

IMPLEMENTASI FUZZY C-MEANS CLUSTERING DALAM PENENTUAN BEASISWA

D. L. Rahakbauw¹, V. Y. I. Ilwaru², M. H. Hahury³

^{1,2,3}Jurusan Matematika FMIPA Universitas Pattimura

Jln. Ir. M. Putuhena, Kampus Unpatti, Poka-Ambon, Kode Pos 97233

e-mail: ¹lodewyik@gmail.com

Abstrak

Logika *fuzzy* merupakan salah satu komponen pembentuk *Soft Computing*, yaitu suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Dalam banyak hal logika *fuzzy* digunakan sebagai suatu cara untuk memecahkan permasalahan dari input menuju output yang diharapkan. Dalam penelitian ini logika *fuzzy* digunakan untuk penentuan beasiswa dengan metode *Fuzzy C-Means*. Untuk mendapatkan beasiswa, ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi. Adapun kriteria yang ditetapkan adalah semester, IPK, jumlah tanggungan orang tua, penghasilan total orang tua, dan alat transportasi. Untuk itu diperlukan suatu Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang dapat memperhitungkan segala kriteria yang mendukung pengambilan keputusan guna membantu, mempercepat dan mempermudah proses pengambilan keputusan.

Kata Kunci: Beasiswa, Fuzzy C-Means, kriteria, logika fuzzy, SPK

IMPLEMENTATION OF FUZZY C-MEANS CLUSTERING IN SCHOLARSHIP DETERMINATION

Abstract

Fuzzy logic is one of the components forming *Soft Computing*, which is an appropriate way to map an input space into an output space. In many ways fuzzy logic is used as a way to solve problems from inputs to expected outputs. In this research fuzzy logic is used for the determination of scholarship with *Fuzzy C-Means* method. To get a scholarship, there are several criteria that must be met. The criteria specified are semester, GPA, the number of dependents of parents, parents' total income, and means of transportation. For that required a Decision Support System (SPK) which can take into account all the criteria that support decision-making to help, accelerate and simplify the decision-making process.

Keywords: Criteria, Fuzzy logic, Fuzzy C-Means, scholarships, SPK

1. Pendahuluan

Beasiswa adalah pemberian berupa bantuan keuangan yang diberikan kepada perorangan yang bertujuan untuk digunakan demi keberlangsungan pendidikan yang ditempuh [1]. Pemberian beasiswa kepada mahasiswa dilakukan secara selektif sesuai dengan jenis beasiswa yang diadakan. Universitas Pattimura menyediakan beberapa program beasiswa, sebagai contoh yaitu beasiswa Peningkatan Prestasi Akademi (PPA), Beasiswa Bantuan Belajar Mahasiswa (BBM), Bidikmisi, dan lain sebagainya. Indeks Prestasi Kumulatif (IPK), jumlah tanggungan keluarga, dan penghasilan total orang tua (penghasilan ayah ditambah penghasilan ibu) menjadi kriteria dalam proses rekrutmen beasiswa. Untuk itu diperlukan suatu Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang dapat memperhitungkan segala kriteria yang mendukung pengambilan keputusan guna membantu, mempercepat dan mempermudah proses pengambilan keputusan.

Proses seleksi penerimaan beasiswa secara manual yaitu dengan menginputkan satu persatu data mahasiswa ke dalam file spreadsheet kemudian melakukan sorting data mahasiswa seringkali menimbulkan beberapa permasalahan, antara lain membutuhkan waktu yang lama dan ketelitian yang tinggi. Selain itu, transparansi serta ketidakjelasan metodologi yang digunakan dalam proses komputasi penerimaan beasiswa

juga menjadi salah satu permasalahan, sehingga dibutuhkan suatu sistem yang dapat membantu dalam proses pengambilan keputusan siapa saja mahasiswa yang direkomendasikan menerima beasiswa berdasarkan kriteria yang telah ditentukan secara cepat dan tepat sasaran.

Fuzzy clustering adalah salah satu teknik untuk menentukan *cluster* optimal dalam suatu ruang vektor yang didasarkan pada bentuk normal Euclidean untuk jarak antar vektor. *Fuzzy clustering* sangat berguna bagi pemodelan *fuzzy* terutama dalam mengidentifikasi aturan-aturan *fuzzy*. Ada beberapa algoritma *clustering* data, salah satu di antaranya adalah *Fuzzy C-Means*. *Fuzzy C-Means* adalah suatu teknik *cluster-an* yang mana keberadaannya tiap-tiap titik data dalam suatu *cluster* ditentukan oleh derajat keanggotaan. Teknik ini pertama kali diperkenalkan oleh Jim Bezdek [2].

