

# Penentuan Penjurusan Program Peserta Didik Tingkat SMA Menggunakan *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Inference System Mamdani*

Maria Anistya Sasongko<sup>1)</sup>, Lilik Linawati<sup>2)</sup>, Hanna A. Parhusip<sup>3)</sup>

<sup>1)2)3)</sup>Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana

<sup>1)</sup>662012001@student.uksw.edu

<sup>2)</sup>lina.utomo@yahoo.com

<sup>3)</sup>hannaariniparhusip@yahoo.co.id

## Abstrak

Penjurusan program pada peserta didik SMA merupakan proses pengambilan keputusan dalam menentukan jurusan program bagi peserta didik yang dilakukan oleh pihak sekolah dengan mempertimbangkan minat, bakat, dan potensi diri peserta didiknya. Sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2006, terdapat tiga jurusan program pada SMA yaitu program IPA, IPS, dan BHS. Dalam makalah ini dibahas mengenai pengambilan keputusan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* (FCM) dan *Fuzzy Inference System* (FIS) Mamdani untuk penjurusan program peserta didik, dalam hal ini menggunakan data peserta didik kelas X SMA Kristen 1 Salatiga tahun pelajaran 2012/2013. Tahap awal, peserta didik dikelompokkan ke dalam tiga *cluster* yaitu *cluster* IPA, IPS, dan BHS berdasarkan data nilai akademik menggunakan algoritma FCM. Pada tahap ini diperoleh kecenderungan data pada setiap *cluster* yang ditunjukkan oleh nilai keanggotaan *fuzzy* yang terbentuk. Tahap selanjutnya dilakukan pengambilan keputusan menggunakan FIS Mamdani berdasarkan 180 aturan *fuzzy* yang disusun sesuai aturan penjurusan sekolah dengan variabel *input* yang terdiri dari minat peserta didik, saran dari lembaga Psikologi, dan kecenderungan data nilai akademik pada setiap *cluster* yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya. Berdasarkan analisis data menggunakan metode FCM dan FIS Mamdani, terdapat 74 peserta didik yang dijuruskan ke IPA, 75 peserta didik dijuruskan ke IPS, dan 28 peserta didik dijuruskan ke BHS. 94,35% hasil ini sesuai dengan hasil penjurusan oleh sekolah. Pada penelitian sebelumnya, penentuan penjurusan yang hanya menggunakan metode FCM diperoleh 93,79% hasil penjurusannya sesuai dengan hasil penjurusan oleh sekolah. Dengan demikian, keduanya memiliki persentase kesesuaian hasil yang tidak jauh berbeda.

**Kata Kunci -- clustering, fuzzy c-means, fuzzy inference system, FCM, FIS Mamdani, penjurusan SMA**

## A. Pendahuluan

Sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional (Permendiknas) Nomor 22 Tahun 2006, penentuan penjurusan dilaksanakan pada akhir semester dua kelas X dan pelaksanaan Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) sesuai jurusan program dimulai pada semester satu kelas XI. Terdapat tiga jurusan program pada SMA yaitu program Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), program Ilmu Pengetahuan Sosial (IPS), dan program Bahasa (BHS). Keputusan penentuan penjurusan peserta didik diambil oleh pihak sekolah dengan mempertimbangkan minat, bakat dan potensi diri peserta didiknya.

Penelitian mengenai penjurusan peserta didik tingkat SMA menggunakan *Fuzzy C-Means* (FCM) dengan variabel nilai akademik pernah dilakukan oleh Bahar dkk [1]. Pada penelitian tersebut, peserta didik tingkat SMA dikelompokkan ke dalam tiga jurusan program yaitu IPA, IPS, dan BHS berdasarkan data nilai akademik menggunakan FCM dengan diperoleh kesimpulan bahwa tingkat akurasi penentuan penjurusan menggunakan algoritma FCM lebih tinggi dari penentuan penjurusan manual. Penelitian serupa mengenai *clustering* data nilai mahasiswa untuk pengelompokkan konsentrasi jurusan menggunakan FCM juga pernah diteliti oleh Munandar dkk [2], penelitian ini berhasil melakukan *clustering* data menurut bobot nilai mata kuliah dan nilai

indeks prestasi mahasiswa untuk menentukan *cluster* konsentrasi jurusan pada program studi teknik informatika Universitas Serang Raya.

Penelitian yang menggunakan *Fuzzy Inference System* (FIS) Mamdani sebagai alat pendukung keputusan dalam penentuan penjurusan juga telah banyak dilakukan. Salah satu penelitian yang menggunakan FIS Mamdani sebagai alat pendukung keputusan adalah penentuan jurusan di SMA N 8 Surakarta [3]. Pada penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa FIS Mamdani dapat digunakan sebagai alat pendukung keputusan dalam penentuan penjurusan di SMA N 8 Surakarta. Penelitian lainnya adalah penggunaan FIS Mamdani untuk penentuan jurusan di SMA Negeri 1 Bireuen dengan kesimpulan bahwa FIS dapat memberikan keputusan dalam penentuan jurusan [4].

