan aturan fuzzy, sehingga outputnya berupa himpunan fuzzy. Ada beberapa jenis sistem inferensi fuzzy yang dikenal yaitu Mamdani, Tsukamoto dan Sugeno [11].

Berikut dijelaskan tahapan dari sistem fuzzy sebagai berikut:

Fuzzifikasi

Menurut [12], fuzzifikasi merupakan proses pemetaan dari himpunan tegas menjadi himpunan fuzzy. Pada dasarnya yaitu semua anggota himpunan harus masuk ke dalam himpunan fuzzy, tanpa mengganggu input dari sistem, serta harus dapat memudahkan dalam perhitungan sistem fuzzy.

Aturan Fuzzy

Aturan fuzzy IF-THEN merupakan adalah kalimat yang dinyatakan sebagai Contoh:

IF <proposisi> THEN <proposisi>

x is P, x is Q, x is R adalah contoh dari proposisi fuzzy atomic. x is P or x is R dan x is Q and x is R adalah contoh dari proposisi senyawa fuzzy.

Penalaran Fuzzy

Penalaran fuzzy berfungsi sebagai tahapan evaluasi dari aturan-aturan fuzzy. Tahapan evaluasi didasarkan pada inferensi dengan menggunakan input dan aturan fuzzy, sehingga outputnya berupa himpunan fuzzy. Ada beberapa jenis sistem inferensi fuzzy yang dikenal yaitu Mamdani, Tsukamoto dan Sugeno [11].

Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses yang berlawanan dengan proses fuzzifikasi. Pemetaan dari himpunan fuzzy ke himpunan tegas didefinisikan sebagai defuzzifikasi oleh [10], dimana keluaran yang diperoleh merupakan hasil inferensi. Terdapat tiga syarat yang harus dipenuhi dalam proses defuzzifikasi, yaitu perhitungan yang wajar, sederhana dan kontinu. Motivasi utama dari teori logika fuzzy adalah menggunakan aturan IF- THEN demi memetakan ruang masukan ke ruang keluaran yang dilakukan dalam Sistem Inferensi Fuzzy (FIS). FIS dapat mengevaluasi semua aturan pada saat yang bersamaan untuk mencapai suatu kesimpulan, dan urutan aturan dapat berubah-ubah [13]. Oleh karena itu, semua aturan harus ditentukan sebelum membangun FIS untuk menafsirkan aturan.

Metode Tsukamoto

Metode Tsukamoto merupakan metode yang toleran terhadap data dan sangat fleksibel. Keunggulannya bersifat intuitif, yang merupakan informasi yang ambigu, bersifat kualitatif, dan tidak akurat [8]. Dalam metode Tsukamoto, fuzzifikasi merupakan himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan monotonik yang tiap-tiap aturannya terwakili.

Hasilnya, keluaran tiap aturan berupa nilai yang jelas berdasarkan predikat alfa atau minimum dan nilai z dari setiap aturan. Hasil akhir diperoleh dengan defuzzifikasi rata-rata tertimbang, Dalam metode Tsukamoto, arti setiap aturan mengambil bentuk "sebab-akibat" / "masukan-keluaran", dimana prasyarat dan konsekuensi harus berkaitan. Setiap aturan diwakili oleh himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan monotonik. Kemudian digunakannya rumus defuzzifikasi yang disebut "metode rata-rata terpusat" [9] yang ditunjukkan persamaan 3 untuk menentukan hasil yang tegas.

$$\text{keluaran Crisp} = \frac{\sum(\text{Alpha}) \times (\text{Konsekuensi})}{\sum \text{Konsekuensi}}$$

dimana alpha mewakili derajat keanggotaan parameter keluaran, dimana nilai parameter keluaran merupakan konsekuensi.

Gangguan Kecemasan Menyeluruh

Kecemasan merupakan respon normal dalam menghadapi stres, namun beberapa orang dapat mengalami gangguan kecemasan yang berlebihan sehingga mengalami kesulitan dalam mengatasinya. GAD merupakan suatu gangguan yang stabil, yang biasanya muncul pada pertengahan remaja hingga pertengahan umur dua puluhan tahun dan kemudian berlangsung sepanjang hidup [2].

Gejala dan kriteria diagnostik Gangguan kecemasan menyeluruh

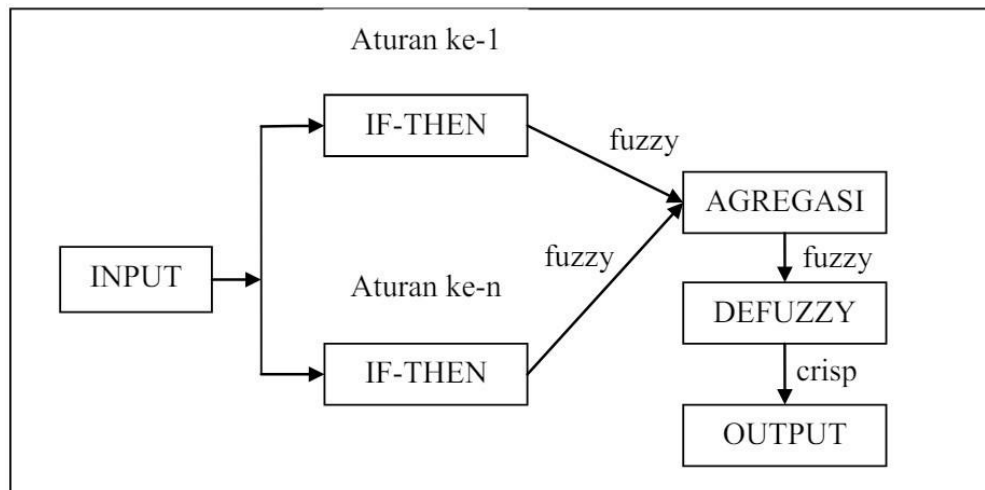
Menurut [10] Kriteria diagnostik Gangguan kecemasan menyeluruh yaitu

1. Kecemasan atau kekhawatiran yang berlebihan yang terjadi hampir setiap hari, sepanjang hari, setidaknya selama 6 bulan, tentang aktivitas atau kejadian tertentu (seperti pekerjaan atau aktivitas sekolah).
2. Individu merasa sulit untuk mengendalikan kecemasan dan kekhawatiran mereka.
3. Kecemasan dikaitkan dengan 6 dari gejala berikut (dengan setidaknya beberapa yang paling sering terjadi dalam 6 bulan terakhir), yaitu gelisah, mudah lelah, sulit berkonsentrasi atau pikiran kosong, iritabilitas, ketegangan otot, dan gangguan tidur (sulit tidur, tidur gelisah atau tidak memuaskan).
4. Kecemasan, kekhawatiran, atau gejala fisik menyebabkan distress atau terganggunya fungsi sosial, pekerjaan, dan fungsi penting lainnya Gangguan tidak berasal dari zat yang memberikan efek pada fisiologis (memakai obat-obatan) atau kondisi medis lainnya seperti (hipertiroid).