Konsep dari *Fuzzy C-Means* pertama kali adalah menentukan pusat *cluster*, yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap *cluster*. Pada kondisi awal, pusat *cluster* ini masih belum akurat. Tiap-tiap titik data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap *cluster*. Dengan cara memperbaiki pusat *cluster* dan derajat keanggotaan tiap-tiap titik data secara berulang, maka akan dapat dilihat bahwa pusat *cluster* akan bergerak menuju lokasi yang tepat. Output dari *Fuzzy C-Means* merupakan deretan pusat *cluster* dan beberapa derajat keanggotaan untuk tiap-tiap titik data. Informasi ini dapat digunakan untuk membangun suatu *fuzzy inference system*. Dalam penelitian ini akan dibahas tentang penentuan beasiswa kepada mahasiswa yang direkomendasikan menerima beasiswa berdasarkan kriteria yang ditentukan dengan menggunakan *Fuzzy C-Means Clustering*.

1.1. Logika Fuzzy dan Operasi Himpunan Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan sesuatu logika yang memiliki nilai keaburan atau kesamaran (*fuzziness*) antara benar atau salah. Logika *Fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dalam teori logika *fuzzy* suatu nilai bias bernilai benar atau salah secara bersama. Namun berapa besar keberadaan dan kesalahan suatu tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1. Berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai 1 atau 0. Logika *fuzzy* digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (*linguistic*), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat. Dan logika *fuzzy* menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Tidak seperti logika klasik (*crisp*)/ tegas, suatu nilai hanya mempunyai 2 kemungkinan yaitu merupakan suatu anggota himpunan atau tidak. Derajat keanggotaan 0 (nol) artinya nilai bukan merupakan anggota himpunan dan 1 (satu) berarti nilai tersebut adalah anggota himpunan.

Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output, mempunyai nilai kontinu. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama [3]. Logika *Fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan" dan "sangat".

Pada teori himpunan *fuzzy*, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau *membership function* menjadi ciri utama dalam penalaran dengan logika *fuzzy* tersebut.

Operasi himpunan *fuzzy* diperlukan untuk proses inferensi dan penalaran. Dalam hal ini yang dioperasikan adalah derajat keanggotaannya. Derajat keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua buah himpunan *fuzzy* disebut sebagai *fire strength* atau α -predikat. Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy* yaitu:

- 1) Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam sistem *fuzzy*.
- 2) Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau suatu keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*
- 3) Semesta pembicaraan adalah kesuseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*.
- 4) Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

1.2. Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan merupakan sistem berbasis komputer yang interaktif, yang membantu pengambil keputusan dengan memanfaatkan data dan model untuk menyelesaikan masalah-masalah yang tak terstruktur [4]. Ada yang mendefinisikan bahwa sistem pendukung keputusan merupakan suatu pendekatan untuk mendukung pengambilan keputusan. Sistem pendukung keputusan menggunakan data, memberikan antarmuka pengguna yang mudah, dan dapat menggabungkan pemikiran pengambil keputusan.

1.3. Fuzzy C-Means (FCM)

Fuzzy C-Means Clustering (FCM), atau dikenal juga sebagai *Fuzzy Isodata* merupakan salah satu metode *clustering* yang merupakan bagian dari metode *Hard K-Means*. FCM menggunakan model pengelompokan fuzzy sehingga data dapat menjadi anggota dari semua kelas atau cluster terbentuk dengan derajat atau tingkat keanggotaan yang berbeda antara 0 hingga 1. Tingkat keberadaan data dalam suatu kelas atau cluster ditentukan oleh derajat keanggotaannya.

Konsep dasar FCM, pertama kali adalah menentukan pusat *cluster* yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap *cluster*. Pada kondisi awal pusat cluster ini masih belu akurat. Tiap-tiap data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap *cluster*. Dengan cara memperbaiki pusat *cluster* dan nilai keanggotaan tiap-tiap data secara berulang, maka dapat dilihat bahwa pusat *cluster* akan menuju lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimasi fungsi obyektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat *cluster* yang berbobot oleh derajat keanggotaan titik data tersebut [5].

