

# KLUSTERING BERBASIS PROTOTYPE DENGAN METODE FUZZY C-MEANS

**Putu Manik Prihatini**

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, P.O.Box 1064 Tuban Badung – BALI

Phone:+62-361-701981, Fax:+62-361-701128 E-mail: [manikprihatini@gmail.com](mailto:manikprihatini@gmail.com)

**Abstrak:** Pengenalan pola mengklasifikasikan objek ke beberapa kelas atau kategori dan mengenali kecenderungan data. Pada pengenalan pola tidak terbimbing seperti klustering, vektor fitur pelatihan dan kelas-kelas tujuan belum diketahui. Fuzzy C-Means (FCM) adalah suatu teknik pengklusteran data, keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu kluster ditentukan oleh derajat keanggotaan. Metode FCM diterapkan pada penelitian ini untuk melakukan pengelompokan industri kecil. Proses klustering membutuhkan inisialisasi berupa sepuluh industri kecil dengan dua kriteria yaitu modal awal dan rata-rata penjualan, serta parameter yang diperlukan. Proses diawali dengan melakukan pembangkitan matriks partisi U, kemudian menghitung pusat kluster, menghitung fungsi objektif dan melakukan perubahan matriks partisi U yang digunakan untuk iterasi berikutnya. Berdasarkan fungsi objektif yang diperoleh, dilakukan pengecekan apakah fungsi objektif sudah di bawah parameter *error rate*. Dengan parameter *error rate* yang ditentukan sebesar 0,000016 proses klustering dihentikan pada iterasi tiga puluh tiga. Hasil akhir klustering mengelompokkan data industri ke dalam tiga kelompok kluster yaitu kluster 1 (Industri 5 dan 7), kluster 2 (Industri 8, 9 dan 10), dan kluster 3 (Industri 1, 2, 3, 4 dan 6).

**Kata Kunci:** pola, klustering, FCM

## *Clustering Based On Prototype Using Fuzzy C-Means*

**Abstract:** Pattern recognition classifies objects to some classes or categories and recognize data trend. When introducing unsupervised pattern such as clustering, training features vector and destination classes have not been recognized. Fuzzy C-Means (FCM) is a data clustering technique based on which existence of each data point in a cluster is determined by degree of membership. FCM method was implemented in the study to perform clustering of small scale industry. Clustering process required initialization such as ten small scale industries with two criteria, such as initial capital and sale average, as well as parameters needed. The process was initiated encouraging U partition matrix, counting the center of cluster, counting objective function obtained, checking out whether the objective function is under error rate parameter. With error rate of 0.000016, the clustering process is stopped at initiation thirty three. The final result of clustering could group industrial data into three clustering groups, that are Cluster 1 (Industry 5 and 7), Cluster 2 (Industry 8, 9 and 10), and Cluster 3 (Industry 1, 2, 3, 4 and 6).

**Key words:** pattern, clustering, FCM

## I. PENDAHULUAN

Pengenalan pola merupakan suatu disiplin ilmu yang mempelajari bagaimana mengklasifikasikan objek ke beberapa kelas atau kategori dan mengenali kecenderungan data. Istilah pengenalan pola ini sudah jarang digunakan dan mulai digantikan dengan istilah **data mining**.

Menurut Berry dan Linoff dalam Susanto dkk (2010), data mining adalah suatu proses eksplorasi dan analisis secara otomatis maupun semi otomatis terhadap data dalam jumlah besar dengan tujuan menemukan pola atau aturan yang berarti.

Metode pengenalan pola dalam data mining terbagi menjadi dua bagian, yaitu pengenalan pola terbimbing (*supervised learning*) dan pengenalan pola

tidak terbimbing (*unsupervised learning*).

