

Pengklasteran Tingkat Pendidikan Pegawai Menggunakan Metode *Fuzzy Subtractive Clustering* (Studi Kasus :Badan Kepegawaian dan Pelatihan Daerah Provinsi Riau)

Rahmawati¹, Wartono², Andrepa Yunika Putri³

^{1, 2, 3} Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

Email: rahmawati@uin-suska.ac.id, wartono@uin-suska.ac.id, andrepayunikaputri@gmail.com

ABSTRAK

Metode *Fuzzy Subtractive Clustering* merupakan suatu metode *clustering* data yang menentukan daerah-daerah dalam suatu variabel yang memiliki densitas tinggi terhadap titik-titik data disekitarnya dengan jumlah kluster yang akan dibentuk tidak diketahui terlebih dahulu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui banyak kluster dengan titik-titik data memuat dinas-dinas Kepegawaian dan Pelatihan Provinsi Riau, dengan potensi tingkat pendidikan pegawai dari SLTA hingga Strata-2 (S2) menggunakan metode *Fuzzy Subtractive Clustering*. Hasil akhir penelitian ini, diperoleh 6 kluster yang memuat dinas-dinas kepegawaian dengan rata-rata pegawai dengan potensi tingkat pendidikan SLTA, D1-D3, S1 dan S2 terbanyak berada pada dinas-dinas kepegawaian di kluster ke-lima dengan rincian tingkat pendidikan SLTA sebanyak 141 orang, tingkat pendidikan D1-D3 sebanyak 328 orang, tingkat pendidikan S1 sebanyak 238 orang, dan tingkat pendidikan S2 sebanyak 116 orang.

Kata Kunci: Tingkat pendidikan, iterasi, *Fuzzy Clustering*, *Fuzzy Subtractive Clustering*

ABSTRACT

The *Fuzzy Subtractive Clustering* method is a data clustering method that determines areas in a variable that have a high density compared to the surrounding data points where the number of clusters to be formed is not known in advance. This study aims to find out many clusters with data points containing the offices of agency staff and training in Riau Province, with the level of education from high school until master degree. The result of this study, we get 6 clusters that include staffing agencies with the average employee with high school education level, D1-D3 level, bachelor degree level, and master degree level at the staffing department in the fifth cluster with details of high school education level as many as 141 people, D1-D3 education level was 328 people, bachelor degree education level was 238 people, and master degree education level was 116 people.

Keywords: Education level, Iteration, *fuzzy Clustering*, *Fuzzy Subtractive Clustering*

Pendahuluan

Fuzzy Clustering adalah salah satu teknik untuk menentukan kluster optimal dalam suatu ruang vektor yang didasarkan pada bentuk normal *euclidian* untuk jarak antar vektor. *Fuzzy clustering* banyak digunakan dalam pemodelan *fuzzy* terutama dalam mengidentifikasi aturan-aturan *fuzzy*. Beberapa algoritma *clustering* data yaitu *Fuzzy C-Means* (FCM), *Fuzzy K-Means* (Bastian [1]), *Fuzzy Subtractive Clustering* dan lain sebagainya. Metode *Fuzzy Subtractive Clustering* berbeda dengan metode *clustering* data lainnya, sebab pada metode ini tidak perlu diketahui jumlah kluster yang akan dibentuk terlebih dahulu. *Subtractive clustering* didasarkan atas ukuran densitas (potensi) titik-titik data dalam suatu ruang (variabel). Konsep dasar metode ini adalah menentukan daerah-daerah dalam suatu variabel yang memiliki densitas tinggi terhadap titik-titik disekitarnya. Titik dengan jumlah tetangga terbanyak akan dipilih sebagai pusat kluster. Titik yang terpilih sebagai pusat kluster selanjutnya akan dikurangi densitasnya. Kemudian algoritma akan memilih titik lain yang memiliki tetangga terbanyak untuk dijadikan pusat kluster yang lain.

Hal ini akan dilakukan berulang-ulang hingga semua titik diuji. Hal ini dijelaskan oleh Kusumadewi [4].

Pada tahun 2011, Yulianto [6] menggunakan metode *fuzzy subtractive clustering* ini untuk pembagian kelas kuliah mahasiswa. Pada tahun 2013, Putra [5] menggunakan metode ini untuk meneliti Pembangkitan Aturan *Fuzzy* pada Rekomendasi Penerima Beasiswa, serta Dibyo [2] untuk memperkirakan Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang di Provinsi Sumatera Barat dari Tahun 2012-2021. Selanjutnya, Farida [3] pada tahun 2015 juga telah menggunakan metode ini untuk memprediksi Pemilihan Ketua OSIS. Selanjutnya, dalam penelitian ini metode *fuzzy subtractive clustering* ini akan digunakan untuk menentukan potensi tingkat pendidikan pegawai di Badan Kepegawaian dan Pelatihan Provinsi Riau mulai dari tingkat pendidikan Sekolah Lanjutan Tingkat Atas (SLTA), Diploma 1- Diploma 3 (D1-D3), Strata-1 (S1) hingga Strata-2 (S2). Dalam prosesnya, pegawai-pegawai yang terdapat di 40 dinas kepegawaian akan dikumpulkan pada klaster-klaster tertentu guna memudahkan dalam hal menentukan potensi tingkat pendidikan yang dimilikinya. Hal ini menjadi penting karena dapat memudahkan pemerintah daerah dalam mengetahui dinas-dinas kepegawaian mana saja yang memiliki tingkat pendidikan yang setara dan memiliki tingkat pendidikan SLTA, D1-D3, S1 dan S2 terbanyak dari pengklasteran yang dilakukan.

