

Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means untuk *Clustering* Penilaian Laporan Kinerja Dosen pada UIN Imam Bonjol Padang

Alvi Dwi Wahyuni¹, Sarjon Defit², Gunadi Widi Nurcahyo³

^{1,2,3}Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang,
Indonesia

E-mail: ¹alvidwiwahyuni@gmail.com, ²sarjond@yahoo.co.uk,
³gunadiwidi@yahoo.co.id

Abstract

Lecturer performance assessment is a process of evaluating lecturer performance and evaluating lecturer work output. This research was conducted to classify lecturer performance by utilizing Data Mining techniques. This research aims to cluster lecturer performance assessment reports which can provide information and evaluation to lecturers and serve as material for making decisions. The research method used is the Knowledge Discovery in Database (KDD) method by applying the Fuzzy C-Means Clustering Algorithm. The data processed in this research comes from the Quality Assurance Institute of UIN Imam Bonjol Padang which consists of lecturer performance assessment reports for the even semester of the 2022/2023 academic year totaling 368 lecturer data. The assessment of lecturer performance reports is grouped into 3 clusters, namely very good, good and poor performance clusters. There are 4 attributes used, namely teaching, research, service and support. The results of this research are groupings of lecturers based on clusters of lecturers with very good performance assessments in cluster 1 consisting of 160 people with a percentage of 43.48%, for the group of lecturers with good performance assessments in cluster 2 consisting of 79 people with a percentage of 21.47%, and the group of lecturers with poor performance ratings is in cluster 3 consisting of 129 people with a percentage of 35.05%. Therefore, it is hoped that the results of this research can be a reference for lecturers to evaluate and improve performance, and can be used by leaders for consideration in making better policies for the progress of higher education in the future.

Keywords: Lecturer performance assessment, Data Mining, Knowledge Discovery in Database (KDD), Fuzzy C-Means Algorithm, Clustering

Abstrak

Penilaian kinerja dosen adalah suatu proses mengevaluasi kinerja dan hasil pekerjaan dosen. Penelitian ini dilakukan untuk mengklaster kinerja dosen menggunakan teknik Data Mining. Penelitian ini bertujuan untuk mengklaster laporan penilaian kinerja dosen yang dapat memberikan informasi dan evaluasi kepada dosen dan sebagai bahan mengambil keputusan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode Knowledge Discovery in Database (KDD) dengan menerapkan Algoritma Fuzzy C-Means Clustering. Data yang diolah pada penelitian ini bersumber dari Lembaga Penjaminan Mutu UIN Imam Bonjol Padang yang terdiri dari laporan penilaian kinerja dosen semester genap tahun ajaran 2022/2023 sebanyak 368 data dosen. Penilaian laporan kinerja dosen dikelompokkan menjadi 3 klaster yaitu klaster kinerja sangat baik, baik dan kurang baik. Atribut yang digunakan ada 4 yaitu pengajaran, penelitian, pengabdian dan penunjang. Hasil penelitian ini berupa pengelompokan dosen berdasarkan cluster dosen dengan penilaian kinerja sangat baik terdapat pada cluster 1 terdiri dari 160 orang dengan persentase 43,48%, untuk kelompok dosen dengan penilaian kinerja baik terdapat pada cluster 2 terdiri dari 79 orang dengan persentase 21,47%, dan untuk kelompok dosen dengan penilaian kinerja kurang baik terdapat pada cluster 3 terdiri dari 129 orang dengan persentase 35,05%. Oleh karena itu, diharapkan hasil penelitian ini dapat

menjadi acuan bagi dosen untuk melakukan evaluasi dan peningkatan kinerja, serta dapat digunakan oleh pimpinan untuk pertimbangan dalam membuat kebijakan yang lebih baik untuk kemajuan pendidikan tinggi di masa yang akan datang.