1.4. Algoritma FCM

Fuzzy C-Means Clustering (FCM), atau dikenal juga sebagai *fuzzy Isodata* merupakan salah satu metode *clustering* yang merupakan bagian dari metode *Hard K-Means*. FCM menggunakan model pengelompokan *fuzzy* sehingga data dapat menjadi anggota dari semua kelas atau *cluster* terbentuk dengan derajat atau tingkat keanggotaan yang berbeda antara 0 hingga 1. Tingkat keberadaan data dalam suatu kelas atau *cluster* ditentukan oleh derajat keanggotaannya.

Algoritma yang digunakan pada metode *Fuzzy C-means* adalah sebagai berikut:

- 1) Input data yang akan di-*cluster*, X , berupa matriks berukuran $n \times m$ (n = jumlah sampel data, m = atribut setiap data). X_{ij} data sampel ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$), atribut ke- j ($j = 1, 2, \dots, m$).
- 2) Tentukan:
 - Jumlah *cluster* = c
 - Pangkat = w
 - Maksimum iterasi = MaxIter
 - Error terkecil yang diharapkan = ξ
 - Fungsi objektif awal = $P_0 = 0$
 - Iterasi awal = $t = 1$
- 3) Bangkitkan bilangan *random* μ_{ik} , $i = 1, 2, \dots, n$; $k = 1, 2, \dots, c$; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U .

Hitung jumlah setiap kolom

$$Q_i = \sum_{k=1}^c \mu_{ik} \quad \text{dengan } j = 1, 2, \dots, n$$

Hitung:

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i}$$

- 4) Hitung pusat *cluster* ke- k , V_{kj} dengan $k = 1, 2, \dots, c$ dan $j = 1, 2, \dots, m$

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

- 5) Hitung fungsi objektif pada iterasi ke- t , P_t

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

- 6) Hitung perubahan matriks partisi

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

dengan: $i = 1, 2, \dots, n$ dan $k = 1, 2, \dots, c$

- 7) Cek kondisi berhenti

- Jika: $(|P_t - P_{t-1}| < \xi)$ atau $(t > \text{MaxIter})$ maka berhenti;
- Jika tidak: $t = t + 1$, ulangi langkah ke-4.

2. Hasil dan Pembahasan

2.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada mahasiswa Jurusan Matematika angkatan 2013 di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pattimura Ambon. Data yang digunakan adalah data mahasiswa yang sudah mendapatkan beasiswa dan yang tidak mendapat beasiswa. Variabel yang digunakan untuk menentukan penerimaan beasiswa menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* adalah sebagai berikut:

- 1) X_{i1} = Semester;
- 2) X_{i2} = IPK;
- 3) X_{i3} = Penghasilan total orang tua;
- 4) X_{i4} = Jumlah tanggungan orang tua;
- 5) X_{i5} = Alat transportasi.

Jumlah data sebanyak 14 mahasiswa dengan data ke- i ($i = 1, 2, \dots, 14$). Dari kriteria yang ditentukan dibuat suatu tingkat kepentingan kriteria berdasarkan nilai bobot yang telah ditentukan dalam bilangan *fuzzy*. Rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria sebagai berikut:

- 1) Rendah (R) = 0
- 2) Cukup (C) = 0.5
- 3) Tinggi (T) = 1

Nilai bobot dari setiap variabel ditentukan dalam bilangan *fuzzy*. Hasil perhitungan dilakukan berdasarkan langkah-langkah pada algoritma FCM. Langkah yang pertama yaitu memasukan data yang akan di-*cluster* ke dalam matriks X sebagai berikut:

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 0,5 & 0,5 & 1 & 0,5 \\ 1 & 0,5 & 0,5 & 1 & 0 \\ 1 & 0,5 & 0 & 1 & 0,5 \\ 1 & 1 & 0 & 0,5 & 0,5 \\ 1 & 0 & 1 & 0,5 & 0,5 \\ 1 & 0,5 & 0 & 1 & 0,5 \\ 1 & 0 & 0,5 & 1 & 0,5 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0,5 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0,5 \\ 0 & 0,5 & 1 & 1 & 0,5 \\ 1 & 0,5 & 0,5 & 1 & 0,5 \\ 1 & 0,5 & 1 & 1 & 0,5 \\ 1 & 0,5 & 1 & 1 & 0,5 \\ 0 & 0 & 0,5 & 0,5 & 0,5 \end{pmatrix}$$

Data yang dimasukan pada matriks X di atas adalah data yang sudah diberi bobot berdasarkan variabel-variabel penelitian.

