ISSN 2579 7247

PERBANDINGAN ALGORITMA K-MEANS DAN FUZZY C-MEANS CLUSTERING UNTUK KUALIFIKASI DATA KINERJA DOSEN DI JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI POLNES

Prima Resti Nastiti [1)], Arief Bramanto Wicaksono Putra [2)]

Teknik Informatika & Multimedia, Politeknik Negeri Samarinda
Teknik Informatika, Politeknik Negeri Samarinda
Jl. Cipto Mangunkusumo Kampus Gn.Lipan, Samarinda Seberang, 75132
E-mail : primaresty00@gmail.com[1)], ariefbram@gmail.com[2)]

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. *Cluster* dalam penelitian ini ada 4 *cluster* yaitu : *cluster* 1 yang berisi dosen dengan kualifikasi baik, *cluster* 2 yang berisi dosen dengan kualifikasi sangat baik, *cluster* 3 yang berisi dosen dengan kualifikasi sangat kurang dan *cluster* 4 yang berisi dosen dengan kualifikasi kurang. Pengelompokkan data pada penelitian ini menggunakan algoritma K-means dan Fuzzy C-means. Hasil perbandingan pengelompokkan yaitu *: cluster* 1 beranggotakan 6 dosen, *cluster* 2 beranggotakan 11 dosen, *cluster* 3 beranggotakan 3 dosen dan *cluster* 4 beranggotakan 4 dosen.

***Kata Kunci** : Cluster, Fuzzy C-means, Kinerja dosen, K-means.*

1. 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 bagi setiap mahasiswa. Dari data hasil kuesioner tersebut dapat diklasifikasikan kedalam beberapa *cluster*. *Cluster-cluster* yang diklasifikasikan menyangkut pada kriteria yang ada. Kriteria-kriteria yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada Indeks Kinerja Akademik Dosen (IKAD). Melalui proses penilaian kinerja dosen tersebut dilakukan proses kualifikasi agar dosen dapat mengetahui keahlian atau kemampuan dibidang tertentu. Proses kualifikasi dilakukan dengang menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* dan *K-means Clustering*.

Berdasarkan wawancara terhadap sejumlah mahasiswa beberapa dosen kinerjanya kurang dalam perencanaan, proses belajar mengajar maupun evaluasi. Untuk membantu dosen dalam proses perencanaan dan evaluasi maka perlu dilakukan kualifikasi terhadap kinerja dosen agar dosen dapat memperbaiki kinerjanya. Didasari latar belakang diatas maka peneliti mengangkat permasalahan tersebut dengan judul " Perbandingan Algoritma *K-means* dan *Fuzzy C-means Clustering* Untuk Kualifikasi Data Kinerja Dosen di Jurusan Teknologi Informasi POLNES".

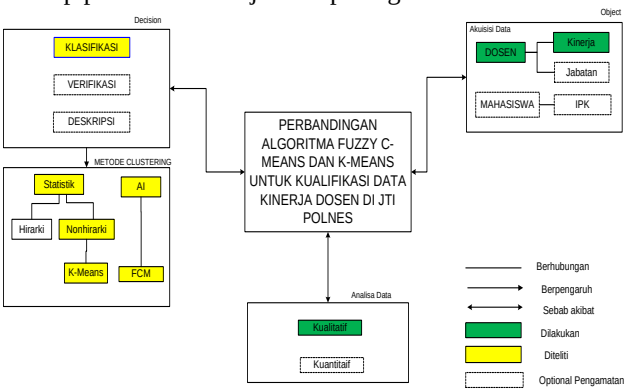
2. RUANG LINGKUP PENELITIAN

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 *K-means* 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.
6. Data dosen yang dipakai hanya dosen yang mengajar pada semester ganjil tahun akademik 2015/2016.
7. 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

3. BAHAN DAN METODE

3.1 *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. Dengan cara memperbaiki pusat cluster dan nilai keanggotaan tiap-tiap data secara berulang, maka dapat dilihat bahwa pusat cluster akan menujui lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimasi fungsi obyektif (Edy Irwansyah, 2015) yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat cluster yang terbobot. Algoritma yang digunakan pada metode Fuzzy C-means adalah sebagai berikut :

1. Input data yang akan dicluster X, berupa matriks berukuran n x m (n = jumlah sampel data, m = atribut setiap data). X_{ij} = data sampel ke-i (i=1,2,...,n), atribut ke-j (j=1,2,...,m).
2. Tentukan :