Kata Kunci: Penilaian kinerja dosen, Data Mining, Knowledge Discovery in Database (KDD), Algoritma Fuzzy C-Means, Clustering

1. Pendahuluan

Teknologi informasi pada era globalisasi ini berkembang sangat pesat dan memberikan manfaat dalam melakukan berbagai bidang pekerjaan sehari-hari sehingga dibutuhkan pengolahan data yang akurat untuk menghasilkan informasi yang akurat. Salah satu perkembangan teknologi untuk pengolahan data yaitu *Data Mining*. Knowledge Discovery in Database (KDD) merupakan metode untuk memperoleh pengetahuan dari database yang ada. Dalam database terdapat tabel - tabel yang saling berhubungan / berelasi. Hasil pengetahuan yang diperoleh dalam proses tersebut dapat digunakan sebagai basis pengetahuan (knowledge base) untuk keperluan pengambilan keputusan. *Data Mining* merupakan salah satu tahap dari KDD. Proses KDD secara umum yaitu mulai dari *Data Selection*, *Pre-processing / Cleaning*, *Transformation*, *Data Mining*, dan *Interpretation / Evaluation*.

Penelitian sebelumnya tentang *Clustering* Data Remunerasi Dosen Untuk Penilaian Kinerja Menggunakan Fuzzy C-Means, dari hasil pengujian diperoleh 3 *cluster*, dosen yang termasuk ke dalam *cluster* 0 berjumlah 4 dosen, *cluster* 1 berjumlah 10 dosen, dan *cluster* 2 berjumlah 14 dosen. [1]. Penelitian lain yaitu klasterisasi kinerja karyawan menggunakan algoritma Fuzzy C-Means dan hasilnya dapat disimpulkan bahwa FCM dapat digunakan untuk mengklaster karyawan berdasarkan kinerjanya dengan tiga atribut yaitu kedisiplinan, presensi, dan waktu penyelesaian pekerjaan. [2]. Hasil penelitian lain menyatakan bahwa adanya perbedaan hasil dalam pengelompokan dari data nilai kinerja karyawan menggunakan algoritma K-means dengan algoritma FCM. Jika dilihat dari hasil akurasi, algoritma FCM memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dengan hasil sebesar 76% dibandingkan dengan algoritma k-means dengan nilai akurasi sebesar 44%. Dari kedua algoritma tersebut yang lebih baik digunakan adalah algoritma FCM [3].

Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means diterapkan oleh peneliti untuk klasterisasi penyakit, penilaian kinerja pegawai, dan mapping lokasi [4][5][6][7]. Penelitian tentang *cluster* umur dan ips (index prestasi mahasiswa) program pascasarjana UIN KHAS Jember dan menghasilkan DBI pada *cluster* 2 yaitu *cluster* yang mendapatkan nilai DBI terkecil yaitu 1,9570 [8]. *Clustering* menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means sangat efektif untuk mengetahui project mana yang dapat dikembangkan dan kluster dengan nilai CLV paling tinggi menjadi kelompok pelanggan dengan loyalitas dan profitabilitas yang tinggi yang harus dipertahankan [9][10]. Dari hasil penelitian juga didapatkan pemilihan matriks keanggotaan dapat mempengaruhi algoritma ini dalam hal jumlah iterasi yang dihasilkan, namun tidak mempengaruhi hasil *cluster* yang terbentuk [11]. Metode Fuzzy C-Means merupakan metode yang lebih baik dibandingkan dengan metode Fuzzy Possibilistics Cmeans [12].

