

Sistem Pakar Klasifikasi Permasalahan Berdasar AUM Menggunakan FCM-FIS Tsukamoto

Ainun Najib Eka Christianto¹, Rekyan Regasari Mardi Putri², Agus Wahyu Widodo³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹ainunnajibec@gmail.com, ²rekyan.rmp@ub.ac.id, ³a_wahyu_w@ub.ac.id

Abstrak

Alat ungkap masalah merupakan sebuah instrumen dalam bimbingan dan konseling yang digunakan untuk menemukan dan memahami setiap permasalahan yang dialami oleh siswa. Alat ungkap masalah ini digunakan karena kurangnya pemahaman yang mendalam dari guru bimbingan dan konseling terhadap siswa. Meskipun sudah digunakannya alat ungkap masalah proses pelayanan bimbingan konseling siswa masih kurang maksimal dikarenakan kurangnya sumber daya manusia yang ada dalam suatu sekolah dan pemahaman guru bimbingan dan konseling mengenai alat ungkap masalah dan masalah yang dihadapi oleh siswa. Oleh karena itu perlu dikembangkan sebuah sistem pakar yang dapat mengadopsi pengetahuan dari seorang pakar bimbingan konseling dalam proses pengenalan masalah menggunakan alat ungkap masalah. Tujuan dari aplikasi ini adalah membantu para guru bimbingan konseling untuk mempermudah proses bimbingan dan konseling dan mempermudah siswa dalam mengenali masalah yang dihadapinya. Aplikasi ini menggunakan *FCM Clustering* sebagai proses pembangkitan aturannya dan *FIS Tsukamoto* sebagai mesin inferensinya, aplikasi ini dapat menghasilkan tingkat akurasi sebesar 75,71 % dibandingkan dengan hasil diagnosis pakar.

Kata Kunci: alat ungkap masalah, sistem pakar, FCM Clustering, FIS Tsukamoto

Abstract

Alat ungkap masalah is an instrument in guidance and counseling are used to discover and understand any problems experienced by students. Alat ungkap masalah is used because of the lack of a deep understanding of teachers' guidance and counseling to students. Although already used alat ungkap masalah student counseling service process is still less than the maximum because of the lack of human resources that exist in schools and teachers' understanding of guidance and counseling about the tool according to the problems and issues faced by the students. Therefore, it is necessary to develop an expert system that can adopt the knowledge of an expert counseling in the process of recognition of the problem by using the tool revealed the problem. The purpose of this application is to help the teachers counseling to ease the process of guidance and counseling and facilitate students in recognizing the problems that it faces. This application uses the FCM Clustering as the generation process and FIS rules Tsukamoto as an inference engine, the application can generate an accuracy rate of 75.71% compared with the results of the expert diagnosis.

Keywords: alat ungkap masalah, expert system, FCM Clustering, FIS Tsukamoto

1. PENDAHULUAN

Masa-masa remaja merupakan masa peralihan menuju kedewasaan. Bisa dikatakan masa remaja merupakan patokan seseorang kedepannya. Masa remaja terjadi di saat mereka menempuh pendidikan di Sekolah Menengah Atas (SMA). Usia remaja merupakan masa dimana seseorang mempersiapkan diri untuk menjadi dewasa yang matang. Banyak

permasalahan yang muncul berupa tidak stabilnya emosi, bimbang dalam menentukan pegangan hidup, kesibukan dalam mencari ilmu sebagai bekal diusia dewasa nantinya. Remaja pada hakikatnya berjuang untuk mencari jawaban dari setiap masalah yang muncul demi menemukan jati dirinya, Dan jika dihadapkan pada keadaan luar atau lingkungan yang tidak diketahui maka akan mudah labil, kebimbangan, dan kecemasan.

Oleh karena itu layanan bimbingan dan konseling dibutuhkan. mengingat tugas dan

tujuan layanan bimbingan dan konseling yakni membantu para remaja (khususnya disini siswa) untuk dapat : Merencanakan kegiatan penyelesaian studi, mengembangkan bakat dan potensi yang dimilikinya untuk kelak menjadi sesuatu kelebihan yang akan dimilikinya, agar dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya, agar siap hidup di tengah-tengah masyarakat, dan agar dapat menyelesaikan segala permasalahan yang dihadapinya dalam hidup.

Pada saat sekarang ini layanan bimbingan dan konseling di sekolah kurang berjalan secara maksimal. Kurang maksimalnya layanan bimbingan konseling tersebut dikarenakan banyak pada saat sekarang ini guru BK yang kurang memiliki pemahaman yang mendalam terhadap konseli (siswa). Kurangnya pemahaman tersebut dipengaruhi oleh terbatasnya guru bimbingan konseling yang benar-benar paham tentang permasalahan yang dialami oleh konseli (Bisa juga disebut terbatasnya pakar yang ada).

Maka dari itu, seorang konselor harus mempunyai cara atau strategi dalam menemukan dan memahami setiap karakteristik dan perbedaan setiap siswanya. Yakni dengan menggunakan Alat Ungkap Masalah atau biasa disingkat AUM.