Penentuan penjurusan program peserta didik kelas X SMA Kristen 1 Salatiga menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* (FCM) berdasarkan variabel minat, nilai akademik, dan saran dari lembaga Psikologi telah diteliti sebelumnya dengan diperoleh 93,79% hasil penjurusan FCM sesuai dengan penjurusan oleh sekolah [5]. Pada FCM, setiap variabel *clustering* yang digunakan memiliki bobot yang sama, sehingga kurang sesuai dengan aturan penjurusan sekolah yang sangat memperhatikan variabel minat dalam penjurusan, oleh karena itu perlu metode pengambilan keputusan lain yang lebih sesuai. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Fuzzy Inference System* (FIS) Mamdani, dimana pengambilan keputusan berdasarkan aturan *fuzzy* yang dibentuk sesuai dengan aturan sekolah. Dalam makalah ini, data yang sama dianalisis menggunakan *Fuzzy C-Means* (FCM) dan *Fuzzy Inference System* (FIS) Mamdani untuk menentukan jurusan program peserta didik. Pada tahap awal, peserta didik dikelompokkan ke dalam tiga *cluster* yaitu *cluster* IPA, *cluster* IPS, dan *cluster* BHS menggunakan algoritma FCM berdasarkan data nilai akademik, hasil yang diperoleh berupa nilai keanggotaan *fuzzy* setiap peserta didik pada setiap *cluster*. Selanjutnya, nilai keanggotaan *fuzzy* yang telah diperoleh bersama dengan data minat peserta didik dan saran penjurusan bagi peserta didik dari lembaga Psikologi digunakan sebagai variabel *input* dalam penentuan penjurusan menggunakan metode FIS Mamdani.

## B. Tinjauan Pustaka

### 1) *Fuzzy C-Means* (FCM)

*Fuzzy C-Means* (FCM) merupakan suatu algoritma *clustering* data dimana keberadaan setiap titik data dalam suatu *cluster* ditentukan oleh nilai keanggotaan *fuzzy*, yaitu suatu nilai yang menunjukkan seberapa besar tingkat keanggotaan suatu anggota dalam suatu himpunan *fuzzy*. FCM adalah algoritma *clustering* data yang terawasi, sehingga perlu diketahui terlebih dahulu banyak *cluster* yang akan dibentuk. Hasil dari algoritma FCM berupa pusat *cluster* dan nilai keanggotaan setiap data untuk masing-masing *cluster* [6].

Berikut ini adalah algoritma FCM [7] :

1. Masukkan data  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ,  $x_i \in \mathfrak{R}^m$  dengan  $n$  = banyak data dan  $m$  = banyak variabel, kemudian tentukan banyak *cluster*  $c \in \{2, 3, \dots, n-1\}$ , dan pangkat pembobot  $w \in (1, \infty)$  serta inialisasi matriks  $U_{n \times c}^{(1)} = [\mu_{ik}^{(1)}]$ , dimana  $\mu_{ik}$  merupakan bilangan *random* yang menyatakan nilai keanggotaan *fuzzy* dengan  $1 \leq i \leq n$ ,  $1 \leq k \leq c$ .
2. Pada iterasi ke- $t$ ,  $t = 1, 2, \dots$  hitung pusat *cluster* ( $V_{kj}^{(t)}$ ) menggunakan rumus (1).

$$V_{kj}^{(t)} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik}^{(t)})^w X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik}^{(t)})^w} \quad (1)$$

dengan :

$V_{kj}^{(t)}$  = pusat *cluster* ke- $k$  untuk variabel ke- $j$  pada iterasi ke- $t$ .

$X_{ij}$  = data ke- $i$  variabel ke- $j$ .

$\mu_{ik}^{(t)}$  = nilai keanggotaan data ke- $i$  *cluster* ke- $k$  pada iterasi ke- $t$ .

$w$  = pangkat pembobot, mengendalikan kekaburan (*fuzziness*) dari *cluster-cluster* yang dihasilkan.

$n$  = banyak data.

3. Hitung fungsi obyektif ( $P^{(t)}$ ) pada iterasi ke- $t$  menggunakan rumus (2).

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

4. Perbaiki matriks  $U^{(t)} = [\mu_{ik}^{(t)}]$  dengan rumus (3).

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

5. Jika  $\left( |P^{(t)} - P^{(t-1)}| < \xi \right)$  dengan  $\xi$  = konstanta berhenti, maka iterasi berhenti. Jika tidak,  $t = t+1$  dan kembali ke langkah 2.

## 2) Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani

*Fuzzy inference* merupakan proses pemetaan data dari *input* ke *output* menggunakan logika *fuzzy* [8]. Terdapat tiga metode FIS yang dapat digunakan, yaitu metode Tsukamoto, metode Mamdani, dan metode Takagi Sugeno. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode Mamdani atau sering dikenal sebagai metode *Max-Min*. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Dalam proses pemetaan dari *input* ke *output*, metode Mamdani memiliki empat tahap, yaitu [9] :

1. Pembentukan himpunan *fuzzy* (*fuzzyfikasi*)

Pada tahap ini, *input crisp* ditransformasikan ke dalam *input fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy*. Fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* merupakan fungsi yang memetakan himpunan semesta  $X$  ke selang tertutup  $[0, 1]$ . Terdapat beberapa fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* yang dapat digunakan yaitu fungsi keanggotaan linier naik dan turun, fungsi keanggotaan segitiga, fungsi keanggotaan trapesium, fungsi keanggotaan bentuk bahu, fungsi keanggotaan kurva-S, dan fungsi keanggotaan bentuk lonceng [9]. Dalam penelitian ini digunakan fungsi keanggotaan segitiga, linier naik dan linier turun. Fungsi keanggotaan segitiga dapat ditentukan dengan rumus (4) dan representasi kurva fungsi keanggotaan segitiga pada Gambar 1a.

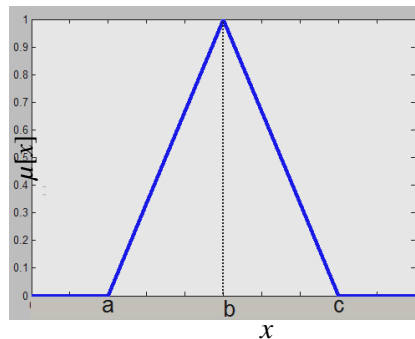
$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b) & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (4)$$

Fungsi keanggotaan linier naik dapat ditentukan dengan rumus (5) dan representasi kurva fungsi keanggotaan linier naik pada Gambar 1b.