Jumlah cluster	=	c;
Pangkat	=	w;
Maksimum iterasi	=	MaxIter;
Error terkecil yang diharapkan	=	ξ.
Fungsi obyektif awal	=	$P_0 = 0$;
Iterasi awal	=	t = 1;

3. Bangkitkan bilangan random μ_{ik}, i=1,2,...,n; k=1,2,...,c; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U.
   Hitung jumlah setiap kolom:

$$Qj = \sum_{k=1}^{c} \mu_{ik} \quad (2.1)$$

   dengan j=1,2,...,n.
   Hitung:

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i} \quad (2.2)$$

   Hitung :

$$\sum_{j=1}^{N} (u_{ij})^2 X_j \quad (2.3)$$

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

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left((\mu_{ik})^w * X_{ij} \right)}{\sum_{i=1}^{n} (\mu_{ik})^w} \quad (2.4)$$

5. Hitung fungsi obyektif pada iterasi ke-t, P_t:

$$P_t = \sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{c} \left(\left[\sum_{j=1}^{m} \left(X_{ij} - V_{kj} \right)^2 \right] (\mu_{ik})^w \right) \quad (2.5)$$

6. Hitung perubahan matriks partisi:

$$\mu_{ik} = \frac{\left[\sum_{j=1}^{m} \left(X_{ij} - V_{kj} \right)^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^{c} \left[\sum_{j=1}^{m} \left(X_{ij} - V_{kj} \right)^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}} \quad (2.6)$$

   dengan: i = 1,2,...,n; dan k = 1,2,...,c.
7. Cek kondisi berhenti :
   a. Jika: ($|P_t - P_{t-1}| < \xi$) atau (t > MaxIter) maka berhenti;
   b. Jika tidak: t = t+1, ulangi langkah ke-4

3.2 Algoritma K-Means

Menurut Santosa (2007), langkah-langkah melakukan clustering dengan metode K-Means adalah sebagai berikut:

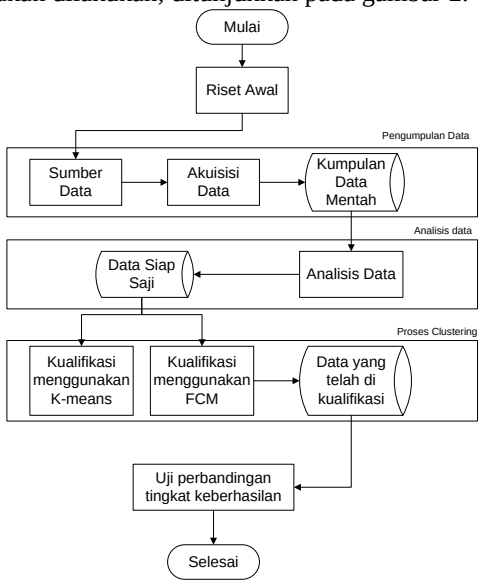
a. Pilih jumlah cluster k.
b. Inisialisasi k pusat cluster ini bisa dilakukan dengan berbagai cara. Namun yang paling sering dilakukan adalah dengan cara random. Pusat-pusat cluster diberiduberi nilai awal dengan angka-angka random,
c. Alokasikan semua data/ objek ke cluster terdekat. Kedekatan dua objek ditentukan berdasarkan jarak kedua objek tersebut. Demikian juga kedekatan suatu data ke cluster tertentu ditentukan jarak antara data dengan pusat cluster. Dalam tahap ini perlu dihitung jarak tiap data ke tiap pusat cluster. Jarak paling antara satu data dengan satu cluster tertentu

akan menentukan suatu data masuk dalam cluster mana. Untuk menghiutng jarak semua data ke setiap titik pusat cluster dapat menggunakan teori jarak Euclidean.

d. Hitung kembali pusat cluster dengan keanggotaan cluster yang sekarang. Pusat cluster adalah rata-rata dari semua data/ objek dalam cluster tertentu. Jika dikehendaki bisa juga menggunakan median dari cluster tersebut. Jadi rata-rata (mean) bukan satu-satunya ukuran yang bisa dipakai.
e. Tugaskan lagi setiap objek memakai pusat cluster yang baru. Jika pusat cluster tidak berubah lagi maka proses clustering selesai. Atau, kembali ke langkah nomor 3 sampai pusat cluster tidak berubah lagi.

