

## ANALISIS KINERJA ALGORITMA *CLUSTERING FUZZY TSUKAMOTO* DENGAN *FUZZY C-MEANS*

Iin Parlina<sup>1</sup>, Prof.Herman Mawengkang<sup>2</sup>, Dr.Syahril Efendi, S.Si, M.IT<sup>3</sup>

Magister Teknik Informatika, Universitas Sumatera Utara

Jl. Universitas No.9A Kampus USU, Medan, Sumatera Utara-Indonesia

iinparlina34@gmail.com<sup>1</sup>, hmawengkang@yahoo.com<sup>2</sup>, syahrilefendi@yahoo.com<sup>3</sup>

**Abstract**— Efforts to evaluate employees in the work is to assess the performance of each employee. For it has been formulated assessment is based upon work objectives according to the position or job title, and by weighting against six indicators into three groups. The number of data values and indicators to be used will certainly lead to difficulties in implementation, not effective and less objective. Therefore we need a clustering process more optimal assessment. This study aims to analyze the performance of FCM algorithm implemented on employee performance evaluation PT. Bank Syariah Mandiri into 3 clusters. Some of the steps that must be performed before clustering, first performed pretreatment, namely data cleaning and data transformation for further clustering using the algorithm. The results of the calculations used to analyze the performance of the algorithm with FCM Tsukamoto. Compatibility calculation value data by Tsukamoto algorithm is pretty good and for the FCM algorithm is Very Good. FCM algorithm can be used in the assessment of grouping data based on the three criteria of assessment.

**Abstrak**— Upaya untuk mengevaluasi pegawai dalam bekerja adalah dengan melakukan penilaian kinerja setiap pegawai. Untuk itu telah dirumuskan penilaian dilakukan berdasarkan sasaran kerja sesuai posisi ataupun jabatan dan dengan melakukan pembobotan terhadap 6 indikator ke dalam 3 kelompok. Banyaknya data nilai dan indikator yang harus digunakan tentunya akan menimbulkan kesulitan dalam pelaksanaannya, tidak efektif dan kurang obyektif. Oleh karena itu diperlukan proses clustering penilaian yang lebih optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja algoritma FCM yang diimplementasikan pada penilaian kinerja pegawai PT. Bank Syariah Mandiri menjadi 3 cluster. Beberapa tahapan yang harus dilakukan sebelum dilakukan clustering, terlebih dahulu dilakukan prapengolahan yaitu data cleaning dan data transformation untuk selanjutnya dilakukan clustering menggunakan algoritma tersebut. Hasil perhitungan digunakan untuk menganalisa kinerja algoritma Tsukamoto dengan FCM. Kesesuaian hasil perhitungan data nilai dengan algoritma Tsukamoto adalah cukup Baik dan untuk algoritma FCM adalah Sangat Baik. Algoritma FCM dapat digunakan pada pengelompokan data penilaian berdasarkan ketiga kriteria penilaian.

**Keywords**— Clustering, Assessment, Fuzzy C-Means, Tsukamoto.

### I. PENDAHULUAN

*Fuzzy Clustering* adalah salah satu teknik untuk menentukan cluster yang 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*[1]. Pemilihan metode atau algoritma sangat berguna pada tujuan dan proses pengelompokan nilai secara keseluruhan. *Fuzzy clustering* model *C-means* mampu mengklaster data nilai terbaik. Hasil *clustering* ini dibuat untuk mengelompokkan nilai yang terbaik[2]. Salah satu proses *Clustering* ini adalah pengelompokan nilai pegawai dari beberapa atribut.

Pengelompokan nilai pegawai merupakan salah satu teknik untuk menentukan pegawai yang berprestasi berdasarkan sasaran kerja (Tugas Utama), Kompetensi dan Kepatuhan sebagai seorang pegawai[3]. Pengelompokan ini memberikan

kemudahan dalam penilaian pegawai yang diinginkan. Pengelompokan nilai yang dilakukan akan memberi kemudahan bagi perusahaan untuk mencari pegawai yang masuk ke dalam kelas nilai terbaik.

Data Penilaian yang telah dikelompokkan akan tersusun rapi sesuai dengan kemiripan nilai tersebut. Nilai yang akan dikelompokkan dalam proses pengelompokan ini adalah nilai derajat keanggotaan yang menjadi ciri utama dalam penalaran dengan logika fuzzy tersebut[4].