Pada langkah kedua adalah menentukan parameter awal yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan algoritma *Fuzzy C-Means*. Parameter-parameter tersebut adalah banyak *cluster* ($c = 2$), pangkat ($w = 2$), maksimum iterasi (MaxIter = 50), eror terkecil yang diharapkan ($\xi = 0,01$), fungsi objektif awal ($P_0 = 0$), dan iterasi awal ($t = 1$). Banyaknya *cluster* yang ditentukan ada dua yaitu *cluster* untuk yang layak menerima beasiswa dan *cluster* untuk yang tidak layak menerima beasiswa.

Langkah ketiga akan dibangkitkan matriks U dengan komponen μ_{ik} , $i = 14$; $k = 2$, nilai μ_{ik} ditentukan secara acak dengan syarat jumlah nilai elemen matriks dari kolom dalam setiap baris harus 1. Matriks U yang terbentuk (secara random) adalah sebagai berikut:

$$U = \begin{pmatrix} 0,820 & 0,180 \\ 0,677 & 0,323 \\ 0,327 & 0,673 \\ 0,166 & 0,834 \\ 0,727 & 0,273 \\ 0,327 & 0,673 \\ 0,774 & 0,226 \\ 0,304 & 0,696 \\ 0,222 & 0,778 \\ 0,674 & 0,326 \\ 0,820 & 0,180 \\ 0,875 & 0,125 \\ 0,875 & 0,125 \\ 0,542 & 0,458 \end{pmatrix}$$

Matriks U yang sudah terbentuk akan digunakan untuk menghitung pusat *cluster* pada langkah selanjutnya. Langkah keempat akan dihitung pusat *cluster*. Berikut adalah hasil perhitungan pusat *cluster* dengan rumus sehingga menghasilkan pusat *cluster* 1 dan pusat *cluster* 2 yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Pusat Cluster Awal

μ_{i1}^w	μ_{i2}^w
0.6724	0.0324
0.458329	0.104329
0.106929	0.452929
0.027556	0.695556
0.528529	0.074529
0.106929	0.452929
0.599076	0.051076
0.092416	0.484416
0.049284	0.605284
0.454276	0.106276
0.6724	0.0324
0.765625	0.015625
0.765625	0.015625
0.293764	0.209764
Σ 5.593138	Σ 3.333138

Pada Tabel 1 di atas hasilnya diperoleh dari hasil pangkat dari matriks U pada setiap kolomnya dengan $w = 2$ dan akan dipakai pada perkalian dengan matriks X . Nilai dari Σ adalah hasil penjumlahan dari setiap kolomnya dan akan dipakai untuk menghitung hasil pusat cluster 1 dan 2.

Pada tabel dibawah ini merupakan hasil perkalian antara kolom μ_{i1}^w pada Tabel 1 dengan setiap kolom pada matriks X dan nilai dari Σ adalah hasil penjumlahan untuk setiap kolomnya dan nilai-nilai dari Σ tersebut akan dipakai dalam menghitung hasil pusat cluster 1.

Tabel 2. Perkalian antara Kolom μ_{i1}^w dengan Setiap Kolom Matriks X

Data ke-	$\mu_{i1}^w * X_{i1}$	$\mu_{i1}^w * X_{i2}$	$\mu_{i1}^w * X_{i3}$	$\mu_{i1}^w * X_{i4}$	$\mu_{i1}^w * X_{i5}$
1	0,672	0,336	0,336	0,672	0,336
2	0,458	0,229	0,229	0,458	0
3	0,107	0,053	0	0,107	0,053
4	0,028	0,028	0	0,014	0,014
5	0,529	0	0,529	0,264	0,264
6	0,107	0,053	0	0,107	0,053
7	0,599	0	0,3	0,599	0,3
8	0,092	0	0	0	0,046
9	0,049	0,049	0	0	0,025
10	0	0,227	0,454	0,454	0,227
11	0,672	0,336	0,336	0,672	0,336
12	0,766	0,383	0,766	0,766	0,383
13	0,766	0,383	0,766	0,766	0,383
14	0	0	0,147	0,147	0,147
Σ	4,845	2,078	3,862	5,027	2,567

Selanjutnya pada Tabel 3 diberikan hasil perkalian antara kolom μ_{i2}^w pada Tabel 1 dengan setiap kolom pada matriks X dan nilai dari Σ adalah hasil penjumlahan untuk setiap kolomnya dan nilai-nilai dari Σ tersebut akan dipakai untuk menghitung hasil pusat cluster 2.

