

# Perbandingan Hasil Algoritma Self Organizing Map (SOM) dan Fuzzy C-Means Clustering Untuk Kualifikasi Data Kinerja Dosen

1<sup>st</sup>\*Prima Resti Nastiti  
Teknologi Informasi  
Politeknik Negeri Samarinda  
Samarinda, Indonesia.

2<sup>nd</sup> Bedi Suprpty  
Teknologi Informasi  
Politeknik Negeri Samarinda  
Samarinda, Indonesia.

3<sup>rd</sup> Achmad Fanany Onnita Gaffar  
Teknologi Informasi  
Politeknik Negeri Samarinda  
Samarinda, Indonesia.

**Abstrak**— Perkembangan yang kompetitif dan mengglobal setiap lembaga, termasuk lembaga pendidikan perguruan tinggi kegiatan penilaian kerja atau unjuk kerja dari setiap pegawai merupakan kegiatan yang umum untuk penataan sumber daya manusia sebagai tenaga pendidik. Melalui proses penilaian kinerja dosen tersebut dilakukan proses kualifikasi agar dapat diketahui cluster-cluster yang terdapat didalamnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan dosen dengan teknik clustering sehingga diketahui karakteristik data dari hasil clustering. Teknik yang digunakan yaitu algoritma Self Organizing Maps (SOM) dan Algoritma Fuzzy C-means (FCM). Dalam penelitian ini dibagi menjadi 4 cluster dengan learning rate 0.5 pada SOM dan Error yang ditentukan adalah 0.0001. Hasil yang diperoleh nilai centroid awal mempengaruhi banyaknya iterasi dan elemen pada anggota cluster. Penggunaan nilai random rule-base pada nilai centroid awal menghasilkan kualifikasi yang sama. Secara keseluruhan algoritma SOM lebih unggul dibandingkan dengan algoritma FCM dalam konsisten data terhadap centroid.

**Kata Kunci**—Cluster, Fuzzy C-means, Kinerja dosen, SOM.

## I. PENDAHULUAN

Politeknik Negeri Samarinda (POLNES) merupakan salah satu perguruan tinggi yang berupaya untuk memajukan pendidikan dan mencerdaskan kehidupan bangsa di Indonesia. Peran dan tanggung jawab dosen dalam Perguruan Tinggi sangat penting dalam mewujudkan tujuan pendidikan nasional. Untuk menuju tujuan pendidikan nasional tersebut dibutuhkan dosen yang profesional, hal tersebut sesuai dengan UU No. 14 tahun 2005 Bab 1 Pasal 1 Ayat 2 tentang guru dan dosen dengan tujuan utama yaitu mentransformasikan, mengembangkan dan menyebarluaskan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni melalui pendidikan, penelitian dan pengabdian masyarakat.

Melihat perkembangan dan perubahan dibidang teknologi informasi maka sangat diperlukan penataan sumber daya manusia sebagai tenaga pendidik. Tenaga pendidik hendaknya memiliki kualifikasi akademik sesuai dengan bidang keahliannya. Kualitas mutu lulusan setiap mahasiswa tidak terlepas pada proses belajar mengajar melalui kinerja dosennya.

Proses penilaian kinerja dosen di POLNES yang dilakukan pada akhir semester yaitu dengan cara mengisi kuesioner pada [ujm.polnes.ac.id](http://ujm.polnes.ac.id) bagi setiap mahasiswa. Pengisian kuesioner dengan cara online ini sangat memudahkan dalam evaluasi kinerja dosen dalam satu semester. Pengolahan terhadap hasil kuesioner secara sederhana dilakukan dengan menggunakan metode matematika biasa. Sehingga hasil kualifikasi kinerja dosen kurang akurat.

Penelitian ini digunakan metode *clustering*. *Clustering* merupakan teknik pengelompokan sejumlah data atau objek ke dalam *cluster (group)* sehingga setiap dalam *cluster* tersebut akan berisi data yang semirip mungkin dan berbeda dengan objek dalam *cluster* yang lainnya [1]. Salah satu teknik clustering yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah fuzzy cluster yaitu dengan algoritma Fuzzy C-means (FCM) dan Self Organizing Maps (SOM).

Didasari uraian diatas maka peneliti memutuskan untuk membandingkan algoritma Fuzzy C-means clustering dengan Algoritma Self Organizing Maps. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan staf unit jaminan mutu untuk mengolah hasil kuesioner evaluasi kinerja dosen.