Pada pengenalan pola tidak terbimbing, vektor fitur pelatihan dan kelas-kelas tujuan belum diketahui. Salah satu jenis tugas dalam pengenalan pola tidak terbimbing adalah klustering. Kluster adalah kumpulan *record* yang memiliki kemiripan satu dengan yang lainnya dan memiliki ketidakmiripan dengan *record-record* dalam kluster yang lain. Klustering tidak mencoba untuk melakukan klasifikasi, estimasi atau prediksi terhadap nilai dari kelas tujuan, melainkan mencoba untuk melakukan pembagian terhadap keseluruhan data menjadi kelompok-kelompok yang memiliki kemiripan. Beberapa contoh klustering dalam bisnis dan penelitian adalah mendapatkan kelompok-kelompok konsumen untuk target pemasaran dari suatu produk

bagi perusahaan yang tidak memiliki dana pemasaran yang besar, melakukan pemisahan terhadap perilaku finansial yang baik atau mencurigakan untuk tujuan audit akuntansi, dan melakukan pengklusteran terhadap ekspresi dari gen, untuk mendapatkan kemiripan perilaku dari gen dalam jumlah besar.

Pada klustering, tipe keluaran yang ingin dicapai tidak perlu ditentukan diawal, cukup menentukan jumlah kelompok yang ingin dicapai, maka metode klustering menentukan kelompok-kelompok yang terbentuk. Ada banyak metode klustering yang dapat digunakan dalam data mining.

Melalui penelitian ini, penulis ingin membahas mengenai penerapan teknik klustering di dalam pengenalan pola tidak terbimbing pada contoh kasus pengelompokan industri kecil dengan metode **Fuzzy C-Means**.

**II. METODE PENELITIAN**

**2.1 Metode Studi Pustaka**

Fuzzy C-Means (FCM) adalah suatu teknik pengklusteran data, keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu kluster ditentukan oleh derajat keanggotaan. Teknik ini pertama kali diperkenalkan oleh Jim Bezdek pada tahun 1981. Konsep dasar FCM adalah menentukan pusat kluster yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap kluster. Keluaran dari FCM bukan merupakan *fuzzy inference system*, melainkan merupakan deretan pusat kluster dan beberapa derajat keanggotaan untuk tiap-tiap titik data, untuk membangun suatu *fuzzy inference system*.

Algoritma CFM dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Data yang akan dikluster,  $X$ , berupa matriks berukuran  $n \times m$  ( $n$  = jumlah sampel data,  $m$  = atribut setiap data), dimana  $X_{ij}$  = data sampel ke- $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), atribut ke- $j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ )
2. Tentukan:
  - Jumlah cluster =  $c$
  - Pangkat =  $w$
  - Maksimum iterasi =  $MaxIter$
  - Error terkecil yang diharapkan =  $\xi$
  - Fungsi objektif awal =  $P_0 = 0$
  - Iterasi awal =  $t = 1$
3. 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:

$$Qi = \sum_{k=1}^c \mu_{ik}$$

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

Hitung:

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Qi}$$

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

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

5. Hitung fungsi objektif pada iterasi ke- $t$ ,  $P_t$

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

6. Hitung perubahan matriks partisi

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

Dengan:  $i = 1, 2, \dots, n$ ; dan  $k = 1, 2, \dots, m$

7. Cek kondisi berhenti:
  - Jika  $(|P_t - P_{t-1}| < \xi)$  atau  $(t > MaxIter)$  maka berhenti;
  - Jika tidak:  $t = t + 1$ , ulangi langkah ke-4

**2.2 Metode Analisis dan Pembahasan**

Penerapan teknik klustering di dalam pengenalan pola tidak terbimbing dengan metode FCM dilakukan pada contoh kasus dalam Kusumadewi (2009). Pemerintah daerah suatu kabupaten mendata sejumlah industri kecil di lingkungannya berdasarkan beberapa kriteria untuk mengelompokkan industri tersebut ke dalam beberapa kluster, sehingga lebih mudah merencanakan upaya pengembangan terhadap industri-industri tersebut.