5. Gangguan tidak dapat dijelaskan lebih baik oleh gangguan mental lainnya (seperti kecemasan dalam gangguan panik atau evaluasi negatif pada gangguan kecemasan sosial atau sosial fobia, kontaminasi atau obsesi lainnya pada gangguan obsesif-kompulsif).

Nilai Penentu

Sistem Inferensi Fuzzy merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy berbentuk IF-THEN, dan Derajat Keanggotaan penalaran fuzzy. Secara garis besar, diagram blok proses inferensi fuzzy



Gambar 2. Diagram blok sistem inferensi Fuzzy Tsukamoto (Kusumadewi, 2003).

Sistem inferensi fuzzy menerima input crisp. Input ini kemudian dikirim ke basis pengetahuan yang berisi n aturan fuzzy dalam bentuk IF-THEN. Fire strength akan dicari pada setiap aturan. Apabila jumlah aturan lebih dari satu, maka akan dilakukan agregasi dari semua aturan. Selanjutnya, pada hasil agregasi akan dilakukan defuzzy untuk mendapatkan nilai crisp sebagai output sistem.

Pada dasarnya, metode tsukamoto mengaplikasikan penalaran monoton pada setiap aturannya. Kalau pada penalaran monoton, sistem hanya memiliki satu aturan, pada metode tsukamoto, sistem terdiri atas beberapa aturan. Karena menggunakan konsep dasar penalaran monoton, pada metode tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Output hasilinferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan α predikat (fire strength). Proses agregasi antar aturan dilakukan, dan hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan defuzzy dengan konsep rata-rata terbobot.

Misalkan ada variabel input, yaitu x dan y , serta satu variabel output yaitu z . Variabel x terbagi atas 2 himpunan yaitu $A1$ dan $A2$, variabel y terbagi atas 2 himpunan juga, yaitu $B1$ dan $B2$, sedangkan variabel output Z terbagi atas 2 himpunan yaitu $C1$ dan $C2$. Tentu saja himpunan $C1$ dan $C2$ harus merupakan himpunan yang bersifat monoton. Diberikan 2 aturan sebagai berikut:

IF x is $A1$ and y is $B2$ THEN z is $C1$

IF x is $A2$ and y is $B2$ THEN z is $C1$

Penelitian yang Relevan

Berikut ini beberapa penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini antara lain:

Beberapa penelitian sebelumnya yang meneliti tentang sistem pakar yang menghasilkan aplikasi Sistem Pakar Pendiagnosis Gangguan Kecemasan Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Android [7], dimana pada penelitian ini peneliti menggunakan metode Metode Forward Chaining berbasis Android.

Pada penelitian lain Sistem Pakar Deteksi Dini Gangguan Kecemasan (Anxiety) Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web [8] dimana pada penelitian ini menggunakan metode forward chaining berbasis web.

Pada penelitian terdahulu menggunakan metode multi factor evaluation process dan Fuzzy Tsukamoto dalam mengetahui tingkat kecemasan mahasiswa dalam menyusun skripsi dan Saran Pengobatan dengan menggunakan metode multi factor

evaluation process dan Fuzzy Tsukamoto didapatkan hasil bahwa kedua metode tersebut telah berhasil diterapkan pada sistem diagnosis mengetahui tingkat kecemasan mahasiswa dalam menyusun skripsi. Prototipe sistem yang dirancang dengan mengimplementasikan metode MFEP dan Inferensi Fuzzy Tsukamoto dapat digunakan untuk membantu dalam penentuan tingkat kecemasan mahasiswa dalam menyusun skripsi dengan tingkat keberhasilan 81% (Ismunu et al., 2020).

METODOLOGI

Saat ini untuk mendiagnosis lebih dini penyakit gangguan kecemasan menyeluruh umumnya dilakukan dengan cara berkonsultasi yang biasanya dikerjakan oleh seorang ahli yaitu ahli dalam bidang psikologi. Dimana pasien harus pergi dahulu ke klinik ahli psikologi atau rumah sakit yang menyediakan poli kejiwaan atau psikologis, kemudian untuk bertemu dengan pakar psikolog.

Dalam memudahkan pengidentifikasian masalah, akan digunakan media berupa diagram tulang ikan (Ishikawa Diagram / Fishbone Diagram) yang akan menggambarkan dan mengidentifikasi hubungan antara sebab dan akibat (cause and-effect) dari analisis permasalahan yang di bahas pada penelitian ini. Berikut diagram ishikawa dari analisis permasalahan tersebut.



Gambar 3. Diagram Ishikawa

Pada diagram ishikawa pada gambar 3, terdapat 4 kategori bagian yang berhubungan dengan masalah yang akan dipecahkan. Yaitu manusia, Material, Metode dan Mesin. Dari hasil diagram ishikawa pada gambar 3.1, dapat disimpulkan bahwa diagnosis penyakit Gangguan Kecemasan Menyeluruh secara manual masih memiliki beberapa kekurangan, sehingga dengan dirancangnya sistem pakar berbasis web yang berbiaya murah dan efisien ini, dapat membantu mengurangi permasalahan permasalahan seperti yang telah diuraikan diagram ishikawa di atas.

Analisis data yang akan melalui proses yang kan menjelaskan tentang tahapan yang akan dikerjakan beserta data-data yang digunakan. Berikut tahapannya, yaitu menentukan variabel fuzzy.

Variabel Fuzzy ditentukan dari gejala-gejala yang terdapat pada buku “ Diagnostic And Statistical Manual Of Mental Disorders7 Fifth Edition Dsm-5” Berikut data-data yang disajikan dalam bentuk pertanyaan (kuesioner) yang akan diterapkan ke dalam sistem:

1. Pernahkah Anda merasa pikiran anda terganggu dengan hal-hal berikut?
2. Apakah anda sedang dalam masa konsumsi obat (anjuan dokter)?
3. Seberapa sering Anda merasa terganggu dengan perasaan sedih, tertekan, atau putus asa?
4. Seberapa sering Anda merasa malas dalam melakukan sesuatu?
5. Seberapa sering Anda mengalami gangguan tidur?

6. Seberapa sering Anda mengalami perasaan lelah atau kurang energi?
7. Seberapa sering Anda mengalami nafsu makan yang buruk atau makan berlebihan?
8. Seberapa sering Anda merasa terganggu dengan perasaan buruk tentang diri sendiri, atau bahwa Anda gagal, atau mengecewakan diri sendiri atau keluarga Anda?
9. Seberapa sering Anda mengalami kesulitan berkonsentrasi pada hal-hal, seperti membaca koran atau menonton televisi?
10. Apakah anda rutin bercerita tentang masalah yang anda miliki kepada teman atau kerabat anda?
11. Seberapa sering Anda mengalami gangguan saat bergerak atau bercerita dengan lambat sehingga oranglain dapat menyadarinya, atau sebaliknya- menjadi sangat gelisah sehingga Anda bergerak lebih banyak dari biasanya?
12. Pernahkah Anda mengalami serangan panik (tiba-tiba merasa takut yang berlebihan)?
13. Seberapa sering anda merasa gugup, cemas atau gelisah?
14. Seberapa sering Anda merasa terganggu karena tidak mampu menghentikan atau mengendalikan rasa khawatir?
15. Seberapa sering Anda merasa terganggu dengan terlalu mengkhawatirkan hal-hal yang berbeda?
16. Seberapa sering Anda kesulitan untuk bersantai?
17. Seberapa sering Anda merasa terganggu karena begitu gelisah sehingga sulit untuk tenang?
18. Seberapa sering Anda merasa kesal atau mudah tersinggung?
19. Seberapa sering Anda terganggu oleh perasaan takut seolah-olah sesuatu yang buruk akan terjadi?
20. Seberapa sulitkah kecemasan anda telah mengganggu anda untuk melakukan pekerjaan, mengurus rumah, atau bergaul dengan orang lain?

