

SIMULASI SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENGUNAKAN METODE KLUSTERING ALGORITMA FUZZY c-MEANS

Edrian Hadinata¹

*Program Studi Sistem Informasi, Sekolah Tinggi Teknik Harapan
Jl. H.M. Joni No.70 C Medan, Sumatera Utara
E-mail: edrianhadinata@gmail.com*

ABSTRAK

Menyadari betapa pentingnya memilih sekolah yang tepat dan penyediaan informasi yang baik maka perlu dirancang suatu simulasi sistem pendukung keputusan untuk menentukan pilihan SMA Negeri di kota Medan bagi siswa/siswi tamatan SMP berbasis web. Sistem ini mampu mengelompokkan nilai berdasarkan nilai hasil UN menggunakan metode klustering dengan algoritma Fuzzy c-Means. Proses klustering dilakukan terhadap kelompok data nilai bahasa Indonesia, nilai bahasa Inggris, nilai matematika dan nilai Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Dimana data yang dihasilkan dari proses klustering diekstraksi menjadi sistem inferensi fuzzy menggunakan model Sugeno dan akan disesuaikan dengan data yang diinputkan pengguna. Output yang dihasilkan dari sistem pendukung keputusan ini adalah pengelompokan nilai yang memiliki pusat kluster yang berbeda disetiap kumpulan data. Dengan perbedaan tersebut dilakukan penamaan kelompok data, yaitu, data siswa unggulan, data siswa reguler berprestasi dan siswa reguler biasa. Dengan proses sistem inferensi fuzzy nantinya pada bagian front end, yang dihasilkan merupakan kemungkinan untuk lulus di setiap SMA Negeri yang terdapat di kota medan dan masuk kedalam kelompok tertentu atau tidak lulus sama sekali.

Kata kunci: fuzzy c-means, klustering, sistem pendukung keputusan, aplikasi berbasis web.

ABSTRACT

Considering how important to choose right school and a good information service, it is necessary to design a web-based simulation of decision support system for choosing state senior high schools in Medan for the graduate junior high school students. This system is able to cluster the mark based on the national examination mark using clustering method with Fuzzy c-Means algorithm. The clustering process was carried out towards some groups of data including Bahasa Indonesia, English, Mathematics, and Science. The data produced by clustering was then extracted into Fuzzy inference system using Sugeno model and would be adapted with the data which are inputted by the user. The output resulted by this decision support system is the cluster of marks which have different cluster center in each data cluster. With this differences, the naming of data cluster was conducted i.e., the data of high-level achievement students, medium-level achievement students, and lower-level achievement students. By the process of fuzzy inference system at the front-end, the result is the probability to pass each state Senior high schools in Medan and categorized in certain cluster or failed.

Keywords: fuzzy c-means, clustering, decision support system, a web-based application.

1. PENDAHULUAN

Sebagai dampak globalisasi, pemerintah berkewajiban memberikan kebijakan yang seluas-luasnya bagi semua sekolah untuk memiliki daya saing dengan berbagai keunggulan lembaga. Dinas pendidikan kota Medan melalui berbagai program berupaya melakukan pengelolaan pendidikan yang efektif dan efisien yang mampu meningkatkan kualitas pendidikan. Proses penerimaan siswa baru di setiap sekolah Negeri pun dipacu untuk menemukan siswa-siswa yang memiliki kompetensi tinggi.

Salah satu permasalahan yang dihadapi oleh para siswa tamatan SMP adalah terdapat banyaknya pilihan sekolah yang dapat membingungkan, sehingga calon siswa mengalami kesulitan untuk mendapatkan informasi yang lengkap berdasarkan kriteria penerimaan berdasarkan nilai UN yang berbeda-beda. Belum lagi penerimaan tersebut dilakukan secara serentak.