**2.2.1 Data Teknis Objek**

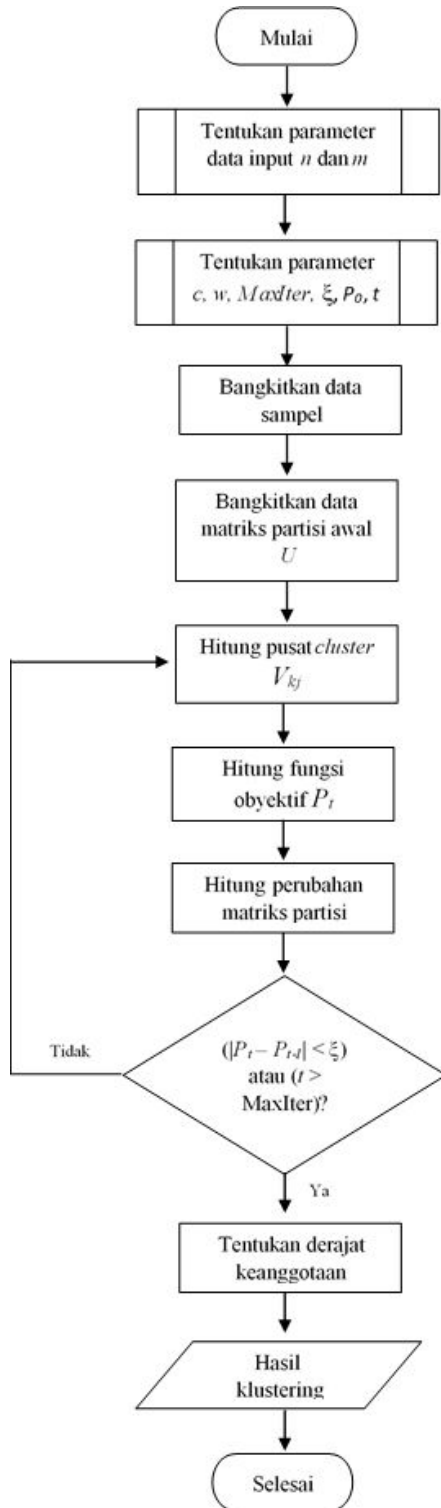
Data yang dibutuhkan untuk melakukan klustering berupa: jumlah sampel data industri kecil ( $n$ ) dan jumlah atribut kriteria ( $m$ ).

Parameter yang dibutuhkan dalam proses klustering adalah jumlah kluster ( $c$ ), pangkat ( $m$ ), maksimum iterasi ( $MaxIter$ ), *error* terkecil yang diharapkan ( $\xi$ ), fungsi objektif awal ( $P_0$ ), dan iterasi awal ( $t$ ).

Keluaran yang dihasilkan dari proses klustering adalah industri-industri yang masuk dalam kelompok kluster (1 atau 2 atau 3) sesuai dengan parameter jumlah kluster.

**2.2.2 Rancangan Diagram Alir**

Rancangan analisis dan pembahasan digambarkan dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Pembahasan

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proses klustering yang dilakukan menggunakan data input yaitu:

- $n = 10$  (ada 10 industri)
- $m = 2$  (ada dua kriteria yaitu modal awal dan rata-rata penjualan dari setiap

industri)

Nilai yang digunakan untuk inialisasi parameter adalah:

- $c = 3$
- $m = 2$
- $MaxIter = 100$
- $\xi = 0,000016$
- $P_0 = 0$
- $t = 1$

**3.1 Pembangkitan Matriks Partisi U**

Bangkitkan bilangan random  $\mu_{ik}$ ,  $i = 1,2,\dots,10$ ;  $k = 1,2,3$ ; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U.

$\mu_{ik} =$	0.361	0.12	0.519
	0.397	0.241	0.362
	0.323	0.396	0.281
	0.17	0.413	0.569
	0.395	0.385	0.22
	0.134	0.409	0.457
	0.55	0.24	0.209
	0.303	0.321	0.375
	0.288	0.449	0.267
	0.45	0.301	0.248

Tabel 2. Matriks partisi U

**3.2 Pembangkitan Data Sampel**

Bangkitkan data sampel untuk merepresentasikan 10 industri dengan 2 kriteria yaitu modal dan rata-rata penjualan.