Berikut himpunan fuzzy pada penyakit gangguan cemas menyeluruh dari 20 daftar pertanyaan :

Soal 1: Kesehatan, Berat Badan, Atau penampilan anda, Masalah keuangan atau ekonomi, Memiliki Kriteria 2 poin di atas, Tidak satupun poin diatas.

Soal 2 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

Soal 3 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

Soal 4 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

Soal 5 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

Soal 6 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

Soal 7 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

Soal 8 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

Soal 9 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

Soal 10 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

Soal 11 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

Soal 12 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

Soal 13 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

Soal 14 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

Soal 15 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

Soal 16 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

Soal 17 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

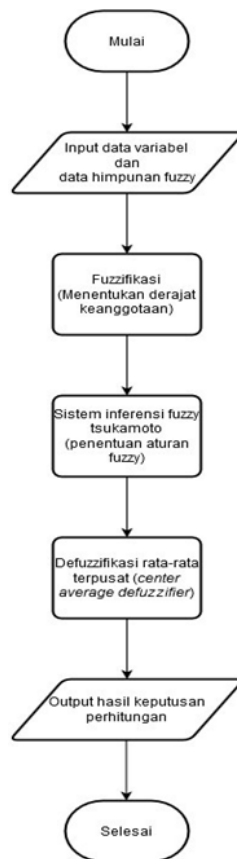
Soal 18 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

Soal 19 : Tidak Pernah, Jarang, Terkadang, Sering, Selalu

Soal 20 : Tidak Merasakan Kesulitan, Sedikit Merasakan Kesulitan, Sangat Merasakan Kesulitan

Flowchart Fuzzy Inference System Tsukamoto

Gambar 1. menunjukkan flowchart dari proses algoritma fuzzy Inference System Tsukamoto yang akan diterapkan. Proses ini diawali dengan input data variabel dan data himpunan fuzzy, dilanjutkan dengan proses fuzzy yang menentukan derajat keanggotaan. Selanjutnya, mesin inferensi fuzzy Tsukamoto menentukan aturan dari input fuzzy. Aturan-aturan yang telah ditentukan sebelumnya ini menghasilkan output yang ditentukan oleh keanggotaan yang ditetapkan oleh mean non-fuzzy atau rata-rata tertimbang. Berikut flowchart sistem yang akan dirancang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 4. Flowchart Fuzzy Inference System Tsukamoto

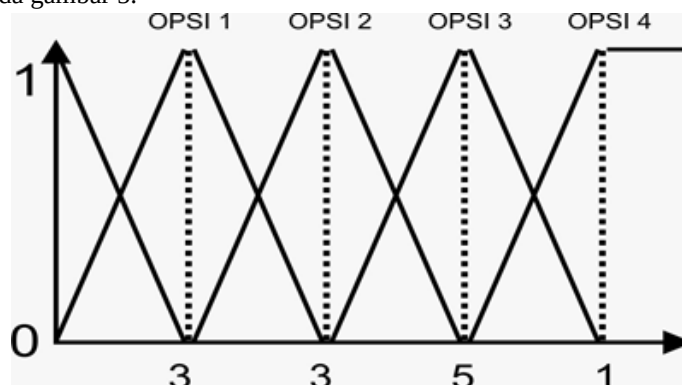
Fuzzifikasi

1. Berdasarkan representasi yang digunakan, fungsi keanggotaan dari setiap himpunan fuzzy pada setiap variabel fuzzy akan ditentukan.
2. Melakukan perhitungan terhadap nilai keanggotaan sesuai dengan fungsi keanggotaan yang diperoleh.

Berikut fungsi keanggotaan himpunan fuzzy dari sistem yang akan dirancang:

Fungsi Keanggotaan Soal 1

Himpunan fuzzy dapat dilihat pada gambar 5.

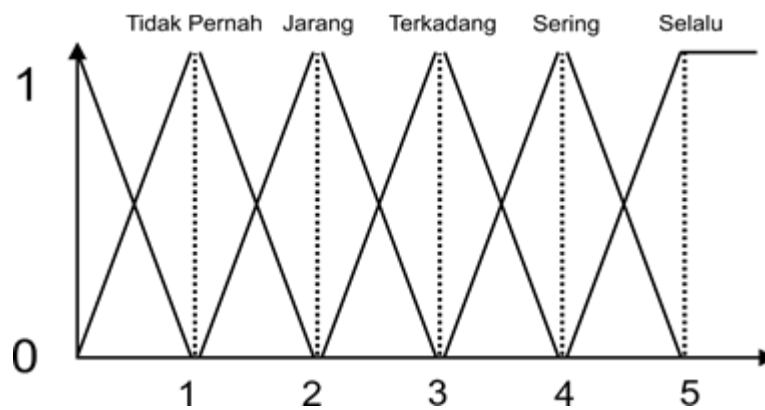


Gambar 5. Fungsi Keanggotaan

Apabila user memilih opsi 1 maka soal memiliki nilai 3, opsi 2 maka soal memiliki nilai 5, opsi 3 maka soal memiliki nilai 7, opsi 4 maka soal memiliki nilai 1.

Fungsi Keanggotaan Soal 2

Himpunan fuzzy dapat dilihat pada gambar 6:

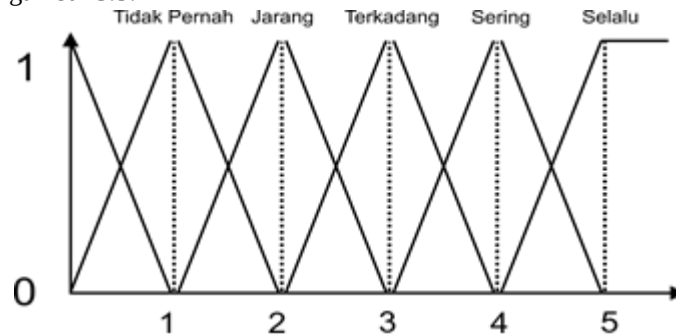


Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Soal 2

Apabila user memilih opsi tidak pernah maka soal memiliki nilai 1, opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki nilai 5.