Menyadari betapa pentingnya memilih sekolah yang tepat dan penyediaan informasi yang baik maka perlu dirancang suatu simulasi sistem pendukung keputusan untuk menentukan pilihan SMA Negeri di kota Medan bagi siswa/siswi tamatan SMP. Sebuah sistem yang berbasis web sehingga mudah di akses oleh siswa dan orang tua. Oleh karena itu sistem yang dibuat melakukan pengelompokan kualitas siswa sebagai sarana meningkatkan prestasi belajar, yang nantinya akan di bagi kedalam tiga kluster siswa yaitu kelas unggulan, kelas regular berprestasi dan kelas regular biasa.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem pendukung keputusan

Sistem yang mengambil tindakan dari beragam alternative selalu menggunakan data dan beragam aturan untuk memecahkan masalah. Dengan kata lain seperti yang telah diutarakan oleh Sauter tentang sistem pendukung keputusan adalah penyediaan sistem kecerdasan dan analisis untuk menguatkan seberapa baikkah sebuah proses pemilihan tersebut[6]. Sementara Turban dkk mengatakan bahwa Sistem pendukung keputusan dimaksudkan untuk menjadi alat bantu bagi para pengambil keputusan untuk memperluas kapabilitas mereka, namun tidak untuk menggantikan penilaian mereka[7].

2.2 Fuzzy c-Means

Fuzzy klustering adalah proses menentukan derajat keanggotaan, dan kemudian menggunakannya dengan memasukkannya kedalam elemen data kedalam satu kelompok kluster atau lebih[5]. Kemiripan dari objek yang di teliti akan diinformasikan dan akan dimasukkan kedalam kumpulan objek dengan kriteria yang sama.

Pada Fuzzy c-Means, algoritma ini melakukan proses menentukan pusat kluster dan derajat keanggotaan tetapi pada proses awal algoritma ini dimulai dengan menentukan keanggotaan dengan derajat keanggotaan atau μ random antara 0 hingga 1 berbeda dengan Hard K-Means yang memulai proses awal dengan menentukan nilai kluster secara acak tetapi tegas.

2.2.1 Algoritma Fuzzy c-Means

1. Masukkan data yang akan dikluster anggap saja X, adalah matriks ber-ordo $n \times m$ (n =jumlah sample data, m =atribut setiap data). X_{ij} =data sample ke- i ($i=1,2,\dots,n$), atribut ke- j ($j=1,2,\dots,m$)
2. Selanjutnya penentuan nilai :

Jumlah kluster	= c
Pangkat	= w
Maksimum iterasi	= MaxIter
Error terkecil yang diharapkan	= ξ
Fungsi objektif awal	= $P_0 = 0$
Iterasi awal	= $t = 0$

3. Bangkitkan bilangan random sebagai penentuan secara acak menggunakan derajat keanggotaan

$$Q_i = \sum_{k=1}^c \mu_{ik} \quad (2.1) [3]$$

4. Hitung pusat Cluster ke- k : V_{kj} , dengan $k=1,2,\dots,c$ dan $j=1,2,\dots,m$. dimana X_{ij} adalah variabel fuzzy yang digunakan dan w adalah bobot atau pemangkatan.

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (2.2) [4]$$

5. Perhitungan dan pencarian fungsi objektif digunakan sebagai syarat perulangan demi mendapatkan kluster yang tepat. Minimalisasi fungsi objektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan kepusat kluster yang terbobot oleh derajat keanggotaan titik data tersebut[1].

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left(\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \right) \quad (2.3) [3]$$

6. Selanjutnya hitung perubahan matrik partisi

$$u_{ik} = \frac{1}{\sum_{j=1}^c \left(\frac{d_{ik}}{d_{jk}} \right)^{\frac{2}{m-1}}} \text{ untuk } d_{ik} = \|X_k - V_i\| > 0, \forall i \text{ dan } k \quad (2.4) [3]$$

7. Cek kondisi henti jika $(|Pt - Pt-1| < \zeta)$ atau $(t > \maxIter)$ maka berhenti, jika tidak, $t=t+1$, ulangi langkah ke-4.

2.3 Teknik membangkitkan aturan Fuzzy

Himpunan fuzzy didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sedemikian sehingga fuzzy tersebut mencakup bilangan real antara 0 hingga 1[2].