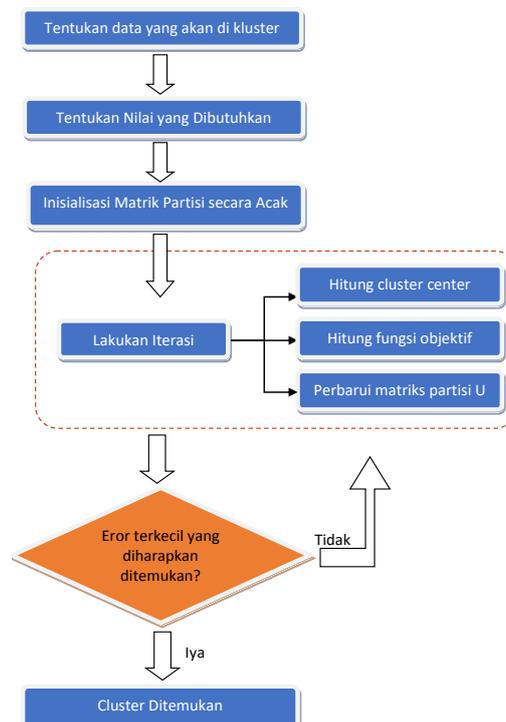
Penerapan Algoritma Fuzzy c-means juga diterapkan untuk *cluster* Data karyawan digital talent, perusahaan perbankan, data HIV, AIDS, TBC, DBD, dan data pelanggan [13][14][15][16][17]. Pengolahan data menggunakan bantuan *tools RapidMiner*, didapatkan jumlah *cluster* yang beragam, ada yang jumlah *cluster* nya 5 dan ada yang 3. Hal tersebut dipengaruhi oleh nilai Davies Bouldien Index (DBI) setiap *cluster* nya. Semakin kecil nilai DBI maka semakin baik *cluster* tersebut [18]. Perbandingan metode K-Means Dan Fuzzy C-Means terhadap penilaian kinerja pada bagian produksi sejumlah 25 orang di PT. XYZ menunjukkan bahwa Algoritma Fuzzy C-Means bekerja lebih baik untuk pengelompokan data nilai kinerja karyawan di PT. XYZ dengan nilai akurasi mendekati 100% yaitu sebesar 76% dibandingkan dengan nilai akurasi algoritma K-

Means sebesar 44% [19]. Penerapan metode Fuzzy C-Means menggunakan 3 sampel data kejahatan yang terjadi di Indonesia dalam rentang waktu 2018-2021 dan menghasilkan 3 cluster, yakni daerah rawan kriminalitas tingkat tinggi, sedang, dan rendah dengan nilai uji silhouette coefficient rata-rata sebesar 0,8322 [20].

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian ini akan membahas tentang pengklasteran laporan penilaian kinerja dosen menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means. Atribut yang digunakan yaitu pengajaran, penelitian, pengabdian, dan penunjang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa data laporan penilaian kinerja dosen, membangun pola pengelompokan menggunakan metode Algoritma Fuzzy C-Means *Clustering* sehingga menghasilkan pengetahuan atau knowledge. Dan menguji data yang sudah diolah dengan menggunakan tools *RapidMiner*. Pengetahuan yang dihasilkan dapat memberikan informasi dan evaluasi kepada dosen dan sebagai bahan mengambil keputusan bagi pimpinan dalam mengambil kebijakan dan keputusan terkait dengan rencana pengembangan pendidikan di masa yang akan datang.

2. Metodologi Penelitian

Proses *clustering* pada penelitian ini menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means. Langkah-langkah yang dilakukan dalam klusterisasi dapat digambarkan dalam kerangka penelitian yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses *Clustering* Algoritma Fuzzy C-Means

Tahapan proses perhitungan Algoritma Fuzzy C-Means untuk mengkluster data laporan penilaian kinerja dosen sebagai berikut.

1. Tentukan data yang akan di kluster
 Tahapan ini dilakukan dengan memasukkan data yang akan dilakukan *clustering* pada matriks X, berupa matriks berukuran $n \times m$ (n =jumlah data, m = atribut setiap data). X_{ij} = data sample ke- i ($i=1,2,\dots,n$), atribut ke- j ($j=1,2,\dots,m$)
2. Tentukan Nilai yang dibutuhkan
 Menentukan nilai-nilai yang dibutuhkan, yaitu:
 - a. Jumlah *cluster* yang diinginkan = c ;

- b. Pangkat pembobot = w ;
 - c. Maksimum iterasi = MaxIter ;
 - d. Error terkecil yang diharapkan = ξ ;
 - e. Fungsi objektif awal = $P_0 = 0$;
 - f. Iterasi awal = $t = 1$;
3. Inisialisasi Matriks Partisi secara Acak
 Inisialisasi matriks partisi secara acak dengan membangkitkan nilai acak μ_{ik} , $i = 1, 2, \dots, n$; $k = 1, 2, \dots, c$; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U . μ_{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 acak dengan nilai keanggotaan interval 0 sampai dengan 1. Pada posisi awal matriks partisi U masih belum akurat begitu juga pusat *cluster*nya. Sehingga kecenderungan data untuk masuk suatu *cluster* juga belum akurat.