Fungsi Keanggotaan Soal 3

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 3.3:

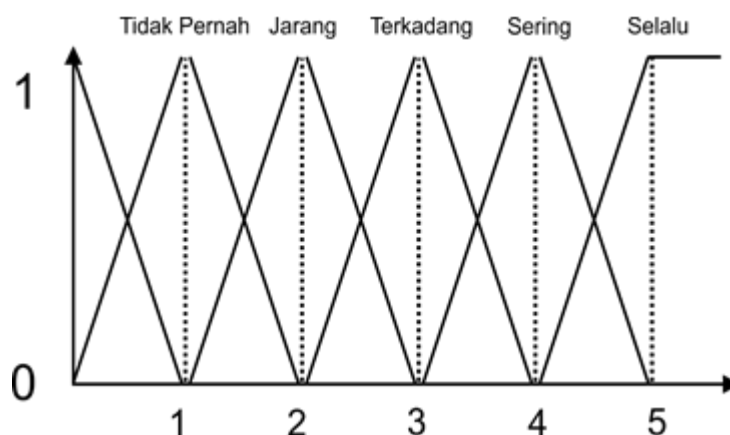


Gambar 7. Fungsi Keanggotaan Soal 3

Apabila user memilih opsi tidak pernah maka soal memiliki nilai 1, opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki nilai 5.

Fungsi Keanggotaan Soal 4

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 8:

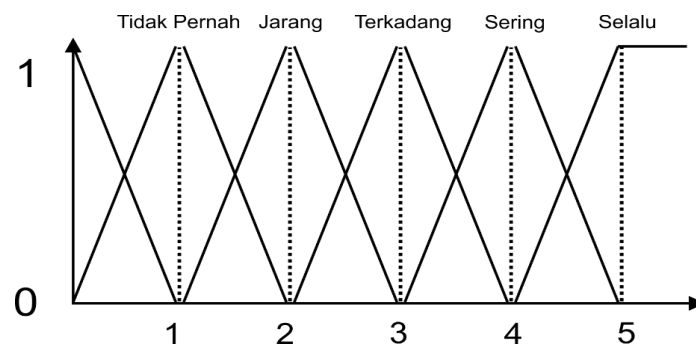


Gambar 8. Fungsi Keanggotaan Soal 4

Apabila user memilih opsi tidak pernah maka soal memiliki nilai 1, opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki nilai 5

Fungsi Keanggotaan Soal 5

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 9:

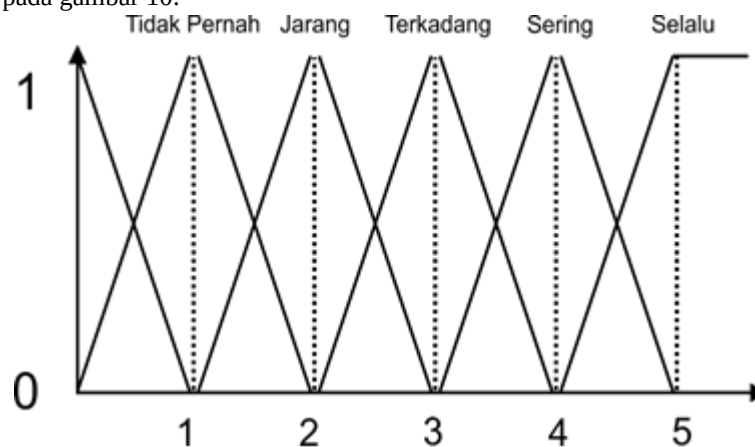


Gambar 9. Fungsi Keanggotaan Soal 5

Apabila user memilih opsi tidak pernah maka soal memiliki nilai 1, opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki nilai 5.

Fungsi Keanggotaan Soal 6

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 10:

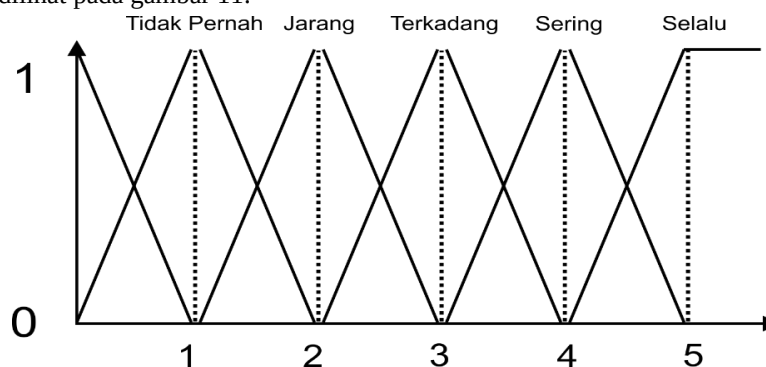


Gambar 10. Fungsi Keanggotaan Soal 6

Apabila user memilih opsi tidak maka soal memiliki nilai 1, opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki nilai 5

Fungsi Keanggotaan Soal

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 11:

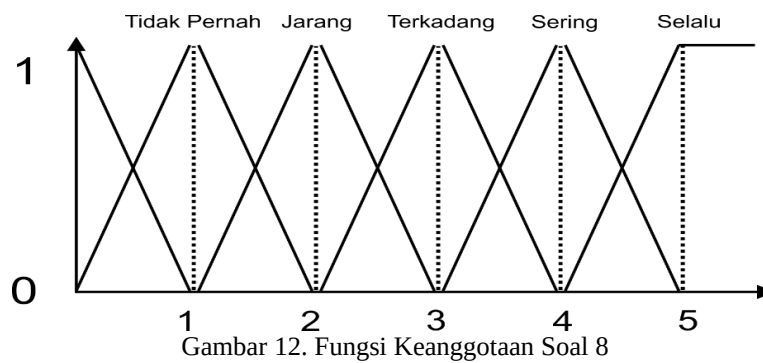


Gambar 11. Fungsi Keanggotaan Soal 7

Apabila user memilih opsi tidak pernah maka soal memiliki nilai 1, opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki Nilai 5.

Fungsi Keanggotaan Soal 8

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 12:

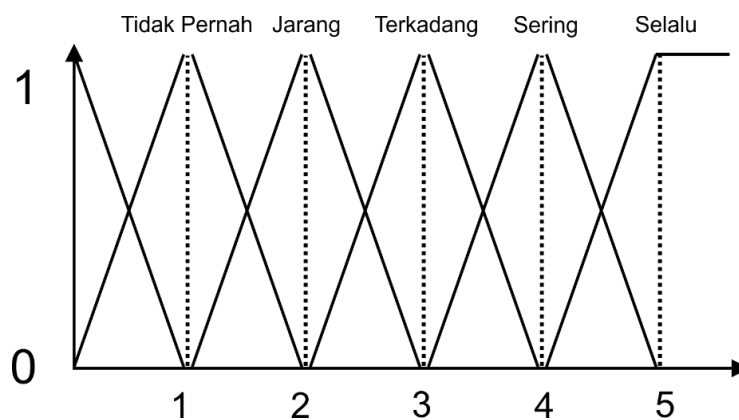


Gambar 12. Fungsi Keanggotaan Soal 8

Apabila user memilih opsi tidak pernah maka soal memiliki nilai 1, opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki Nilai 5.

