

CLUSTERING KARYAWAN BERDASARKAN KINERJA DENGAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY C-MEAN

Fitri Wulandari, Rinto Setiawan

Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Email : fitri_wulandari@yahoo.com

ABSTRAK

Penilaian kinerja karyawan bertujuan untuk mengevaluasi kinerja karyawan dan pemberian apresiasi terhadap karyawan yang memiliki kinerja baik guna meningkatkan semangat karyawan dalam bekerja. Penilaian kinerja karyawan dilakukan dengan menjumlahkan nilai tiap kriteria penilaian dan menggunakan standar nilai untuk menentukan nilai akhir. Pada penelitian ini kriteria penilaian kinerja karyawan yang digunakan adalah penilaian tiga kontribusi utama dan penilaian umum yang terdiri dari kompetensi teknis, komunikasi, kerja team, disiplin, dan pelayanan. Nilai kriteria tersebut diolah dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* (FCM) sehingga menghasilkan sejumlah kelompok karyawan yang memiliki standar penilaian yang bersifat dinamis, begitu pula dengan jumlah kelompok nilai yang dihasilkan pada sistem ini juga bersifat dinamis. Penetapan nilai yang diperoleh karyawan didasarkan pada pengurutan pusat *cluster* hasil pengolahan total nilai karyawan menggunakan FCM. Pada penelitian ini berhasil dikelompokkan karyawan dengan kelompok karyawan yang memiliki nilai A adalah kelompok yang memiliki pusat *cluster* tertinggi pertama, nilai B merupakan kelompok dengan pusat *cluster* tertinggi kedua dan seterusnya.

Kata Kunci : *Cluster*, FCM, Karyawan, Kriteria, Penilaian.

PENDAHULUAN

Dalam menjaga semangat kerja karyawan salah satu cara yang dilakukan perusahaan adalah dengan memberikan tambahan gaji atau bonus sesuai nilai yang diperoleh dari penilaian kinerja setiap karyawan[4]. Penilaian tersebut biasanya berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Tiap kriteria memiliki bobot masing-masing. Kriteria penilaian karyawan dibedakan berdasarkan level atau jabatan karyawan.

Namun tingkat kesulitan pekerjaan yang dihadapi oleh karyawan berbeda-beda. Terkadang karyawan mendapat nilai menjadi rendah bukan karena ketidakmampuan dalam menyelesaikan tugas dan pekerjaannya, namun karena pekerjaan yang harus dikerjakan terlalu berat. Hal ini akan menimbulkan suatu ketidakadilan terhadap karyawan.

Berdasarkan hal tersebut diatas, pada penelitian ini dibuat clustering karyawan berdasarkan tingkat kesulitan pekerjaan dan hasil pencapaiannya, dimana masing-masing kelompok mewakili satu nilai akhir yang diperoleh karyawan. *Fuzzy C-Means* adalah suatu teknik *clustering* (pengelompokan) data

dimana keberadaan titik-titik data dalam suatu *cluster* ditentukan oleh derajat keanggotaan[1][5][6][7]. Dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means* ini diharapkan mampu menghasilkan sebuah sistem yang dapat memberikan penilaian terhadap kinerja karyawan dan menghasilkan kelompok karyawan dengan nilai yang diperoleh masing-masing karyawan.

BAHAN DAN METODE

Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* memiliki nilai kekaburan atau kesamaran yaitu antara benar dan salah. Dalam himpunan *fuzzy* suatu elemen dapat memiliki dua nilai sekaligus yaitu benar dan salah secara bersamaan namun seberapa besar nilai kebenaran dan kesalahannya bergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Profesor Lotfi A. Zadeh yang merupakan guru besar pada *University of California* pada tahun 1965 yang mengenalkan logika *fuzzy*.

Pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1, yang berarti himpunan *fuzzy* dapat mewakili interpretasi

tiap nilai berdasarkan pendapat atau keputusan dan probabilitasnya. Nilai 0 menunjukkan salah dan nilai 1 menunjukkan benar dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah [2][3]. Dengan kata lain nilai kebenaran suatu item tidak hanya benar atau salah.

Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu:

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: Rendah, Sedang, Tinggi.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 50, 65, 80 dan sebagainya.

Fuzzy Clustering

Fuzzy Clustering [2] adalah salah satu teknik untuk menentukan *cluster* optimal dalam suatu ruang vector yang didasarkan pada bentuk normal euclidian untuk jarak antar vector. *Fuzzy clustering* sangat berguna bagi pemodelan *fuzzy* terutama dalam mengidentifikasi aturan-aturan *fuzzy*.

Terdapat dua metode pengclusteran dalam *fuzzy clustering*, yaitu *Fuzzy Fuzzy C-means (FCM)* yang merupakan algoritma pengclusteran yang terwarisi sebab pada FCM perlu diketahui terlebih dahulu jumlah *cluster* yang akan dibentuk. Sementara *Subtractive Clustering* merupakan algoritma pengclusteran yang dapat digunakan apabila jumlah *cluster* belum diketahui sebelumnya.

2.1 Fuzzy C-means (FCM)

Fuzzy C-Means (FCM) adalah suatu teknik pengclusteran data yang mana keberadaan tiap-tiap data dalam suatu *cluster* ditentukan oleh nilai keanggotaan [3]. Teknik ini pertama kali diperkenalkan oleh Jim Bezdek pada tahun 1981.

Pada FCM pada tahap awal *pengclusteran* data yang dilakukan yaitu dengan menentukan pusat *cluster* yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap *cluster*. Pada kondisi awal ini pusat *cluster* masih belum akurat. Agar pusat *cluster* semakin akurat maka dibutuhkan perbaikan pusat *cluster* secara berulang-ulang hingga pusat *cluster* akan berada pada titik yang tepat. Setiap data akan memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap *cluster*. Untuk memperoleh derajat keanggotaan yang tepat

dibutuhkan perbaikan nilai keanggotaan sehingga data akan menempati *cluster* yang tepat.

Algoritma Fuzzy C-Means

Algoritma *Fuzzy C-Means* adalah sebagai berikut [2] :

1. *Input* data yang akan dicluster X, berupa matriks berukuran n x m (n=jumlah sample data, m=atribut setiap data). X_{ij} =data sample ke-i (i=1,2,...,n), atribut ke-j (j=1,2,...,m).
2. Tentukan:
 - o Jumlah *cluster* = c;
 - o Pangkat = w;
 - o Maksimum iterasi = MaxIter;
 - o Error terkecil yang diharapkan = ζ ;
 - o Fungsi obyektif awal = $P_0 = 0$;
 - o Iterasi awal = t=1;
3. Bangkitkan nilai acak η_{ik} , i=1,2,...,n; k=1,2,...,c; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal u.

η_{ik} adalah derajat keanggotaan yang merujuk pada seberapa besar kemungkinan suatu data bisa menjadi anggota ke dalam suatu *cluster*. Posisi dan nilai matriks dibangun secara random. Dimana nilai keanggotaan terletak pada interval 0 sampai dengan 1. Pada posisi awal matriks partisi U masih belum akurat begitu juga pusat *cluster*nya. Sehingga kecendrungan data untuk masuk suatu *cluster* juga belum akurat.

Hitung jumlah setiap kolom (atribut)

$$Q_i = \sum_{k=1}^c \eta_{ik}$$

Q_i adalah jumlah nilai derajat keanggotaan perkolom = 1 dengan i=1,2,...,n

Hitung:

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

4. Hitung pusat *Cluster* ke-k: V_{kj} , dengan k=1,2,...,c; dan j=1,2,...,m.

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

5. Hitung fungsi obyektif pada iterasi ke-t, Pt.

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left(\left[\sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \right) \dots (2.4)$$

Fungsi obyektif digunakan sebagai syarat perulangan untuk mendapatkan pusat *cluster* yang tepat. Sehingga diperoleh kecendrungan data untuk masuk ke *cluster* mana pada *step* akhir.