## II. METODOLOGI

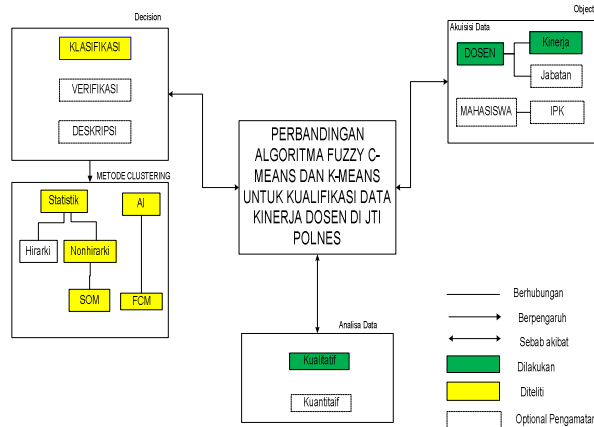
### A. Ruang Lingkup

Dalam penelitian ini permasalahan mencakup :

1. Variabel- variabel yang telah ditetapkan unit Jaminan Mutu (UJM) Polnes yaitu:
  - a. Kriteria atau variabel yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan IKAD yang ditetapkan oleh UJM
  - b. Terdapat 12 Variabel penelitian
  - c. Nilai Setiap indikator variabel yaitu 1,2,4 dan 5
2. Data yang digunakan adalah data hasil evaluasi dosen tetap / PNS.
3. Dalam penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy C-Means* dan *Self Organizing Map (SOM)* yang akan digunakan untuk proses kualifikasi data kinerja dosen.
4. Penelitian ini menggunakan data dari penilaian persepsional mahasiswa
5. Proses Pengambilan data penilaian persepsional menggunakan kuesioner.

- Data dosen yang dipakai hanya dosen yang mengajar pada semester ganjil tahun akademik 2015/2016.
- Responden kuesioner adalah mahasiswa D3 TI semester ganjil tahun akademik 2015/2016 kelas reguler.

Dalam penelitian ini dibangun sebuah kerangka konsep penelitian diperoleh dari teori atau konsep ilmu yang digunakan sebagai landasan penelitian. Kerangka konsep penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian

### B. Fuzzy C-Means

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 belum akurat. Tiap-tiap data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap cluster [2]. Dengan cara memperbaiki pusat cluster dan nilai keanggotaan tiap-tiap data secara berulang, maka dapat dilihat bahwa pusat cluster akan menuju lokasi yang tepat [3]. Perulangan ini didasarkan pada minimasi fungsi obyektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat cluster yang terbobot. Algoritma yang digunakan pada metode Fuzzy C-means adalah sebagai berikut [4]:

- Input data yang akan dicluster  $X$ , 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- $j$  ( $j=1,2,\dots,m$ ).
- Tentukan :
  - $c$  : Jumlah cluster;
  - $w$  : Pangkat
  - MaxIter : Maksimum iterasi
  - $\xi$  : Error terkecil yang diharapkan
  - $P_0 = 0$  : Fungsi obyektif awal;
  - $t = 1$  : Iterasi awal
- Bangkitkan bilangan random  $\mu_{ik}$ ,  $i=1,2,\dots,n$ ;  $k=1,2,\dots,c$ ; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal  $U$ .  
Hitung jumlah setiap kolom:

$$Q_j = \sum_{k=1}^c \mu_{ik} \quad (1)$$

dengan  $j=1,2,\dots,n$ .

Hitung:

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i} \quad (2)$$

Hitung :

$$\sum_{j=1}^N (u_{ij})^2 X_j \quad (3)$$

- itung pusat cluster ke- $k$ :  $V_{kj}$ , dengan  $k=1,2,\dots,c$ ; dan
- $j=1,2,\dots,m$ .

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

- Hitung fungsi obyektif pada iterasi ke- $t$ ,  $P_t$ :

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left( \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right) (\mu_{ik})^w \quad (5)$$

- Hitung perubahan matriks partisi:

$$\mu_{ik} = \frac{\left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-\frac{1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-\frac{1}{w-1}}} \quad (6)$$

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

- 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

### C. Algoritma Self Organizing Map (SOM)

Jaringan kohonen diperkenalkan oleh Teuvo Kohonen seorang ilmuwan Finlandia pada tahun 1982. Jaringan kohonen memberikan sebuah tipe dari SOM kelas khusus dari jaringan syaraf tiruan. SOM merupakan metode berdasarkan model dari pendekatan jaringan syaraf tiruan. SOM adalah metode terkemuka pendekatan jaringan syaraf tiruan untuk *Clustering*, setelah *competitive learning* [5], [6]. SOM berbeda dengan *competitive learning* yaitu syaraf dalam satu lingkungan belajar untuk mengenali bagian lingkungan dari ruang input [7]. SOM mengenali distribusi (seperti *competitive learning*) dan topologi dari vektor *input* yang melalui proses *training*, SOM memperlihatkan tiga karakteristik: kompetisi yaitu setiap vektor bobot saling berlomba untuk menjadi simpul pemenang, kooperasi yaitu

setiap simpul pemenang bekerjasama dengan lingkungannya, dan adaptasi yaitu perubahan simpul pemenang [8].