Permasalahan ini dapat diatasi dengan dukungan sistem yang mengadopsi keahlian seorang dan pakar konseling sehingga dapat menghasilkan sebuah solusi umum dari masalah yang dihadapi oleh siswa tersebut serta mengatasi ketidakefektifan dari layanan bimbingan dan konseling. System ini disebut sistem pakar dimana ini merupakan sistem yang memiliki pengetahuan dari seorang pakar atau ahli bimbingan dan konseling. Yang kemudian pengetahuan tersebut dijadikan sebuah basis pengetahuan dan dibuatkan sebuah algoritma yang digunakan untuk penarikan kesimpulan berdasarkan basis pengetahuan dari seorang pakar. Selain penarikan kesimpulan berdasarkan pengetahuan dari seorang pakar, di sistem pakar terdapat juga perbaikan pengetahuan pakar yang dilakukan oleh sistem itu sendiri dengan cara melakukan pembangkitan aturan berdasarkan training atau media pembelajaran dari rule yang sudah ada. Secara umum, Sistem pakar merupakan sistem informasi berbasis komputer yang mengadopsi pengetahuan dari ahli atau pakar untuk mendapatkan keputusan yang tepat dalam wilayah permasalahan yang lebih khusus atau sempit (Kusumadewi, 2003).

Selama ini belum ada penelitian langsung

yang membahas tentang bimbingan konseling. Tetapi dalam penggunaan sistem pakar terdapat beberapa penelitian yang terkait antara lain berjudul "Implementation of Fuzzy Inference System with Tsukamoto Method For Study Programme Selection" yang dilakukan oleh Fenty Ariani dan Robby Yuli Endra. System ini digunakan untuk pemilihan program study. Penentuan program study ini didasarkan pada hasil wawancara, nilai mata kuliah teknik informatika, nilai mata kuliah system informasi, dan nilai tes tulis. Penentuan program studi dilakukan dengan pembentukan aturan yang kemudian dilakukan pengelompokan dengan menggunakan fuzzy tsukamoto. Hasil outputnya berupa hasil kesesuaian minat di program studi teknik informatika atau program studi system informasi. Penelitian yang pernah dilakukan adalah "Fuzzy Inference System Dengan Metode Tsukamoto Sebagai Pemberi Saran Pemberian Konsentrasi" dilakukan oleh Arkham Zahri Rakhman, dkk. Sistem pakar ini digunakan untuk menentukan konsentrasi pada jurusan Teknik Informatika UII. Penentuan jurusan didasarkan pada beberapa bobot nilai mata kuliah yang didapatkan mahasiswa. Hasil output dari sistem ini berupa grafik pie yang berisikan prosentase rekomendasi konsentrasi jurusan. Penelitian terkait dengan pembangkitan aturan pernah dilakukan yaitu "Implementasi Algoritma Fuzzy C-Means Clustering Pembangkitan Aturan Fuzzy pada Deteksi Dini Risiko Penyakit Stroke" dilakukan oleh Shinta Ayu Valensia. Sistem ini digunakan untuk mendeteksi risiko penyakit stroke. Pendeteksian ini didasarkan pada hasil data rekam medik pada rumah sakit XYZ. Tingkat risiko untuk penyakit stroke dibagi menjadi 3 jenis yaitu rendah, sedang, tinggi. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pembelajaran dalam membangkitkan aturan menggunakan fuzzy c-means, yang selanjutnya digunakan untuk melakukan pengelompokan tingkat risiko penyakit stroke menggunakan system inferensi sugeno. Tingkat akurasi yang dihasilkan dari penelitian ini sebesar 87,33% yang dilakukan dalam 10 kali pengujian dengan akurasi tertinggi sebesar 93,33%.

2. KAJIAN PUSTAKA

3.1 Bimbingan dan Konseling

Bimbingan adalah proses pemberian bantuan yang dilakukan oleh orang yang ahli

kepada seseorang atau beberapa orang individu, baik anak-anak, remaja, atau orang dewasa; agar orang yang dibimbing dapat mengembangkan kemampuan dirinya sendiri dan mandiri dengan memanfaatkan kekuatan individu dan sarana yang ada dan dapat dikembangkan berdasarkan norma-norma yang berlaku (Prayitno dan Erman Amti, 2009).

Konseling adalah hubungan pribadi yang dilakukan secara tatap muka antara dua orang dalam mana konselor melalui hubungan itu dengan kemampuan-kemampuan khusus yang dimilikinya, menyediakan situasi belajar. Dalam hal ini konseli dibantu untuk memahami diri sendiri, keadaannya sekarang, dan kemungkinan keadaannya masa depan yang dapat ia ciptakan dengan menggunakan potensi yang dimilikinya, demi untuk kesejahteraan pribadi maupun masyarakat. Lebih lanjut konseli dapat belajar bagaimana memecahkan masalah-masalah dan menemukan kebutuhan-kebutuhan yang akan datang. (Tolbert, dalam Prayitno 2004 : 101).

3.2 Alat Ungkap Masalah

AUM adalah sebuah instrumen standar yang dikembangkan oleh Prayitno, dkk. yang dapat digunakan dalam rangka memahami dan memperkirakan masalah-masalah yang dihadapi klien. Alat Ungkap Masalah ini didesain untuk mengungkap sepuluh bidang masalah yang mungkin dihadapi klien.