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:

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat kesulitan pekerjaan yang dihadapi oleh karyawan dalam satu tahun dapat mengakibatkan nilai yang diperoleh oleh karyawan menjadi rendah. Dengan demikian jika standar penilaian tetap menggunakan standar penilaian yang sebenarnya mengakibatkan penilaian menjadi tidak tepat karena nilai karyawan rendah bukan disebabkan karyawan yang tidak memiliki kemampuan untuk menyelesaikan tugas melainkan karena pekerjaan yang harus dikerjakan terlalu berat. Dengan menggunakan metode *fuzzy c-means* diharapkan mampu memberikan nilai yang lebih optimal nilai yang diperoleh karyawan dalam suatu distrik.

Pada penelitian ini, kriteria penilain terhadap kinerja karyawan dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Penilaian Kontribusi Utama

Penilaian Kontribusi Utama merupakan penilaian terhadap apa yang telah dikerjakan oleh seorang karyawan sesuai dengan jabatan yang dimilikinya. Setiap jabatan memiliki tiga kriteria penilaian kontribusi utama dimana bobot tiga kriteria tersebut disesuaikan dengan apa yang telah dikerjakan oleh karyawan dengan jumlah total bobot ketiga kriteria

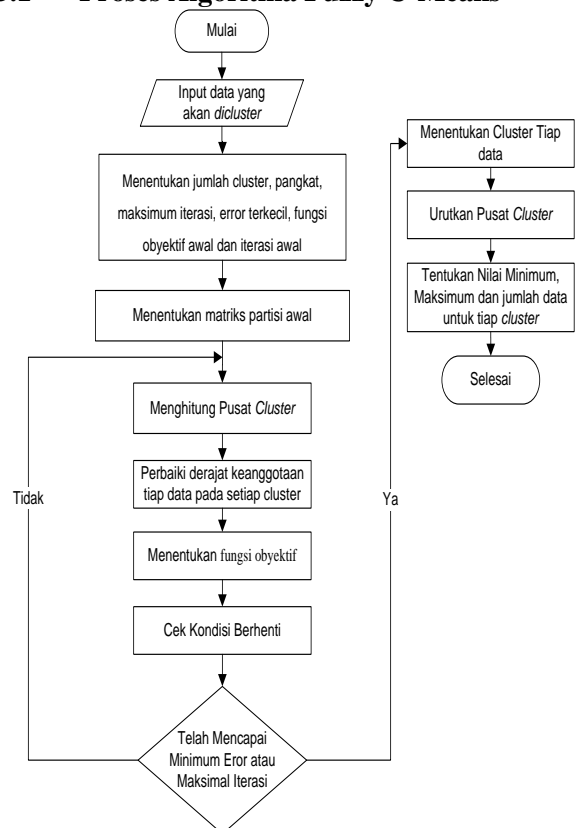
tersebut harus 100%. Total nilai tiga kontribusi utama tersebut dikalikan 50% yang menjadi bobot kontribusi utama.

2. Penilaian umum yang meliputi
 - a. Kompetensi Teknis memiliki Bobot 10%
 - b. Komunikasi memiliki Bobot 10 %.
 - c. Kerja Team memiliki Bobot 10 %.
 - d. Disiplin memiliki Bobot 10 %.
 - e. Pelayanan memiliki Bobot 10 %.

Masing-masing nilai kriteria memiliki rentang nilai 1 sampai 5. Nilai masing-masing kriteria yang diperoleh karyawan akan dikalikan dengan bobot kriteria. Kemudian hasil perkalian nilai dengan bobot masing-masing kriteria akan dijumlahkan untuk memperoleh nilai hasil akhir. Nilai Hasil akhir penilaian kinerja karyawan ini akan dikelompokkan dengan skala nilai sebagai berikut:

- a. Nilai A : 4 – 5
- b. Nilai B : 3 – 3.9
- c. Nilai C : 2 – 2.9
- d. Nilai D : 1 – 1.9
- e. Nilai E : 0 – 0.9