Metodologi dan Bahan Penelitian

2.1. Analisa Sistem

Analisa sistem terdiri dari analisa masalah, sumber data, identifikasi input dan identifikasi output.

2.1.1 Analisa Masalah

Kurangnya pembagian pengelompokan data di Badan Kepegawaian Daerah Provinsi Riau.

2.1.2 Sumber Data

Studi kasus penelitian ini dilakukan di Badan Kepegawaian Daerah Provinsi Riau dengan merekapitulasi data menurut jenjang pendidikan formal pegawai.

2.1.3 Identifikasi Input

Pengumpulan data yang mendukung dalam pengklasteran Kepegawaian menggunakan *Fuzzy Subtractive Clustering* dilakukan dengan mengambil data dari Badan Kepegawaian Daerah Provinsi Riau.

2.1.4 Identifikasi Output

Data kemudian diolah dan akan memberikan kesimpulan, dari data tersebut peneliti mengetahui berapa banyak *cluster* pada Badan Kepegawaian Daerah Provinsi Riau dari data yang diperoleh.

2.2. Metode *Fuzzy Subtractive Clustering*

Konsep dasar metode *fuzzy subtractive clustering* adalah menentukan daerah-daerah dalam suatu variabel yang memiliki densitas tinggi terhadap titik-titik disekitarnya. Titik dengan jumlah tetangga terbanyak akan dipilih sebagai pusat klaster. Titik yang sudah terpilih sebagai pusat klaster ini kemudian akan dikurangi densitasnya. Kemudian algoritma memilih titik lain yang memiliki tetangga terbanyak untuk dijadikan pusat *cluster* yang lain. Hal ini akan dilakukan berulang-ulang hingga semua titik di uji. Pada metode ini, jumlah klasternya belum diketahui dan jumlah derajat keanggotaan data belum tentu sama dengan 1. Hal ini dijelaskan dalam Kusumadewi [4] dan Farida [3].

2.2.1 Pengertian *Ratio*, *Accept Ratio*, & *Reject Ratio*

- Ratio* adalah nilai densitas tertinggi dari suatu data calon pusat klaster
- Accept Ratio* adalah batas bawah dimana satu titik data yang menjadi kandidat (calon) pusat klaster diperbolehkan menjadi pusat klaster.
- Reject Ratio* merupakan batas atas dimana suatu titik data yang menjadi kandidat (calon) pusat klaster tidak diperbolehkan untuk menjadi pusat klaster.

2.2.2. Pusat *Cluster*

- a. Apabila $Ratio > Accept\ ratio$, maka titik data tersebut diterima sebagai pusat klaster baru.
- b. Apabila $Reject\ ratio < Ratio \leq Accept\ ratio$ maka titik data tersebut baru akan diterima sebagai pusat klaster baru hanya jika titik data tersebut terletak pada jarak yang cukup jauh dengan pusat klaster yang lainnya (hasil penjumlahan antara $ratio$ dan jarak terdekat titik data tersebut dengan suatu pusat $cluster$ lainnya telah ada ≥ 1). Apabila hasil penjumlahan antara $ratio$ dan jarak terpanjang titik data tersebut dengan pusat lainnya yang telah ada < 1 , maka selain titik data tersebut tidak akan diterima sebagai pusat klaster, titik itu sudah tidak akan dipertimbangkan lagi untuk menjadi pusat klaster baru (potensinya disetting sama dengan nol).
- c. Apabila $ratio \leq reject\ ratio$, maka sudah tidak ada lagi titik data yang akan dipertimbangkan untuk menjadi kandidat pusat klaster, iterasi dihentikan.

Algoritma *Fuzzy Subtractive Clustering* menurut Kusumadewi [4], adalah sebagai berikut:

1. Input data yang akan diklaster : X_{ij} , dengan $i = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, m$
2. Tetapkan nilai :
 - a. r_j (jari-jari setiap atribut data), $j = 1, 2, \dots, m$
 - b. q (*squash factor*)
 - c. *Accept ratio*
 - d. *Reject ratio*
 - e. X_{\min} (minimum data diperbolehkan)
 - f. X_{\max} (maksimum data diperbolehkan)

3. Normalisasi

$$X_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{\min_j}}{X_{\max_j} - X_{\min_j}}, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

4. Tentukan potensi awal tiap-tiap titik data

- a. $i = 1$

- b. kerjakan hingga $i = n$

- i. $T_j = X_{ij}; \quad j = 1, 2, \dots, m$ (2)