AUM merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengungkap masalah-masalah siswa, mahasiswa, dan masyarakat secara menyeluruh mengungkapkan masalah-masalah umum. Alat Ungkap Masalah ini didesain untuk mengungkap dua belas bidang masalah yang mungkin dihadapi klien.

3.3 Sistem Pakar

Sistem Pakar merupakan salah satu bidang dalam kecerdasan buatan memiliki banyak definisi, tetapi pada dasarnya system pakar diterapkan untuk mendukung aktivitas pemecahan masalah (Angel, 2010).

3.4 Fuzzy Inference System Tsukamoto

Metode Tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton. Pada Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara

tegas (crisp) berdasarkan α -predikat (firestrenght). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot. Pada metode FIS Tsukamoto, hubungan yang ada pada rule bersifat implikasi (sebab-akibat) antara input-output.

Contoh:

Misalkan ada 2 variabel input, Var-1 (x) dan Var-2 (x), serta variabel output, Var-3 (z), dimana var-1 terbagi atas 2 himpunan yaitu A1 dan A2. Var-2 terbagi menjadi 2 himpunan juga yaitu B1 dan B2. Var-3 terbagi menjadi 2 himpunan juga yaitu C1 dan C2

(C1 dan C2 harus monoton). Ada 2 aturan yang digunakan yaitu:

[R1] IF (x is A1) AND (y is B2) THEN (z is C1)

[R2] IF (x is A2) AND (y is B1) THEN (z is C2)

Pertama-tama dicari fungsi keanggotaan dari masing-masing himpunan fuzzy terhadap setiap aturan, yaitu himpunan A1, B2 dan C1 dari aturan fuzzy [R1], dan himpunan A2, B1 dan C2 dari aturan [R2]. Aturan fuzzy R1 dan R2 untuk mendapatkan suatu nilai crisp.

3.5 Fuzzy C-Means Clustering

Fuzzy c-means merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk clustering. Metode ini pertama kali dikenalkan oleh Jim Bezdek pada tahun 1981. Fuzzy c-means suatu teknik clustering data yang keberadaan data dalam suatu kelompok data ditentukan oleh derajat keanggotaan (Kusumadewi, 2003).

Konsep dasar fuzzy c-means adalah menentukan pusat cluster yang digunakan untuk penanda lokasi dari tiap-tiap kelompok data. Dengan melakukan perbaikan pada pusat cluster dan derajat keanggotaan secara berulang-ulang, maka akan didapat pusat cluster dengan nilai yang paling maksimal. Perulangan ini dilakukan berdasarkan pada minimasi fungsi obyektif yang menggambarkan jarak dari data yang diberikan dengan pusat cluster yang telah memiliki bobot oleh derajat keanggotaan data tersebut (Kusumadewi, 2003).

Output dari fuzzy c-means bukanlah suatu kesimpulan seperti fuzzy inference system, melainkan sebuah kumpulan pusat cluster dan beberapa derajat keanggotaan untuk tiap-tiap data. Informasi ini yang kemudian digunakan untuk membangun fuzzy inference system.

3. METODOLOGI

Metodologi mengenai tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan. Berikut merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam pembuatan sistem “Sistem Pakar Analisis Hasil Alat Ungkap Masalah Menggunakan Pembangkitan Aturan FCM Clustering Dan Metode FIS Tsukamoto”.

3.1 Studi Pustaka

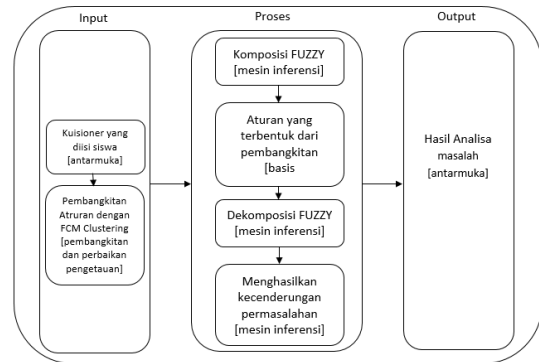
Studi literatur mempelajari mengenai teori-teori dasar yang dapat menunjang dan membantu dalam pengerjaan penelitian ini. Teori-teori ini dapat diperoleh dari buku, jurnal, paper, e-book, serta penelitian-penelitian lain terkait topik penelitian ini. Referensi utama yang diperlukan untuk menunjang penelitian ini diantaranya: Sistem Pakar, Fuzzy Inference System Tsukamoto, Fuzzy C-Means Clustering, Rekayasa Perangkat Lunak, Pemrograman dengan Menggunakan Bahasa Java, DBMS MySQL, Proses Pengujian Sistem.

3.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder berupa histori hasil konsultasi murid pada tahun ajaran sebelumnya dan daftar checklist masalah. data berupa prosentase semua masalah, prosentase setiap masalah dan daftar check list masalah. Daftar checklist masalah berupa kuisisioner yang berisi 12 bidang masalah antara lain masalah kesehatan, masalah keadaan kehidupan ekonomi, masalah keluarga, masalah agama dan moral, masalah pribadi, masalah hubungan sosial dan berorganisasi, masalah rekreasi / hobi dengan waktu luang, masalah penyesuaian terhadap sekolah/kampus, masalah penyesuaian terhadap kurikulum, masalah masa depan yang berhubungan dengan jabatan, masalah kebiasaan belajar, masalah muda mudi dan asmara. Data akan disajikan pada Lampiran A.