Dalam kaitannya dengan penelitian ini, metode SOM akan digunakan untuk mengelompokkan hasil evaluasi kinerja dosen. Data hasil evaluasi ini merupakan vektor input dari proses clustering ini.

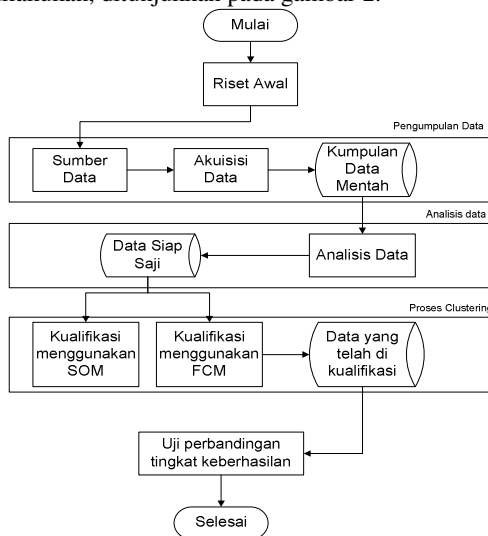
Berikut ini adalah tahapan algoritma SOM5] :

1. Inisialisasi bobot.  
 Pada tahap ini menentukan secara acak bobot awal secara random sebagai  $w_j$
2. Repeat
  - a. Menentukan data  
 Pada algoritma tahap ini adalah menentukan data selanjutnya
  - b. Menentukan *centroid* dari obyek tersebut  
 Untuk setiap data terhadap bobot dihitung menggunakan *Euclidean Distance matrix*

$$dist(A, B) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (7)$$
  - c. Menentukan bobot terbaru  
 Dalam menentukan bobot terbaru pada waktu  $t$ , maka diasumsikan obyek saat ini  $x(i)$  dan *centroid* yang terbentuk  $w_j$ . Kemudian untuk menentukan *centroid* yang baru untuk waktu berikutnya  $t+1$ 

$$Iw_j(t+1) = Iw_j(t) + \eta(p_i - Iw_j(t)) \quad (8)$$
 $\eta$  adalah *learning rate*
3. Sehingga tidak ada perubahan *centroid* atau *threshold* sudah terpenuhi.
4. Iterasi pada langkah ke-2 akan berhenti apabila *threshold* terpenuhi, untuk mencapai nilai *threshold* terpenuhi dilakukan dengan menghitung nilai *MSE*.
5. Menetapkan setiap obyek terhadap *centroid* dan menentukan letak *Cluster* tersebut.

Dalam penelitian ini diagram alir metode penelitian yang akan dilakukan, ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Metode Penelitian

- a) Tahap awal metode penelitian ini yaitu riset awal dengan mengumpulkan studi kepustakaan dan penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan..
- b) Selanjutnya yaitu tahap pengumpulan data, dalam pengumpulan data terdapat Data Source atau sumber data diakuisisi (Data Aquisition) dari hasil kuesioner penilaian mahasiswa terhadap kinerja dosen. Raw data collection merupakan data mentah yang telah terkumpul dari hasil akuisisi tersebut.
- c) Pada tahap analisa data, data yang telah terkumpul kemudian di analisa menggunakan analisa data kualitatif untuk mendapatkan data sampel terbaik. Analisa data kualitatif merupakan teknik analisa yang menghasilkan data deskriptif, proses analisa data kualitatif dilakukan bersamaan pada saat pengumpulan data. Proses analisis kualitatif yang mendasarkan pada adanya hubungan semantis antar variabel yang sedang diteliti.
- d) Proses clustering yaitu data yang telah dianalisa kemudian di kualifikasi menggunakan Algoritma Self Organizing Maps dan Fuzzy C-Means. Setelah itu data diuji keakuratannya dengan membandingkan hasil pengelompokan Algoritma Self Organizing Maps dan Fuzzy C-means

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Akuisisi Data

Objek yang di akuisisi dalam penelitian ini merupakan data kinerja dosen jurusan TI semester ganjil tahun 2015/2016. Sumber data diambil dari UJM POLNES. Kendala saat mengakuisisi data yaitu pihak terkait yang memiliki sumber data yang dibutuhkan tidak dapat memberikan sepenuhnya data dari masing-masing setiap penilaian mahasiswa terhadap kinerja dosen. Oleh karena itu berdasarkan inisiatif pembimbing maka dibuat survei ulang kepada setiap mahasiswa. Data survei dibuat sesuai dengan standar pengukuran IKAD UJM. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam mengakuisisi data yaitu :