3.3 Metode Penelitian

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



Gambar 2. Metode Penelitian

4. IMPLEMENTASI

4.1 Akusisi 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 meiliki 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

4.2 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	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
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.

4.3 Proses *Clustering* Menggunakan Algoritma K-Means

A. Menentukan Jumlah Cluster

Jumlah cluster yang akan dibuat sebagai proses kualifikasi dalam penelitian sebanyak 4 cluster. Pembentukan 4 cluster ini dibuat berdasarkan ketentuan responden UJM. Dalam penelitian ini cluster 1 berisi kelompok dosen yang memiliki kualifikasi baik, *cluster* 2 berisi kelompok dosen memiliki kualifikasi sangat baik, *cluster* 3 berisi kelompok dosen yang memiliki kualifikasi sangat kurang dan *cluster* 4 berisi kelompok dosen yang memiliki kualifikasi kurang. Untuk menentukannya, jumlah cluster harus lebih kecil dari banyaknya data.

B. Menentukan Centroid

Centroid Awal ditentukan secara *random*. Centroid pertama merupakan hasil dari rata-rata untuk setiap kriteria pada tabel 1. Centroid kedua nilai maximum dari setiap kriteria. Centroid ketiga adalah nilai minimum dari setiap kriteria. Centroid terakhir merupakan hasil rata-rata dari ketiga centroid. Untuk lebih jelasnya hasil keseluruhan centroid dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Centroid Awal

Centroid 1	Centroid 2	Centroid 3	Centorid 4
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 centroid pada perulangan ke 0 untuk perulangan ke 1 dan selanjutnya centroid ditentukan dengan cara menghitung nilai rata-rata dari setiap anggota cluster. Jika centroid baru berbeda dari centroid sebelumnya maka proses berlanjut ke langkah berikutnya, jika centroid baru sama dengan centroid sebelumnya maka perulangan berhenti dan proses clustering selesai.

C. Menghitung Jarak Data Dengan Centroid

Untuk menghitung kedekatan jarak, pada penelitian ini menggunakan rumus *euclidean distance*. 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	2.017	5.718	1.038	1.038
Dosen 3	0.400	3.717	1.320	1.320
Dosen 4	1.756	2.054	2.925	2.925
Dosen 5	2.357	1.435	3.532	3.532
Dosen 6	1.155	2.672	2.324	2.324
Dosen 7	0.394	3.984	1.045	1.045
Dosen 8	0.638	3.516	1.605	1.605
Dosen 9	7.281	11.067	6.105	6.105

D. Pengelompokan Data

Setelah mendapat hasil perhitungan jarak masing-masing data terhadap ke 4 *cnetroid*. Langkah selanjutnya adalah mengelompokkan data dengan cara memilih jarak terdekat terhadap centorid. 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 pengelompokkan data ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengelompokan Data Iterasi Ketiga.

Cluster	Centroid	Anggota	Total Anggota
Cluster 1	19.990 7.914 12.435 8.202	Dosen 1, Dosen 3, Dosen 4, Dosen 6, Dosen 7, Dosen 8, Dosen 13, Dosen 16, Dosen 18, Dosen 19, Dosen 21, Dosen 22	12
Cluster 2	21.520 8.438 13.022 8.602	Dosen 5, Dosen 10, Dosen 14, Dosen 17, Dosen 23	5
Cluster 3	14.260 5.897 9.110 6.167	Dosen 9, Dosen 15, Dosen 24	3
Cluster 4	17.638 7.213 10.779 7.152	Dosen 2, Dosen 11, Dosen 12, Dosen 20	4

4.4 Kualifikasi Menggunakan *Fuzzy C-Means*

Proses kualifikasi data kinerja dosen menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means.* Kualifikasi menggunakan *fuzzy c-means* hampir sama dengan menggunakan algoritma k-means. Untuk algoritma *fuzzy c-means* tingkat keberadaan data dalam suatu kelas atau cluster ditentukan oleh derajat keanggotaannya. 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 sederhana menggunakan algoritma K-means.