3.3 Model Perancangan Sistem

Model perancangan sistem menjelaskan mengenai cara kerja sistem. Model perancangan sistem ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Model Perancangan Sistem

1. Input

Input pada sistem ini adalah hasil kuisisioner yang diisi oleh siswa. Hasil kuisisioner digunakan untuk pembangkitan aturan oleh fuzzy c-means clustering.

2. Proses

Proses perhitungan pada penelitian ini menggunakan metode Fuzzy Inference System Tsukamoto yang hasilnya adalah kecenderungan permasalahan yang dihadapi. Langkah-langkah perhitungan dengan metode Fuzzy Inference System Tsukamoto :

- Komposisi Fuzzy : proses merubah input bilangan crisp menjadi bilangan fuzzy dengan fungsi keanggotaan.
- Aturan-aturan (rule) : aturan-aturan yang digunakan untuk mencari nilai dari bilangan crisp output.
- Dekomposisi Fuzzy : Proses merubah kembali data bilangan fuzzy menjadi bentuk bilangan crisp lagi.
- Nilai output : kecenderungan bidang masalah yang dihadapi..

3. Output

Keputusan yang diambil sistem pakar berdasarkan pada hasil perhitungan nilai dari nilai tiap parameter yang sudah ditentukan oleh pakar atau guru bimbingan konseling. Sistem pakar ini akan memberikan hasil analisa kecenderungan masalah.

3.4 Analisis dan Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem memiliki kinerja dan performa yang baik serta sesuai dengan

spesifikasi kebutuhan yang telah ditetapkan. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian nilai pembobot, pengujian nilai epsilon dan pengujian akurasi. Pengujian nilai pembobot dan nilai epsilon digunakan untuk mendapatkan rule yang ideal.

Data yang digunakan dalam pengujian nilai pembobot dan epsilon adalah 34 data latih. Pengujian nilai pembobot dilakukan 5 kali random matriks awal dengan jumlah nilai pembobot terkecil 2 dan tertinggi 5. Sedangkan nilai epsilon juga dilakukan 5 kali dengan nilai terendah 0,0001 dan nilai tertinggi 0,1.

Pengujian akurasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil output sistem dengan hasil dari pakar. Pengujian sistem juga dilakukan untuk menguji tingkat akurasi dari hasil output sistem. Pengujiannya dilakukan dengan cara menghitung nilai kebenaran setiap kali melakukan pengujian data. Data yang digunakan akan 7 jenis data uji dan dilakukan sebanyak 7 kali.

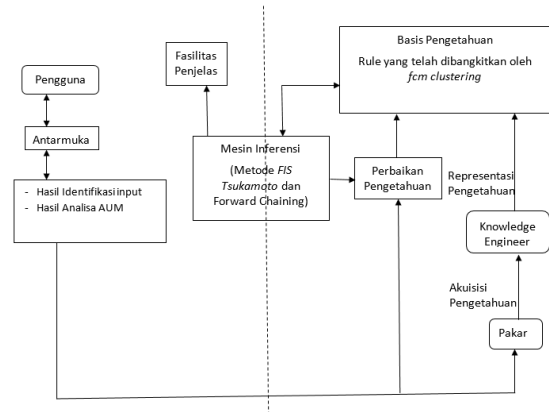
3.5 Penarikan Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan dilakukan setelah semua tahapan perancangan, implementasi dan pengujian metode yang diterapkan telah diterapkan selesai dilakukan, Kesimpulan diambil dari hasil pengujian dan analisis metode yang diterapkan. Selain itu penarikan kesimpulan dilakukan untuk menjawab rumusan permasalahan yang sudah ditetapkan sebelumnya. Tahap terakhir dari penulisan adalah saran yang bertujuan untuk memperbaiki kesalahan – kesalahan yang terjadi serta untuk memberikan masukan dan pertimbangan untuk penelitian yang selanjutnya

4. PERANCANGAN

4.1 Perancangan Sistem Pakar

Perancangan sistem pakar meliputi merancang seluruh proses yang terdapat dalam arsitektur sistem pakar untuk analisis hasil alat ungkap masalah. Proses pembuatan aplikasi sistem pakar dengan menggunakan *fcm clustering* untuk membangkitkan rule dan *Fuzzy Tsukamoto* sebagai mesin inferensi. Perancangan sistem pakar ditunjukkan pada gambar 2



Gambar 2. perancangan sistem pakar

Perancangan sistem pakar meliputi merancang seluruh proses yang terdapat dalam arsitektur sistem pakar untuk klasifikasi permasalahan pada alat ungkap masalah . perancangan sistem pakar tersusun dari yang pertama yaitu akuisisi pengetahuan adalah proses pengambilan pengetahuan yang dimiliki pakar ke dalam sebuah sistem yang kemudian disimpan dalam basis pengetahuan. Kedua adalah basis pengetahuan merupakan inti dari program sistem pakar dikarenakan basis pengetahuan adalah representasi pengetahuan dari pakar itu sendiri. Aturan yang dibuat berdasarkan hasil proses pembangkitan aturan fuzzy. Ketiga adalah mesin inferensi, yang merupakan proses untuk mengklasifikasi permasalahan pada AUM berdasarkan rule yang telah dibuat. Keempat adalah *Blackboard* yang merupakan area memori untuk merekam sementara. Terakhir adalah fasilitas penjelas pada sistem pakar analisis merupakan hasil pada alat ungkap masalah adalah informasi bagaimana kesimpulan dapat diperoleh.