3.1 Proses Algoritma Fuzzy C-Means



Gambar 1. Flowchart Fuzzy Cluster Means

Contoh Kasus

Berikut akan dijelaskan contoh kasus sederhana dengan penyelesaian menggunakan FCM untuk mengelompokkan karyawan berdasarkan kinerja. Misalkan berikut ini merupakan contoh nilai yang diperoleh 10 karyawan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan:

1. Data yang akan dikelompokkan yaitu berupa data karyawan dengan jumlah karyawan n (10 Karyawan) karyawan dan dengan atribut 1 atribut yang merupakan total penilaian kinerja karyawan dalam satu tahun. Dengan demikian matriks input yang terbentuk yaitu berupa matriks satu dimensi.

Tabel 1. Nilai Karyawan

NIK	Nilai						TTL
	KU	KT	KOM	K TEAM	DS	PL	
126303	0	0	0	0	0	0	0
137996	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	1
138000	1,2	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	2,2
173767	2	0,4	0,5	0,2	0,2	0,1	3,4
194180	2,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	5
197987	2,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	4
650471	2,35	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	4,35
900298	1,475	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	3,275
901245	0,475	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	1,175
902116	1,5	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	3,2

Keterangan :

KU : Kontribusi Utama
 KT : Kompetensi Teknis
 KOM : Komunikasi
 K-Team : Kerja Team
 DS : Disiplin
 PL : Pelayanan

2. Menentukan Nilai Parameter Awal :
 - a. Jumlah *cluster* yang akan dibentuk = C (Pada contoh kasus jumlah *cluster* $C = 4$)
 - b. Pangkat (pembobot) = $w = 2$
 - c. Maksimum Iterasi = 100
 - d. Kriteria penghentian = $\zeta = 10^{-5}$
 - e. Fungsi obyektif awal = $P_0 = 0$;
 - f. Iterasi awal = $t = 1$

3. Bangkitkan nilai acak μ_{ik} , $i=1,2,\dots,10$; $k=1,2,3,4$;

Tabel 2. Matrik partisi pertama dengan jumlah perkolom = 1.

I	μ_{i1}	μ_{i2}	μ_{i3}	μ_{i4}
1	0,33469161	0,25304115	0,27490711	0,1373602
2	0,16308914	0,41845515	0,00757125	0,4108845
3	0,41075423	0,35757384	0,02287178	0,2088002
4	0,2886377	0,26449946	0,12498748	0,3218754
5	0,38881993	0,02509165	0,42367125	0,1624171
6	0,27083793	0,39583814	0,02760893	0,3057151
7	0,23005001	0,14634722	0,30563548	0,3179672
8	0,12004017	0,12711586	0,37760499	0,3752389
9	0,21715601	0,36345807	0,33576679	0,0836192
10	0,28338251	0,39952466	0,09944517	0,2176477

4. Hitung pusat *Cluster* ke- k : V_{kj} , dengan $k=1,2,\dots,4$; dan $j=1$ dengan Rumus 2.3, maka diperoleh Nilai Pusat Cluster pertama yaitu

$$V = [2,864467 \ 2,313035 \ 3,159036 \ 2,907394]$$
5. Hitung fungsi obyektif pada iterasi ke-1, P_1 . Dengan menggunakan Rumus 2.4 maka diperoleh
6. Hitung perubahan matriks partisi pada iterasi ke-1, dengan menggunakan Rumus 2.5 diperoleh hasil seperti tabel 3.3 berikut ini :

Tabel 3. Matrik Partisi Baru

New(μ_{i1})	New(μ_{i2})	New(μ_{i3})	New(μ_{i4})
0,231132	0,354473	0,190037	0,224357
0,211974	0,427406	0,158079	0,202541
0,027087	0,936011	0,013003	0,023899
0,135797	0,032963	0,670744	0,160495
0,248835	0,157181	0,334836	0,259148
0,229545	0,104005	0,418515	0,247936
0,241074	0,128218	0,375074	0,255634
0,066836	0,012173	0,837636	0,083356
0,204916	0,451611	0,148586	0,194887
0,014379	0,002058	0,964657	0,018907

Selanjutnya melakukan pengecekan kondisi berhenti.