- ii. Hitung : $Dist_{kj} = \frac{T_j - X_{kj}}{r}$, $j = 1, 2, \dots, m, \quad k = 1, 2, \dots, n$ (3)

- iii. Potensi awal :

$$\text{Jika } m = 1, \text{ maka } D_i = \sum_{k=1}^n e^{-4(Dist^2_{kj})} \quad (4)$$

$$\text{Jika } m > 1, \text{ maka } D_i = \sum_{k=1}^n e^{-4\left(\sum_{j=1}^m Dist^2_{kj}\right)} \quad (5)$$

- iv. $i = i + 1$

5. Cari titik dengan potensi tertinggi

- a. $M = \max[D_i | i = 1, 2, \dots, n]$

- b. Pilih $h = i$, sedemikian sehingga $D_i = M$

6. Tentukan pusat klaster dan kurangi potensinya terhadap titik-titik disekitarnya

- a. $Center = []$

- b. $V_j = X_{hj}; \quad j = 1, 2, \dots, m$

- c. $C = 0$ (jumlah klaster)

- d. $Kondisi = 1$

- e. $Z = M$

- f. Kerjakan jika ($Kondisi \neq 0$) & ($Z \neq 0$)

- i. $Kondisi = 0$ (sudah tidak ada calon pusat baru lagi)

- ii. Rasio = Z/M
- iii. Jika $ratio > accept\ ratio$, maka kondisi=1, (ada calon pusat baru)

- iv. Jika tidak,
 - a. $Ratio > reject\ ratio$ (calon baru akan diterima sebagai pusat jika keberadaannya akan memberikan keseimbangan terhadap data-data yang letaknya cukup jauh dengan pusat kluster yang telah ada), maka lanjutkan.
 - b. $Md = -1$.
 - c. Kerjakan untuk $i = 1$ sampai $i = C$.

$$1) \quad G_{ij} = \frac{V_j - Center_{ij}}{r}; j=1, 2, \dots, m. \quad (6)$$

$$2) \quad Sd_i = \sum_{j=1}^m (G_{ij})^2 \quad (7)$$

$$3) \quad \text{Jika } (Md < 0) \text{ atau } (Sd < Md), \text{ maka } Md = Sd$$

- d. $Smd = \sqrt{Md}$
- e. Jika $(Ratio + Smd) \geq 1$, maka kondisi = 1 (Data diterima sebagai pusat kluster).
- f. Jika $(Ratio + Smd) < 1$, maka kondisi = 2 (Data tidak dipertimbangkan sebagai pusat kluster).

- v. Jika Kondisi = 1 (Calon pusat baru diterima sebagai pusat baru), lanjutkan :

- 1. $C = C + I$;
- 2. $Center_c = V$;
- 3. Kurangi potensi dari titik-titik didekat pusat t ,

$$a) \quad S_{ij} = \frac{V_j - X_{ij}}{r_j * q}; i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m. \quad (8)$$

$$b) \quad Dc_i = M e^{-4 \left[\sum_{j=1}^m (S_{ij})^2 \right]}; i=1, 2, \dots, n. \quad (9)$$

$$c) \quad D = D - Dc;$$

$$\text{Jika } D_i \leq 0, \text{ maka } D_i = 0; i=1, 2, \dots, n.$$

$$d) \quad Z = \max[D_i | i=1, 2, \dots, n];$$

$$e) \quad \text{Pilih } h = i, \text{ sedemikian sehingga } D_i = Z;$$

- vi. Jika Kondisi = 2 (Calon pusat baru tidak diterima sebagai pusat baru), maka

- a. $D_h = 0$;
- b. $Z = \max[D_i | i=1, 2, \dots, n]$
- c. Pilih $h = i$, sedemikian sehingga $D_i = Z$;

- 7. Kembalikan pusatkluster dari bentuk ternormalisasi ke bentuk semula

$$Center_{ij} = Center_{ij} * (XMax_j - XMin_j) + XMin_j \quad (10)$$

- 8. Hitung nilai sigma kluster

$$\sigma = r_j * \frac{X \max_j - X \min_j}{\sqrt{8}}. \quad (11)$$

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data dari 40 kantor Dinas Kepegawaian Daerah Provinsi Riau, dinas-dinas kepegawaian ini memiliki pegawai dengan tingkat pendidikan SD, SLTP, SLTA, D1-D3, S1 dan S2. Dalam penelitian ini, hanya akan dibahas perbandingan jumlah pegawai dengan tingkat

pendidikan SLTA, D1-D3, S1, dan S2 di 40 dinas tersebut menggunakan metode *Fuzzy Subtractive Clustering*.