Fungsi Keanggotaan Soal 9

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 13.

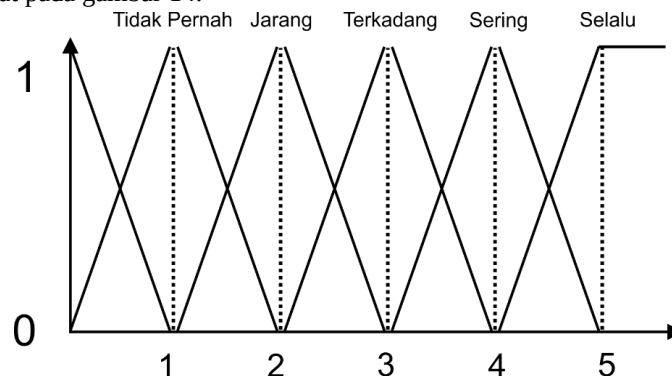


Gambar 13. Fungsi Keanggotaan Soal 9

Apabila user memilih opsi tidak pernah maka soal memiliki nilai 1, opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki Nilai 5.

Fungsi Keanggotaan Soal 10

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 14:

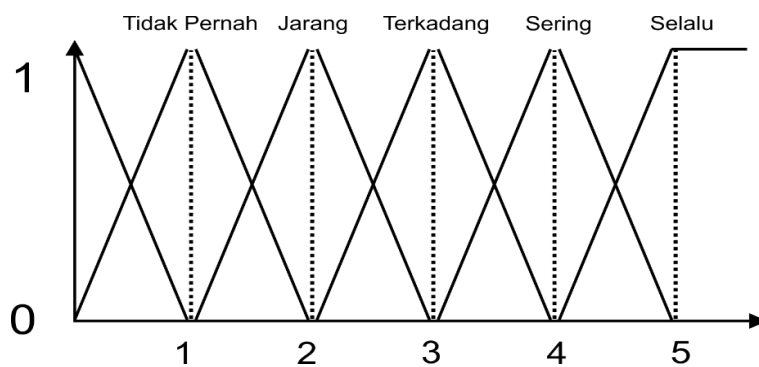


Gambar 14. Fungsi Keanggotaan Soal 10

Apabila user memilih opsi tidak pernah maka soal memiliki nilai 1, opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki Nilai 5

Fungsi Keanggotaan Soal 11

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 15:

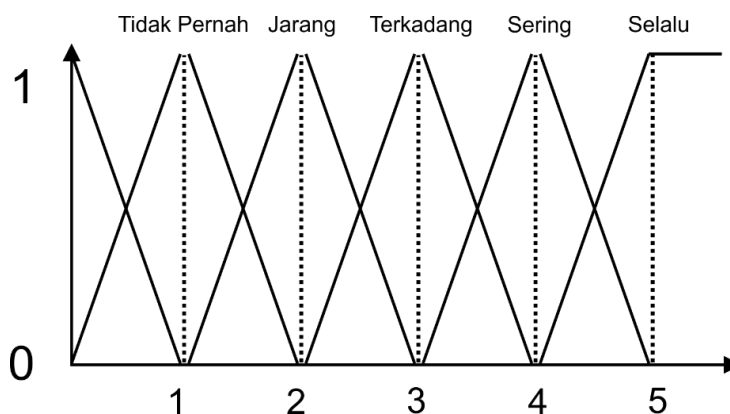


Gambar 15. Fungsi Keanggotaan Soal 11

Apabila user memilih opsi tidak pernah maka soal memiliki nilai 1 , opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki Nilai 5

Fungsi Keanggotaan Soal 12

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 16:

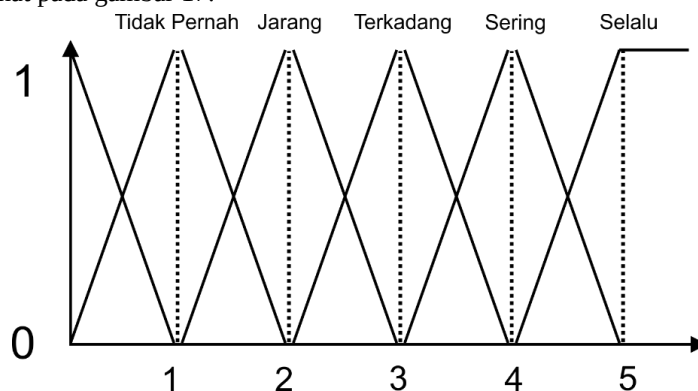


Gambar 16. Fungsi Keanggotaan Soal 13

Apabila user memilih opsi tidak pernah maka soal memiliki nilai 1 , opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki Nilai 5.

Fungsi Keanggotaan Soal 13

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 17:

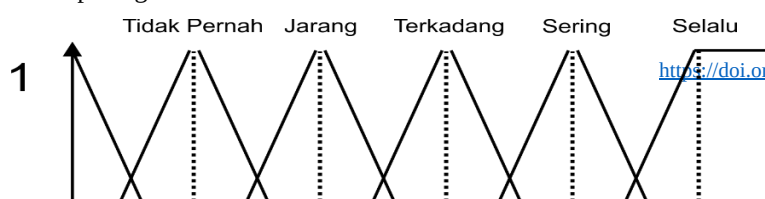


Gambar 17. Fungsi Keanggotaan Soal 13

Apabila user memilih opsi tidak pernah maka soal memiliki nilai 1 , opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki Nilai 5

Fungsi Keanggotaan Soal 14

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 18:

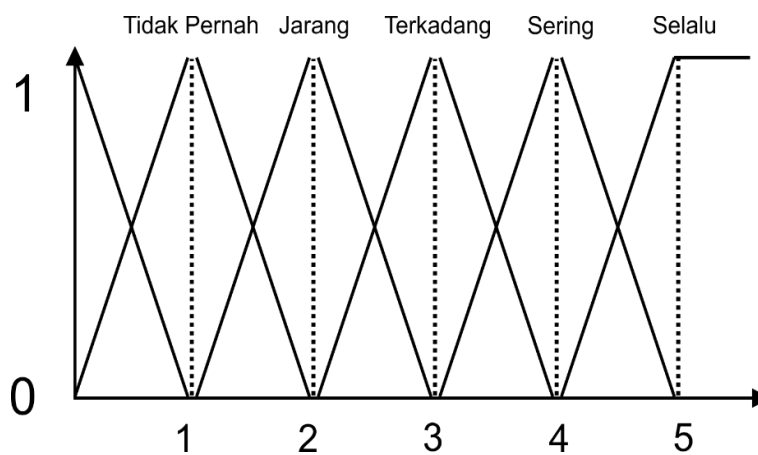


Gambar 18. Fungsi Keanggotaan Soal 14

Apabila user memilih opsi tidak pernah maka soal memiliki nilai 1, opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki nilai 5.