Dalam sistem pakar ini memiliki dua proses inti yaitu pembangkitan aturan yang dilakukan oleh *fuzzy c-means clustering* dan proses inferensi yang dilakukan oleh *fuzzy inference system tsukamoto*.

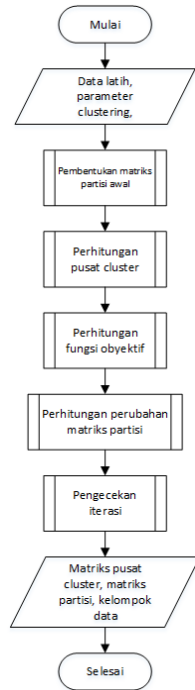
a. Proses Pembangkitan Aturan Fuzzy

Proses *clustering* ini meliputi clustering, perhitungan standart deviasi, jumlah *cluster* ideal, dan ekstraksi aturan dari hasil clustering. Proses pembangkitan aturan fuzzy adalah sebagai berikut :

1. Proses Clustering

Proses *clustering* menggunakan *fuzzy c-means* adalah proses pengelompokan

data latih yang hasilnya digunakan untuk pembangkitan aturan *fuzzy*. alur proses *clustering* menggunakan *fuzzy c-means* ditunjukkan pada Gambar 3



Gambar 3. Proses Clustering

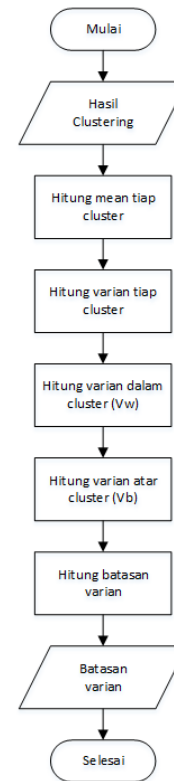
Alur proses clustering data kuisiomner terdiri atas 5 subproses, yaitu pembentukan matriks partisi awal, perhitungan pusat cluster, perhitungan fungsi objektif, perhitungan perubahan matriks partisi dan pengecekan iterasi.

Masukan proses *fuzzy c-means* berupa data latih dan parameter clustering serta keluaran yang dihasilkan berupa matriks pusat cluster, matriks partisi, dan kelompok data. Matrik pusat cluster berisi pusat data pada setiap cluster, matriks partisi berisi kecenderungan data latih pada semua cluster dan kelompok data berisi data hasil pengelompokan data latih berdasarkan kecenderungan data terhadap suatu cluster

2. Proses Perhitungan Varian

Pada proses perhitungan varian tiap hasil *cluster* yang dibentuk akan dihitung nilai variannya yang digunakan untuk menganalisa *cluster*. Analisa *cluster* digunakan untuk mendapatkan hasil *cluster* yang ideal untuk proses

pembangkitan aturan *fuzzy*. Proses perhitungan varian ditunjukkan pada Gambar 4.



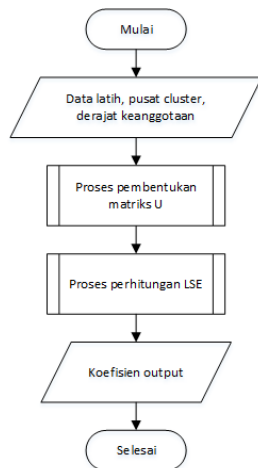
Gambar 4. Proses Perhitungan Variansi

Langkah-langkah dalam proses perhitungan varian adalah sebagai berikut :

- Mengelompokkan data latih berdasarkan *cluster* yang terbentuk.
- Menghitung nilai mean tiap cluster
- Menghitung nilai varian pada tiap cluster. Nilai ini digunakan untuk menghitung nilai variance within clusterda variance between cluster.
- Menghitung nilai variance within cluster untuk mengetahui sebaran data dalam sebuah cluster.
- Menghitung nilai variance between cluster untuk mengetahui sebaran data antar cluster.
- Menghitung batasan varian. Hasil dari batasan varian yang kemudian akan digunakan untuk bahan pertimbangan menentukan cluster mana yang diambil untuk bahan pada proses pembangkitan aturan fuzzy.

3. Proses Ekstraksi Aturan Fuzzy

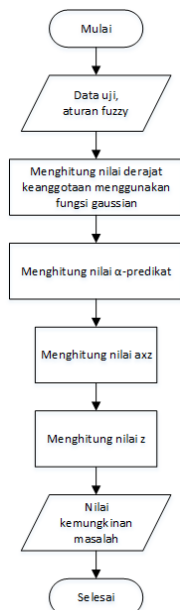
Proses perhitungan ini adalah untuk menghasilkan koefisien output. Koefisien *output* merupakan variabel yang memengaruhi dalam menentukan output dalam sistem inferensi *fuzzy*. Proses perhitungan koefisien *output* ditunjukkan pada Gambar 5



Gambar 5. Proses Ekstraksi Aturan

b. Mesin Inferensi

Proses sistem inferensi *fuzzy* merupakan proses untuk mendapatkan nilai kemungkinan masalah dan solusinya. Pada proses ini dilakukan pengujian terhadap data ujian untuk dicari nilai kemungkinan masalahnya dan solusinya. Proses sistem inferensi *fuzzy* akan ditunjukkan pada gambar 6.