	Modal	Rata-Rata Penjualan
$X =$	15,000,000	25,000,000
	20,000,000	26,420,000
	17,820,000	22,052,000
	16,205,000	18,500,000
	8,000,000	15,200,000
	14,260,000	19,640,000
	7,025,000	15,230,000
	25,032,000	34,000,000
	24,320,100	35,100,000
	25,602,100	38,200,000

Tabel 3. Data Sampel Industri

**3.3 Perhitungan Pusat Kluster**

Hitung pusat *cluster* ke- $k$ :  $V_{kj}$ , dengan  $k = 1,2,3$ ; dan  $j = 1,2$ .

Pada *cluster* ke-1 atribut ke-1:  $k = 1, j = 1$  adalah:

$$V_{11} = \frac{((\mu_{11}^2 * X_{11}) + \dots + (\mu_{10,1}^2 * X_{10,1}))}{\mu_{11}^2 + \dots + \mu_{10,1}^2}$$

Pada cluster ke-1 atribut ke-2:  $k = 1, j = 2$  adalah:

$$V_{12} = \frac{((\mu_{11}^2 * X_{12}) + \dots + (\mu_{10,1}^2 * X_{10,2}))}{\mu_{11}^2 + \dots + \mu_{10,1}^2}$$

Cluster 1		
$\mu_{i1}^2$	$\mu_{i1}^2 * X_{i1}$	$\mu_{i1}^2 * X_{i2}$
0.130321	1954815	3258025
0.157609	3152180	4164029.78
0.104329	1859142.78	2300663.108
0.0289	468324.5	534650
0.156025	1248200	2371580
0.017956	256052.56	352655.84
0.3025	2125062.5	4607075
0.091809	2298162.888	3121506
0.082944	2017206.374	2911334.4
0.2025	5184425.25	7735500

$\sum \mu_{i1}^2$	$\sum \mu_{i1}^2 * X_{i1}$	$\sum \mu_{i1}^2 * X_{i2}$
1.274893	20563571.85	31357019.13
$\sum \mu_{i1}^2 * X_{i1} / \sum \mu_{i1}^2$	16129645.27	24595804.61

Tabel 4. Pusat Cluster ke-1

Lakukan hal yang sama terhadap cluster ke-2.

Cluster 2		
$\mu_{i2}^2$	$\mu_{i2}^2 * X_{i1}$	$\mu_{i2}^2 * X_{i2}$
0.0144	216000	360000
0.058081	1161620	1534500.02
0.156816	2794461.12	3458106.432
0.170569	2764070.645	3155526.5
0.148225	1185800	2253020
0.167281	2385427.06	3285398.84
0.0576	404640	877248
0.103041	2579322.312	3503394
0.201601	4902956.48	7076195.1
0.090601	2319575.862	3460958.2

$\sum \mu_{i2}^2$	$\sum \mu_{i2}^2 * X_{i1}$	$\sum \mu_{i2}^2 * X_{i2}$
1.168215	20713873.48	28964347.09
$\sum \mu_{i2}^2 * X_{i1} / \sum \mu_{i2}^2$	17731216.84	24793678.47

Tabel 5. Pusat Cluster ke-2

Lakukan hal yang sama terhadap cluster ke-3.

Cluster 3		
$\mu_{i3}^2$	$\mu_{i3}^2 * X_{i1}$	$\mu_{i3}^2 * X_{i2}$
0.269361	4040415	6734025
0.131044	2620880	3462182.48
0.078961	1407085.02	1741247.972
0.323761	5246547.005	5989578.5
0.0484	387200	735680
0.208849	2978186.74	4101794.36
0.043681	306859.025	665261.63
0.140625	3520125	4781250
0.071289	1733755.609	2502243.9
0.061504	1574631.558	2349452.8

$\sum \mu_{i3}^2$	$\sum \mu_{i3}^2 * X_{i1}$	$\sum \mu_{i3}^2 * X_{i2}$
1.377475	23815684.96	33062716.64
$\sum \mu_{i3}^2 * X_{i1} / \sum \mu_{i3}^2$	17289377.27	24002407.77

Tabel 6. Pusat Cluster ke-3

Dari hasil perhitungan ketiga cluster diatas diperoleh 3 pusat cluster sebagai berikut.