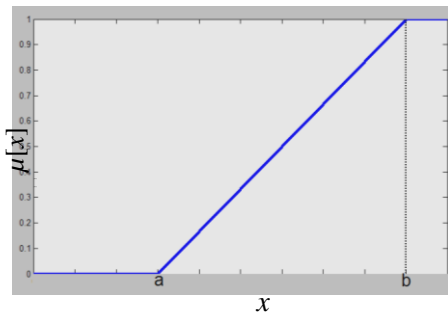
$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ 1 & x \geq b \end{cases} \quad (5)$$

Fungsi keanggotaan linier turun dapat ditentukan dengan rumus (6) dan representasi kurva fungsi keanggotaan linier turun pada Gambar 1c.

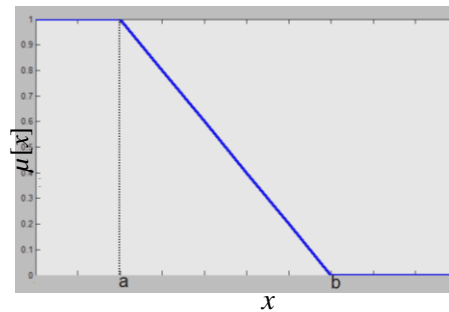
$$\mu[x] = \begin{cases} 1 & x \leq a \\ (b-x)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ 0 & x \geq b \end{cases} \quad (6)$$



Gambar 1a. Representasi fungsi keanggotaan bentuk segitiga



Gambar 1b. Representasi fungsi keanggotaan bentuk linier naik



Gambar 1c. Representasi fungsi keanggotaan bentuk linier turun

## 2. Aplikasi fungsi implikasi yang berisi aturan

Aturan pada himpunan *fuzzy* menunjukkan bagaimana sistem beroperasi. Aturan *fuzzy* secara umum dituliskan dalam bentuk implikasi, yaitu *If* ( $x_1$  is  $A_1$ ) \* ( $x_2$  is  $A_2$ ) \* ... \* ( $x_n$  is  $A_n$ ) *then*  $y$  is  $B$ , dengan  $x_i$  dan  $y$  adalah skalar, sedangkan  $A_i$  dan  $B$  adalah variabel linguistik dan \* merupakan suatu operator *and* atau *or*. Variabel linguistik merupakan variabel himpunan istilah-istilah dari bahasa sehari-hari, misalnya tinggi, cepat, muda, dan sebagainya [10]. Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah *Min*, dengan operator *and*.

## 3. Komposisi aturan

Pada tahap ini, inferensi diperoleh dari himpunan-himpunan *fuzzy* yang merepresentasikan keluaran pada tiap aturan yang dikombinasikan menjadi satu himpunan *fuzzy* tunggal. Pada FIS Mamdani, metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy* adalah metode *Max*, dimana solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy* dan mengaplikasikannya ke *output* menggunakan operator *or*.

#### 4. Penegasan (*defuzzyfikasi*)

Solusi himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy* selanjutnya ditransformasikan menjadi bilangan-bilangan *crisp* pada domain himpunan *fuzzy* tersebut, proses ini disebut *defuzzyfikasi*. Metode yang paling sering digunakan untuk *defuzzyfikasi* adalah metode *centroid* yang disajikan pada rumus (7). Pada metode *centroid*, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah himpunan *output fuzzy*.

$$z' = \frac{\int z\mu[z]dz}{\int \mu[z]dz} \quad (7)$$

dengan :

$z'$  = titik pusat daerah himpunan *output fuzzy*

$z$  = variabel *output*

$\mu[z]$  = fungsi keanggotaan himpunan *output fuzzy*

### C. Metode Penelitian

#### 1) Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari SMA Kristen 1 Salatiga yang meliputi :

1. Mekanisme aturan penjurusan peserta didik tahun pelajaran 2012/2013 berdasarkan Surat Keputusan Kepala Sekolah dan wawancara dengan Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum.
2. Banyak peserta didik tahun pelajaran 2012/2013 adalah 186. Peserta didik yang diteliti sebanyak 177, yaitu peserta didik yang memiliki data lengkap.
3. Data nilai akademik peserta didik kelas X semester 2 tahun pelajaran 2012/2013 dan nilai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) untuk mata pelajaran inti IPA yaitu nilai matematika, nilai fisika, nilai kimia, dan nilai biologi, mata pelajaran inti IPS yaitu nilai geografi, nilai sosiologi, nilai ekonomi, dan nilai sejarah, serta mata pelajaran inti BHS yaitu nilai bahasa Inggris, nilai bahasa Indonesia, dan nilai bahasa Mandarin.
4. Data minat peserta didik kelas X tahun pelajaran 2012/2013 yang diambil dari hasil kuesioner sekolah.
5. Data hasil tes penelusuran bakat dan minat kelas X tahun pelajaran 2012/2013 yang dilakukan oleh lembaga Psikologi berupa saran jurusan program bagi setiap peserta didik.
6. Data peserta didik kelas XI tahun pelajaran 2013/2014 yang telah dijuruskan oleh sekolah.

#### 2) Analisis Data Nilai Akademik Menggunakan FCM

Peserta didik dikelompokkan ke dalam tiga *cluster* menggunakan FCM berdasarkan data nilai akademik. Data diolah menjadi *cluster* menggunakan program yang dibuat dengan *software* MATLAB berdasarkan algoritma FCM. Data dibuat dalam bentuk matriks berukuran  $177 \times 11$ , dimana 177 merupakan banyak peserta didik dan 11 merupakan variabel *clustering* yang digunakan yaitu nilai akademik mata pelajaran matematika, fisika, kimia, biologi, geografi sosiologi, ekonomi, sejarah, bahasa Inggris, bahasa Indonesia, dan bahasa Mandarin. Untuk mengolah data menggunakan program FCM yang telah dibuat, perlu inisialisasi parameter awal terlebih dahulu yaitu banyak *cluster*, besar pangkat pembobot, dan konstanta berhenti. Pada penelitian ini, banyak *cluster* adalah tiga sesuai dengan banyak jurusan program yang tersedia dan konstanta berhenti dipilih  $10^{-5}$ . Pilihan terbaik untuk  $w$  (pangkat pembobot) adalah  $[1,5, 2,5]$ , rata-rata dan titik tengahnya yaitu  $w=2$  menjadi pilihan yang paling banyak digunakan oleh pengguna FCM [11], sehingga dalam penelitian ini besar pangkat pembobot yang digunakan adalah 2.