Tabel 3. Perkalian antara Kolom μ_{i2}^w dengan Setiap Kolom Matriks X

Data ke-	$\mu_{i2}^w * X_{i1}$	$\mu_{i2}^w * X_{i2}$	$\mu_{i2}^w * X_{i3}$	$\mu_{i2}^w * X_{i4}$	$\mu_{i2}^w * X_{i5}$
1	0,032	0,016	0,016	0,032	0,016
2	0,104	0,052	0,052	0,104	0
3	0,453	0,226	0	0,453	0,226
4	0,696	0,696	0	0,348	0,348
5	0,075	0	0,075	0,037	0,037
6	0,453	0,226	0	0,453	0,226
7	0,051	0	0,026	0,051	0,026
8	0,484	0	0	0	0,242
9	0,605	0,605	0	0	0,303
10	0	0,053	0,106	0,106	0,053
11	0,032	0,016	0,016	0,032	0,016
12	0,016	0,008	0,016	0,016	0,008
13	0,016	0,008	0,016	0,016	0,008
14	0	0	0,105	0,105	0,105
Σ	3,017	1,907	0,427	1,754	1,614

Selanjutnya pada Tabel 4 diberikan hasil perhitungan pusat *cluster* 1 dan pusat *cluster* 2. Hasil untuk *cluster* 1 pada baris pertama diperoleh dari baris pada hasil penjumlahan setiap Σ pada Tabel 2 dibagi dengan nilai Σ pada kolom μ_{i1}^w dan untuk *cluster* 2 pada baris kedua hasilnya diperoleh dari baris pada hasil penjumlahan setiap Σ pada Tabel 3 dibagi dengan nilai Σ pada kolom μ_{i2}^w

Tabel 4. Hasil Pusat *Cluster* Iterasi 1

V_{kj}	1	2	3	4	5
1	0,866	0,372	0,690	0,899	0,459
2	0,905	0,572	0,128	0,526	0,484

Selanjutnya akan digunakan hasil pusat *cluster* pada tabel di atas untuk mencari nilai fungsi objektif pada langkah selanjutnya. Langkah kelima adalah menghitung nilai fungsi objektif (P_1) dengan rumus (lihat 1.4. Algoritma *Fuzzy C-Means*).

Pada Tabel 5, kolom C_1 hasilnya diperoleh dari setiap baris pada matriks X dikurangi dengan *cluster* 1 pada Tabel 4 kemudian dipangkatkan 2. Selanjutnya hasil penjumlahan setiap baris pada kolom C_1 dapat dilihat pada kolom ΣC_1 . Pada kolom $\Sigma C_1 * \mu_{i1}^w$ hasilnya diperoleh dari perkalian antara kolom ΣC_1 dengan kolom μ_{i1}^w pada Tabel 1. Hasil pada kolom ΣC_1 akan dipakai untuk mencari matriks U baru dan hasil pada kolom $\Sigma C_1 * \mu_{i1}^w$ akan dipakai untuk menghitung nilai fungsi objektif (P_1).

Pada Tabel 6 kolom C_2 hasilnya diperoleh dari setiap baris pada matriks X dikurangi dengan *cluster* 2 pada Tabel 4 kemudian dipangkatkan 2. Selanjutnya hasil penjumlahan setiap baris pada kolom C_2 dapat dilihat pada kolom ΣC_2 kemudian pada kolom $\Sigma C_2 * \mu_{i2}^w$ hasilnya diperoleh dari perkalian antara kolom ΣC_2 dengan kolom μ_{i2}^w pada Tabel 1. Hasil pada kolom ΣC_2 akan dipakai untuk mencari matriks U baru dan hasil pada kolom $\Sigma C_2 * \mu_{i2}^w$ akan dipakai untuk menghitung nilai fungsi objektif (P_1).