$V =$	16,129,645	24,595,805
	17,731,217	24,793,678
	17,289,377	24,002,408

Tabel 7. Pusat Cluster Iterasi 1

### 3.4 Perhitungan Fungsi Objektif

Perhitungan fungsi objektif dilakukan terhadap data ke-1 sampai dengan data ke-10 untuk ketiga cluster.

Pada data ke-1, cluster ke-1:

$$= ((X_{11} - V_{11})^2 + (X_{12} - V_{12})^2) * \mu_{11}^2$$

$$= ((15000000 - 16129645)^2 + (25000000 - 24595805)^2) * (0.361)^2$$

$$= 187593477126$$

Pada data ke-1, cluster ke-2:

$$= ((X_{11} - V_{21})^2 + (X_{12} - V_{22})^2) * \mu_{12}^2$$

$$= ((15000000 - 17731217)^2 + (25000000 - 24793678)^2) * (0.12)^2$$

$$= 108030441518$$

Pada data ke-1, cluster ke-3:

$$= ((X_{11} - V_{31})^2 + (X_{12} - V_{32})^2) * \mu_{13}^2$$

$$= ((15000000 - 17289377)^2 + (25000000 - 24002408)^2) * (0.519)^2$$

$$= 1679853324492$$

Lakukan hal yang sama terhadap data ke-2 sampai dengan data ke-10. Untuk memperoleh fungsi objektif, jumlahkan seluruh nilai diatas, sehingga diperoleh fungsi objektif seperti berikut.

Cluster 1	Cluster 2
187,593,477,126	108,030,441,518
2,885,400,686,607	452,584,504,112
973,206,055,151	1,179,990,732,296
1,074,054,402,316	7,153,617,209,837
24,085,934,452,048	27,678,832,092,867
503,765,865,086	6,458,677,271,436
51,610,390,627,693	11,870,612,631,039
15,395,525,628,511	14,225,612,833,281
14,716,062,945,603	30,166,292,430,478
55,647,309,969,858	21,896,473,122,728

Cluster 3	SubTotal
1,679,853,324,492	1,975,477,243,135
1,728,762,295,802	5,066,747,486,521
322,607,084,372	2,475,803,871,819
10,183,049,250,585	18,410,720,862,738
7,926,705,771,405	59,691,472,316,320
5,891,155,826,776	12,853,598,963,297
7,963,595,756,569	71,444,599,015,301
22,485,945,533,171	52,107,083,994,963
12,303,598,514,375	57,185,953,890,456
16,647,471,226,854	94,191,254,319,440

P1 = 375,402,711,963,990

Tabel 8. Fungsi Objektif Iterasi 1

3.5 Pembentukan Matriks Partisi U Baru

Pembentukan matriks partisi U baru dilakukan terhadap data ke-1 sampai dengan data ke-10 untuk ketiga cluster.

Pada data ke-1, cluster ke-1:  

$$= (((X_{11} - V_{11})^2 + (X_{12} - V_{12})^2)^{-1/(2-1)})$$

$$= ((15000000 - 16129645)^2 + (25000000 - 24595805)^2)^{-1}$$

$$= 6.9470E-13$$

Pada data ke-1, cluster ke-2:  

$$= (((X_{11} - V_{21})^2 + (X_{12} - V_{22})^2)^{-1/(2-1)})$$

$$= ((15000000 - 17731217)^2 + (25000000 - 24793678)^2)^{-1}$$

$$= 1.3330E-13$$

Pada data ke-1, cluster ke-3:  

$$= (((X_{11} - V_{31})^2 + (X_{12} - V_{32})^2)^{-1/(2-1)})$$

$$= ((15000000 - 17289377)^2 + (25000000 - 24002408)^2)^{-1}$$

$$= 1.6035E-13$$

Total data ke-1  

$$= 6.9470E-13 + 1.3330E-13 + 1.6035E-13$$

$$= 9.8834E-13$$

Lakukan hal yang sama terhadap data ke-2 sampai dengan data ke-10.