Karena $|P_1 - P_0| = |6,98174 - 0| = 6,98174 > \xi (10^{-5})$, dan interasi = $1 < \text{MaxIter} (=100)$, maka kita lanjutkan ke interasi ke-2 ($t=2$).

Pada interasi ke-2, diperoleh kembali pusat *cluster* sebagai berikut :

$$V = [3,206656 \ 3,239027 \ 2,236436$$

2,043514]

Fungsi objektif pada interasi kedua P_2 diperoleh $P_2 = 5,275814484$. Selanjutnya matrik Partisi U setelah diperbaiki diperoleh sebagai berikut:

Selanjutnya dilakukan pengecekan kembali kondisi berhenti.

Karena $|P_2 - P_1| = |4,748536526 - 6,98174| = 2,233202514 > \xi (10^{-5})$, dan interasi = 2 < MaxIter (=100), maka proses dilanjutkan ke interasi ke-3 (t=3). Demikian seterusnya, hingga : $|P_t - P_{t-1}| < \xi$ atau $t > \text{MaxIter}$. Untuk kasus ini, proses baru akan berhenti setelah interasi ke-14 dengan pusat *cluster* sebagai berikut:

$$V = [2,157049 \quad 0,726892 \quad 4,557859 \\ 3,325616]$$

Matrik partisi U:

Tabel 4 Matrik Partisi Iterasi ke-14

i	New(μ_1)	New(μ_2)	New(μ_3)	New(μ_4)
1	0,095687	0,842625	0,021431	0,040256
2	0,051808	0,929889	0,005479	0,012824
3	0,997369	0,000848	0,000331	0,001452
4	0,003551	0,000768	0,004092	0,991589
5	0,021896	0,009692	0,905287	0,063125
6	0,050764	0,016094	0,55403	0,379112
7	0,008528	0,003124	0,949263	0,039084
8	0,002042	0,000393	0,001551	0,996015
9	0,164051	0,787916	0,013825	0,034207
10	0,014144	0,002515	0,008344	0,974997

Dari matriks partisi U tersebut dapat diperoleh informasi mengenai kecenderungan karyawan untuk masuk ke dalam kelompok (*cluster*) yang mana. Suatu karyawan memiliki derajat keanggotaan tertentu untuk menjadi anggota suatu kelompok. Tabel 4.13 menunjukkan derajat keanggotaan tiap karyawan pada setiap kelompok (*cluster*) beserta kecenderungan tertinggi seorang karyawan untuk masuk dalam suatu kelompok.

Tabel 5 Derajat Keanggotaan Tiap Data Pada Setiap *Cluster*

Data Ke-	Derajat Keanggotaan Data Pada Cluster				Derajat Keanggotaan Data Pada Cluster			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	0,095687	0,842625	0,021431	0,040256		*		
2	0,051808	0,929889	0,005479	0,012824		*		
3	0,997369	0,000848	0,000331	0,001452	*			
4	0,003551	0,000768	0,004092	0,991589				*
5	0,021896	0,009692	0,905287	0,063125			*	
6	0,050764	0,016094	0,55403	0,379112			*	
7	0,008528	0,003124	0,949263	0,039084			*	
8	0,002042	0,000393	0,001551	0,996015				*
9	0,164051	0,787916	0,013825	0,034207		*		
10	0,014144	0,002515	0,008344	0,974997				*

Dengan mengurutkan pusat *cluster* dapat disimpulkan bahwa *cluster* ke-3 merupakan pusat *cluster* terbesar (*cluster* yang akan mendapat nilai A) dan selanjutnya yaitu *cluster* ke-4 (Nilai B), dan seterusnya. Berikut ini merupakan Nilai yang diperoleh setelah data dikelompokkan dengan FCM.