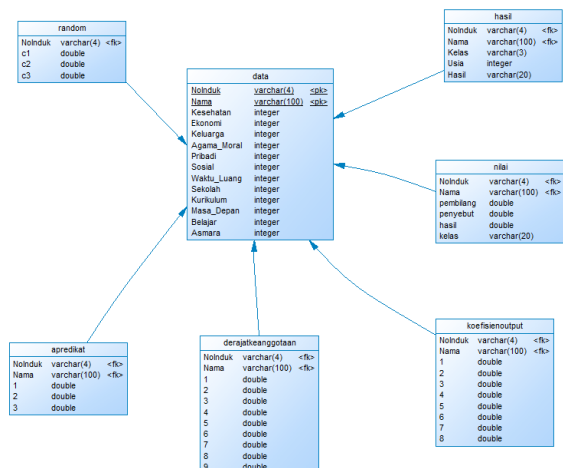
Gambar 6. Proses Inferensi

Langkah-langkah dalam proses inferensi fuzzy adalah sebagai berikut :

1. Masukan proses ini adalah data uji (x) dan aturan fuzzy.
2. Menghitung nilai derajat keanggotaan menggunakan fungsi *gaussian*.
3. Menghitung nilai α -predikat tiap cluster dengan cara mencari nilai minimum derajat keanggotaan setiap cluster.
4. Menghitung nilai axz , yang merupakan perkalian antara hasil koefisien output dengan α -predikat.
5. Menghitung nilai $sum1$ yang merupakan penjumlahan setiap nilai axz .
6. Menghitung nilai $sum2$ yang merupakan penjumlahan setiap nilai α -predikat.
7. Menghitung z dengan cara membagi nilai $sum1$ dan $sum2$, dimana nilai z ini disebut nilai kemungkinan masalah.
8. Dilakukan penarikan kesimpulan dengan cara membandingkan nilai kemungkinan masalah dengan hasil koefisien output yang paling akhir sebagai nilai fungsi keanggotaan kelas.

4.2 Perancangan Database

Sistem ini menggunakan database MySQL. Pada system ini menggunakan 7 tabel yang digunakan untuk menyimpan informasi yang berguna untuk proses pembangkitan aturan dan pengujian data. Tabel tersebut ditampilkan dalam bentuk physical data model. Physical data model pada system ini ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Physical Data Model

Penjelasan mengenai tabel yang ditunjukkan pada Gambar 7 adalah sebagai berikut :

1. Tabel data digunakan untuk menyimpan data latih yang digunakan untuk proses pembangkitan aturan fuzzy. Atribut dari tabel ini adalah nama, kesehatan, ekonomi, keluarga, agama_moral, pribadi, social, waktu_luang, sekolah, kurikulum, masa_depan, belajar, dan asmara.
2. Tabel random digunakan untuk pembangkitan matriks awal U. atribut dari tabel ini adalah nama, c1, c2, c3.
3. Tabel apredikat digunakan untuk menyimpan hasil perhitungan α -predikat. Hasil yang telah disimpan tersebut digunakan untuk fitur penjas dalam sistem pakar. Atribut dari tabel ini adalah noinduk, 1, 2, 3.
4. Tabel derajatkeanggotaan digunakan untuk menyimpan hasil perhitungan derajatkeanggotaan. Hasil yang telah disimpan tersebut digunakan untuk fitur penjas dalam sistem pakar. Atribut dari tabel ini adalah noinduk, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.
5. Tabel koefisienoutput digunakan untuk menyimpan hasil perhitungan koefisienoutput. Hasil yang telah disimpan tersebut digunakan untuk fitur penjas dalam sistem pakar. Atribut dari tabel ini adalah noinduk, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.
6. Tabel nilai digunakan untuk menyimpan proses perhitungan pengujian data menggunakan FIS Tsukamoto. Hasil yang telah disimpan tersebut digunakan untuk fitur penjas dalam sistem pakar. Atribut dari tabel ini adalah noinduk, pembilang, penyebut, hasil, kelas.

5. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Terdapat beberapa aspek yang harus diuji pada penelitian ini. Selain pengujian tingkat keakurasian aplikasi yang dibandingkan dengan diagnosis manual dari pakar, atribut-atribut pada setiap metode dalam penelitian ini juga diuji untuk mendapatkan rule yang terbaik. Atribut pertama yang harus diuji adalah nilai w dalam proses *clustering*, atribut kedua adalah nilai

epsilon yang digunakan untuk batasan iterasi kapan berhenti.