1. Data yang diakuisisi yaitu berdasarkan standar pengukuran IKAD dari UJM
2. Penilaian IKAD dari UJM dibagi menjadi dua yaitu Persepsional dan Personal
3. Untuk penilaian persepsional yaitu penilaian dari mahasiswa, teman sejawat dan atasan.
4. Untuk penilaian personal yaitu kehadiran pengajaran, kehadiran rapat, dan ketepatan penyerahan nilai
5. Kuesioner penilaian persepsional dibuat berdasarkan standar pengukuran IKAD UJM

#### B. Analisis Data Kinerja Dosen

Tahap analisa data dalam penelitian ini menggunakan analisa data kualitatif. Tujuan dilakukannya analisa data agar data yang telah diakuisisi dapat digunakan untuk proses selanjutnya, analisa data yang telah dilakukan yaitu

pengumpulan data, reduksi data dan penyajian data. Data siap saji yang digunakan untuk proses *clustering* ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Penyederhanaan Rekapitulasi Dosen

Dosen	K1	K2	K3	K4
Dosen 1	18.800	8.133	12.533	8.533
Dosen 2	17.650	7.600	11.000	6.900
Dosen 3	19.200	7.500	12.000	8.200
Dosen 4	20.533	8.200	12.767	8.300
Dosen 5	21.150	8.325	12.825	8.475
Dosen 6	20.100	8.100	12.225	8.300
Dosen 7	19.000	7.400	11.880	8.080
Dosen 8	19.367	7.816	11.850	8.450
Dosen 9	13.180	5.340	8.980	6.100

Tabel 1 merupakan tabel hasil penyederhanaan rekap dosen yang memiliki 12 koordinat, 12 koordinat ini adalah variabel penelitian. Agar data mudah diproses, dilakukan penyederhanaan 12 koordinat menjadi 4 koordinat. Referensi 4 koordinat ini berdasarkan sertifikat dosen. Kriteria sertifikasi dosen yaitu : pedagogik, profesional, kepribadian dan kompetensi sosial. Kriteria 1-5 pada UJM masuk kedalam kriteria 1 pedagogik, Kriteria 6 dan 7 masuk kedalam kriteria profesional, Kriteria 8, 9 dan 10 masuk dalam kriteria kepribadian dan Kriteria 10 dan 12 termasuk dalam kriteria kompetensi sosial.

### C. Proses Clustering Menggunakan Algoritma Self Organizing Maps

#### 1. Inisialisasi Pembobot Intra Layer Awal

Intra-layer digunakan dalam algoritma update pembobot yang berupa matrik berukuran  $k \times n$  dimana  $k$  adalah jumlah cluster yang diinginkan, dan  $n$  adalah jumlah data pelatihan. Intra layer pada prinsipnya adalah merupakan fungsi jarak ketetanggaan (*neighborhood distance*) antar data pada layer input. Fungsi inilah nantinya yang akan memetakan antar data pada layer input ke dalam keanggotaan cluster dalam layer output. Hasil pembobotan akhir dari intra-layer berlaku sebagai centroid dari tiap cluster. Bobot awal ditentukan dengan cara berikut pada tabel 2.

Tabel 2. Bobot Intra Layer Awal

W1	W2	W3	W4
19.200	22.333	13.180	18.238
7.654	8.750	5.340	7.248
11.866	13.466	8.900	11.411
7.856	8.734	6.100	7.563

Tabel 2. merupakan inisialisasi pembobot intra layer awal. Inisialisasi pembobot layer dapat dilakukan dengan pembangkitan secara random maupun rata-rata tersebar.

#### 2. Menghitung Jarak Ketetanggaan

Jarak ketetanggaan dalam hal ini yaitu jarak antara suatu pembobot terhadap setiap data. Untuk menghitung kedekatan jarak, pada penelitian ini menggunakan rumus (7) yaitu dengan cara :

$$d(x1,c1) = \sqrt{(18.800-19.200)^2 + (8.133-7.654)^2 + (12.533-11.866)^2 + (8.533-7.856)^2}$$

$$d(x1,c2) = \sqrt{(18.800-22.333)^2 + (8.133-8.750)^2 + (12.533-13.466)^2 + (8.533-8.734)^2}$$

Hasil perhitungan jarak tersebut ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Jarak

Dosen	ED Cluster 1	ED Cluster 2	ED Cluster 3	ED Cluster 4
Dosen 1	1.137	3.711	7.649	1.817
Dosen 2	2.241	5.718	5.490	1.038
Dosen 3	0.484	3.717	7.411	1.776
Dosen 4	1.662	2.054	9.058	3.299
Dosen 5	1.458	1.435	9.668	3.906
Dosen 6	0.386	1.956	8.450	2.699
Dosen 7	1.244	3.269	7.136	1.514
Dosen 8	0.403	2.804	7.657	2.020
Dosen 9	7.664	10.351	0.080	5.768