Terdapat tiga model dalam sistem inferensi fuzzy, diantaranya adalah model mamdani, tsukamoto dan model sugeno. Model tsukamoto biasa dikenal sebagai model yang berasal dari penalaran monoton. Model mamdani dikenal dengan sistem max dan min sedangkan model sugeno adalah model yang memiliki output persamaan linier dan konstanta disisi lain model ini mirip dengan model mamdani. Model ini terdiri dari 2 jenis, yaitu :

1. Secara umum model fuzzy sugeno ditunjukkan pada persamaan berikut :
IF (X1 is A1) \square (X2 is A2) \square (X3 is A3) \square ... \square (Xn is An) THEN z = k (2.5)
Dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai antiseden dan k adalah suatu konstanta tegas sebagai konsekuen.

2. Model fuzzy sugeno orde satu :
IF (X1 is A1) \square (X2 is A2) \square (X3 is A3) \square ... \square (Xn is An)
THEN z = pi * xi + ... + pn * xn + q (2.5)
Dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai antiseden dan pi adalah suatu konstanta dan q merupakan konstanta dan sebagai konsekuen.

2.4 Analisis Varian

Setiap objek yang tergabung didalam satu kelompok atau lebih dalam Fuzzy c-Means memiliki tingkat homogenitas yang tinggi dibandingkan objek lainnya. Untuk itu pengujian dapat dilakukan dengan menggunakan analisa variansi.

$$V_c^2 = \frac{1}{n_c - 1} \sum_{i=1}^{n_c} (x_i - \bar{x}_c)^2 \quad (2.6)[8]$$

Untuk melihat kepadatan suatu kluster dapat di analisa dengan menggunakan persamaan 2.7 atau persamaan ini disebut juga dengan *variance within cluster*

$$V_w = \frac{1}{N - c} \sum_{i=1}^c (n_i - 1) \cdot V_i^2 \quad (2.7) [8]$$

Analisis yang lainnya yaitu untuk melihat nilai sebaran data tiap kluster (*variance between cluster*) bisa dihitung dengan persamaan 2.8 dibawah ini.

$$V_b = \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 \quad (2.8) [8]$$

Nilai kluster dengan nilai V_w minimum dapat menggambarkan *Internal Homogeneity* sehingga kluster tersebut lebih mendekati kluster yang ideal. Sedangkan V_b dengan nilai terbesar menggambarkan *External Homogeneity*. Pada persamaan 2.9 dapat menyatakan batasan variansi atau disebut dengan F hasil.

$$V = \frac{V_w}{V_b} \quad (2.9) [8]$$

3. METODE PENELITIAN

Pada bab metode penelitian dilakukan pengelompokan sehingga pembahasan terbagi kedalam beberapa bagian, diantaranya adalah:



Gambar 3.1 Langkah-langkah Penelitian

3.1 Kebutuhan data

Pada penelitian ini data yang dibutuhkan adalah data nilai UN siswa SMP yang mendaftar dan telah diterima di sekolah SMA Negeri yang di tuju di kota Medan tetapi pada sistem simulasi, nilai siswa dibentuk dengan acak berdasarkan nilai terendah dan tertinggi serta jumlah siswa yang diterima kemudian diberi label dengan nama nilai Matematika, IPA, Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris. Data uji tersebut digunakan sebagai data pembelajaran yang terdapat pada sistem simulasi ini. Sedangkan data yang lainnya adalah satu *record* nilai UN *pengguna* yang dimasukkan melalui tampilan *front end pengguna*.

Tabel 3.1 Jumlah Siswa, Nilai Terendah dan Tertinggi yang diterima disalahsatu SMA Negeri dikota Medan

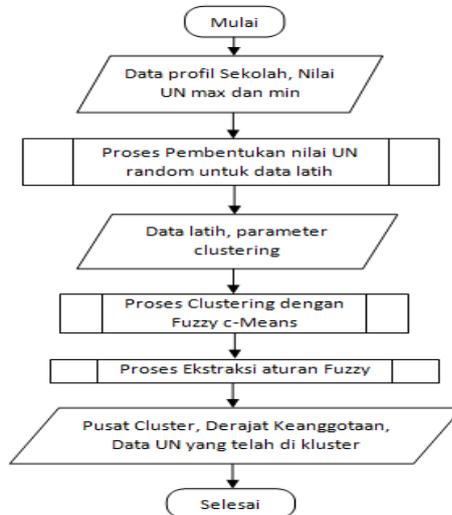
	Jumlah Siswa yang diterima 350 Orang			
	Matematika	B.Indonesia	B.Inggris	IPA
Max	9.45	9.6	9.2	9.5
Min	7.56	8.1	7.92	7.65