- Diberikan nilai awal sebagai berikut: Jari-jari (r) = 0,3; *Accept ratio* = 0,5; *Reject ratio* = 0,15; *Squash factor* (q) = 1,25; batas bawah (X_{min}) = [6; 0; 20; 8]; dan batas atas (X_{max}) = [625; 553; 6986; 288].
- Proses normalisasi data menggunakan rumus pada Persamaan (1) sehingga diperoleh data ternormalisasi pertama (X) yaitu :
 $X_{min_1} = 6; X_{min_2} = 0; X_{min_3} = 20; X_{min_4} = 8;$
 $X_{max_1} = 625; X_{max_2} = 553; X_{max_3} = 6986; X_{max_4} = 288;$
 $X_{max_1} - X_{min_1} = 619; X_{max_2} - X_{min_2} = 553;$
 $X_{max_3} - X_{min_3} = 6966; X_{max_4} - X_{min_4} = 280.$

Hasil selengkapnya untuk data ternormalisasi dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Data Ternormalisasi

| No | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 |
|----|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 0,179320 | 0,052440 | 0,028280 | 0,30714 |
| 2 | 0,122330 | 0,021407 | 0,160763 | 0,047619 |
| . | . | . | . | . |
| 39 | 0,747573 | 0,000000 | 0,416894 | 0,000000 |
| 40 | 0,991922 | 0,895118 | 0,99598 | 0,953571 |

- Menghitung potensi awal (D_i), untuk $i = 1$ hingga $i = 40$ dengan menggunakan Persamaan (2) dan menghitung $Dist_{kj}$ pada Persamaan (3). Selanjutnya menentukan potensi awal, karena $m > 1$

maka Persamaan (5) menjadi : $D_i = \sum_{k=1}^{40} e^{-4 \left(\sum_{j=1}^4 Dist_{kj}^2 \right)}$. Untuk mempermudah langkah perhitungan,

misalkan : $DS_k = \sum_{j=1}^4 Dist_{kj}^2$.

Sebagai contoh, pada perhitungan potensi data pertama (D_1):

- Dari persamaan (2) diperoleh $T_j = X_j (j = 1, 2, 3, 4)$, yaitu $T_1 = 0,17932; T_2 = 0,05244;$
 $T_3 = 0,02828; T_4 = 0,30714.$
- Menghitung jarak setiap data terhadap T :
 - Untuk data pertama, $Dist_{1j}$ jelas sama dengan 0 untuk setiap j , karena $T = X_j$. $DS_1 = 0.$
 - Untuk data kedua, $Dist_{2j}$ adalah

$$Dist_{2j} = \left(\frac{T_j - X_{2j}}{0,3} \right); j = 1, 2, 3, 4.$$

sehingga diperoleh $Dist_{21} = 0,18997; Dist_{22} = 0,10345, Dist_{23} = -0,44161,$ dan $Dist_{24} = 0,86508.$ Oleh karena itu,

$$DS_2 = (0,18997)^2 + (0,10345)^2 + (-0,44161)^2 + (0,86508)^2 = 0,990173.$$

Proses diteruskan hingga diperoleh DS_{40} seperti cara diatas untuk 40 data. Hasilnya yaitu diperoleh $DS_1 = 0, DS_2 = 0,990173, \dots, DS_{39} = 6,344645,$ dan $DS_{40} = 30,27486.$

- Hitung D_1 , yaitu densitas awal data pertama

$$D_1 = \sum_{k=1}^{40} e^{-4(DS_k)} = e^{-0} + e^{-4(0,990173)} + \dots + e^{-4(30,27486)} = -1,120259$$

Demikian seterusnya, potensi untuk 39 data berikutnya dapat dicari dengan cara yang sama. Hasil akhir potensi awal untuk 40 data dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Densitas

| No | $D_i = \sum_{k=1}^{40} e^{-4(D_{sk})}$ |
|----|--|
| 1 | 1,126259 |
| 2 | 2,056003 |
| . | . |
| 39 | 1,332810 |
| 40 | 1,316271 |

Dari ke-40 data potensi tersebut, ternyata potensi tertinggi terletak pada data ke-2, yaitu sebesar 2,056003. Hal ini berarti bahwa data ke-2 akan terpilih menjadi calon pusat kluster. Vektor $V = X_2$, yaitu $V_1 = X_{21} = 0,12233$; $V_2 = X_{22} = 0,021407$; $V_3 = X_{23} = 0,160763$; $V_4 = X_{24} = 0,047619$; serta nilai $M = 2,056003$, dan nilai $Z = 2,05600$.

Pada iterasi ke-1 ini, $ratio = 1 > 0,5 = Accept\ ratio$. Jumlah kluster = 1.

Pusat kluster =

$0,12233 \qquad 0,021407 \qquad 0,160763 \qquad 0,047619$

{pusat kluster adalah data dengan potensi tertinggi, yaitu data ke-2}.

Karena telah ditemukan pusatkluster, dan kondisi = 1 maka potensi setiap titik data harus dikurangi.