#### 3. Update Pembobot Layer

Pada saat masih ada perubahan susunan keanggotaan cluster maka iterasi berikutnya dilakukan dengan pembobot layer yang perlu di-update. Update pembobot layer dinyatakan dalam persamaan (.8)

dimana  $\eta$  adalah *learning rate*. Update pembobot dilakukan pada pembobot yang memiliki jarak terdekat terhadap data. Jika ditetapkan  $\eta=0.5$  maka :

$$Iw_j(t+1) = Iw_j(t) + \eta(p_i - Iw_j(t))$$

$$= \begin{bmatrix} 19.200 \\ 7.654 \\ 11.866 \\ 7.856 \end{bmatrix} + (0.5) \left( \begin{bmatrix} 18.800 \\ 8.133 \\ 12.533 \\ 8.533 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 19.200 \\ 7.654 \\ 11.866 \\ 7.856 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 19.0001 \\ 7.8935 \\ 12.1993 \\ 8.1944 \end{bmatrix}$$

Hasil diatas adalah contoh perhitungan pembobot pada dosen 1. Karena jarak terdekat dosen 1 terhadap pembobot masuk kedalam cluster 1 maka cluster 1 diupdate seperti hasil diatas. Begitu juga untuk data pada dosen 2 dan seterusnya. Sehingga diperoleh hasil pembobot akhir iterasi 1 pada tabel 4. Iterasi dilanjutkan sehingga tidak ada lagi perubahan posisi pada anggota cluster atau treshold sudah terpenuhi.

Tabel 4. Bobot akhir iterasi 1

Centroid 1	Centroid 2	Centroid 3	Centroid 4
20.752	21.754	14.632	17.524
7.905	8.376	5.960	6.996
12.556	13.253	9.185	10.452
8.095	8.607	6.187	7.108

4. Hasil Pengelompokan Data

Setelah mendapat hasil perhitungan jarak ketetanggan masing- masing data terhadap pembobot. Langkah selanjutnya adalah mengelompokkan data dengan cara memilih jarak terdekat setiap data. Misalnya : karena  $d(x1,c1) < d(x1,c2)$  ,  $(dx1,c3)$  dan  $d(x1,c4)$  maka data x1 (Dosen 1) masuk kedalam *cluster* 1. Begitu juga pada data x2 (Dosen 2) sampai dengan x24 (Dosen 24). Tabel hasil pengelompokan data ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengelompokan Data

		w1	w2	w3	w4
ITERASI 1	Bobot	19.200	22.333	13.180	18.238
		7.654	8.750	5.340	7.248
		11.866	13.466	8.900	11.411
		7.856	8.734	6.100	7.563
	Jumlah anggota	12	5	3	4
ITERASI 2	Bobot	20.752	21.754	14.633	17.524
		7.905	8.376	5.960	6.997
		12.556	13.254	9.185	10.453
		8.096	8.608	6.188	7.108
	Jumlah anggota	7	10	3	4
ITERASI 3	Bobot	19.661	21.391	14.814	17.480
		8.209	8.090	6.038	6.981
		12.157	13.033	9.221	10.393
		8.271	8.357	6.198	7.080
	Jumlah anggota	6	11	3	4

D. Clustering Menggunakan Fuzzy C-Means

Proses kualifikasi data kinerja dosen menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means*. Untuk algoritma *fuzzy c-means* tingkat keberadaan data dalam suatu kelas atau cluster ditentukan oleh derajat keanggotaannya [9]. Sehingga data dapat menjadi anggota dari semua kelas atau cluster terbentuk dengan derajat atau tingkat keanggotaan yang berbeda antara 0 hingga 1. Penghentian iterasi atau error pada FCM adalah  $10^{-4}$ . Proses akan dijelaskan mulai dari pembentukan centroid baru. Untuk data dan inisialisasi centroid awal sampai dengan menghitung jarak data dengan centroid awal sama dengan proses clustering menggunakan algoritma SOM.

1. Bobot Euclidean Distance

Centroid baru pada *fuzzy c-means* dimulai dari pembobotan hasil perhitungan jarak menggunakan euclidean distance (ED). Yaitu dengan cara 1 dibagi dengan hasil perhitungan jarak.