3.2 Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem terdapat beberapa kegiatan yang nantinya akan dibagi kedalam beberapa bagian. Pada perancangan aplikasi yang dibuat nanti akan menghasilkan sebuah satu kesatuan integritas sebuah platform yang di buat secara prosedural dari sisi pengguna dan admin. Secara umum perancangan sistem yang dibuat adalah sistem yang menghasilkan aturan-aturan fuzzy. Dengan menggunakan Fuzzy c-Means nantinya output yang dihasilkan adalah merupakan kemungkinan untuk lulus di setiap SMA Negeri yang terdapat di kota medan.

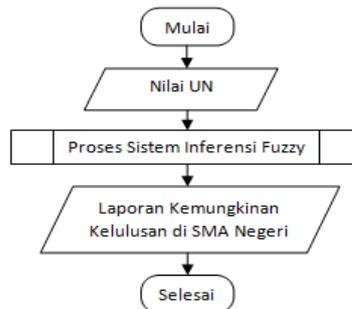
3.2.1 Arsitektur Perancangan

Adapun proses awal yang dilakukan pada sistem ini adalah masuk kedalam sistem administrasi yang dibuat. Kemudian administrator melakukan input profil sekolah dan pembangkitan data acak berdasarkan nilai terkecil hingga nilai terbesar dari setiap siswa yang pada tahun sebelumnya telah diterima pada setiap sekolah SMA Negeri dikota Medan sehingga terbentuklah data latih yang akan dikluster dengan menggunakan Fuzzy c-Means.



Gambar 3.2 Umum Perancangan Sistem Back End Administrator

Untuk langkah selanjutnya adalah melakukan proses kluster dengan Fuzzy c-Means yang menghasilkan pusat kluster dan derajat keanggotaan pada iterasi terakhir. Nilai derajat keanggotaan terakhir dapat melihat berapa persentase kemungkinan satu record data yang di input kan oleh pengguna masuk kedalam salah satu kelompok. Kemudian dilakukan proses inference menggunakan model sugeno orde satu setelah satu record nilai UN siswa tamatan SMP di masukkan.



Gambar 3.3 Umum Perancangan Sistem Front End Pengguna

3.2.1 Perancangan Proses

Pada perancangan aplikasi yang dibuat akan menghasilkan sebuah satu kesatuan integritas sebuah platform yang dilakukan secara prosedural dari sisi pengguna dan admin.

Proses pada sisi pengguna atau front end dilakukan setelah setiap *field* di isi dengan lengkap kemudian tombol konsul ditekan maka proses inference dengan menggunakan *inference fuzzy* model sugeno orde satu dilakukan. Sehingga akan menghasilkan laporan kelulusan pada setiap kelompok dan sekolah.

Proses pada sisi admin adalah proses konfigurasi input nilai maksimum dan minimum siswa melalui form input nilai konfigurasi kemudian data maksimum dan minimum nilai siswa dibentuk dan tersimpan kedalam database pada tabel arsip nilai konfigurasi. Kemudian dilanjutkan dengan form pembentukan nilai acak siswa dan disimpan didalam database pada tabel nilai acak siswa. Pada bagian akhir proses konfigurasi adalah proses klusterisasi yang menghasilkan pusat kluster, data yang telah dikluster dan derajat keanggotaan dan pada akhirnya inilah nanti yang akan di ekstraksi menjadi aturan fuzzy.

3.3 Implementasi

3.3.1 Implementasi interface

Pada perancangan interface atau antarmuka aplikasi ini dibuat dengan berbasis website agar pengguna dan administrator dapat melakukan simulasi secara mandiri dan lebih mudah tanpa harus melakukan proses instalasi terlebih dahulu. Terlebih lagi aplikasi berbasis website akan lebih fleksibel terhadap beragam sistem operasi.