Fungsi Keanggotaan Soal 15

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 19:

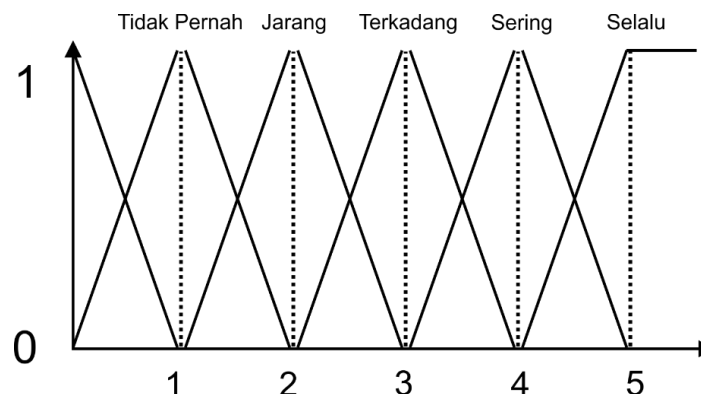


Gambar 19. Fungsi Keanggotaan Soal 15

Apabila user memilih opsi tidak pernah maka soal memiliki nilai 1, opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki Nilai 5

Fungsi Keanggotaan Soal 16

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 20:

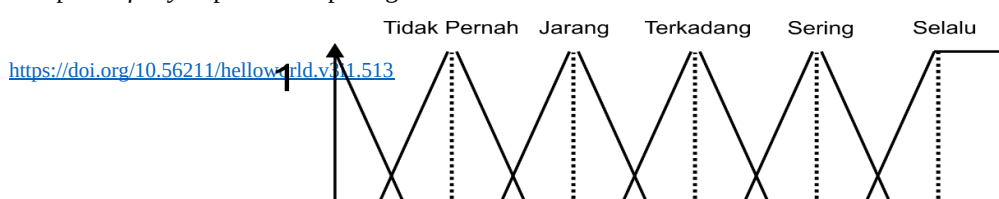


Gambar 20. Fungsi Keanggotaan Soal 16

Apabila user memilih opsi tidak pernah maka soal memiliki nilai 1, opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki Nilai 5.

Fungsi Keanggotaan Soal 17

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 21:

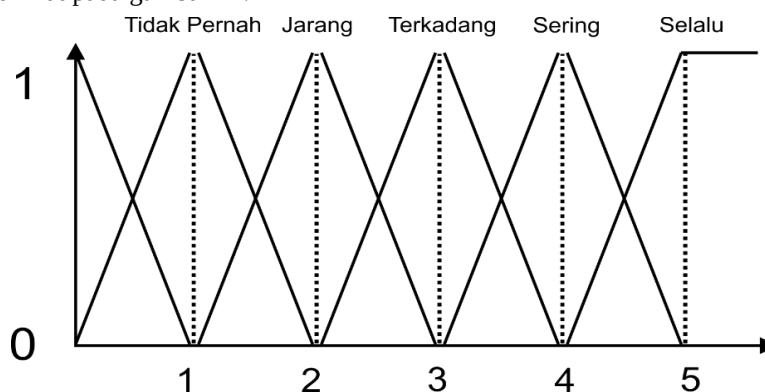


Gambar 21. Fungsi Keanggotaan Soal 17

Apabila user memilih opsi tidak pernah maka soal memiliki nilai 1, opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki nilai 5.

Fungsi Keanggotaan Soal 18

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 22:

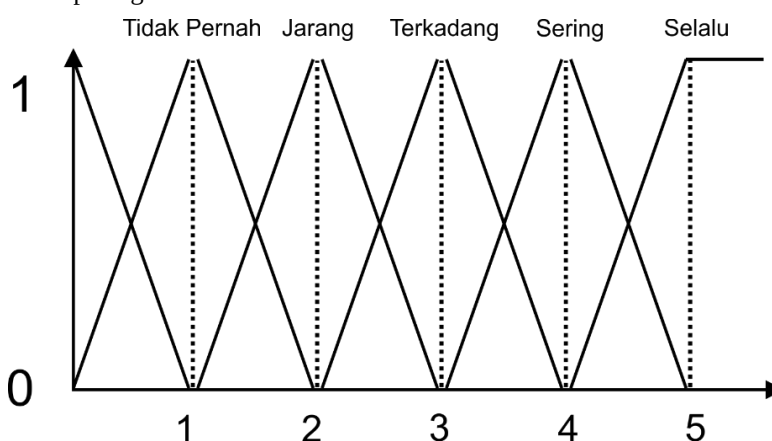


Gambar 22. Fungsi Keanggotaan Soal 18

Apabila user memilih opsi tidak pernah maka soal memiliki nilai 1, opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki Nilai 5.

Fungsi Keanggotaan Soal 19

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 23:

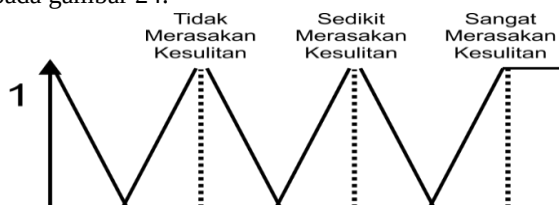


Gambar 23. Fungsi Keanggotaan Soal 19

Apabila user memilih opsi tidak pernah maka soal memiliki nilai 1, opsi jarang maka soal memiliki nilai 2, opsi terkadang maka soal memiliki nilai 3, opsi sering maka soal memiliki nilai 4, opsi selalu maka soal memiliki Nilai 5.

Fungsi Keanggotaan Soal 20

Himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 24:

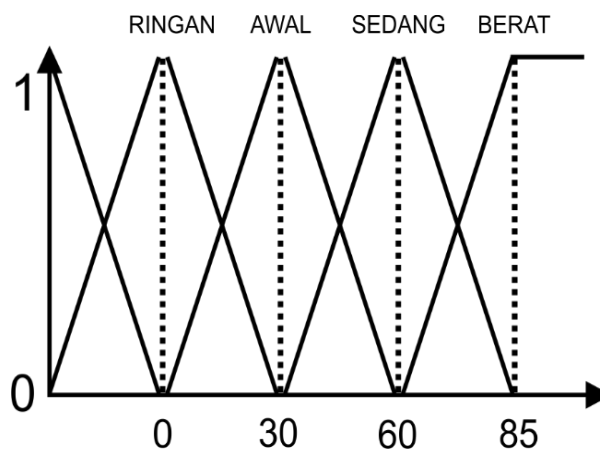


Gambar 24. Fungsi Keanggotaan Soal 20

Apabila user memilih opsi tidak merasakan kesulitan maka soal memiliki nilai 1, opsi opsi sedikit merasakan kesulitan maka soal memiliki nilai 3, opsi sanga merasakan kesulitan maka soal memiliki nilai 5.