Pengelompokan ini dikelompokkan menggunakan metode *Fuzzy C-Means clustering* dan Tsukamoto. Metode Tsukamoto merupakan teknik aturan yang membentuk suatu himpunan samar dengan fungsi keanggotaan yang menghasilkan nilai rata-rata himpunan. Sedangkan Konsep *Fuzzy C-Means* adalah pengklasteran data yang dilakukan yaitu dengan menentukan pusat cluster yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap cluster. Pada kondisi awal 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 [5]. Untuk memperoleh derajat keanggotaan yang tepat dibutuhkan perbaikan nilai keanggotaan sehingga data akan menempati cluster yang tepat.

Penilaian kinerja (*Performance Appraisal*) adalah proses mengevaluasi seberapa baik pegawai melakukan pekerjaan mereka jika dibandingkan dengan seperangkat standart, dan kemudian mengkomunikasikan informasi tersebut kepada pegawai. Penilaian kinerja juga disebut pemeringkatan pegawai, evaluasi pegawai, tinjauan kerja, evaluasi kinerja dan penilaian hasil[6].

Pengelompokan ini dilakukan dengan menganalisa kinerja dari dua metode tersebut. Parameter yang digunakan untuk analisis kinerja metode tersebut adalah *Tsukamoto* dan *C-Means*. *Tsukamoto* menghitung nilai rata-rata dengan aturan rule yang menghasilkan pusat cluster secara random[7]. Setelah itu dilakukan perhitungan secara berulang-ulang (iterasi) dalam satu klaster.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT. Bank Syariah Mandiri kota Pematangsiantar Provinsi Sumatera Utara. dimulai Agustus 2016 sampai Januari 2017. Identifikasi data dilakukan untuk menganalisis kinerja algoritma model *Tsukamoto* untuk menghitung nilai dengan aturan rule dan inferensi sebagai bilangan random dan dengan model *c-means* untuk mengklastering nilai atau bilangan random dilakukan dengan cara berulang-ulang (tahap iterasi), lalu proses *clustering* nilai pegawai tersebut, dilakukan berdasarkan aturan dari algoritma *c-means* dengan menentukan parameter derajat keanggotaan untuk mencapai pusat *cluster* dan akan menghasilkan nilai matriks yang baru. Proses perhitungan pusat *cluster* akan berhenti saat nilai error telah ditemukan, dengan batas nilai  $\xi = 0,0001$  dan maksimal Iterasi = 50, dan Cek kondisi Berhenti dengan Jika:  $(|Pt - Pt - 1| < \epsilon)$  atau  $(t > \maxIter)$  maka berhenti atau :  $t=t+1$ , ulangi iterasi ke -5.

Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan perhitungan model *Tsukamoto* yang hasil *fuzzifikasi*-nya akan diekstrak kedalam model *Fuzzy c-means* sebagai data random berupa matriks U untuk dicluster dengan maksimal iterasi 30.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengujian Algoritma C-Means

Proses Pengelompokan data, yang dilakukan selanjutnya menggunakan hasil inferensi *fuzzifikasi* sebelumnya, dimana proses cluster dapat dilakukan dengan tahap pertahap yaitu:

1. Proses input data dilakukan untuk membangkitkan bilangan acak (random) sebagai data awal, seperti pada tabel 1 berikut:

TABEL I  
DATA INPUT MODEL C-MEANS

NO	Data ke-i	Nilai derajat keanggotaan klaster 1 pada data pertama			Perhitungan pusat cluster (Ykj) pada klaster-1
		$(\mu_{i1})$	$(\mu_{i1})^2$	$(\mu_{i1})^2 * X_{i1}$	
1	78	0,8	0,64	49,92	0,000251606
2	78	0,8	0,64	49,92	0,000251606
3	78	0,8	0,64	49,92	0,000251606
4	98	1,8	3,24	317,52	0,001600358
5	78	0,8	0,64	49,92	0,000251606
6	98	1,8	3,24	317,52	0,001600358
7	78	0,8	0,64	49,92	0,000251606
8	78	0,8	0,64	49,92	0,000251606
9	78	0,8	0,64	49,92	0,000251606
10	78	0,8	0,64	49,92	0,000251606
11	78	0,8	0,64	49,92	0,000251606
12	98	1,8	3,24	317,52	0,001600358
13	98	1,8	3,24	317,52	0,001600358
14	78	0,8	0,64	49,92	0,000251606
15	58	-0,2	0,04	2,32	1,16932E-05
16	78	0,8	0,64	49,92	0,000251606
17	78	0,8	0,64	49,92	0,000251606
18	78	0,8	0,64	49,92	0,000251606
19	78	0,8	0,64	49,92	0,000251606
20	58	-0,2	0,04	2,32	1,16932E-05
21	98	1,8	3,24	317,52	0,001600358
22	98	1,8	3,24	317,52	0,001600358
23	98	1,8	3,24	317,52	0,001600358
24	98	1,8	3,24	317,52	0,001600358
25	58	58	3364	195112	0,983399662
26	78	0,8	0,64	49,92	0,000251606