A. 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. Hasil pembobotan ED ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. 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
23.856016						

B. 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 6.

Tabel 6. 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

C. Kuadrat Derajat Keanggotaan

Setelah mendapatkan hasil derajat keanggotaan kemudian nilai setiap derajat keanggotaan dikuadratkan. Tabel hasil Kuadrat derajat keanggotaan ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. 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

D. 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 8 dan tabel 9.

Tabel 8. 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 9. 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 9 selanjutnya yaitu dihitung jumlah dari masing masing cluster. Total dari bobot derajat keanggotaan ditunjukkan pada tabel 10:

Tabel 10. 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

E. 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 11 :

Tabel 11. 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

F. 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 pengelompokkan data menggunakan algoritma *fuzzy c-means* dapat dilihat pada tabel 12 dan 13.

Tabel 12. Hasil Pengelompokan Data Iterasi Ke 1

Cluster	Centroid	Anggota	Total Anggota
Cluster 1	19.20021 7.65408 11.86550 7.85579	Dosen 1 , dosen 3 , dosen 4, dosen 6, dosen 7, dosen 8, dosen 13, dosen 16, dosen 18, dosen 19, dosen 21, dosen 22	12
Cluster	22.33300 8.75000	Dosen 5, dosen 10, dosen 14, dosen 17, dosen 23	5
2	13.46600 8.73400		
Cluster 3	13.18000 5.34000 8.90000 6.10000	dosen 9, dosen 15, dosen 24	3
Cluster 4	18.23774 7.24803 11.41050 7.56326	dosen 2 , dosen 11, dosen 12, dosen 20	4

Tabel 13. Hasil Pengelompokan Data Iterasi Ke 2

Cluster	Centroid	Anggota	Total Anggota
Cluster 1	19.576073 7.806406 12.145701 8.120163	dosen 1 , dosen 3, dosen 6, dosen 7, dosen 8, 13, 16, 19	8
Cluster 2	21.283040 8.242315 12.914920 8.452657	dosen 4, dosen 5, dosen 10,dosen 14, dosen 17, dosen 18, dosen dosen 21, dosen 22, dosen 23	9
Cluster 3	14.049344 5.821024 9.203074 6.256419	Dosen 9, dosen 15, dosen 24	3
Cluster 4	18.449627 7.464362 11.431836 7.569345	Dosen 2, dosen 11, dosen 12, dosen 20	4

Tabel-tabel diatas merupakan hasil pengelompokkan fuzzy c-means dari iterasi ke 1 sampai dengan iterasi ke 2. Berdasarkan error yang telah ditentukan yaitu 10^{-4} , pengelompokkan 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 selisisih error dari centroid lama dan centroid baru adalah 0.432439. Jadi, dapat disimpulkan bahwa dengan error 0.432439 proses clustering telah selesai.

4.5 Perbandingan Hasil Penelitian

Perbandingan hasil penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui metode yang paling tepat pada penelitian ini dengan cara membandingkan hasil pengelompokkan pada algoritma K-means dan Fuzzy C-means. Untuk membandingkannya diperlukan beberapa parameter. Parameter perbandingan pada penelitian ini yaitu membandingkan dari segi iterasi, dan jumlah anggota. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada tabel 14, 15 dan 16.

Tabel 14. Hasil Perbandingan Iterasi 1

Cluster	K-Means	FCM
Cluster 1	Dosen 1,dosen 3,dosen 4, dosen 6,dosen 7,dosen 8,dosen 13,dosen 16,dosen 18,dosen 19,dosen 21,dosen 22	Dosen 1 ,dosen 3,dosen 4,dosen 6,dosen 7,dosen 8, dosen 13,dosen 16,dosen 18,dosen 19,dosen 21,dosen 22
Cluster 2	Dosen 5, dosen 10, dosen 14, dosen 17, dosen 23	Dosen 5, dosen 10, dosen 14, dosen 17, dosen 23
Cluster	dosen 9, dosen 15,	dosen 9, dosen 15,

3	dosen 24	dosen 24
Cluster 4	dosen 2 , dosen 11, dosen 12, dosen 20	dosen 2 , dosen 11, dosen 12, dosen 20