Tabel 6. Hasil Pembobotan Euclidean Distance

BOBOT (1/D)						
V1	0.879193	0.520246	0.192739	0.458354	0.057751	0.058041
V2	0.269448	0.174881	0.269069	0.486824	0.697059	0.374313
V3	0.130740	0.182154	0.134931	0.110405	0.103430	0.118346
V4	0.550506	0.963256	0.757579	0.341846	0.283146	0.430329
Tot	1.829887	1.840536	1.354318	1.397428	1.141386	0.981029
<b>23.856016</b>						

2. Menghitung Derajat Keanggotaan

Derajat keanggotaan merupakan bobot fuzzy. Nilai derajat keanggotaan dihitung dengan cara membagi bobot euclidean distance dengan total bobot untuk masing-masing data. Untuk hasil perhitungan derajat keanggotaan ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Derajat Keanggotaan

Derajat keanggotaan					
V1	0.480463	0.272988	0.682555	0.377467	0.281355
V2	0.147249	0.096297	0.073533	0.322726	0.462275
V3	0.071447	0.100302	0.036875	0.07319	0.068593
V4	0.300842	0.530412	0.207037	0.226617	0.187777

3. Kuadrat Derajat Keanggotaan

Setelah mendapatkan hasil derajat keanggotaan kemudian nilai setiap derajat keanggotaan dikuadratkan. Tabel hasil Kuadrat derajat keanggotaan ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 8. Kuadrat Derajat Keanggotaan

Kuadrat Derajat Keanggotaan					Total	
V1	0.230844	0.074523	0.465881	0.142481	0.079161	2.110788
V2	0.021682	0.009273	0.005407	0.104152	0.213698	0.585409
V3	0.005105	0.010061	0.00136	0.005357	0.004705	0.980365
V4	0.090506	0.281337	0.042864	0.051355	0.03526	0.718887

4. Bobot Derajat Keanggotaan

Pembentukan centroid baru dihitung dengan menggunakan bobot derajat keanggotaan. Vektor 1 pada bobot derajat keanggotaan merupakan centroid pertama. Menghitung bobot derajat keanggotaan dengan cara Vektor 1 (V1) kuadrat derajat keanggotaan dikali dengan *feature vector*. Begitu juga dengan V2 sampai dengan V4. Hasil perhitungan bobot derajat keanggotaan dapat dilihat pada tabel 9 dan tabel 10.

Tabel 9. Bobot Derajat Keanggotaan Vektor 1

Vektor 1					
K1	4.339876	1.315325	8.944921	2.925565	1.674251
K2	1.877458	0.566372	3.49411	1.168345	0.659014
K3	2.893174	0.819749	5.590576	1.819056	1.015237
K4	1.969796	0.514206	3.820227	1.182593	0.670888

Tabel 10. Bobot Derajat Keanggotaan Vektor 2

Vektor 2					
K1	0.407624	0.163671	0.103817	2.138559	4.51972
K2	0.176341	0.070476	0.040554	0.854049	1.779039
K3	0.271742	0.102005	0.064886	1.329713	2.740682
K4	0.185014	0.063985	0.044339	0.864464	1.811094

Berdasarkan hasil bobot derajat keanggotaan masing-masing vektor yang terlihat pada tabel 8 sampai dengan tabel 10 selanjutnya yaitu dihitung jumlah dari masing-masing cluster. Total dari bobot derajat keanggotaan ditunjukkan pada tabel 11:

Tabel 11. Total Bobot Derajat Keanggotaan

V1	V2	V3	V4
41.00577	12.09521	13.1748	13.58493
16.48042	4.898022	5.343858	5.640632
25.5613	7.402115	8.929643	8.485817
17.42974	4.948526	6.058402	5.605344

5. Pembentukan Centroid Baru

Dari hasil jumlah bobot derajat keanggotaan maka dapat ditentukan centroid baru yaitu dengan cara membagi jumlah masing-masing vektor pada kuadrat derajat keanggotaan dengan total kuadrat derajat keanggotaan untuk setiap vektor. Sehingga terbentuklah centroid baru. Centroid baru dapat dilihat pada tabel 12 :

Tabel 12. Pembentukan Centroid Baru

Cen1	Cen2	Cen3	Cen4
19.4268	20.6611	13.4387	18.8972
7.8077	8.3668	5.4509	7.8463
12.1098	12.6443	9.1085	11.8041
8.2575	8.4531	6.1797	7.7972

6. Pengelompokan Data

Pengelompokan data menggunakan *fuzzy c-means* sama dengan algoritma *k-means*. Yaitu dengan mengelompokkan data berdasarkan dengan jarak terdekat dengan pusat cluster. Berdasarkan perhitungan *fuzzy c-means* yang telah dilakukan diatas maka hasil pengelompokan data menggunakan algoritma *fuzzy c-means* dapat dilihat pada tabel 13 dibawah ini.