- iv. Menentukan S_{ij} menggunakan Persamaan (8), untuk $i=1,2,\dots,40; j=1,2,3,4$.
- v. Menghitung Persamaan (9) untuk $i=1,2,\dots,40$ yaitu $D = D_i - D_c$;
 Jika $D_i \leq 0$, maka $D_i = 0; i=1,2,\dots,40$
- vi. $Z = \max [D_i | i=1,2,\dots, n]$;
- vii. Pilih $h = i$, sedemikian hingga $D_i = Z$;

Sebagai contoh, pada data pertama diperoleh $S_{11} = -0,15198; S_{12} = -0,08276; S_{13} = 0,353288$ dan $S_{14} = -0,69206$.

Untuk ke 40 data, dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. S_{ij}

| No | S_{ij} | | | |
|----|----------|----------|----------|----------|
| 1 | -0,15198 | -0,08276 | 0,353288 | -0,69206 |
| | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| . | . | . | . | . |
| 39 | -1,66731 | 0,057085 | -0,68302 | 0,126984 |
| 40 | -2,31891 | -2,3299 | -2,22725 | -2,41587 |

Untuk mempermudah perhitungan, misalkan: $ST_i = \sum_{j=1}^4 (S_{ij})^2; i=1,2,\dots,40$

Sehingga: $ST_1 = (-0,15198)^2 + (-0,08276)^2 + (0,353288)^2 + (-0,69206)^2 = 0,63371$

Demikian seterusnya hal ini dikerjakan juga untuk $i = 2,3,\dots,40$. Sehingga diperoleh hasil akhir ST_i untuk $i=2,3,\dots,40$ yaitu $ST_2 = 0,633710, \dots, ST_{39} = 3,265833, ST_{40} = 21,60283$.

Kemudian, hitung nilai Dc_i Persamaan (9) sebagai nilai pengurang potensial setiap titik. Untuk data pertama dihitung

$$Dc_1 = M * e^{-4[ST_1]} = 2,056003 * e^{-4(0,63371)} = 0,162988$$

dan seterusnya dicari Dc_i untuk $i=2,\dots,40$. Hasil akhir untuk pengurangan potensi ini $Dc_1 = 0,162988; Dc_2 = 2,056003; \dots; Dc_{39} = 4,362060; Dc_{40} = 6,096333$.

Kemudian dihitung potensi baru. Potensi baru data ke- i merupakan potensi lama data ke- i dikurangi pengurangan potensi data ke- i ($D = D_i - D_{ci}$). Untuk potensi baru data pertama sama dengan potensi lama data pertama ($D_1 = 1,126259$) dikurangi pengurangan potensi data pertama ($D_{c1} = 0,162988$), yaitu ($D_1 = 1,126259 - 0,162988 = 0,963271$). Hasil akhir potensi baru untuk semua data dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Potensi Baru Iterasi ke-1

| No | $D = D_i - D_{ci}$ |
|----|--------------------|
| 1 | 0,963271 |
| 2 | 0,000000 |
| . | . |
| 6 | 1,849789 |
| . | . |
| 39 | 1,332806 |
| 40 | 1,316271 |

Potensi tertinggi terletak pada data ke-6 yaitu sebesar 1,849789.

Hal ini berarti bahwa data ke-6 akan terpilih menjadi calon pusat kluster. Vektor $V = X_6$, yaitu $V_1 = X_{6,1} = -0,03704$; $V_2 = X_{6,2} = 0,027778$; $V_3 = X_{6,3} = -0,06011$; $V_4 = X_{6,4} = -0,04762$; serta nilai $Z = 1,849789$.