*Output* dari program FCM ini adalah pusat *cluster*, nilai keanggotaan masing-masing data pada setiap *cluster*, banyak iterasi yang terjadi, dan nilai fungsi obyektif pada setiap iterasi. Nilai

keanggotaan masing-masing data pada setiap *cluster* selanjutnya digunakan sebagai variabel input FIS yaitu untuk nilai keanggotaan setiap data pada *cluster* IPA digunakan sebagai variabel kecenderungan IPA, untuk nilai keanggotaan setiap data pada *cluster* IPS digunakan sebagai variabel kecenderungan IPS, dan untuk nilai keanggotaan setiap data pada *cluster* BHS digunakan sebagai variabel kecenderungan BHS.

### 3) Konstruksi FIS Mamdani

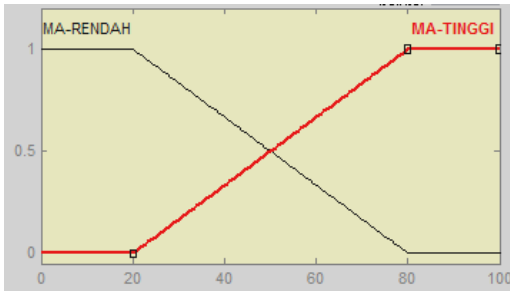
#### 1. Pembentukan himpunan *fuzzy* (*fuzzyfikasi*)

Tabel 1. Semesta pembicaraan dan himpunan *fuzzy* variabel *input* dan *output*

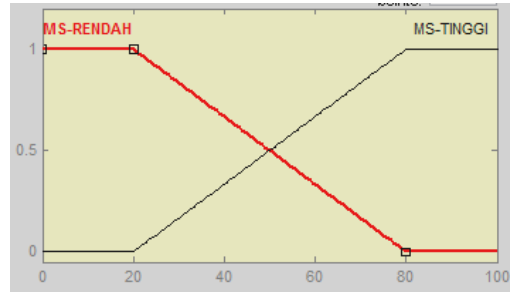
Variabel	Himpunan <i>fuzzy</i>	Semesta pembicaraan	Domain	
Minat	IPA	MA-RENDAH	[0, 80]	
		MA-TINGGI	[20, 100]	
	IPS	MS-RENDAH	[0, 80]	
		MS-TINGGI	[20, 100]	
	BHS	MB-RENDAH	[0, 80]	
		MB-TINGGI	[20, 100]	
Input	Kecenderungan	IPA	KA-RENDAH	[0, 0,5]
			KA-SEDANG	[0, 1]
		IPS	KS-RENDAH	[0, 0,5]
			KS-SEDANG	[0, 1]
		BHS	KB-RENDAH	[0, 0,5]
			KB-SEDANG	[0, 1]
	Saran	IPA	-	-
			-	-
		IPS	-	{0, 1}
			-	-
		BHS	-	-
			-	-
Output	Program	IPA	PA-RENDAH	[0, 0,5]
			PA-SEDANG	[0,1, 0,9]
		IPS	PS-RENDAH	[0, 0,5]
			PS-SEDANG	[0,1, 0,9]
		BHS	PB-RENDAH	[0, 0,5]
			PB-SEDANG	[0,1, 0,9]
	Saran	IPA	PA-TINGGI	[0,5, 1]
			PS-TINGGI	[0,5, 1]
		IPS	PB-TINGGI	[0,5, 1]
			PB-TINGGI	[0,5, 1]

Untuk membentuk himpunan *fuzzy* diperlukan semesta pembicaraan. Semesta pembicaraan dan himpunan *fuzzy* yang dibuat untuk setiap variabel *input* dan *output* disajikan dalam Tabel 1. Nilai keanggotaan *fuzzy* pada variabel *input* minat dan variabel *input* kecenderungan dapat ditentukan dengan fungsi keanggotaan *fuzzy* melalui pendekatan fungsi, sedangkan untuk variabel *input* saran tidak dinyatakan dalam himpunan *fuzzy* karena semesta pembicaraannya adalah {0,1}. Apabila sarannya adalah IPA maka variabel *input* saran yang digunakan hanya variabel saran IPA dengan nilai keanggotaan sama dengan 1, jika sarannya adalah IPS maka variabel saran yang digunakan hanya variabel saran IPS dengan nilai keanggotaan sama dengan 1, dan apabila sarannya adalah BHS maka variabel saran yang digunakan hanya variabel saran BHS dengan nilai keanggotaan sama dengan 1.

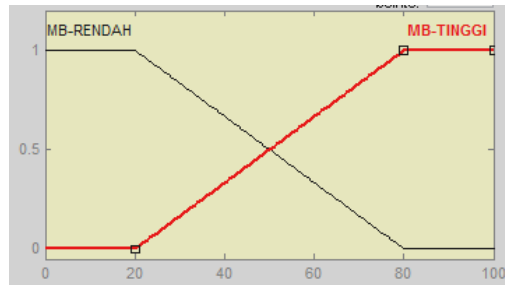
Representasi fungsi keanggotaan variabel *input* minat IPA, IPS, dan BHS dapat dilihat pada Gambar 2a, Gambar 2b, dan Gambar 2c, dengan sumbu horizontal adalah besar minat peserta didik dan sumbu vertikal adalah nilai keanggotaan *fuzzy*.