Tabel diatas merupakan data input penilaian. Setelah kriteria dicocokkan maka diperoleh hasil nilai untuk mendapatkan bobot penilaian

2. Proses *Cleaning Data* *Cleaning* data adalah proses pengecekan data untuk penetapan dan pemulihan data yang hilang, dengan nilai-nilai tidak terdefinisi, sedangkan pemulihan data yang hilang adalah nilai dari suatu variabel yang tidak diketahui, sehingga nilai yang *value* tersebut tidak dapat digunakan.

TABEL II  
PROSES PENENTUAN PARAMETER AWAL

Parameter	Nilai
Banyak klaster ( c )	4
Pangkat (w)	2
Maksimum Iterasi	50
Error $\epsilon$	0,0001
Fungsi Objektif $P_0=0$	0
Iterasi awal $t=1$	1

Setelah menetapkan nilai parameter awal, data siap untuk diklaster lalu dilakukan proses *clustering* menggunakan algoritma *clustering* *fuzzy c-means*, yaitu dengan melakukan tahap-tahap sebagai berikut:

- a) Bangkitkan nilai acak  
Nilai acak atau nilai random yaitu  $\mu_{ik}$ ,  $i=26$ ;  $k=1$ ; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal (U). Matriks partisi awal (u) dilakukan secara random dengan batas 0 hingga 1, Matriks partisi awal yaitu sebagai berikut.

$$U = \begin{pmatrix} 0.8, 0.8, 0.8 \\ 0.8, 0.8, 0.2 \\ 0.8, 1.8, 1.8 \\ 1.8, 1.8, 1.8 \\ 0.8, 0.8, 1.8 \\ 1.8, 0.2, 1.8 \\ 0.8, 0.8, 5.8 \\ 0.8, 0.8, 0.8 \end{pmatrix}$$

- b) Pengujian pusat cluster  
Pengujian nilai pusat cluster dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

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

Dimana :  $V_{kj}$  adalah titik pusat tiap cluster, jumlah  $V_{kj}$  tergantung dari berapa cluster yang akan dibentuk dan  $n$  ialah jumlah pegawai.

- c) Menghitung fungsi obyektif  
Menghitung proses perubahan matriks pada iterasi pertama dihitung dengan persamaan berikut:

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

- d) Menghitung Perubahan Matriks iterasi 1  
Menghitung proses perubahan matriks pada iterasi pertama dihitung dengan persamaan berikut :

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

Selanjutnya melakukan pengecekan kondisi berhenti. Karena  $|P_1 - P_0| = |58,36145429 - 0| = 58,36145429 > \xi (10^{-5})$ , dan iterasi =  $1 < \text{MaxIter} (=20)$ , maka dilanjutkan ke iterasi ke-2 ( $t=2$ ). Pada iterasi ke-2, diperoleh kembali pusat cluster sebagai berikut:

$$V = [73,28623619]$$

Fungsi objektif pada iterasi ke-2  $P_2$  diperoleh  $P_2 = 73,28623619$ . selanjutnya matriks partisi U setelah diperbaiki diperoleh kondisi berhenti. Karena  $|P_2 - P_1| = |73,28623619 - 58,36145429| = 14,9247819 > \xi (10^{-5})$ , dan iterasi =  $2 < \text{MaxIter} (=30)$ , maka proses dilanjutkan ke iterasi ke-3 ( $t=3$ ). Demikian seterusnya, hingga :  $|P_t - P_{t-1}| < \xi$  atau  $t > \text{MaxIter}$ . Untuk contoh kasus ini, proses akan berhenti setelah iterasi ke-24 dengan pusat cluster sebagai berikut:

$$V = [78,00002597]$$

TABEL III  
HASIL PERUBAHAN MATRIKS PADA ITERASI TERAKHIR

No	Miu21	Miu22	Miu23	Miu24
53	0,0019111	-0,000160182	-0,000160182	-0,000160182
54	0,103426163	-0,000160182	-0,000160182	-0,000160182
55	0,103426163	-0,000160182	-0,000160182	-0,000160182
56	0,00359079	0,003879745	0,003879745	0,003879745
57	0,103426163	-0,000160182	-0,000160182	-0,000160182
58	0,00359079	0,003879745	0,003879745	0,003879745
59	0,103426163	-0,000160182	-0,000160182	-0,000160182
60	0,103426163	-0,000160182	-0,000160182	-0,000160182
61	0,103426163	-0,000160182	-0,000160182	-0,000160182
62	0,103426163	-0,000160182	-0,000160182	-0,000160182
63	0,103426163	-0,000160182	-0,000160182	-0,000160182
64	0,00359079	0,003879745	0,003879745	0,003879745
65	0,00359079	0,003879745	0,003879745	0,003879745
66	0,103426163	-0,000160182	-0,000160182	-0,000160182
67	0,00184827	0,00386544	0,00386544	0,00386544
68	0,103426163	-0,000160182	-0,000160182	-0,000160182
69	0,103426163	-0,000160182	-0,000160182	-0,000160182
70	0,103426163	-0,000160182	-0,000160182	-0,000160182
71	0,103426163	-0,000160182	-0,000160182	-0,000160182
72	0,00184827	0,00386544	0,00386544	0,00386544
73	0,00359079	0,003879745	0,003879745	0,003879745
74	0,00359079	0,003879745	0,003879745	0,003879745
75	0,00359079	0,003879745	0,003879745	0,003879745
76	0,00359079	0,003879745	0,003879745	0,003879745
77	0,00184827	0,00386544	0,00386544	0,00386544
78	0,103426163	-0,000160182	-0,000160182	-0,000160182

Dari matriks partisi U tersebut dapat diperoleh informasi mengenai kecenderungan suatu nilai untuk masuk ke kelompok (cluster) yang mana. Suatu nilai derajat keanggotaan tertentu untuk menjadi anggota suatu kelompok. Derajat keanggotaan terbesar menunjukkan kecenderungan tertinggi suatu nilai keanggotaan tiap pegawai.

TABEL IV  
HASIL PROSES PERHITUNGAN DERAJAT KEANGGOTAAN  
TIAP DATA PADA SETIAP CLUSTER

No	Derajat Keanggotaan Data Pada Cluster						Derajat Keanggotaan Data Pada Cluster					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
53	0.0013	0.0459	0.0018	0.0039	0.0039	0.0039						*
54	0.0013	0.0459	0.0018	0.0039	0.0039	0.0039						*
55	0.0013	0.0459	0.0018	0.0039	0.0039	0.0039					*	
56	0.1156	0.0279	0.0019	-0.0002	-0.0002	-0.0002					*	
57	0.1156	0.0459	0.0036	0.0039	0.0039	0.0039					*	
58	0.1156	0.0279	0.0036	0.0039	0.0039	0.0039					*	
59	0.1156	0.0459	0.0036	0.0039	0.0039	0.0039					*	
60	0.1156	0.0459	0.0036	0.0039	0.0039	0.0039					*	
61	0.1156	0.0459	0.0036	0.0039	0.0039	0.0039					*	
62	0.1156	0.0459	0.0036	0.0039	0.0039	0.0039					*	
63	0.1156	0.0459	0.0036	0.0039	0.0039	0.0039					*	
64	0.1156	0.0279	0.0036	0.0039	0.0039	0.0039				*		
65	0.1156	0.0279	0.1034	-0.0002	-0.0002	-0.0002			*			
66	0.1156	0.0459	0.1034	-0.0002	-0.0002	-0.0002				*		
67	0.1156	0.0017	0.1034	-0.0002	-0.0002	-0.0002				*		
68	0.1156	0.0459	0.1034	-0.0002	-0.0002	-0.0002			*			
69	0.1156	0.0459	0.1034	-0.0002	-0.0002	-0.0002			*			
70	0.1156	0.0459	0.1034	-0.0002	-0.0002	-0.0002	*					
71	0.7517	0.0459	0.1034	-0.0002	-0.0002	-0.0002	*					
72	0.7517	0.0017	0.1034	-0.0002	-0.0002	-0.0002	*					
73	0.7517	0.0279	0.1034	-0.0002	-0.0002	-0.0002	*					
74	0.7517	0.0279	0.1034	-0.0002	-0.0002	-0.0002	*					
75	0.7517	0.0279	0.1034	-0.0002	-0.0002	-0.0002	*					
76	0.7517	0.0279	0.1034	-0.0002	-0.0002	-0.0002	*					
77	0.7517	0.0017	0.1034	-0.0002	-0.0002	-0.0002	*					
78	0.7517	0.0459	0.1034	-0.0002	-0.0002	-0.0002		*				

Dengan mengurutkan pusat cluster dapat menampilkan 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 (Fuzzy C-Means).