3.3.2 Implementasi interface front end pengguna

Antarmuka yang pertama pada aplikasi ini adalah form inputan untuk pengguna memasukkan nilai-nilai UN yang di peroleh. Selanjutnya sistem inference fuzzy berproses dan akan menghasilkan laporan kelulusan masuk kesalahsatu SMA Negeri dikota Medan dan masuk kedalam salah satu kelompok atau tidak lulus sama sekali. Bagian ini adalah bagian proses pengujian.

HALAMAN SIMULASI PMB SMA

Nama :

Daerah Asal Sekolah :

Nilai UAN Anda

Matematika : *angka

IPA : *angka

Bahasa Indonesia : *angka

Bahasa Inggris : *angka

pergunakan tanda titik (.) untuk menuliskan koma.

Gambar 3.4. Form Halaman Simulasi Penerimaan Siswa Baru SMA

3.3.3 Implementasi interface back end administrator

Antarmuka yang kedua adalah antarmuka administrator yang melakukan input profil sekolah, pembuatan form input nilai UN maksimum dan minimum, tombol membangkitkan nilai UN secara acak yang nantinya digunakan sebagai data latih dalam melakukan proses klusterisasi. Bagian ini adalah bagian konfigurasi sistem pada aplikasi.

Siswa

- Input Nilai Konfigurasi
- Arsip Nilai Konfigurasi
 - SMAN 1 Medan
 - SMAN 2 Medan
 - SMAN 3 Medan
 - SMAN 4 Medan
 - SMAN 5 Medan
 - SMAN 7 Medan
- Nilai Random Siswa
 - SMAN 1 Medan
 - SMAN 2 Medan
 - SMAN 3 Medan
 - SMAN 4 Medan

Halaman Input Data Sekolah

Silahkan mengisi field-field yang telah disediakan. Setelah selesai klik button submit

Nama sekolah :

Alamat sekolah :

Gambar sekolah :

* gambar akan di tampilkan dengan ukuran 100 px X 100 px

Nama tabel sekolah :

* penulisan tanpa spasi

Gambar 3.5 Form Halaman Administrator Input Profil Sekolah

4. PEMBAHASAN

4.1 Prosedur Pengujian dan Analisis

Pengujian yang akan dilakukan ini adalah pengujian jumlah kluster. Pada pengujian yang pertama penggunaan kategori kelompok tiga kluster siswa yaitu kelas unggulan, kelas regular berprestasi dan kelas regular biasa untuk menentukan jumlah iterasi dan jumlah kluster yang paling baik sedangkan pada

pengujian yang kedua, pengujian dilakukan dengan menggunakan aturan fuzzy yang diekstraksi pada proses klustering dan ini terjadi pada sisi pengguna.

4.2 Hasil Dan Analisis Pengujian

4.2.1 Pengujian Berdasarkan Jumlah Iterasi

Pengujian berdasarkan jumlah iterasi dilakukan dengan tujuan pengaruh iterasi terhadap hasil kluster dan peringkat. Maksimum iterasi dilakukan sebanyak delapan kali. Jumlah iterasi tersebut adalah 1, 5, 10, 20, 50, 100, 150 dan 200 iterasi.

Tabel 4.1 Perbandingan Jumlah iterasi dengan error terkecil yang diharapkan $\xi = 0.005$

Jumlah Kluster	Pangkat	Maksimum Iterasi	$U_i \leq 0.3$	$0.7 \geq U_i > 0.3$	$U_i \geq 0.7$
3	2	1	0	350	0
3	2	5	0	350	0
3	2	10	0	349	1
3	2	20	0	342	8
3	2	50	0	329	21
3	2	100	0	329	21
3	2	150	0	329	21
3	2	200	0	329	21

4.2.2 Pengujian Berdasarkan Jumlah Kluster

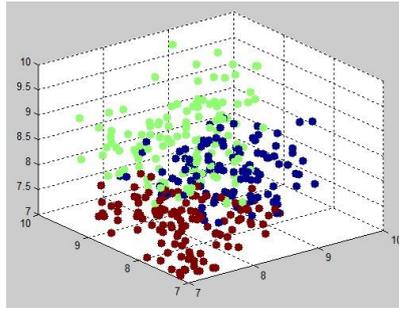
Nilai homogenitas yang tinggi pada setiap anggotanya selain itu kluster yang baik juga memiliki perbedaan yang jauh dari sebuah anggota kelompok tertentu terhadap kelompok yang lain.