Gambar 2a. Representasi fungsi keanggotaan variabel *input* minat IPA

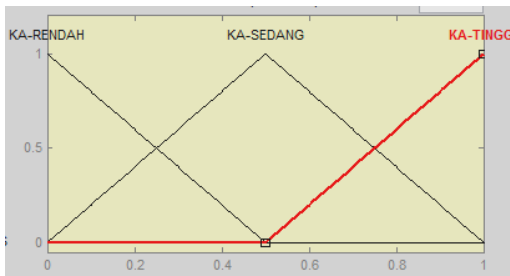


Gambar 2b. Representasi fungsi keanggotaan variabel *input* minat IPS

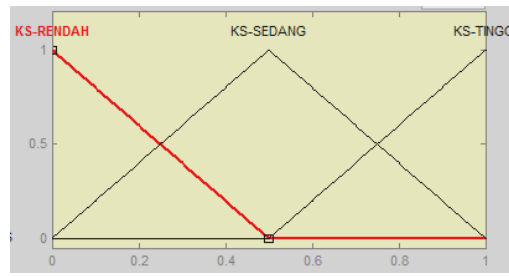


Gambar 2c. Representasi fungsi keanggotaan variabel *input* minat BHS

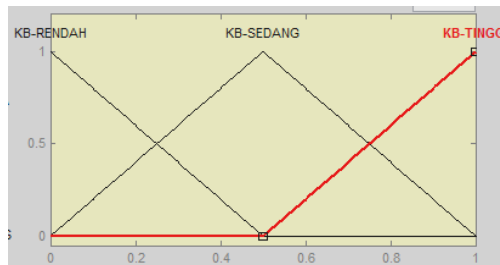
Representasi fungsi keanggotaan variabel *input* kecenderungan IPA, IPS, dan BHS dapat dilihat pada Gambar 3a, Gambar 3b, dan Gambar 3c, dengan sumbu horizontal adalah besar kecenderungan dan sumbu vertikal adalah nilai keanggotaan *fuzzy*.



Gambar 3a. Representasi fungsi keanggotaan variabel *input* kecenderungan IPA

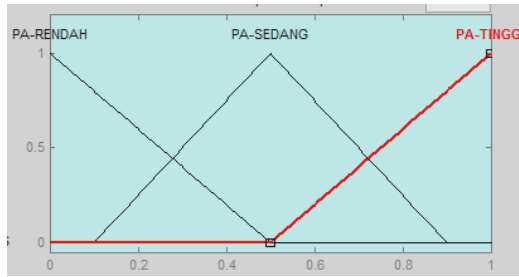


Gambar 3b. Representasi fungsi keanggotaan variabel *input* kecenderungan IPS

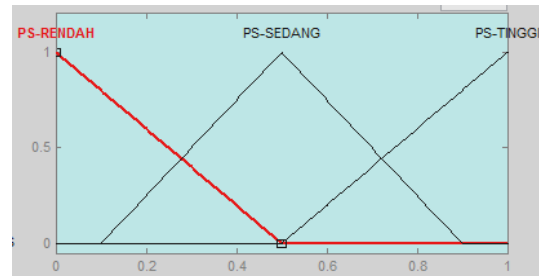


Gambar 3c. Representasi fungsi keanggotaan variabel *input* kecenderungan BHS

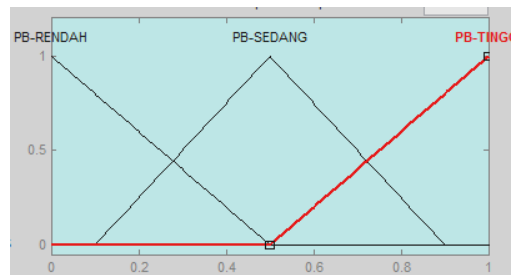
Representasi fungsi keanggotaan variabel *output* program IPA, IPS, dan BHS dapat dilihat pada Gambar 4a, Gambar 4b, dan Gambar 4c, dengan sumbu horizontal adalah nilai *crisp* program dan sumbu vertikal adalah nilai keanggotaan *fuzzy*.



Gambar 4a. Representasi fungsi keanggotaan variabel *output* program IPA



Gambar 4b. Representasi fungsi keanggotaan variabel *output* program IPS



Gambar 4c. Representasi fungsi keanggotaan variabel *output* program BHS

## 2. Penentuan aturan *fuzzy* menggunakan fungsi implikasi

Setelah pembentukan himpunan *fuzzy* untuk masing-masing variabel, langkah selanjutnya adalah penentuan aturan *fuzzy*. Aturan *fuzzy* merupakan keseluruhan aturan dari kombinasi tujuh variabel *input* dengan memperhatikan aturan penjurusan sekolah. Pada penelitian ini, terdapat 180 aturan *fuzzy* yang terbentuk. Berikut ini adalah beberapa aturan *fuzzy* yang terbentuk, yaitu :

Aturan 1. *If* (minat IPA is MA-TINGGI) *and* (minat IPS is MS-RENDAH) *and* (minat BHS is MB-RENDAH) *and* (kecenderungan IPA is KA-TINGGI) *and* (kecenderungan IPS is KS-SEDANG) *and* (kecenderungan BHS is KB-RENDAH) *and* (saran is IPA) *then* (program IPA is PA-TINGGI)(program IPS is PS-RENDAH)(program BHS is PB-RENDAH)

Aturan 96. *If* (minat IPA is MA-RENDAH) *and* (minat IPS is MS-TINGGI) *and* (minat BHS is MS-Rendah) *and* (kecenderungan IPA is KA-RENDAH) *and* (kecenderungan IPS is KS-RENDAH) *and* (kecenderungan BHS is KB-TINGGI) *and* (saran is BHS) *then* (program IPA is PA-RENDAH)(program IPS is PA-SEDANG)(program BHS is PB-RENDAH)