5.1 Hasil Pengujian nilai w

Pengujian nilai pembobot (w) merupakan pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan nilai w terbaik yang selanjutnya akan digunakan untuk mendapatkan rule dalam pembangkitan rule menggunakan *fuzzy c-means clustering*. Rule tersebut akan digunakan dalam *proses FIS Tsukamoto*. Nilai Pembobot yang diuji adalah 2, 3, 4, 5. Pengujian nilai pembobot (w) dilakukan 5 kali dengan nilai matriks partisi awal yang acak dan digunakan data latih yang sama yaitu 34. Parameter lain yang digunakan pada proses pelatihan adalah nilai maksimum iterasinya 1000 dan nilai epsilon 0,01. Untuk mendapatkan nilai terbaik, maka dilakukan pengacakan nilai matriks partisi awal sebanyak 5 kali pengacakan. Pada pengujian nilai pembobot (w) akan dihasilkan nilai w terbaik berdasarkan analisa varian.. Hasil Pengujian dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Nilai W

Jumlah Pengujian	Nilai W			
	2	3	4	5
1	0,0204 74712	0,0234 48692	0,0235 736	0,0260 11262
2	0,0213 04674	0,0234 51203	0,0260 11262	0,0244 96658
3	0,0205 42782	0,0220 22157	0,0221 96439	0,0238 39662
4	0,0208 97882	0,0219 34449	0,0248 88977	0,0250 42094
5	0,0234 48692	0,0221 96439	0,0232 3154	0,0228 52979
Rata-rata	0,0213 33748	0,0226 10588	0,0239 80364	0,0244 48531

Dari hasil tersebut diketahui pengacakan nilai matriks partisi awal menyebabkan bervariasinya nilai batasan varian dan semakin tinggi nilai w maka akan semakin tinggi pula nilai batasan variansinya. Pada pengujian nilai w ini dihasilkan nilai w terbaik yaitu 2. Hal tersebut dikarenakan dari 4 kali uji coba yang dilakukan didapatkan nilai rata-rata batasan varian terkecil adalah 0,02133 dengan rentang nilai batasan varian adalah paling rendah 0,020474712 dan paling tinggi 0,023448692. Nilai batasan varian dipengaruhi oleh nilai variance between cluster dan nilai variance within cluster pada setiap kali

proses pelatihan. Semakin kecil nilai batasan varian maka semakin baik proses pelatihan yang dilakukan.

5.2 Hasil Pengujian Nilai Epsilon

Pengujian nilai epsilon merupakan pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan nilai epsilon terbaik yang selanjutnya akan digunakan untuk mendapatkan rule dalam pembangkitan rule menggunakan fuzzy c-means clustering. Rule tersebut akan digunakan dalam proses FIS Tsukamoto. Nilai Pembobot yang diuji adalah 0.01, 0.001, 0.0001. Pengujian nilai pembobot (w) dilakukan 5 kali dengan nilai matriks partisi awal yang acak dan digunakan data latih yang sama yaitu 34. Parameter lain yang digunakan pada proses pelatihan adalah nilai maksimum iterasinya 1000 dan nilai $w = 2$. Untuk mendapatkan nilai terbaik, maka dilakukan pengacakan nilai matriks partisi awal sebanyak 5 kali pengacakan. Pada pengujian nilai pembobot (w) akan dihasilkan nilai w terbaik berdasarkan analisa varian. Hasil Pengujian dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Nilai Epsilon

Jumlah Pengujian	Nilai epsilon		
	0,01	0,001	0,0001
1	0,020474 712	0,021657 398	0,020542 782
2	0,021304 674	0,020689 639	0,020689 639
3	0,020542 782	0,021934 449	0,020897 882
4	0,020897 882	0,024888 977	0,021304 674
5	0,023448 692	0,021657 398	0,026011 262
Rata-rata	0,021333 748	0,022165 572	0,021889 248

Berdasarkan tabel diatas diketahui pengacakan nilai matriks partisi awal menyebabkan bervariasinya nilai batasan varian. Pada pengujian nilai epsilon ini dihasilkan nilai epsilon terbaik yaitu 0,01. Hal tersebut dikarenakan dari 3 kali uji coba yang dilakukan didapatkan nilai rata-rata batasan varian terkecil adalah 0,02133 dengan rentang nilai batasan varian adalah paling rendah 0,020474712 dan paling tinggi 0,023448692. Nilai batasan varian dipengaruhi oleh nilai variance between cluster dan nilai variance within cluster pada setiap kali

proses pelatihan. Semakin kecil nilai batasan varian maka semakin baik proses pelatihan yang dilakukan.

5.3 Hasil Pengujian Tingkat Akurasi

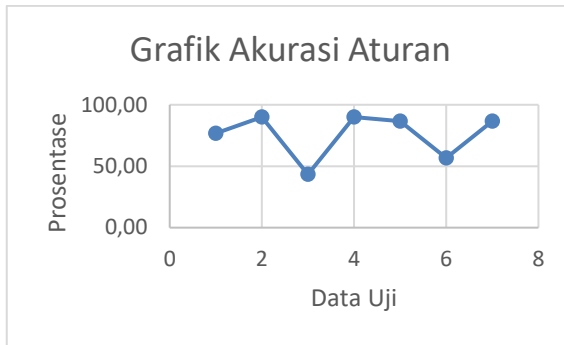
Pengujian akurasi merupakan pengujian untuk mengetahui akurasi hasil inferensi berdasarkan aturan fuzzy yang telah terbentuk dalam proses pembangkitan aturan fuzzy. Pengujian akurasi dilakukan 7 kali setiap nilai pembobot dengan data latih yang sama yaitu 34. Parameter lain yang digunakan pada proses pelatihan adalah nilai maksimum iterasinya 1000 dan nilai epsilon nya 0,01 serta nilai pembobotnya 2. Proses pengujian akurasi menggunakan 30 data uji dengan prosentase yang berbeda. Perbedaan prosentase kelas pada data uji, yaitu :