4. Dengan menggunakan cara yang sama seperti pada iterasi sebelumnya, maka :
 Pada iterasi ke-2, $ratio = 0,89 > Accept Ratio = 0,5$ maka calon pusat kluster(data ke-6) diterima sebagai pusat kluster baru. Potensi tertinggi terletak pada data ke-3 yaitu sebesar 1,761378. Hal ini berarti bahwa data ke-3 akan terpilih menjadi calon pusat kluster. Vektor $V = X_3$, yaitu $V_1 = X_{3,1} = 0,005291$; $V_2 = X_{3,2} = 0,081967$; $V_3 = X_{3,3} = 0,241706$ dan $V_4 = X_{3,4} = 0,289157$; serta nilai $Z = 1,761378$.
5. Pada iterasi ke-3, $ratio = 0,85 > Accept Ratio = 0,5$ maka calon pusat kluster(data ke-3) diterima sebagai pusat kluster baru. Potensi tertinggi terletak pada data ke-36 yaitu sebesar 1,344825. Hal ini berarti bahwa data ke-36 akan terpilih menjadi calon pusat kluster. Vektor $V = X_{36}$ yaitu $V_1 = X_{36,1} = 0,992063$; $V_2 = X_{36,2} = 1,051282$; $V_3 = X_{36,3} = 1,021505$; dan $V_4 = X_{36,4} = 1,015625$; serta nilai $Z = 1,344825$.
6. Pada iterasi ke-4, $ratio = 0,65 > Accept Ratio = 0,5$ maka calon pusat kluster(data ke-36) diterima sebagai pusat kluster baru. Potensi tertinggi terletak pada data ke-39 yaitu sebesar 1,33281. Hal ini berarti bahwa data ke-39 akan terpilih menjadi calon pusat kluster. Vektor $V = X_{39}$ yaitu $V_1 = X_{39,1} = 0,747573$; $V_2 = X_{39,2} = 0$; $V_3 = X_{39,3} = 0,416894$; $V_4 = X_{39,4} = 0$; serta nilai $Z = 1,33281$.
7. Pada iterasi ke-5, $ratio = 0,64 > Accept Ratio = 0,5$ maka calon pusat kluster(data ke-39) diterima sebagai pusat kluster baru. Potensi tertinggi terletak pada data ke-33 yaitu sebesar 1,3199. Hal ini berarti bahwa data ke-33 akan terpilih menjadi calon pusat kluster. Vektor $V = X_{33}$, yaitu $V_1 = X_{33,1} = 0,747573$; $V_2 = X_{33,2} = 0$; $V_3 = X_{33,3} = 0,416894$; $V_4 = X_{33,4} = 0$; serta nilai $Z = 1,3199$.
8. Pada iterasi ke-6, $ratio = 0,64 > Accept Ratio = 0,5$ maka calon pusat kluster(data ke-33) diterima sebagai pusat kluster baru. Potensi tertinggi terletak pada data ke-10 yaitu sebesar 1,023858. Hal ini berarti bahwa data ke-10 akan terpilih menjadi calon pusat kluster. Vektor $V = X_{10}$ yaitu $V_1 = X_{10,1} = 0,065574$; $V_2 = X_{10,2} = -0,04545$; $V_3 = X_{10,3} = 0$; $V_4 = X_{10,4} = 0,761905$; serta nilai $Z = 1,023858$.
9. Selanjutnya dilakukan proses pada Iterasi-7. $Ratio = 0,49$, karena $ratio < Accept ratio = 0,5$; dan $ratio = 0,492 > reject ratio = 0,15$; maka calon pusat kluster (data ke-10) baru akan diterima sebagai pusat kluster baru jika jaraknya cukup jauh dengan pusat kluster yang sudah ada}. Untuk itu dikerjakan langkah-langkah sebagai berikut.

- a. $Md = -1$;
 b. Kerjakan untuk $i=1$ sampai $i=2$;
 Hitung Persamaan (6) dan (7) untuk $j = 1, 2, \dots, 4$.

Jika $(Md < 0)$ atau $(Sd_i < Md)$, maka $Md = Sd_i$;
 Dapat dihitung:

$$G_{11} = \frac{0,065574 - 0,12233}{0,3} = -0,18919$$

Dengan cara yang sama diperoleh $G_{12} = -0,22286, G_{13} = -0,53588, \text{ dan } G_{14} = -2,380953$.

Begitu seterusnya sampai $G_{6,6}$ lebih jelasnya kita lihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. G_{ij}

| G_{1i} | G_{2i} | G_{3i} | G_{4i} |
|----------|----------|----------|----------|
| -0,18919 | -0,22286 | -0,53588 | 2,380953 |
| 0,342047 | -0,24409 | 0,200367 | 2,698417 |
| 0,200943 | -0,42472 | -0,80569 | 1,575827 |
| -3,0883 | -3,65577 | -3,40502 | -0,84573 |
| -2,27333 | -0,1515 | -1,38965 | 2,539683 |
| -1,49759 | -1,93721 | -1,75258 | -0,17961 |

Setelah menghitung Sd dengan rumus Persamaan (7), maka diperoleh nilai $Sd_1 = 17,14155$;
 $Sd_2 = 17,43006$; $Sd_3 = 17,57322$; dan $Sd_4 = 22,63114$.

Karena $Md = -1 < 0$, maka $Md = Sd_1 = 17,14155$. Selanjutnya karena $(Sd_2 > Md)$ maka Md berubah menjadi $17,43006$; $(Sd_3 > Md)$ maka Md berubah menjadi $17,57322$; dan $(Sd_4 > Md)$ maka Md berubah menjadi $22,63114$. Kemudian pilih Md terbesar yaitu $22,63114$.

- c. $Smd = \sqrt{Md} = \sqrt{22,63114} = 4,75722$ {karena $ratio + Mds \geq 1$, maka data ke-10 diterima sebagai pusat klaster baru}. Potensi baru dicari dengan cara yang sama dengan cara sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Potensi Baru Iterasi-7

| No | Potensi Baru |
|----|--------------|
| 1 | 0,289878 |
| 2 | 0,000000 |
| . | . |
| . | . |
| 13 | 0,297533 |
| . | . |
| . | . |
| 39 | 0,000000 |
| 40 | 0,000000 |

Potensi tertinggi terletak pada data ke-13, yaitu sebesar $0,297533$. Karena $ratio = 0,14 < accept\ ratio < reject\ ratio$, iterasi dihentikan karena sudah tidak ada lagi kandidat pusat *cluster*. Pada iterasi ini, jumlah klaster = 6. Sebagai hasil akhir, dengan jari jari = 0,3; $accept\ ratio = 0,5$; $reject\ ratio = 0,15$; $squash\ factor = 1,25$; batas bawah untuk $X_{min} = [6; 0; 20; 8]$; dan batas atas untuk $X_{max} = [625; 553; 6986; 288]$, diperoleh 6 klaster, dengan pusat (C) diuraikan sebagai berikut pada Tabel 7 dengan menggunakan persamaan (10).