Aturan 117. *If* (minat IPA is MA-RENDAH) *and* (minat IPS is MS-TINGGI) *and* (minat BHS is MB-RENDAH) *and* (kecenderungan IPA is KA-SEDANG) *and* (kecenderungan IPS is KS-SEDANG) *and* (kecenderungan BHS is KB-SEDANG) *and* (saran is IPS) *then* (program IPA is PA-RENDAH)(program IPS is PS-TINGGI)(program BHS is PB-RENDAH)

Aturan 174. *If* (minat IPA is MA-RENDAH) *and* (minat IPS is MS-TINGGI) *and* (minat BHS is MB-RENDAH) *and* (kecenderungan IPA is KA-SEDANG) *and* (kecenderungan IPS is KS-RENDAH) *and* (kecenderungan BHS is KB-RENDAH) *and* (saran is BHS) *then* (program IPA is PA-RENDAH)(program IPS is PS-SEDANG)(program BHS is PB-RENDAH)

## 3. Penegasan (*defuzzyfikasi*)

Langkah terakhir dari penentuan penjurusan adalah mengubah himpunan *output fuzzy* ke himpunan *output crisp*. *Output crisp* diperoleh dengan metode *centroid* pada rumus (7). Pada penelitian ini, terdapat tiga himpunan *output fuzzy* yaitu program IPA, program IPS, dan program BHS, dimana ketiga himpunan *fuzzy* tersebut diubah menjadi himpunan *output crisp* untuk setiap himpunannya. *Output* dari FIS ini adalah tiga bilangan *crisp*, yang kemudian ketiganya dibandingkan. Keputusan diambil berdasarkan bilangan *crisp* tertinggi.



#### D. Hasil dan Pembahasan

Analisis data FCM berdasarkan data nilai akademik, *clustering* berhenti pada iterasi ke 28. Gambar 5 merupakan grafik nilai fungsi obyektif pada setiap iterasinya yang dihitung menggunakan rumus (2) dengan toleransi  $10^{-5}$  dan nilai  $w$  (pangkat pembobot) yang digunakan berdasarkan literatur adalah 2 [11]. Terlihat pada grafik bahwa semakin besar iterasinya nilai fungsi obyektif semakin konstan, hal ini menunjukkan bahwa nilai fungsi obyektif telah mencapai minimum pada iterasi ke 28. Tujuan dari FCM adalah mendapatkan nilai keanggotaan yang meminimumkan fungsi obyektif [12]. Dengan demikian, nilai pusat *cluster* dan nilai keanggotaan setiap data untuk masing-masing *cluster* yang terbentuk pada iterasi ke 28 telah mencapai nilai optimum.



Gambar 5. Grafik nilai fungsi obyektif pada setiap iterasi

Nilai pusat *cluster* setiap *cluster* yang diperoleh dari hasil *clustering* dapat dilihat pada Tabel 2. *Cluster* IPA, *cluster* IPS, dan *cluster* BHS dapat diidentifikasi dengan cara membandingkan nilai pusat *cluster* yang diperoleh dengan nilai KKM masing-masing.

Tabel 2. Nilai pusat *cluster* setiap variabel

Cluster ke-	Variabel Nilai IPA				Variabel Nilai IPS				Variabel Nilai BHS		
	Mat	Fis	Kim	Bio	Geo	Sosio	Eko	Sej	B. Ing	B. Ind	B. Mand
1	75,1	72,0	73,7	73,1	76,5	77,3	78,0	81,5	75,9	79,0	85,8
2	83,9	79,0	82,4	79,4	84,7	81,6	81,6	87,3	83,2	82,8	90,5
3	71,5	71,3	70,8	68,9	72,5	74,1	76,2	77,8	73,2	75,6	73,9

Nilai KKM untuk matematika, fisika, kimia, dan biologi secara berturut-turut adalah 71, 71, dan 70. Berdasarkan nilai pusat *cluster* variabel nilai mata pelajaran inti IPA pada Tabel 2, nilai pusat *cluster* matematika, kimia dan biologi untuk *cluster* 1 adalah 75,1; 73,7; dan 73,1; terlihat bahwa ketiga nilai pusat *cluster* tersebut berada di atas KKM, sedangkan nilai pusat *cluster* fisika untuk *cluster* 1 adalah 72, nilai pusat *cluster* ini berada di atas KKM namun selisihnya sama dengan 1. Nilai pusat *cluster* fisika dianggap terlalu dekat dengan nilai KKMnya sehingga *cluster* 1 tidak dapat diidentifikasi sebagai *cluster* IPA. Nilai pusat *cluster* matematika, fisika, kimia, dan biologi untuk *cluster* 2 adalah 83,9; 79; 82,4; dan 79,4. Terlihat bahwa nilai pusat *cluster* variabel nilai mata pelajaran inti IPA pada *cluster* 2 berada di atas nilai KKM dan memiliki selisih dengan nilai KKMnya lebih dari 1. Untuk *cluster* 3 nilai pusat *cluster* matematika adalah 71,5 dan nilai pusat *cluster* fisika adalah 71,3; kedua nilai pusat *cluster* tersebut memiliki selisih kurang dari 1 dengan nilai KKMnya masing-masing, sedangkan untuk nilai pusat *cluster* kimia dan biologi adalah 70,8 dan 68,9; kedua nilai tersebut berada di bawah nilai KKMnya, sehingga *cluster* 3 tidak dapat diidentifikasi sebagai *cluster* IPA.