Tabel 5. Hasil Perhitungan C_1

Data ke-	C_1					ΣC_1	$\Sigma C_1 * \mu_{i1}^w$
	$(X_{i1} - V_{i1})^2$	$(X_{i2} - V_{i1})^2$	$(X_{i3} - V_{i1})^2$	$(X_{i4} - V_{i1})^2$	$(X_{i5} - V_{i1})^2$		
1	0,018	0,017	0,036	0,01	0,002	0,083	0,056
2	0,018	0,017	0,036	0,01	0,211	0,292	0,134
3	0,018	0,017	0,477	0,01	0,002	0,523	0,056
4	0,018	0,395	0,477	0,159	0,002	1,05	0,029
5	0,018	0,138	0,096	0,159	0,002	0,412	0,218
6	0,018	0,017	0,477	0,01	0,002	0,523	0,056
7	0,018	0,138	0,036	0,01	0,002	0,204	0,122
8	0,018	0,138	0,477	0,808	0,002	1,442	0,133
9	0,018	0,395	0,477	0,808	0,002	1,699	0,084
10	0,75	0,017	0,096	0,01	0,002	0,875	0,397
11	0,018	0,017	0,036	0,01	0,002	0,083	0,056
12	0,018	0,017	0,096	0,01	0,002	0,142	0,109
13	0,018	0,017	0,096	0,01	0,002	0,142	0,109
14	0,75	0,138	0,036	0,159	0,002	1,085	0,319

Tabel 6. Hasil Perhitungan C_2

Data ke-	C_2					ΣC_2	$\Sigma C_2 * \mu_{i2}^w$
	$(X_{i1} - V_{i2})^2$	$(X_{i2} - V_{i2})^2$	$(X_{i3} - V_{i2})^2$	$(X_{i4} - V_{i2})^2$	$(X_{i5} - V_{i2})^2$		
1	0,018	0,017	0,036	0,01	0,002	0,083	0,056
2	0,018	0,017	0,036	0,01	0,211	0,292	0,134
3	0,018	0,017	0,477	0,01	0,002	0,523	0,056
4	0,018	0,395	0,477	0,159	0,002	1,05	0,029
5	0,018	0,138	0,096	0,159	0,002	0,412	0,218
6	0,018	0,017	0,477	0,01	0,002	0,523	0,056
7	0,018	0,138	0,036	0,01	0,002	0,204	0,122
8	0,018	0,138	0,477	0,808	0,002	1,442	0,133
9	0,018	0,395	0,477	0,808	0,002	1,699	0,084
10	0,75	0,017	0,096	0,01	0,002	0,875	0,397
11	0,018	0,017	0,036	0,01	0,002	0,083	0,056
12	0,018	0,017	0,096	0,01	0,002	0,142	0,109
13	0,018	0,017	0,096	0,01	0,002	0,142	0,109
14	0,75	0,138	0,036	0,159	0,002	1,085	0,319

Selanjutnya pada Tabel 7 diberikan hasil perhitungan fungsi objektif untuk iterasi pertama. Hasilnya diperoleh dari penjumlahan antara kolom $\Sigma C_1 * \mu_{i1}^w$ pada Tabel 4.5 dengan kolom $\Sigma C_2 * \mu_{i2}^w$ pada Tabel 6 kemudian hasil penjumlahannya pada nilai Σ yang akan menjadi nilai dari P_1 yaitu 3,552.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Fungsi Objektif (P_1)

Data ke-	$\Sigma C_1 * \mu_{i1}^w + \Sigma C_2 * \mu_{i2}^w$
1	0,068
2	0,197
3	0,172
4	0,175
5	0,3
6	0,172
7	0,158
8	0,438
9	0,378
10	0,59
11	0,068
12	0,124
13	0,124
14	0,589
Σ	3.552

Langkah keenam akan dicari matriks U baru dengan rumus (lihat 1.4. Algoritma *Fuzzy C-Means*). Untuk kolom pertama hasilnya diperoleh dari kolom ΣC_1 dibagi dengan penjumlahan antara kolom ΣC_1 dengan kolom ΣC_2 dan untuk kolom kedua hasilnya diperoleh dari kolom ΣC_2 dibagi dengan penjumlahan antara kolom ΣC_1 dengan kolom ΣC_2 . Maka diperoleh matriks U dengan derajat keanggotaan baru sebagai berikut:

$$U = \begin{pmatrix} 0,180 & 0,820 \\ 0,323 & 0,677 \\ 0,627 & 0,373 \\ 0,834 & 0,166 \\ 0,273 & 0,727 \\ 0,671 & 0,329 \\ 0,226 & 0,774 \\ 0,696 & 0,304 \\ 0,778 & 0,222 \\ 0,326 & 0,674 \\ 0,180 & 0,820 \\ 0,125 & 0,875 \\ 0,125 & 0,875 \\ 0,458 & 0,542 \end{pmatrix}$$