Tabel 7. Center C

| Data Ke- | Center | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2 | 0,12233 | 0,021407 | 0,160763 | 0,047619 |
| 6 | -0,03704 | 0,027778 | -0,06011 | -0,04762 |
| 3 | 0,005291 | 0,081967 | 0,241706 | 0,289157 |
| 36 | 0,992063 | 1,051282 | 1,021505 | 1,015625 |
| 39 | 0,747573 | 0 | 0,416894 | 0 |
| 33 | 0,514851 | 0,535714 | 0,525773 | 0,815789 |

Untuk Hasil ($Xmax_j - Xmin_j$) tertera pada tabel di bawah ini pada Tabel 10 berikut:
 Dengan mencari nilai Max-min dan Xmin dari data dalam Tabel 7 serta menggunakan persamaan (10) maka diperoleh matriks C sebagai berikut.

$$C = \begin{pmatrix} 73,99995 & 8,000089 & 83,00002 & 16 \\ 10,99968 & 4,000008 & 19,99987 & 10,99996 \\ 12 & 6,999987 & 77,99997 & 35,00003 \\ 16,00006 & 1,000002 & 27,00007 & 11 \\ 140,9999 & 328 & 237,9999 & 116 \\ 65,00005 & 17,00001 & 83,00002 & 21,00002 \end{pmatrix} \quad (12)$$

dan sigma (σ) dari persamaan (11) yaitu:

$$\sigma = \begin{matrix} 7,424621 & 3,18198 & 11,77333 & 2,439518 \end{matrix}$$

Informasi mengenai kecenderungan suatu badan kepegawaian untuk masuk ke kelompok (klaster) yang mana dapat dilihat pada Tabel 8berikut ini.

Tabel 8. Derajat Keanggotaan Tiap Data Pada Setiap Klaster Dengan *Subtractive Clustering*

| Data | Derajat Keanggotaan | | | | | | Data Masuk klaster Ke- | | | | | |
|------|---------------------|------|------|------|------|------|------------------------|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 0,00 | 0,00 | 0,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | * | | | |
| 2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,00 | | | | | * | |
| 3 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | * | | | | | |
| 4 | 0,00 | 0,00 | 0,69 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | * | | | |
| 5 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,84 | | | | | | * |
| 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | | | | | | * |
| 7 | 0,46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | * | | | | | |
| 8 | 0,00 | 0,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | * | | | | |
| 9 | 0,00 | 0,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | * | | | | |
| 10 | 0,00 | 0,00 | 0,18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | * | | | |
| 11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | | | | * | | |
| 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,35 | | | | | | * |
| 13 | 0,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | * | | | | | |
| 14 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | * | | | | | |
| 15 | 0,87 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | * | | | | | |
| 16 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | * | | | |
| 17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | | | | * | | |
| 18 | 0,61 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | * | | | | | |
| 19 | 0,00 | 0,00 | 0,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | * | | | |
| 20 | 0,00 | 0,00 | 0,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | * | | | |
| 21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,13 | 0,00 | | | | | * | |
| 22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,21 | | | | | | * |
| 23 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | * | | | | |
| 24 | 0,00 | 0,00 | 0,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | * | | | |
| 25 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | * | | | |
| 26 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | * | | | | | |
| 27 | 0,00 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | * | | | | |
| 28 | 0,00 | 0,00 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | * | | | |
| 29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | | | | * | | |
| 30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,77 | 0,00 | 0,00 | | | | * | | |
| 31 | 0,65 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | * | | | | | |
| 32 | 0,00 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | * | | | | |
| 33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,00 | | | | | * | |
| 34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,47 | | | | | | * |
| 35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | | | | | | * |
| 36 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | * | | | | | |
| 37 | 0,53 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | * | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|--|---|--|---|---|--|
| 38 | 0,00 | 0,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | * | | | | |
| 39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,18 | 0,00 | 0,00 | | | | * | | |
| 40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | | | | | * | |

Berdasarkan Tabel 8 dan matriksC pada Persamaan (12), maka informasi yang diperoleh dari keenam pusat klaster ini adalah perbandingan tingkat pendidikan formal dari Badan Kepegawaian dan Pelatihan daerah Provinsi Riau yaitu :