Pada mata pelajaran inti IPS, nilai KKM untuk geografi, sosiologi, ekonomi, dan sejarah secara berturut-turut adalah 71, 72, 72, dan 75. Pada Tabel 2 terlihat bahwa nilai pusat *cluster* variabel nilai mata pelajaran inti IPS untuk semua *cluster* memiliki nilai di atas KKM, dengan nilai pusat *cluster* untuk mata pelajaran geografi, sosiologi, ekonomi, dan sejarah pada *cluster* 1 secara berturut-turut adalah 76,5; 77,3; 78; dan 81,5; pada *cluster* 2 secara berturut-turut adalah 84,7; 81,6; 81,6; dan 87,3; serta pada *cluster* 3 secara berturut-turut adalah 72,5; 74,1; 76,2; dan 77,8. Semua pusat *cluster* variabel nilai mata pelajaran inti IPS untuk ketiga *cluster* memiliki nilai di atas KKM dan selisihnya dengan nilai KKM lebih dari 1.

Berdasarkan variabel nilai mata pelajaran inti BHS, nilai pusat *cluster* untuk bahasa Inggris, bahasa Indonesia, dan bahasa Mandarin pada *cluster* 1 secara berturut-turut adalah 75,9; 79; dan 85,8; pada *cluster* 2 secara berturut-turut adalah 83,2; 82,8; dan 90,5; pada *cluster* 3 secara berturut-turut adalah 73,2; 75,6; dan 73,9. Nilai KKM untuk mata pelajaran bahasa Inggris, bahasa Indonesia, dan bahasa Mandarin secara berturut-turut adalah 73, 73, 70. Terlihat bahwa semua pusat *cluster* variabel nilai mata pelajaran inti BHS untuk *cluster* 1 dan *cluster* 2 memiliki nilai di atas KKM dan selisihnya dengan nilai KKM lebih dari 1. Pada *cluster* 3 nilai pusat *cluster* bahasa Indonesia dan bahasa Mandarin berada di atas KKM dan selisihnya dengan nilai KKM lebih dari 1, sedangkan untuk pusat *cluster* bahasa Inggris memiliki nilai lebih dari KKM akan tetapi selisihnya dengan nilai KKM kurang dari 1, hal ini menunjukkan bahwa *cluster* 3 tidak dapat diidentifikasi sebagai *cluster* BHS. Dari uraian tersebut maka dapat ditentukan bahwa *cluster* 1 diidentifikasi sebagai *cluster* BHS, *cluster* 2 sebagai *cluster* IPA, dan *cluster* 3 sebagai *cluster* IPS.

Dari pengolahan data juga diperoleh nilai keanggotaan setiap peserta didik pada setiap *cluster*, nilai keanggotaan ini menyatakan besar kecenderungan peserta didik berada pada setiap *cluster* berdasarkan nilai akademik. Beberapa data peserta didik dengan besar kecenderungan pada setiap *cluster* berdasarkan nilai akademik disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Beberapa data peserta didik dengan besar kecenderungan pada setiap *cluster*

Peserta Didik ke-	Kecenderungan		
	<i>Cluster</i> 1 (BHS)	<i>Cluster</i> 2 (IPA)	<i>Cluster</i> 3 (IPS)
4	0,6858	0,1461	0,1681
5	0,1868	0,7171	0,0961
6	0,2702	0,0905	0,6392
48	0,1601	0,7567	0,0832
74	0,4919	0,0687	0,4394
75	0,2514	0,6363	0,1123
152	0,4248	0,0565	0,5188
160	0,3290	0,0709	0,6001

Nilai keanggotaan setiap peserta didik pada *cluster* BHS menyatakan kecenderungan peserta didik berada pada *cluster* BHS, nilai keanggotaan setiap peserta didik pada *cluster* IPA menyatakan kecenderungan peserta didik berada pada *cluster* IPA, nilai keanggotaan setiap peserta didik pada *cluster* IPS menyatakan kecenderungan peserta didik berada pada *cluster* IPS. Nilai keanggotaan setiap peserta didik pada masing-masing *cluster* tersebut selanjutnya digunakan sebagai variabel *input* dalam metode FIS Mamdani dengan nilai keanggotaan setiap peserta didik pada *cluster* IPA sebagai variabel *input* kecenderungan IPA, nilai keanggotaan setiap peserta didik pada *cluster* IPS sebagai variabel *input* kecenderungan IPS, dan nilai keanggotaan setiap peserta didik pada *cluster* BHS sebagai variabel *input* kecenderungan BHS.

Analisis data FIS Mamdani menggunakan *tools fuzzy* MATLAB dengan 7 variabel *input* yaitu minat peserta didik masuk IPA, minat masuk IPS, minat masuk BHS, kecenderungan IPA, kecenderungan IPS, kecenderungan BHS, dan saran dari lembaga Psikologi, serta menerapkan aturan penjurusan, diperoleh hasil berupa bilangan *crisp* untuk variabel *output* program IPA, IPS,

dan BHS. Hasil proses metode FIS berupa bilangan *crisp* pada variabel *output* program IPA, IPS, dan BHS untuk beberapa contoh data peserta didik disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Bilangan *crisp* pada variabel *output* program IPA, IPS, dan BHS untuk beberapa contoh data peserta didik

Peserta didik ke-	<i>Output</i>			Keputusan
	IPA	IPS	BHS	
1	0,484	0,358	0,191	IPA
2	0,486	0,342	0,18	IPA
14	0,189	0,647	0,353	IPS
25	0,652	0,355	0,187	IPA
31	0,178	0,619	0,329	IPS
119	0,351	0,646	0,19	IPS
128	0,64	0,367	0,192	IPA
129	0,19	0,644	0,356	IPS
175	0,181	0,337	0,663	BHS

Bilangan *crisp* setiap peserta didik pada setiap variabel *output* menunjukkan besar kecenderungan peserta didik berada pada program tersebut. Oleh karena itu, keputusan diambil berdasarkan nilai maksimum dari ketiga *output* bilangan *crisp* tersebut, apabila nilai maksimum peserta didik merupakan bilangan *crisp* pada program IPA, maka peserta didik tersebut dijuruskan ke program IPA, apabila nilai maksimum peserta didik merupakan bilangan *crisp* pada program IPS, maka peserta didik tersebut dijuruskan ke program IPS, dan apabila nilai maksimum peserta didik merupakan bilangan *crisp* pada program BHS, maka peserta didik tersebut dijuruskan ke program BHS.