Tabel 6 Nilai Yang Diperoleh

I	NIK	Cluster	Total Nilai	Nilai
1	126303	2	0	D
2	137996	2	1	D
3	138000	1	2,2	C
4	173767	4	3,4	B
5	194180	3	5	A
6	197987	3	4	A
7	650471	3	4,35	A
8	900298	4	3,275	B
9	901245	2	1,175	D
10	902116	4	3,2	B

Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui bahwa *cluster* 1 memiliki matriks input (Total Nilai) antara 2,2. *Cluster* 2 memiliki matriks input (Total Nilai) antara 0 sampai 1,175. *Cluster* 3 memiliki matriks input (Total

Nilai) 4 sampai 5. *Cluster 4* memiliki matriks input (Total Nilai) antara 3,2 sampai 3,4.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan. sebagai berikut:

1. Pengujian berdasarkan tabel pengujian FCM yang telah dilakukan sebanyak 24 kali pengujian memberikan hasil bahwa sistem mampu mengklasifikasikan nilai karyawan dengan hasil nilai akhir diurutkan berdasarkan pusat *cluster*. Namun sistem tidak mampu mengelompokkan karyawan ketika data yang dikelompokkan merupakan data yang sama (tidak memiliki rentang nilai).
2. Pengujian berdasarkan *black box* memberikan hasil keluaran sistem sesuai yang diharapkan yaitu dapat memberikan kelompok karyawan yang memiliki nilai sesuai dengan jumlah kelompok yang diharapkan.
3. Pengujian berdasarkan *user acceptance test*, dari segi implementasi dan segi algoritma, sistem ini sudah dikatakan layak digunakan dalam pengklasifikasian karyawan berdasarkan kinerja.

KESIMPULAN

Setelah melalui tahap pengujian pada sistem klasifikasi karyawan berdasarkan kinerja menggunakan FCM, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Sistem Informasi Klasifikasi karyawan berdasarkan kinerja menggunakan FCM telah berhasil dibangun untuk menghasilkan kelompok sesuai dengan jumlah kelompok yang diinginkan.
2. Pengelompokkan karyawan dengan menggunakan FCM dapat menghasilkan kelompok karyawan dengan nilai karyawan yang standar penilaiannya bersifat dinamis.
3. FCM tidak mampu mengelompokkan (memberikan nilai) jika data yang akan dikelompokkan memiliki total

nilai sama seluruhnya. Dengan demikian FCM hanya mampu mengelompokkan data yang total nilainya memiliki rentang nilai.

Saran

Saran yang dapat diberikan penulis untuk pengembangan selanjutnya yaitu:

1. Dapat dikembangkan dengan dengan studi kasus berbeda dan level karyawan yang lebih tinggi.
2. Dapat dikembangkan menjadi sistem yang kriteria penilaiannya bersifat dinamis sehingga dapat dilakukan penambahan ataupun perubahan kriteria penilaian.
3. Dapat diteliti kembali sehingga tidak terjadi kesalahan pada saat data yang harus dikelompokkan berupa data yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Khoiruddin, Arwan “*Menentukan Nilai Akhir Kuliah Dengan Fuzzy C-Means*”, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Bali 2007.
- Kusumadewi, Sri; Purnomo, Hari. 2010 *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Kusumadewi, Sri; Hartati, Sri. 2006. *Neuro-Fuzzy : Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*. Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Notoatmodjo, Soekidjo. 2009. *Pengembangan Sumberdaya Manusia*. Jakarta. Rineka Cipta
- Setiyono, Budi ; R. Rizal Isnanto, “*Pembagian Kelas Kuliah Mahasiswa Menggunakan Algoritma Pengklasteran Fuzzy C-Means*” Teknik Elektro. Universitas Diponegoro. Semarang. 2008.
- Sudradjat, 2008. *Dasar Fuzzy Logic*, “Modul Kuliah” Jurusan Matematika, Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Taufiq, Emha, “*Fuzzy C-Means Untuk Clustering Data (Studi Kasus : Data Performance Mengajar Dosen)*” STMIK AMIKOM. Yogyakarta: 2007