TABEL V  
HASIL PENGELOMPOKAN NILAI

No	NIP	Derajat Keanggotaan Data Pada Cluster		
		Cluster	Total Nilai	Nilai
1	086473712	6	0,12	TB
2	077573169	6	0,12	TB
3	108274614	5	0,21	HB
4	098574118	5	0,32	B-
5	159314841	5	0,34	B-
6	108977280	5	0,34	B-
7	128511317	5	0,35	B-
8	058172499	5	0,35	B-
9	108774532	5	0,35	B-
10	128911316	5	0,35	B-
11	077873149	5	0,34	B-
12	128711931	4	0,41	B-
13	048071877	3	0,51	B+
14	128412388	4	0,48	B-
15	108577015	4	0,48	B-
16	108377276	3	0,53	B+
17	108277016	3	0,53	B+
18	118579191	1	1,16	SB
19	128810764	1	1,76	SB
20	088373321	1	1,74	SB
21	128910732	1	1,76	SB
22	118911290	1	1,76	SB
23	088373322	1	1,76	SB
24	058172487	1	1,74	SB
25	118479197	1	1,76	SB
26	108774744	2	0,90	LB

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa cluster 1 memiliki matriks input (total nilai) antara 0,9 sampai 1,76. Cluster 2 memiliki matriks input (total nilai) antara 0,8 sampai 0,9. Cluster 3 memiliki matriks input (total nilai) antara 0,7 sampai 0,8. Cluster ke 4 memiliki matriks input (total nilai) 0,6 sampai 0,7. Cluster 5 memiliki matriks input (total nilai) 0,5 sampai 0,4. Cluster 6 memiliki matriks input (total nilai) 0,4 sampai 0,1.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

1. Pengujian Fuzzy C-Means telah dilakukan sebanyak 23 kali pengujian (iterasi) membeikan hasil bahwa sistem mampu mengklasifikasikan nilai pegawai dengan hasil nilai akhir diurutkan berdasarkan pusat cluster. Akan tetapi sistem tidak mampu mengelompokkan pegawai ketika data dikelompokkan merupakan data yang sama (tidak memiliki rentang nilai)
2. Pengujian berdasarkan metode Tsukamoto memberikan hasil keluaran sistem tidak sesuai yang diharapkan yaitu dapat memberikan kelompok pegawai yang memiliki nilai sesuai dengan jumlah kelompok yang diharapkan.
3. Pengujian berdasarkan model Tsukamoto dan C-Means, dari segi implementasi dan segi algoritma, sistem ini sudah dikatakan layak digunakan dalam pengklasifikasian pegawai berdasarkan kinerja.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil clustering pada data penilaian menggunakan metode fuzzy c-means antara lain :

1. Fuzzy C-Means tidak mengelompokkan data jika data memiliki total nilai yang sama. Dengan demikian Fuzzy C-Means hanya mampu mengelompokkan data yang total nilainya memiliki rentang nilai.
2. Pada Fuzzy C-Means, pengelompokan data dapat menghasilkan kelompok pegawai yang standart penilaiannya bersifat dinamis.
3. Hasil klasifikasi berdasarkan kinerja Tsukamoto dan FCM telah berhasil dibangun untuk menghasilkan kelompok sesuai dengan jumlah kelompok yang diinginkan.

#### REFERENCE

- [1] Kusumadewi, S.and Purnomo, H. 2010. Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [2] Hamzah, Amir, et al. "Studi kinerja fungsi-fungsi jarak dan similaritas dalam clustering dokumen teks berbahasa indonesia." Seminar Nasional Informatika (SEMNASIF). Vol. 1. No. 1. 2015.

- [3] Koesmono, H. Teman. "Pengaruh budaya organisasi terhadap motivasi dan kepuasan kerja serta kinerja karyawan pada sub sektor industri pengolahan kayu skala menengah di Jawa Timur." *Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan (Journal of Management and Entrepreneurship)* 7.2 (2006): pp-171.
- [4] Suprihanto. J. (2006) *Penilaian Kinerja dan Pengembangan karyawan*. Yogyakarta: BPFE UGM.
- [5] Luthfi, Emha Taufiq. "Fuzzy C-Means untuk Clustering Data (studi kasus: data performance mengajar dosen)." *Prosiding Seminar Nasional Teknologi*, Yogyakarta. 2007.
- [6] A Wisnujati, Inu. "Pembentukan sistem inferensi fuzzy mamdani dengan fuzzy C-means untuk data mahasiswa baru IPB tahun 2000-2004." (2006).
- [7] Kaswidjanti, Wilis. "Implementasi Fuzzy Inference System Metode Tsukamoto Pada Pengambilan Keputusan Pemberian Kredit Pemilikan Rumah." *Telematika* 10.2 (2014).