Hasil keputusan menggunakan FIS Mamdani, terdapat 74 peserta didik yang dijuruskan ke program IPA, 75 peserta didik yang dijuruskan ke program IPS, dan 28 peserta didik yang dijuruskan ke BHS. Dari 177 peserta didik yang diteliti menggunakan FCM dan FIS Mamdani, terdapat 167 peserta didik yang hasil penentuan penjurusannya sesuai dengan hasil penjurusan sekolah dan 10 peserta didik yang hasil penjurusannya tidak sesuai dengan hasil penjurusan sekolah, sehingga secara keseluruhan hasil penentuan penjurusan menggunakan FCM dan FIS Mamdani memiliki kesesuaian sebesar 94,35% dari hasil penjurusan oleh sekolah.

Pada penelitian sebelumnya, hasil penentuan penjurusan yang hanya menggunakan FCM diperoleh 73 peserta didik yang dijuruskan ke program IPA, 75 peserta didik yang dijuruskan ke program IPS, dan 29 peserta didik yang dijuruskan ke BHS [5]. Dari 177 peserta didik, terdapat 166 peserta didik yang hasil penjurusannya sesuai dengan penjurusan sekolah, dan 11 peserta didik yang hasil penjurusannya tidak sesuai dengan penjurusan sekolah, sehingga persentase kesesuaian hasil penjurusan FCM dengan penjurusan sekolah adalah 93,79%.

Dari hasil penentuan penjurusan dengan kedua metode di atas memiliki selisih persentase kesesuaian hasil sebesar 0,56%, sehingga keduanya memiliki persentase kesesuaian hasil yang tidak jauh berbeda.

## E. Simpulan dan Saran

Dari hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan bahwa dengan menggunakan metode FCM dan FIS Mamdani terdapat 74 peserta didik yang dijuruskan ke program IPA, 75 peserta didik yang dijuruskan ke program IPS, dan 28 peserta didik yang dijuruskan ke program Bahasa, serta persentase kesesuaian dengan hasil penjurusan sekolah adalah 94,35%. Pada penentuan penjurusan yang hanya menggunakan FCM diperoleh 93,79% hasil penjurusannya sesuai dengan hasil penjurusan sekolah [5]. Keduanya memiliki persentase kesesuaian hasil yang tidak jauh berbeda.

Pada penelitian selanjutnya dapat digunakan fungsi keanggotaan *fuzzy* lain dalam membentuk himpunan *fuzzy* setiap variabel, serta penentuan aturan *fuzzy* yang digunakan dalam penelitian ini dapat lebih disempurnakan dan dibuat lebih efisien.

## F. Daftar Pustaka

- [1] Bahar, Suhartono, V., Wahono, R. S. 2011. Penentuan Jurusan Sekolah Menengah Atas Dengan Algoritma Fuzzy C-Means. *Jurnal Teknologi Informasi*, ISSN 1414-9999.
- [2] Munandar, A., Widyarto, W. O., Harsiti. 2013. *Clustering Data Nilai Mahasiswa Untuk Pengelompokan Konsentrasi Jurusan Menggunakan Fuzzy Cluster Means*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) 2013, ISSN 1907-5022, 15 Juni 2013. Yogyakarta.
- [3] Gautama, M. G. 2010. *Penentuan Jurusan di SMA N 8 Surakarta dengan Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani*. (Online). (<http://core.ac.uk/download/pdf/12345414.pdf> , diakses 15 Maret 2015).
- [4] Azmiana, Z., Bu'ulolo, Siagian, P. 2013. Penggunaan Sistem Inferensi Fuzzy Untuk Penentuan Jurusan di SMA Negeri 1 Bireuen. *Saintia Matematika*, Vol.1 No.3 (2013), pp 233-247.
- [5] Sasongko, M. A., Linawati, L., Parhusip H. A. 2015. *Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means Guna Penentuan Penjurusan Program Peserta Didik Tingkat SMA*. Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika. Universitas Negeri Yogyakarta. 14 November 2015. p 341-348.
- [6] Andriyani, T. M., Linawati, L., Setiawan, A. 2013. *Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means (FCM) Pada Penentuan Lokasi Pendirian Loker Pembayaran Air PDAM Salatiga*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains VIII Vol 4 No. 1. Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga. 15 Juni 2013. p 428-435.
- [7] Wang, L. X. 1997. *A Course in Fuzzy Systems and Control*. New Jersey: Printice Hall.
- [8] Jang, R., Gulley, N. 2015. *Fuzzy Logic Toolbox User's Guide*. (Online). ([http://www.mathworks.com/help/pdf\\_doc/fuzzy/fuzzy.pdf](http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/fuzzy/fuzzy.pdf), diakses 4 Oktober 2015).
- [9] Kusumadewi, S. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [10] Susilo, F. 2003. *Pengantar Himpunan dan Logika Kabur Serta Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [11] Pal, N.R., Bezdek, J.C. 1995. On Cluster Validity For The Fuzzy C-Means Model. *Fuzzy Systems IEEE Transactions*, Vol 3, Issue 3, pp 370-379, ISSN 1063-6706.
- [12] Klir, J. G., Yuan, B. 1995. *Fuzzy Sets and Fuzzy logic Theory and Applications*. New Jersey: Printice Hall.