Fungsi Keanggotaan Hasil

Himpunan *fuzzy* dari variabel hasil diagnosis dapat dilihat pada gambar 25:



Gambar 25. Fungsi Keanggotaan Hasil Diagnosis

Setelah user memilih semua jawaban dari semua soal maka sistem dapat menghitung nilai total yang akan diterjemahkan ke sebuah nilai total. Jika total nilai 0 sampai 30 maka hasil menunjukkan gejala ringan, jika total nilai 30 sampai 59, maka hasil menunjukkan gejala awal, jika total nilai 60 sampai 84 maka hasil menunjukkan gejala sedang, jika total lebih dari 90 maka hasil menunjukkan gejala berat.

Menentukan aturan fuzzy IF-THEN rules.

1. Hasil akhir menghasilkan nilai 0-29 menunjukkan hasil inferensi fuzzy ringan
2. Hasil akhir menghasilkan nilai 30-59 menunjukkan hasil inferensi fuzzy awal
3. Hasil akhir menghasilkan nilai 60-84 menunjukkan hasil inferensi fuzzy sedang
4. Hasil akhir menghasilkan nilai 85-100 menunjukkan hasil inferensi fuzzy berat

Proses inferensi dengan metode Tsukamoto

1. Melakukan perhitungan terhadap nilai α -predikat dari setiap rule ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$)
2. Melakukan perhitungan terhadap hasil dari inferensi secara tegas (crisp) dari tiap- tiap rule ($z_1, z, z_a, \dots, z_n$) dari masing-masing nilai α -predikat yang telah diketahui.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengguna Pada tahap pengujian sistem, pembangunan Sistem Pakar Diagnosis Gangguan Kecemasan Menyeluruh Menggunakan FIS (Fuzzy Infzerence System) Tsukamoto memanfaatkan PHP dan Mysql yang merupakan kolaborasi antara bahasa pemrograman dan layanan database sebagai instrumen pembangun sistem. Proses pengujian yang akan

dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan beberapa jenis pengujian diantaranya adalah pengujian manual metode Tsukamoto, pengujian black box, pengujian sistem kepada pakar dan pengujian validitas dengan membandingkan hasil diagnosis pakar dengan hasil yang ada pada sistem.

Pengujian Hasil Diagnosa Manual

Diagnosis manual yang dilakukan oleh ahli psikologi menggunakan sistem yang sudah menjadi acuan dari ilmu dasar psikologi. Seorang pasien harus mendatangi seorang ahli psikologi untuk dapat mendiagnosis gangguan yang dialami oleh pasien. Berikut contoh seorang pasien atas nama Sisi yang informasi pribadinya berusia 21 tahun mengalami gangguan kecemasan menyeluruh melakukan diagnosis manual ke ahli psikologi.

Pengujian Metode Fuzzy Inference System Tsukamoto

Uji manual menggunakan metode fuzzy Tsukamoto dilakukan pada hasil yang dihitung secara manual dengan hasil di sistem. Di bawah ini adalah contoh pasien bernama Sisi yang mengalami gangguan kecemasan menyeluruh. Pasien diminta untuk menggunakan Sistem Pakar Diagnosis Gangguan Kecemasan Menyeluruh yang telah dibangun untuk mendiagnosis fase gangguan kecemasan pasien. Hasil dari uji diagnosa pasien bernama Sisi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Gejala Pasien

No	Soal	Jawaban	Bobot
1.	Pernahkah anda merasa pikiran anda terganggu dengan tentang hal-hal berikut?	Saya Memiliki Kriteria 2 Poin Diatas	3
2.	Apakah anda sedang dalam masa konsumsi obat (anjuan dokter)?	Tidak Pernah	1
3.	Seberapa sering Anda merasa terganggu dengan perasaan sedih, tertekan, atau putus asa?	Jarang	2
4.	Seberapa sering Anda merasa malas dalam melakukan sesuatu?	Sering	4
5.	Seberapa sering Anda mengalami gangguan tidur?	Terkadang	3
6.	Seberapa sering Anda mengalami perasaan lelah atau kurang energi?	Terkadang	3
7.	Seberapa sering Anda mengalami nafsu makan yang buruk atau makan berlebihan?	Tidak Pernah	1
8.	Seberapa sering Anda merasa terganggu dengan perasaan buruk tentang diri sendiri, atau bahwa Anda gagal, atau mengecewakan diri sendiri atau keluarga Anda?	Jarang	2
9.	Seberapa sering Anda mengalami kesulitan berkonsentrasi pada hal-hal, seperti membaca koran atau menonton televisi?	Tidak Pernah	1
10.	Apakah anda rutin bercerita tentang masalah yang anda miliki kepada teman atau kerabat anda?	Terkadang	3
11.	Seberapa sering Anda mengalami gangguan saat bergerak atau berbicara dengan lambat sehingga orang lain dapat menyadarinya, atau sebaliknya - menjadi sangat gelisah sehingga Anda bergerak lebih banyak dari biasanya?	Sering	4

12.	Pernahkah Anda mengalami serangan panik (tiba-tiba merasa takut yang berlebihan)?	Terkadang	3
13.	Seberapa sering Anda merasa gugup, cemas atau gelisah?	Sering	4
14.	Seberapa sering Anda terganggu karena tidak mampu menghentikan atau mengendalikan rasa khawatir?	Sering	4
15.	Seberapa sering Anda merasa terganggu ketika mengkhawatirkan hal-hal yang berbeda?	Selalu	5
16.	Seberapa sering Anda kesulitan untuk bersantai?	Sering	4
17.	Seberapa sering Anda merasa terganggu karena begitu gelisah sehingga sulit untuk tenang?	Terkadang	3
18.	Seberapa sering Anda merasa kesal atau mudah tersinggung?	Tidak Pernah	1
19.	Seberapa sering Anda mengalami perasaan takut seolah-olah sesuatu yang buruk akan terjadi?	Terkadang	3
20.	Seberapa sulitkah kecemasan anda telah mengganggu anda untuk melakukan pekerjaan, mengurus rumah, atau bergaul dengan orang lain?	Sedikit Merasakan Kesulitan	5

Setelah didapatkan fungsi keanggotaan dari gejala-gejala yang dialami pengguna yang bernama Mister, langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai z sebagai hasil dari proses inferensi metode fuzzy Inference System tsukamoto dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{\sum(a * z)}{\sum(a)} \\
 &= \frac{a1z1+a2z2+a3z3+a4z4+a5z5+a6z6+a7z7+a8z8+a9z9+a10z10+.....+a20z20}{100} \\
 &= \frac{3+1+2+4+3+3+1+2+1+3+4+3+4+4+5+4+3+1+3+3}{100} \\
 &= \frac{57}{100} \\
 &= 0.57 \\
 &= 57 \%
 \end{aligned}$$

Nilai z akan diubah menjadi nilai crisp yang merupakan langkah terakhir yaitu defuzzifikasi yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Defuzzifikasi

Fungsi Keanggotaan	Crisp
0-30	Ringan
31-59	Awal
60-84	Sedang
85- 100	Berat

Maka dari hasil nilai z yang bernilai 57, pasien bernama Sisi terdeteksi mengalami Gangguan Kecemasan Menyeluruh dalam fase Awal. Jadi, hasil diagnosis adalah Terdeteksi 57 %.