4. Lakukan Iterasi

Melakukan iterasi dengan tahap sebagai berikut:

- a. Hitung *cluster center* (means)

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

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

di mana,

V_{kj} adalah titik pusat *cluster*

X_{ij} adalah data

μ_{ik} adalah derajat keanggotaan data pada tiap *cluster*

- b. Hitung fungsi objektif, digunakan sebagai syarat perulangan untuk mendapatkan pusat *cluster* yang tepat. Sehingga diperoleh kecendrungan data untuk masuk ke *cluster* mana pada step akhir.

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

di mana,

P_t adalah fungsi objektif

X_{ij} adalah data

V_{kj} adalah titik pusat *cluster*

μ_{ik} adalah derajat keanggotaan data pada tiap *cluster*

w adalah pembobot

- c. Perbarui matriks partisi U

Memperbarui matriks partisi U dengan menghitung perubahan matriks U menggunakan persamaan berikut:

$$\mu_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-\frac{1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c [\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{-\frac{1}{w-1}}} \quad (3)$$

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

X_{ij} adalah data

V_{kj} adalah titik pusat *cluster*

μ_{ik} adalah derajat keanggotaan data pada tiap *cluster*

w adalah pembobot

5. *Cluster* Ditemukan

Memeriksa kondisi berhenti menggunakan nilai fungsi objektif pada iterasi pertama dikurang dengan fungsi objektif awal, menggunakan persamaan:

Jika: $(|P_t - P_{t-1}| < \xi)$ atau $(t > \text{MaxIter})$ maka berhenti dan *cluster* ditemukan.

Jika tidak: $t = t + 1$, ulangi langkah ke-4. (4)

Jika error terkecil yang diharapkan belum ditemukan, maka ulangi iterasi sampai nilai $U < \xi$, di mana kondisi telah berhenti dengan menggunakan matriks U baru yang sudah diperoleh pada langkah sebelumnya. Ulangi iterasi hingga didapatkan fungsi objektif lebih kecil dari nilai error yang diharapkan. Selanjutnya dapat ditentukan *cluster* dari data berdasarkan nilai keanggotaan berdasarkan nilai matriks U pada iterasi terakhir.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tentukan data yang akan di kluster

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data penilaian laporan kinerja dosen yang berasal dari database *software* eBKD UIN Imam Bonjol Padang tahun akademik 2022/2023 semester genap yang sudah divalidasi oleh Lembaga Penjaminan Mutu (LPM) UIN Imam Bonjol Padang. Diperoleh data set sebanyak 368 orang dosen dapat dilihat pada Tabel 1. Variabel yang digunakan untuk menentukan klaster penilaian laporan kinerja dosen menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means adalah Pengajaran, Penelitian, Pengabdian dan Penunjang.

Tabel 1. Data Penilaian Laporan Kinerja Dosen

No.	Nama Dosen	Pengajaran (SKS)	Penelitian (SKS)	Pengabdian (SKS)	Penunjang (SKS)
1	Abdi Fadhlán	8	3.9	0.2	7
2	Abdul Basit	20	6.5	2	2
3	Abdul Hafizh	12	0	1	4
4	Abdul Manan Sihombing	14.94	1	1	5
5	Abdullah Khusairi	6.5	4	4	5
6	Abrar	15	3	2	4
7	Adelia Alfama Zamista	12	11.4	4	5
8	Afdhil Hafid	12	2	1	2
9	Afifah Jalal	16	1	0.2	2
10	Afnibar	17.5	5.5	2	5.5
...
368	Zuwirda	12	7	0	4