Tabel 15. Hasil Perbandingan Iterasi 2

Cluster	K-Means	FCM
Cluster 1	Dosen 1,dosen 3,dosen 4, dosen 6,dosen 7,dosen 8,dosen 13,dosen 16,dosen 18,dosen 19,dosen 21,dosen 22	Dosen 1 , dosen 3, dosen 6, dosen 7, dosen 8, 13, 16, 19
Cluster 2	Dosen 5, dosen 10, dosen 14, dosen 17, dosen 23	dosen 4, dosen 5, dosen 10,dosen 14, 17, dosen 18,dosen 21,dosen 22,dosen 23
Cluster 3	dosen 9, dosen 15, dosen 24	dosen 9,dosen 15,dosen 24
Cluster 4	dosen 2 , dosen 11, dosen 12, dosen 20	dosen 2 , dosen 11, dosen 12, dosen 20

Tabel 16. Hasil Perbandingan Iterasi Ke 3 K-Means dan Iterasi 25 FCM

Cluster	Iterasi ke 3 K-Means	Iterasi Ke 25 FCM
Cluster 1	Dosen 1,dosen 3,dosen 4, dosen 6,dosen 7,dosen 8,dosen 13,dosen 16,dosen 18,dosen 19,dosen 21,dosen 22	Dosen 1,dosen 3,dosen 4, dosen 6,dosen 7,dosen 8,dosen 13,dosen 16,dosen 18,dosen 19,dosen 21,dosen 22
Cluster 2	Dosen 5, dosen 10, dosen 14, dosen 17, dosen 23	Dosen 5, dosen 10, dosen 14, dosen 17, dosen 23
Cluster 3	dosen 9, dosen 15, dosen 24	dosen 9, dosen 15, dosen 24
Cluster 4	dosen 2 , dosen 11, dosen 12, dosen 20	dosen 2 , dosen 11, dosen 12, dosen 20

5. KESIMPULAN

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

1. Berdasarkan kriteria UJM dalam proses penilaian kinerja dosen terdapat 4 cluster yang dapat dibangun. 4 cluster ini dibangun berdasarkan kriteria penilaian untuk setifikasi dosen yaitu pedagogik, profesional, kepribadian, dan kompetensi sosial.
2. Proses kualifikasi menggunakan algoritma K-means dan Fuzzy C-means yaitu : Cluster 1 berisi dosen dengan kualifikasi baik, total anggota pada cluster satu yaitu sebanyak 12 dosen. Anggota pada cluster 1 yaitu : dosen 1, dosen 3, dosen 4, dosen 6, dosen 7, dosen 8, dosen 13, dosen 16, dosen 18, dosen 19, dosen 21, dosen 2. Cluster 2 berisi dosen dengan kualifikasi sangat baik, total anggota pada cluster dua yaitu sebanyak 5 dosen. Anggota pada cluster 2 yaitu : dosen 5, dosen 10, dosen 14, dosen 17, 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 daam cluster ini yaitu sebanyak 4 anggota. Anggota dalam cluster 4 ini yaitu : dosen 2 , dosen 11, dosen 12, dosen 20.

6. DAFTAR PUSTAKA

Agusta, Y. 2007. *K-means - Penerapan, Permasalahan dan Metode Terkait*.Jurnal Sistem dan Informatika Vol. 3 (Februari 2007): 47-60.

Irwansyah, E., Faisal, M., (2015). *Advanced Clustering Teori dan Praktek.* Deepublish. Yogyakarta

Mumuh Mulyana. 2011. *Penilaian Kinerja Dan Pengembangan Pegawai Pt Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk.* Bandung.

S. Oktavia, M N Mara, N. Satyahadewi. 2013. *Pengelompokkan kinerja dosen Jurusan Matematika FMIPA UNTAN Berdasarkan Penilaian Mahasiswa Menggunakan Metode Ward*. Pontianak : Buletin Ilmiah Mat. Stat. Terapan (Bimaster).

Salubongga, Cory .2010. *Pembangunan Aplikasi Berbasis Web Untuk Evaluasi Kinerja Dosen Pada Proses Belajar Dan Mengajar Di Universitas Atma Jaya Yogyakarta* . Jurnal. Yogyakarta : E-Journal

Santoso, B. 2007. *Data Mining: Teknik Pemanfaatan Data Untuk Keperluan Bisnis.* Yogyakarta: Graha Ilmu

Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, (Bandung : ALFABETA,2008), cet. IV, hlm. 244.

Sumanto, R S Wahono. 2011.*Penerpan Fuzzy C-Mean dalam Pemilihan Peminatan Tugas Akhir Mahasiswa.* Jakarta : Seminar Nasional Inovasi Teknologi.