Pengujian Sistem

Pengujian sistem sangat penting untuk menemukan bug atau kekurangan dalam sistem yang diuji untuk memastikan bahwa sistem memenuhi persyaratan yang ditentukan. Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode black box. Pengujian berfokus pada fungsionalitas sistem dengan mengevaluasi persyaratan dan spesifikasi. Di bawah ini adalah sistem pengujian black-box untuk penelitian ini pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Black Box

No	Input	Proses	Output	Hasil
1.	Klik halaman <i>home</i>	Mengakses halaman <i>index.php</i>	Tampil halaman <i>home</i>	Berhasil
2.	Melakukan pendaftaran mulai diagnosis	Mengakses halaman <i>register.php</i> menyimpan nama dan usia ke database dan mengakses	Nama dan usia tersimpan ke database dan menampilkan	Berhasil
3.	Klik halaman diagnosis	Mengakses halaman <i>test.php</i>	Tampil halaman diagnosis	Berhasil
4.	Memilih jawaban dari tiap pertanyaan dan klik selanjutnya	Menyimpan jawaban ke database dan mengakses halaman diagnosis hasil	Jawaban tersimpan ke database dan menampilkan halaman hasil	Berhasil
5.	Klik halaman tentang	Mengakses halaman <i>tentang.php</i>	Tampil halaman tentang	Berhasil

Evaluasi Sistem

Tujuan dari evaluasi sistem adalah untuk memverifikasi sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna dalam pengujian sistem yang dilakukan dan tidak menjauhi hasil dari sistem yang sebelumnya telah berjalan. Berikut hasil dari evaluasi terhadap sistem menggunakan data perbandingan hasil diagnosa manual melalui ahli psikologi dengan hasil kesimpulan pada sistem.

Hasil diagnosa dengan pasien atas nama Sisi:

1. Konseling dilakukan oleh ahli psikolog atas nama Sisi. Atas penuturan dari ahli pasien mengalami gangguan kecemasan menyeluruh setelah melakukan konseling pribadi antara ahli dan pasien.
2. Dari hasil evaluasi sistem yang telah dibahas pada sub bab sebelumnya, didapatkan hasil diagnosa menunjukkan bahwa pasien mengalami gangguan kecemasan menyeluruh di fase awal.

Hasil Fuzzyfikasi = $(57 / 100) \% = 57\%$ Maka, dari pasien dengan atas nama Sisi dapat disimpulkan bahwa sistem memiliki tingkat keakuratan baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah peneliti lakukan terhadap sistem pakar diagnosis penyakit gangguan kecemasan menyeluruh dengan metode fuzzy Inference System tsukamoto, peneliti mendapatkan beberapa kesimpulan yaitu: Pengembangan sistem pakar yang memanfaatkan algoritma Fuzzy Inference System dengan metode Tsukamoto untuk memudahkan deteksi dini gangguan kecemasan umum. Sistem ini berfungsi sebagai alat penyaringan awal bagi pengguna, menawarkan alternatif konsultasi spesialis yang hemat biaya dan menghemat waktu. Hasil diagnostiknya dapat

memberi pengguna wawasan berharga mengenai indikasi potensial gangguan ini, sehingga memberdayakan mereka untuk membuat keputusan yang tepat mengenai langkah selanjutnya. Umpan balik dari uji penerimaan pengguna menunjukkan bahwa sistem secara efektif memenuhi kebutuhan pengguna dan diterima dengan baik untuk penggunaan praktis

Diperlukannya saran-saran yang membangun demi pengembangan sistem agar kedepannya sistem menjadi semakin akurat dan memperbaiki kesalahan serta menambah fitur-fitur yang belum ada sehingga dapat menjadi sebuah acuan dalam kekurangan sistem yang dikembangkan peneliti. Maka, beberapa saran yang dapat membangun berdasarkan pengujian sistem yaitu: Keakurasian sistem ditingkatkan dengan berbagai dukungan data-data lain yang lebih lengkap agar kedepannya sistem dapat digunakan oleh masyarakat luas. Sistem dikembangkan di berbagai jenis perangkat dan sistem operasi agar lebih mudah dijangkau oleh seluruh pengguna. Selanjutnya sistem dikembangkan seperti menambahkan fitur chat agar pengguna dapat berinteraksi dengan dokter terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] American Psychiatric Association - DSM-IV_ Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-American Psychiatric Association (1994).pdf.
- [2] Yusmi Nur Aini, Eva Yulia Puspaningrum, W. S. J. S. (2021). Implementasi Decision Tree Untuk Diagnosis Gangguan Kecemasan Umum. 02(2), 395–402.
- [3] Mirani, E. (2009). Tingkat Kecemasan Dan Depresi Terhadap Penentuan Gender Ambigus Genitalia the Effect of Genetics Counseling on Depression. Universitas Stuttgart.
- [4] Turnip, M. (2015). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit THT Menggunakan Metode Backward Chaining Mardi. Jurnal Buana Informatika, 6(1), 1–8.
- [5] Izzah, A., & Widyastuti, R. (2016). Prediksi Kelulusan Mata Kuliah Menggunakan Hybrid Fuzzy Inference System. Register: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi, 2(2), 60. <https://doi.org/10.26594/r.v2i2.548>
- [6] Suryana, E., & Fikri Salaby, A. (2019). Sistem Pakar Diagnosis Kesehatan Masyarakat Pedesaan Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Vb.Net. Jurnal Ilmiah Betrik, 10(02), 80–84. <https://doi.org/10.36050/betrik.v10i02.17>
- [7] Eridani, D., Aditya, M., Rifki, M., & Rizal, R. (2018). Sistem Pakar Pendiagnosis Gangguan Kecemasan Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Android. Edu Komputika Journal, 5(1), 62–68. <https://doi.org/10.15294/edukomputika>
- [8] Farajullah, F., & Murinto, M. (2019). Sistem Pakar Deteksi Dini Gangguan Kecemasan (Anxiety) Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web. JSTIE (Jurnal Sarjana Teknik Informatika) (E-Journal), 7(1), 1. <https://doi.org/10.12928/jstie.v7i1.15800>
- [9] Thamrin Fanoel. (2012). STUDI INFERENSI FUZZY TSUKAMOTO UNTUK PENENTUAN FAKTOR PEMBEBANAN TRAFIK PLN. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [10] Wang, L.X. . (1997). A Course in Fuzzy Systems and Control.
- [11] Naba Agus. (2009). Belajar cepat fuzzy logic menggunakan matlab (Fl. Sigit Suyantoro (Ed.)). ANDI.
- [12] Setiaji. (2009). Himpunan dan Logika Samar serta Aplikasinya. Graha Ilmu
- [13] Ayres, J. L. (2015). Intellectual disability (Intellectual developmental disorder). In The 5-Minute Clinical Consult Standard 2016: Twenty Fourth Edition. <https://doi.org/10.4324/9780429286896-12>