Pada langkah ketujuh (langkah terakhir) akan diperiksa kondisi berhenti dimana nilai dari $|P_t - P_{t-1}| \leq \xi$. Karena $|P_1 - P_{1-1}| < \xi$ yaitu $3,552 > 0,01$ maka diulangi dari langkah 4 sampai pada iterasi terakhir dimana kondisi telah berhenti dengan menggunakan matriks U baru yang sudah diperoleh pada langkah sebelumnya.

Berikut adalah hasil pengelompokan berdasarkan derajat keanggotaan pada iterasi terakhir yaitu iterasi ke-11 dengan nilai $|P_{11} - P_{10}|$ yaitu $|3,55165857 - 3,55165857| < \xi$. Dari hasil perhitungan pada Tabel 8

maka dapat disimpulkan bahwa anggota-anggota yang berada pada *cluster 2* dengan nilai *cluster* yang lebih besar dari nilai *cluster* pada *cluster 1* layak untuk menerima beasiswa yaitu sebanyak 9 orang.

Tabel 8. Hasil Clustering

Nama	Data Keanggotaan		Cluster
	Cluster 1	Cluster 2	
1	0.177	0.823	2
2	0.321	0.679	2
3	0.669	0.331	1
4	0.834	0.166	1
5	0.274	0.726	2
6	0.669	0.331	1
7	0.225	0.775	2
8	0.697	0.303	1
9	0.779	0.221	1
10	0.326	0.674	2
11	0.177	0.823	2
12	0.124	0.876	2
13	0.124	0.876	2
14	0.458	0.542	2

Dari Tabel 9 dapat dilihat kecocokan hasil FCM dengan target sebesar 50%.

Tabel 9. Perbandingan Hasil FCM dengan Target

Nama	Data Keanggotaan		Cluster	Hasil FCM	Target
	Cluster 1	Cluster 2			
1	0.177	0.823	2	Menerima	Menerima
2	0.321	0.679	2	Menerima	Menerima
3	0.669	0.331	1	Tidak Menerima	Menerima
4	0.834	0.166	1	Tidak Menerima	Menerima
5	0.274	0.726	2	Menerima	Menerima
6	0.669	0.331	1	Tidak Menerima	Menerima
7	0.225	0.775	2	Menerima	Menerima
8	0.697	0.303	1	Tidak Menerima	Menerima
9	0.779	0.221	1	Tidak Menerima	Menerima
10	0.326	0.674	2	Menerima	Tidak Menerima
11	0.177	0.823	2	Menerima	Menerima
12	0.124	0.876	2	Menerima	Menerima
13	0.124	0.876	2	Menerima	Menerima
14	0.458	0.542	2	Menerima	Tidak Menerima

3. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bagian sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Dari 14 data mahasiswa yang diperoleh, setelah diteliti dengan menggunakan metode FCM diperoleh 9 mahasiswa yang layak untuk menerima beasiswa.
- 2) Setelah dibandingkan diperoleh 50% kecocokan hasil FCM dengan target, maka metode ini dapat dipertimbangkan untuk dipakai dalam penentuan kelayakan penerimaan beasiswa.

Daftar Pustaka

- [1] D. F. Putranto, “Implementasi Sistem Rekomendasi Penerima Beasiswa dengan Analytical Hierarchy Process,” Teknik Informatika, ITS, Surabaya, 2016.
- [2] J. Bezdek, Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithm, New York: Plenum Press, 1981.
- [3] S. Kusumadewi and H. Purnomo, Aplikasi Logika Fuzzy untuk pendukung keputusan, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004.
- [4] I. Surbakti , Sistem Pendukung Keputusan (Decision Support System), Yogyakarta: Graha Ilmu, 2002.
- [5] N. Gelley and J. Roger, Fuzzy Logic Toolbox, USA: Mathwork Inc., 2000.