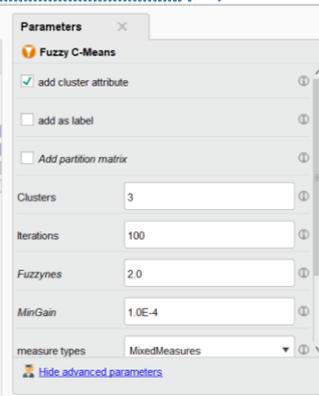
3.2. Tentukan Nilai yang Dibutuhkan

Dalam Algoritma Fuzzy C-Means pada awalnya ditentukan nilai-nilai yang dibutuhkan, yaitu jumlah *cluster*, maksimum iterasi, pembobot, eror terkecil yang diharapkan, fungsi objektif awal, dan iterasi awal. Nilai yang ditentukan berdasarkan kebutuhan yang akan menjadi acuan untuk mendapatkan hasil dalam *cluster* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Menentukan Nilai yang Dibutuhkan

Jumlah <i>Cluster</i>	c	3
Max Iterasi	MaxIter	100
Pembobot (pangkat)	w	2
Epsilon (<i>error</i> terkecil yang diharapkan)	ξ	0.001
Fungsi objektif awal	P_0	0
Iterasi awal	t	1

Jumlah *cluster* yang ditentukan yaitu sebanyak 3 *cluster*. Penentuan nilai yang dibutuhkan selanjutnya diimplementasikan menggunakan *software RapidMiner* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Menentukan Nilai yang Dibutuhkan pada *Software RapidMiner*

3.3. Inisialisasi Matrik Partisi secara Acak

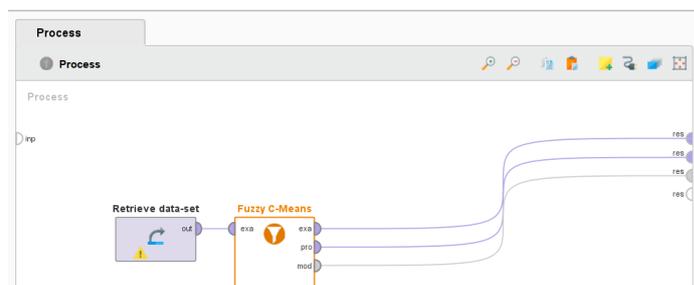
Bangkitkan matriks U dengan komponen μ_{ik} , $i = 368$; $k = 3$, nilai μ_{ik} ditentukan secara acak dengan syarat jumlah nilai elemen matriks dari kolom dalam setiap baris harus bernilai 1. Nilai μ_{ik} yang sudah ditentukan secara acak pada *software RapidMiner* dapat dilihat pada Gambar 3.

Row ...	Nama Dosen ↑	confidence(...)	confidence(...)	confidence(...)
1	Abdi Fadhlhan, M.M	0.290	0.355	0.356
2	Abdul Basit	0.406	0.296	0.298
3	Abdul Hafizh	0.259	0.383	0.358
4	Abdul Manan Sihombing, S.Ag, Ma	0.388	0.321	0.290
5	Abdullah Khusairi, Dr., Ma	0.285	0.356	0.359
6	Abrar, Dr., M.Ag	0.617	0.201	0.182
7	Adelia Alfama Zamista	0.336	0.328	0.336
8	Afdhil Hafid	0.169	0.415	0.416
9	Affah Jalal, Sh, Mh	0.383	0.317	0.300
10	Afribar, Dr., M.Pd, Kons	0.447	0.278	0.275
11	Afrinal, S.Sos.,Mh	0.254	0.375	0.371
12	Aghsilni, M.E	0.375	0.310	0.315
13	Ahmad Fauzi	0.356	0.313	0.331
14	Ahmad Nurhuda, Drs., M.Pd	0.433	0.289	0.278
15	Ahmad Sabri, Prof. Dr. Drs., M.Pd	0.473	0.270	0.256
16	Ahmad Taufik Hidayat, Dr., S.Ag, Ma	0.383	0.315	0.302
17	Ahmad Wira, M.Si., M.Ag., Ph.D	0.261	0.372	0.368

Gambar 3. Nilai μ_{ik} secara acak pada *software RapidMiner*

3.4. Lakukan Iterasi

Melakukan iterasi dengan merapkannya pada *software RapidMiner* dengan menggunakan model seperti yang terlihat pada Gambar 4. dengan menerapkan Algoritma Fuzzy C-Means.