1. Klasterke-1 akan berisi dinas-dinas kepegawaian ke- 3,7,13,14,15,18,26,31,36, dan 37. Hal ini berarti klaster tersebut berisi dinas-dinas kepegawaian yang memiliki pegawai yang berpendidikan SLTA sebanyak 74 orang, berpendidikan D1-D3 sebanyak 8 orang, berpendidikan S1 sebanyak 83 orang dan berpendidikan S2 sebanyak 16 orang.
2. Kluster ke-2 akan berisi dinas-dinas kepegawaian ke- 8,9,23,27,32, dan 38. Hal ini berarti klaster tersebut berisi dinas-dinas kepegawaian yang memiliki pegawai yang berpendidikan SLTA sebanyak 11 orang, berpendidikan D1-D3 sebanyak 4 orang, berpendidikan S1 sebanyak 19 orang dan berpendidikan S2 sebanyak 11 orang.
3. Klasterke-3 akan berisi dinas-dinas kepegawaian ke- 1,4,10,16,19,20,24,25,dan 28.Hal ini berarti klaster tersebut berisi dinas-dinas kepegawaian yang memiliki pegawai berpendidikan SLTA sebanyak 12 orang, berpendidikan D1-D3 sebanyak 7 orang, berpendidikan S1 sebanyak 78 orang dan berpendidikan S2 sebanyak 35 orang.
4. Klasterke-4 akan berisi dinas-dinas kepegawaian ke-11,17,29,30, dan 39. Hal ini berarti klaster tersebut berisi dinas-dinas kepegawaian yang memiliki pegawai berpendidikan SLTA sebanyak 16 orang, berpendidikan D1-D3 sebanyak 1 orang, berpendidikan S1 sebanyak 27 orang dan berpendidikan S2 sebanyak 11 orang.
5. Klasterke-5 akan berisi dinas-dinas kepegawaian ke- 2,21,33, dan 40. Hal ini berarti klaster tersebut berisidinas-dinas kepegawaian yang memiliki pegawai berpendidikan SLTA sebanyak 141 orang, berpendidikan D1-D3 sebanyak 328 orang, berpendidikan S1 sebanyak 238 orang dan berpendidikan S2 sebanyak 116 orang. Klaster ini berarti memiliki potensi tingkat pendidikan SLTA, D1-D3, S1 dan S2 terbanyak dibanding dengan kelima klaster lainnya.
6. Klasterke-6 akan berisi dinas-dinas kepegawaian ke-5,6,12,22,34,35. Hal ini berarti klaster tersebut berisi dinas-dinas kepegawaian yang memiliki pegawai berpendidikan SLTA sebanyak 65 orang, berpendidikan D1-D3 sebanyak 17 orang, berpendidikan S1 sebanyak 83 orang dan berpendidikan S2 sebanyak 21 orang.

Kesimpulan

Berdasarkan data di 6 pusat klaster yang memuat 40 dinas Badan Kepegawaian dan Pelatihan Daerah Provinsi Riau, klaster yang memuat dinas-dinas kepegawaian dengan rata-rata pegawai dengan potensi tingkat pendidikan SLTA, D1-D3, S1 dan S2 terbanyak berada pada dinas-dinas kepegawaian di klaster ke-lima dengan rinciantingkat pendidikan SLTA sebanyak 141 orang, tingkat pendidikan D1-D3 sebanyak 328 orang, tingkat pendidikan S1 sebanyak 238 orang, dan tingkat pendidikan S2 sebanyak 116 orang.

Saran

Pada penelitian ini, perhitungan data hanya dilakukan secara manual menggunakan Ms.Excel dalam mengikuti langkah-langkah algoritma *Fuzzy Subtractive Clustering*, maka dari itu diharapkan pengembangan selanjutnya algoritma ini dapat diimplementasikan dalam suatu aplikasi pemrograman yang dapat memudahkan langkah perhitungan.

Daftar Pustaka

- [1] Bastian, Ade, dkk, Penerapan Algoritma *K-Means Clustering Analysis* Pada Penyakit Menular Manusia (Studi Kasus Kabupaten Majalengka), Jurnal Sistem Informasi, Vol.14, Issue 1, pp 26-32, 2018.
- [2] Dibyو, Laksono, H. dan Hafis, M., Aplikasi *Fuzzy Clustering* dengan Menggunakan *Algoritma Subtractive Clustering* untuk Perkiraan Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang di Provinsi Sumatera Barat dari Tahun 2012-2021, Jurnal Teknologi Informasi & Pendidikan, Vol. 6 No.2, pp 202-215, 2013.
- [3] Farida, I.N., & Lestyningtyas, Y.S, Implementasi *Fuzzy Clustering* Untuk Prediksi Pemilihan Ketua OSIS, Cogito Smart Journal, Vo. 1 No. 1, pp24-32, 2015.
- [4] Kusumadewi, Sri dan Hari Purnomo. Aplikasi Logika *Fuzzy untuk Pendukung Keputusan Edisi kedua*, Yogyakarta : Graha Ilmu. 2013.
- [5] Putra, A.W, Lailil, M., dan Setiawan, B.D, 2013, Implementasi Algoritma *Subtractive Clustering* untuk Pembangkitan Aturan *Fuzzy* pada Rekomendasi Penerima Beasiswa, Thesis, Universitas Brawijaya, Malang.
- [6] Yulianto, Hadi, H., Isnanto, R., dan Budi Setiyono, 2011, Pembagian Kelas Kuliah Mahasiswa menggunakan Algoritma Pengklasteran Fuzzy, Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.