Tabel 13. Hasil Pengelompokan Data

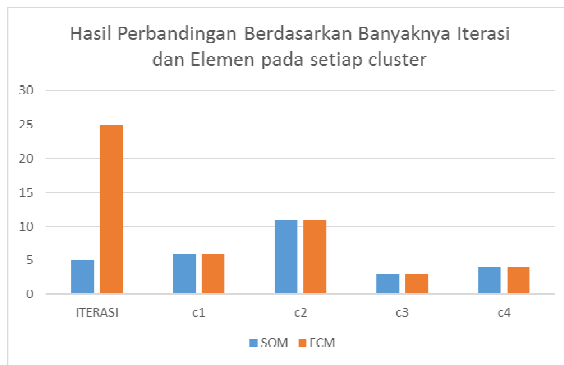
ITERASI	bobot	centroid 1	centroid 2	centroid 3	centroid 4
		19.200	22.333	13.180	18.238
1	Jml anggota	7.654	8.750	5.340	7.248
		11.866	13.466	8.900	11.411
		7.856	8.734	6.100	7.563
		12	5	3	4
2	bobot	19.576	21.283	14.049	18.578
		7.806	8.242	5.821	7.522
		12.146	12.915	9.203	11.499
		8.120	8.453	6.256	7.594
	Jml anggota	8	9	3	4

ITERASI 3	bobot	19.626	20.991	14.377	18.519
		7.854	8.223	6.020	7.489
		12.179	12.809	9.223	11.471
		8.148	8.384	6.281	7.592
ITERASI 4	Jml anggota	5	11	3	5
		bobot	19.658	20.859	14.563
7.866	8.192		6.072	7.464	
12.195	12.750		9.274	11.432	
8.161	8.344		6.308	7.569	
ITERASI 5	Jml anggota	6	11	3	4
		bobot	19.689	20.789	14.693
7.876	8.170		6.097	7.449	
12.211	12.721		9.315	11.393	
8.172	8.320		6.328	7.540	

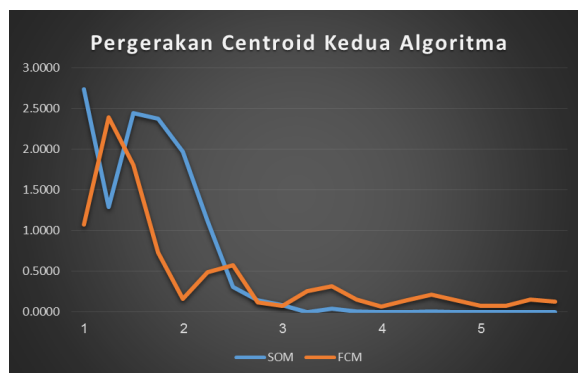
Tabel-tabel diatas merupakan hasil pengelompokan fuzzy c-means dari iterasi ke 1 sampai dengan iterasi ke 5. Berdasarkan error yang telah ditentukan yaitu  $10^{-4}$ , pengelompokan menggunakan fuzzy c-means berhenti pada iterasi ke 25 dengan selisih error antara centroid lama dengan centroid baru 0.0000. Dalam perhitungan menggunakan fuzzy c-means, iterasi ke 5 sampai dengan iterasi ke 25 anggota pada tiap cluster tidak ada yang berpindah tempat. Iterasi ke 5 pada fuzzy c-means dengan selisih error dari centroid lama dan centroid baru adalah 0.432439. Jadi, dapat disimpulkan bahwa dengan error 0.432439 proses clustering telah selesai.

E. Perbandingan Hasil Penelitian

Perbandingan hasil penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui metode yang paling tepat pada kasus kualifikasi data kinerja dosen dengan cara membandingkan hasil pengelompokan pada algoritma SOM dan Fuzzy C-means. Perbandingan dilakukan secara langsung dari hasil kedua algoritma. Nilai yang dikaji adalah banyak iterasi, dan banyak anggota pada setiap cluster, bagaimana pergerakan centroid dari kedua algoritma. Penentuan banyak iterasi menjadi salah satu kajian penting dari penelitian ini, karena dari banyak proses akan mengurangi efisiensi sebuah algoritma untuk menemukan sebuah solusi. Banyak anggota pada sebuah cluster juga menjadi kajian penting yang kedua. Pergerakan centroid dilihat dari jarak antara posisi centroid baru dan centroid lama. Berikut adalah hasil perbandingan kedua metode :