1. Data uji 1 (33,33% bermasalah, 33,33% agak bermasalah, 33,33% tidak bermasalah)
2. Data uji 2 (66,67% bermasalah, 16,67% agak bermasalah, 16,67% tidak bermasalah)
3. Data uji 3 (16,67% bermasalah, 66,67% agak bermasalah, 16,67% tidak bermasalah)
4. Data uji 4 (16,67% bermasalah, 16,67% agak bermasalah, 66,67% tidak bermasalah)
5. Data uji 5 (53,33% bermasalah, 23,33% agak bermasalah, 23,33% tidak bermasalah)
6. Data uji 6 (23,33% bermasalah, 53,33% agak bermasalah, 23,33% tidak bermasalah)
7. Data uji 7 (23,33% bermasalah, 23,33% agak bermasalah, 23,33% tidak bermasalah)

Hasil pengujian akurasi ditunjukkan tabel 3 dan gambar 8.

Tabel 3. Hasil Pengujian Akurasi

Data Uji	Akurasi
Data Uji 1	76,67%
Data Uji 2	90%
Data Uji 3	43,33%
Data Uji 4	90%
Data Uji 5	86,67%
Data Uji 6	56,67%
Data Uji 7	86,67%
Rata-rata	75,71%



Gambar 8. Hasil Pengujian Akurasi

Berdasarkan grafik pengujian akurasi pada gambar 7 didapati bahwa akurasi yang dihasilkan bervariasi. Hal ini dikarenakan data uji yang digunakan bervariasi dalam jumlah data dalam setiap kelas. Akurasi tertinggi yang dihasilkan adalah 90 % pada data uji 2 dan 3 dengan jumlah data dalam kelas agak bermasalah sama-sama 16,67%. Karena dalam data latih kelas agak bermasalah memiliki jumlah data latih paling sedikit sehingga mayoritas dari hasil pengujian kelas agak bermasalah dikenali sebagai kelas lain. Dari rata-rata pengujian akurasi yang didapatkan dari 7 kali pengujian dapat dikatakan bahwa tingkat ketepatan sistem pakar ini sebesar 75,71 %.

6. PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang sistem pakar analisis hasil alat ukur masalah menggunakan FIS tsukamoto dan pembangunan aturan menggunakan FCM clustering dapat disimpulkan bahwa :

1. Metode FIS tsukamoto dan FCM clustering dapat diimplementasikan pada sistem pakar analisis hasil alat ukur masalah.
2. Rule yang terbentuk dari proses pembangunan aturan menggunakan FCM clustering diuji dengan mengubah nilai pembobot dan nilai epsilon. Dengan pengacakan nilai matriks partisi awal sebanyak 5 kali dapat disimpulkan bahwa nilai epsilon = 0,01 dan nilai pembobot = 2 merupakan nilai yang ideal untuk proses pembangunan rule dalam sistem ini. Nilai tersebut dikatakan ideal dikarenakan nilai batasan varian dari 2 parameter tersebut memiliki nilai terkecil dari 5 kali percobaan. Semakin kecil nilai batasan varian maka semakin bagus hasil clustering yang dihasilkan.

3. Akurasi rata-rata yang dihasilkan dari 7 kali pengujian adalah 75,71 dengan akurasi tertinggi 90 % dengan Akurasi tertinggi yang dihasilkan adalah 90 % pada data uji 2 dan 3 dengan jumlah data dalam kelas agak bermasalah sama-sama 16,67%. Karena dalam data latih kelas agak bermasalah memiliki jumlah data latih paling sedikit sehingga mayoritas dari hasil pengujian kelas agak bermasalah dikenali sebagai kelas lain. Hal tersebut menunjukkan bahwa jumlah data latih mempengaruhi hasil akurasi aturan yang terbentuk

6.2 Saran

Pada penelitian ini saran yang dapat diberikan untuk penelitian lebih lanjut agar didapatkan akurasi lebih tinggi adalah menggunakan nilai parameter *clustering* yang lebih bervariasi.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, R. (2013). Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto Pada Penentuan Harga Jual Barang Dalam Konsep Fuzzy Logic. Medan: STMIK Budi Darma.
- Azeem, M. F. (2012). Fuzzy Inference System: Theory and Applications.
- Jones, M. T. (2008). Artificial Intelligence - A Systems Approach. New Delhi: Infinity Science Press LLC.
- Kusumadewi, S. (2003). Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Prihartini, P. M. (2011). Metode Ketidakpastian dan Kesamaran dalam Sistem Pakar. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Rakhman, A. Z., Wulandari, H. N., Maheswara, G., & Dewi, S. K. (2012). Fuzzy Inference System Metode Tsukamoto Sebagai Pemberi Saran Pemberian Konsentrasi. Yogyakarta: Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi.
- Sayekti, E. R., 2014. Implementasi Algoritma Fuzzy C-Means Clustering untuk pembangunan aturan fuzzy pada pengelompokan tingkat risiko penyakit kanker payudara, Malang: Universitas Brawijaya.