Gambar 4. Model *Clustering* Algoritma Fuzzy C-Means pada *RapidMiner*

Setelah dilakukan pengolahan data penilaian laporan kinerja dosen menggunakan *software RapidMiner*, maka didapatkan nilai pusat masing-masing *cluster* pada masing-masing parameter yang dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.

Row No.	cluster	Pengajaran(...	Penelitian(S...	Pengabdian(...	Penunjang(...
1	cluster_0	14.663	3.372	1.298	3.267
2	cluster_1	13.518	3.060	1.240	2.923
3	cluster_2	13.461	3.202	1.230	2.836

Gambar 5. Nilai Pusat Cluster

3.5. Cluster Ditemukan

Setelah model pada Gambar 4 dijalankan dengan cara klik ikon atau *Run* pada bagian atas layar untuk mengetahui hasil *cluster* yang dilakukan pada *software RapidMiner* maka didapatkan hasil *cluster* seperti yang terlihat pada Gambar 6 berikut.

Row ...	Nama Dosen ↑	confidence(...	confidence(...	confidence(...	Pengajaran(...	Penelitian(S...	Pengabdian(...	Penunjang(...	label
1	Abdi Fadhlan, M.M	0.290	0.355	0.356	8	3.900	0.200	7	cluster_2
2	Abdul Basit	0.406	0.296	0.298	20	6.500	2	2	cluster_0
3	Abdul Hafizh	0.259	0.383	0.358	12	0	1	4	cluster_1
4	Abdul Manan Sihombing, S.Ag, Ma	0.388	0.321	0.290	14.940	1	1	5	cluster_0
5	Abdullah Khusairi, Dr., Ma	0.285	0.356	0.359	6.500	4	4	5	cluster_2
6	Abrar, Dr., M.Ag	0.617	0.201	0.182	15	3	2	4	cluster_0
7	Adelia Alfama Zamista	0.336	0.328	0.336	12	11.400	4	5	cluster_2
8	Afdhil Hafid	0.169	0.415	0.416	12	2	1	2	cluster_2
9	Affah Jalal, Sh, Mh	0.383	0.317	0.300	16	1	0.200	2	cluster_0
10	Afnibar, Dr., M.Pd, Kons	0.447	0.278	0.275	17.500	5.500	2	5.500	cluster_0
11	Afrinal, S.Sos, Mh	0.254	0.375	0.371	14	2	1	1	cluster_1
12	Aghsilni, M.E	0.375	0.310	0.315	18	10.800	0.200	5	cluster_0
13	Ahmad Fauzi	0.356	0.313	0.331	15	7.400	0.200	1	cluster_0
14	Ahmad Nurhuda, Drs., M.Pd	0.433	0.289	0.278	19	1.800	1	4	cluster_0
15	Ahmad Sabri, Prof. Dr. Drs., M.Pd	0.473	0.270	0.256	17	2	2	3	cluster_0
16	Ahmad Taufik Hidayat, Dr., S.Ag, Ma	0.383	0.315	0.302	14.500	3	0.500	2.500	cluster_0
17	Ahmad Wira, M.Si., M.Ag., Ph.D	0.281	0.372	0.368	12	0	2	0	cluster_1

Gambar 6. Tampilan Hasil Cluster (Data View)

Jumlah anggota masing-masing *cluster* dapat dilihat pada model data seperti yang terlihat pada Gambar 7 berikut.

Cluster Model

```
Cluster 0: 160 items
Cluster 1: 79 items
Cluster 2: 129 items
Total number of items: 368
```

Gambar 7. Hasil Clustering Penilaian Laporan Kinerja Dosen

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat jumlah anggota masing-masing *cluster* yaitu *cluster 0* memiliki anggota sebanyak 160 orang, *cluster 1* memiliki anggota sebanyak 79 orang dan *cluster 2* memiliki anggota sebanyak 129 orang. Berdasarkan nilai pusat *cluster* terakhir pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa *cluster 0* merupakan kelompok dosen dengan penilaian kinerja sangat baik, *cluster 1* merupakan kelompok dosen dengan penilaian kinerja baik, *cluster 2* kelompok dosen dengan penilaian kinerja kurang baik.