Selain itu Pengujian yang akan dilakukan ini adalah pengujian jumlah kluster. Pada pengujian jumlah kluster akan di peroleh jumlah kluster yang baik dengan menggunakan analisa variansi. Ciri-ciri kluster yang baik adalah memiliki pengujian heterogenitas antar objek dalam satu kelompok dengan kelompok yang lain juga dapat melihat apakah objek dalam satu kelompok berbeda dengan objek yang lain dalam kelompok yang berbeda.

Tabel 4. 2 Perbandingan Jumlah kluster dan F Hasil dengan error terkecil yang diharapkan $\xi = 0.005$

Jumlah kluster	Pangkat	Maksimum Iterasi	F Hasil	$U_i \leq 0.3$	$0.7 \geq U_i > 0.3$	$U_i \geq 0.7$
2	2	150	20.16	0	233	117
3	2	150	13.26	0	330	20
4	2	150	26.27	8	321	21
5	2	150	24.02	41	293	16
6	2	150	29.33	8	237	35
7	2	150	31.43	157	171	22
8	2	150	31.83	169	159	22
9	2	150	50.04	175	151	24

Dari data tabel yang di tampilkan untuk nilai F Hasil dengan jumlah kluster = 3 dianggap masih memungkinkan untuk diterakan berdasarkan *critical value* F Table dengan $\alpha = 0.005$ dan $dt = 350$.



Gambar 4.1 Form Grafik klustering dengan $\alpha = 0.005$ dan *jumlah*= 350 dalam tampilan 3D

4.2.3 Pengujian Aturan Fuzzy di sisi Pengguna

Pengujian yang terjadi pada sisi pengguna merupakan inti dari penggunaan aplikasi simulasi sistem pendukung keputusan yang dibuat. Sistem pendukung keputusan ini juga telah diunggah dengan alamat <http://edrianhadinata.my-php.net>. Pada form pertama ditampilkan tolak ukur yang digunakan untuk proses pelatihan pada Fuzzy Klustering c-Means pada pengujian kali ini di lakukan proses perhitungan yang menggunakan Model Sugeno orde satu. Hasil pengujian ini ditampilkan dalam laporan kelulusan dan ketidakkelulusan calon siswa SMA Negeri di kota Medan dan kemungkinan masuk kedalam salah satu kelompok setelah tombol konsul di tekan, maka hasilnya adalah yang terlihat pada gambar.

Hasil Konsultasi Siswa

Nama	: Edrian Hadinata
Nilai UAN anda	: 36.7
Asal Sekolah	: medan
Proses	: Nilai UAN di tambah 3
Hasil Penambahan	: 39.7
Nilai Matematika	: 9.4
Nilai IPA	: 9.9
Nilai B Indonesia	: 8.5
Nilai B Inggris	: 8.9

Data Kelulusan Anda :

SMAN 14 Medan : **Anda Lulus Di Kelas Unggulan, Anda Lulus Di Kelas Reguler Berprestasi, Anda Lulus Di Kelas Reguler Biasa,**
 SMAN 1 Medan : **Anda Belum di Terima Di kelas Manapun**
 SMAN 2 Medan : **Anda Lulus Di Kelas Reguler Biasa, Anda Lulus Di Kelas Reguler Berprestasi,**
 SMAN 3 Medan : **Anda Lulus Di Kelas Reguler Berprestasi, Anda Lulus Di Kelas Unggulan, Anda Lulus Di Kelas Reguler Biasa,**
 SMAN 4 Medan : **Anda Belum di Terima Di kelas Manapun**
 SMAN 5 Medan : **Anda Lulus Di Kelas Reguler Biasa, Anda Lulus Di Kelas Reguler Berprestasi,**

Gambar 4.2 Laporan Hasil Konsultasi Siswa

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian tentang bagaimana hasil dari Algoritma Fuzzy c-Means sebagai sistem pendukung keputusan, adalah:

1. Bahwa algoritma Fuzzy c-Means dapat di ekstrasi menjadi aturan-aturan fuzzy. Dalam kasus ini algoritma digunakan untuk pengelompokan nilai UN siswa yang telah lulus di SMA Negeri di kota Medan. Dalam hal ini pengelompokan di nilai dari rata-rata tertinggi dengan nama kelas unggulan, kelas reguler berprestasi dan kelas reguler biasa.
2. Sistem tidak menampilkan atau memberikan hasil secara otomatis kepada pengguna. Sehingga dalam hal ini sistem hanya berperan sebagai pendukung keputusan dan selanjutnya keputusan tetap pengguna sendiri yang menentukannya.
3. Jumlah iterasi maksimum sebanyak $t = 150$ iterasi dalam proses klustering dengan algoritma Fuzzy c-Means pada nilai $\xi = 0.005$, pangkat $m = 2$ dan jumlah kluster $c = 3$ telah berhenti sebelum mencapai $t = 150$ disebabkan konvergensi dari selisih fungsi objektif sebelumnya.
4. Hasil analisis pengujian berdasarkan jumlah kluster yang paling baik dan ideal dengan melihat pada tabel 3.2 maka pengujian dengan jumlah kluster sebanyak 3 adalah yang paling baik dikarenakan nilai F-Hasil dari analisis variansi bernilai lebih sedikit dibanding dengan nilai yang

lainnya yaitu dianggap masih memungkinkan untuk diterapkan berdasarkan *critical value* F Table dengan $\alpha = 0.005$ atau tingkat keyakinan 0.9950 dan $dt = 350$.

5.2 Saran

Pengembangan sistem dari aplikasi simulasi sistem pendukung keputusan dengan menggunakan algoritma Fuzzy c-means ini dapat dilakukan untuk memaksimalkan kinerja dan akurasi dengan saran sebagai berikut:

1. Dari output pengujian pada sisi pengguna perlu dikembangkan agar menambahkan nilai persentase kemungkinan untuk lulus dengan menggunakan metode estimator seperti *Least Square Estimator*.
2. Pada bagian back end perlu dikembangkan aplikasi impor file data latih agar administrator dapat memilih menggunakan file eksternal data latih atau sistem random dengan memasukkan nilai minimum dan maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmadi, Aziz., & Hartati, Sri.(2013). Penerapan Fuzzy c-Means dalam Sistem Pendukung Keputusan untuk Penerimaan Bantuan Langsung Masyarakat(BLM) PNPM-MPd(Studi Kasus PNPM-MPd Kec. Ngadirejo Kab. Pacitan), *Berkala MIPA, Universitas Gajah Mada*, 23(3), 264-273
- [2] Azmiana, Zati., Faigiziduhu Bu'ulolo., & Siagian, P.(2013). Penggunaan Sistem Inferensi Fuzzy Untuk SMAN 1 Bireuen, *Saintia Matematika*, Vol 1, No 3 (2013) , pp 233-247.
- [3] Bezdek, J. C.(1981). *Pattern Recognition With Fuzzy Objective Function Algorithm*, Utah State University.,Logan, Utah: Library of Congress Cataloging in Publication Data.,DOI 10.1007/978-1-4757-0450-1.
- [4] Das, A.(2013).Pattern Recognition Using Fuzzy C-Means Tehnique. *Information of Communications. International Journal of Energy*4, Issue 1 (February 2013) pp 1-14.
- [5] Hadinata, Edrian. (2015). *Pengembangan Algoritma Penentuan Titik Awal Dalam Metode Klustering Algoritma Fuzzy c-Means*. Tesis, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknik Informatika: Universitas Sumatera Utara.
- [6] Sauter, Vicki Lynn. (1997). *Decision Support System for Business Intelegence*. University of Missouri, A Jhon Willey & Son Publication
- [7] Turban, E., Aronson, J. E., dan Liang, T. P.(2005). *Sistem Pendukung Keputusan dan Sistem Cerdas*. Terjemahan Dwi Prabantini. Yogyakarta : ANDI
- [8] Weis, D.J.(2006). *Analysis of Variance and Functional Measurement:A Practical Guide*. Oxford University Press.