Gambar 1. Hasil Perbandingan Iterasi dan Elemen Cluster



Gambar 2. Hasil Perbandingan Pergerakan Centroid

Perbandingan berdasarkan nilai centroid awal dengan menggunakan nilai random yang diberikan pada Gambar 1 Kedua algoritma memiliki hasil yang seimbang pada banyaknya elemen pada setiap cluster. Sedangkan untuk kebutuhan iterasinya untuk mencapai hasil optimum algoritma fuzzy c-means membutuhkan 80% lebih banyak dibandingkan dengan algoritma SOM. Perbandingan Berdasarkan pergerakan centroid pada gambar 2 dapat dilihat bahwa Algoritma SOM lebih konsisten dalam perubahan centroid setiap iterasi dibandingkan dengan algoritma FCM. Dari pengamatan diatas Dijelaskan bahwa algoritma SOM lebih unggul berdasarkan banyaknya iterasi untuk mendapatkan hasil yang optimum, dan juga algoritma SOM lebih efektif dalam kecepatan proses clustering. Bila dibagi berdasarkan rating untuk masing masing cluster, penelitian ini menggunakan 4 cluster yaitu cluster 1 menjadi kualifikasi baik, cluster 2 kualifikasi sangat baik, cluster 3 kualifikasi sangat kurang dan cluster 4 kualifikasi kurang. Berdasarkan hal tersebut Algoritma SOM lebih tepat atau lebih efisien dalam kasus kualifikasi kinerja dosen dibandingkan dengan algoritma FCM.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada pengerjaan Tugas Akhir ini yang mengacu pada rumusan masalah yaitu tentang kualifikasi kinerja dosen menggunakan algoritma SOM dan fuzzy c-means adalah :

1. Penentuan centroid awal pada algoritma SOM dan FCM sangat berpengaruh terhadap banyaknya iterasi dan elemen pada setiap cluster
2. Dari perhitungan kedua metode memiliki hasil kualifikasi yang sama dengan algoritma yang berbeda
3. Berdasarkan banyaknya iterasi dan perolehan banyaknya anggota pada setiap cluster, konsistensi dan efisiensi terhadap nilai centroid maka algoritma SOM lebih unggul dibandingkan algoritma FCM
4. Hasil kualifikasi menggunakan algoritma Fuzzy C-means dan Self Organizing Maps yaitu : Cluster 1 berisi dosen dengan kualifikasi baik, total anggota pada cluster satu yaitu sebanyak 6 dosen. Anggota pada cluster 1 yaitu : dosen 1, dosen 3, dosen 6, dosen 7, dosen 8, dosen 16, dosen 2. Cluster 2 berisi dosen dengan kualifikasi sangat baik, total anggota pada cluster dua yaitu sebanyak 11 anggota. Anggota pada cluster 2 yaitu : dosen 4, dosen 5, dosen 10, dosen 13, dosen 14, dosen 17, dosen 18, dosen 19, dosen 21, dosen 22, dosen 23. Cluster 3 berisi dosen yang memiliki kualifikasi sangat kurang, total anggota dalam cluster 3 yaitu sebanyak 3 orang dengan anggota : dosen 9, dosen 15, dan dosen 24. Cluster 4 berisi dosen yang memiliki kualifikasi kurang, total anggota dalam cluster ini yaitu sebanyak 4 anggota. Anggota dalam cluster 4 ini yaitu : dosen 2 , dosen 11, dosen 12, dosen 20.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Eason, B. Noble, and I. N. Sneddon, "On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions," in *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, 1955, vol. A247, pp. 529-551.
- [2] S. Redjeki, "Pemodelan Pengelompokan Prestasi Dosen Menggunakan Metode Fuzzy C-Means," *J. Inform. dan Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 67-74, 2017.
- [3] P. E. Mas'udia, F. Arinie, and L. D. Mustafa, "Clustering Data Remunerasi Dosen Untuk Penilaian Kinerja Menggunakan Fuzzy c-Means," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 2, no. 1, pp. 288-294, 2018.
- [4] J. C. Maxwell, "A Treatise on Electricity and Magnetism," *3rd Oxford Clarendon*, vol. 2, no. 3, pp. 68-73, 1892.
- [5] T. Kohonen, "The Self-Organizing Map," *Proceeding of IEEE*, vol. 78, no. 9, 1990.
- [6] I. S. Jacobs and C. P. Bean, *Fine particles, thin films and exchange anisotropy*, in *Magnetism*, Academic., vol. 3. New York, 1963.
- [7] A. D. Cahyani, B. K. Khotimah, and R. T. Rizkillah, "Perbandingan Metode SOM (Self Organizing Map) Dengan Pembobotan Berbasis RBF (Radial Basis Function)," *J. Teknol. Technoscintia*, vol. 7, no. 1, pp. 85-92, 2014.
- [8] W. Lestari, "Sistem Clustering Kecerdasan Majemuk Mahasiswa Menggunakan Algoritma Self Organizing Map (SOM)," *STIMIK Duta Bangsa Surakarta*, 2011.
- [9] E. T. Luthfi, "Fuzzy c-means untuk Clustering Data (Studi Kasus Data Performance Mengajar Dosen)," in *Seminar Nasional Teknologi*, 2007.