Penelitian ini menggunakan *software RapidMiner* untuk mengkluster sebanyak 368 *data set*. Dari data yang diuji, didapatkan 3 *cluster* dengan hasil sebagai berikut:

1. *Cluster 0* merupakan merupakan kelompok dosen dengan penilaian kinerja sangat baik dengan jumlah dosen sebanyak 160 orang dan persentase 43,48%.
2. *Cluster 1* merupakan merupakan kelompok dosen dengan penilaian kinerja baik dengan jumlah dosen sebanyak 79 orang dan persentase 21,47%.
3. *Cluster 2* merupakan merupakan kelompok dosen dengan penilaian kinerja kurang baik dengan jumlah dosen sebanyak 129 orang dan persentase 35,05%.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian ini berupa pengelompokan dosen berdasarkan *cluster* dosen dengan penilaian kinerja sangat baik terdapat pada *cluster 1* terdiri dari 160 orang dengan persentase 43,48%, untuk kelompok dosen dengan penilaian kinerja baik terdapat pada *cluster 2* terdiri dari 79 orang dengan persentase 21,47%, dan untuk kelompok dosen dengan penilaian kinerja kurang baik terdapat pada *cluster 3* terdiri dari 129 orang dengan persentase 35,05%. Oleh karena itu, diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi dosen untuk melakukan evaluasi dan peningkatan kinerja, serta dapat digunakan oleh pimpinan untuk pertimbangan dalam membuat kebijakan yang lebih baik untuk kemajuan pendidikan tinggi di masa yang akan datang.

Daftar Pustaka

- [1] P. E. Mas'udia, F. Arinie, dan 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, hal. 288–294, 2018, doi: 10.29207/resti.v2i1.97.
- [2] M. Martin dan Y. Nataliani, "Klasterisasi kinerja karyawan menggunakan algoritma fuzzy c-means," *Aiti*, vol. 17, no. 2, hal. 118–129, 2021, doi: 10.24246/aiti.v17i2.118-129.
- [3] C. P. Lubis, R. Rosnelly, Roslina, Z. Situmorang, dan Wanayumini, "Penerapan Metode Naive Bayes dan C4.5 pada Penerimaan Pegawai di Universitas Potensi Utama," *CSRID J.*, vol. 12, no. 1, hal. 51–63, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <https://www.doi.org/10.22303/csrid.12.1.2020.51-63>
- [4] A. K. Dubey, U. Gupta, dan S. Jain, "Comparative study of K-means and fuzzy C-means algorithms on the breast cancer data," *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 8, no. 1, hal. 18–29, 2018, doi: 10.18517/ijaseit.8.1.3490.
- [5] Q. Zhang, L. T. Yang, Z. Chen, dan P. Li, "PPHOPCM: Privacy-Preserving High-Order Possibilistic c-Means Algorithm for Big Data Clustering with Cloud Computing," *IEEE Trans. Big Data*, vol. 8, no. 1, hal. 25–34, 2022, doi: 10.1109/TBDATA.2017.2701816.
- [6] V. Herlinda dan D. Darwis, "Analisis Clustering Untuk Recredesialing Fasilitas Kesehatan Menggunakan Metode Fuzzy C-Means," *Darwis, Dartono*, vol. 2, no. 2, hal. 94–99, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTSI>
- [7] A. Yudhistira, A. A. Aldino, dan D. Darwis, "Analisis Klasterisasi Penilaian Kinerja Pegawai Menggunakan Metode Fuzzy C-Means (Studi Kasus : Pengadilan Tinggi Agama bandar lampung)," *J. Ilm. Educic Pendidik. dan Inform.*, vol. 9, no. 1, hal. 77–82, 2022, doi: 10.21107/educic.v9i1.17134.
- [8] E. Rahmawati *et al.*, "Clustering Kinerja Akademis Mahasiswa Pascasarjana Uin Khas Jember Menggunakan Fuzzy C-," *Univ. Muhammadiyah Jember*, 2023.
- [9] W. Gunawan dan B. S. P. Diwiryono, "Implementasi Algoritma Fuzzy C-Means Clustering Sistem Crowdfunding pada Sektor Industri Kreatif Berbasis Web," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 6, no. 2, hal. 193, 2020, doi: 10.26418/jp.v6i2.38018.
- [10] L. Waroka, S. Monalisa, D. Anjainah, dan N. Arifin, "Implementasi Algoritma

- Fuzzy C-Means (Fcm) Dalam Pengklasterisian Nilai Hidup Pelanggan Dengan Model Lrfm,” *J. Ilm. Rekayasa dan Manaj. Sist. Inf.*, vol. 6, no. 1, hal. 1, 2020, doi: 10.24014/rmsi.v6i1.8564.
- [11] B. Poerwanto dan B. Ali, “Implementasi Algoritma Fuzzy C-Means dalam Mengelompokkan Kecamatan di Tana Luwu Berdasarkan Produktifitas Hasil Perkebunan,” *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 19, no. 1, hal. 163–172, 2019, doi: 10.30812/matrik.v19i1.499.
- [12] G. N. S. Putri, D. Ispriyanti, dan T. Widiharih, “Implementasi Algoritma Fuzzy C-Means Dan Fuzzy Possibilistics C-Means Untuk Klasterisasi Data Tweets Pada Akun Twitter Tokopedia,” *J. Gaussian*, vol. 11, no. 1, hal. 86–98, 2022, doi: 10.14710/j.gauss.v11i1.33996.
- [13] R. Desrianti dan H. D. Wijaya, “Implementasi Algoritma Fuzzy C-Means Pada Software Seleksi Karyawan Digital Talent di PT Telekomunikasi Indonesia,” *J. Media ...*, vol. 4, hal. 879–888, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i4.2267.
- [14] E. F. Hikmah dan R. Sulaiman, “Implementasi Metode Fuzzy C-Means dan TOPSIS dalam Evaluasi Kinerja Keuangan Perusahaan Perbankan di Indonesia Berdasarkan Rasio Keuangan,” *MATHunesa*, vol. 09, no. 01, hal. 44–53, 2021.
- [15] F. Novianti, Y. R. Aisyah Yasmin, dan D. C. R. Novitasari, “Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means (FCM) dalam Pengelompokan Provinsi di Indonesia berdasarkan Indikator Penyakit Menular Manusia,” *JUMANJI (Jurnal Masy. Inform. Unjani)*, vol. 6, no. 1, hal. 23, 2022, doi: 10.26874/jumanji.v6i1.103.
- [16] M. A. Shah Putra, S. Monalisa, J. Julhandri, dan I. Khoiru, “Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means Menggunakan Model Rfm Dalam Klasterisasi Pelanggan Pada Toko Kue Feandra Cake,” *J. Ilm. Rekayasa dan Manaj. Sist. Inf.*, vol. 6, no. 1, hal. 64, 2020, doi: 10.24014/rmsi.v6i1.8646.
- [17] B. Christian dan L. Hakim, “Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means Pada Penentuan Lokasi Gudang Pendukung PT. XYZ,” *Aiti J. Teknol. Inf.*, vol. 16, no. 1, hal. 31–48, 2019, doi: 10.24246/aiti.v16i1.31-48.
- [18] A. S. Maulana, A. Nazir, L. Handayani, dan I. Afrianty, “Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means untuk Melihat Pola Penerima Beasiswa Bank Indonesia,” *KLIK Kaji. Ilm. Inform. dan Komput.*, vol. 3, no. 6, hal. 670–679, 2023, doi: 10.30865/klik.v3i6.788.
- [19] A. E. Pramitasari dan Y. Nataliani, “Perbandingan *Clustering* Karyawan Berdasarkan Nilai Kinerja Dengan Algoritma K-Means Dan Fuzzy C-Means,” *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 3, hal. 1119–1132, 2021, doi: 10.35957/jatisi.v8i3.957.
- [20] J. Inayah, D. A. S. N. Maghfiroh, dan D. C. R. Novitasari, “*Clustering* Daerah Rawan Kriminalitas Menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means,” *J. Ilm. Inform. Komput.*, vol. 27, no. 2, hal. 95–106, 2022, doi: 10.35760/ik.2022.v27i2.6019.