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 2	Total
$((X_{ij} - V_{1j})^2)^{-1/w-1}$	$(X_{ij} - V_{2j})^2)^{-1/w-1}$	$(X_{ij} - V_{3j})^2)^{-1/w-1}$	
6.9470E-13	1.3330E-13	1.6035E-13	9.8834E-13
1.2766E-20	4.5973E-20	2.0870E-20	7.9609E-20
3.5099E-20	4.8447E-20	1.2109E-19	2.0464E-19
4.4137E-21	3.6818E-21	5.6692E-21	1.3765E-20
5.2137E-22	3.9189E-22	4.7712E-22	1.3904E-21
6.7293E-21	4.1683E-21	6.6749E-21	1.7573E-20
4.4873E-22	3.3801E-22	4.0623E-22	1.1930E-21
4.6051E-22	6.1647E-22	4.9457E-22	1.5715E-21
4.2315E-22	5.4633E-22	4.4105E-22	1.4105E-21
2.1952E-22	2.6616E-22	2.2456E-22	7.1024E-22

Tabel 9. Hasil Perhitungan Total Cluster Tiap Data

Pada data ke-1, cluster ke-1:  

$$\mu_{11} = 6.9470E-13 / 9.8834E-13 = 0.1608$$

Pada data ke-1, cluster ke-2:  

$$\mu_{11} = 1.3330E-13 / 9.8834E-13 = 0.2591$$

Pada data ke-1, cluster ke-3:  

$$\mu_{11} = 1.6035E-13 / 9.8834E-13 = 0.5801$$

Lakukan hal yang sama terhadap data ke-2 sampai dengan data ke-10.

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
$((X_{ij} - V_{1j})^2)^{-1/w-1} / Total$	$(X_{ij} - V_{2j})^2)^{-1/w-1} / Total$	$(X_{ij} - V_{3j})^2)^{-1/w-1} / Total$
0.7029	0.1349	0.1622
0.1604	0.5775	0.2622
0.1715	0.2367	0.5917
0.3207	0.2675	0.4119
0.3750	0.2819	0.3432
0.3829	0.2372	0.3799
0.3761	0.2833	0.3405
0.2930	0.3923	0.3147
0.3000	0.3873	0.3127
0.3091	0.3747	0.3162

Tabel 10. Hasil Perhitungan Matriks Partisi Baru

Sehingga diperoleh matriks partisi yang baru sebagai berikut.

0.7029	0.1349	0.1622
0.1604	0.5775	0.2622
0.1715	0.2367	0.5917
0.3207	0.2675	0.4119
0.3750	0.2819	0.3432
0.3829	0.2372	0.3799
0.3761	0.2833	0.3405
0.2930	0.3923	0.3147
0.3000	0.3873	0.3127
0.3091	0.3747	0.3162

Tabel 11. Matriks Partisi Baru Iterasi 1

Cek kondisi berhenti  
 $= (|P_t - P_{t-1}|$   
 $= (|P_1 - P_0|)$   
 $= (|375,402,711,963,990 - 0|)$   
 $= 375,402,711,963,990 > 0,000016 \rightarrow > \xi$   
*(error)*

Nilai selisih absolut antara fungsi objektif iterasi ke-1 dan iterasi ke-0 lebih besar dari *error rate*, maka proses diulangi lagi ke iterasi berikutnya yaitu iterasi ke-2 dengan mengulangi langkah pada subbab 3.3, 3.4 dan 3.5.

Tabel berikut menunjukkan hasil perhitungan fungsi obyektif sampai pada kondisi berhenti yang tercapai pada iterasi ke-33.

Iterasi	Fungsi Obyektif	Keterangan
1	375,402,711,963,990	> 0.000016
2	46,488,353,199,326	> 0.000016
3	88,565,955,949,298	> 0.000016
4	108,275,134,735,300	> 0.000016
5	52,369,545,613,326	> 0.000016
6	12,593,897,339,917	> 0.000016
7	345,928,265,276	> 0.000016
8	138,240,915,576	> 0.000016
9	37,653,300,202	> 0.000016
10	11,316,407,446	> 0.000016
11	3,677,950,582	> 0.000016
12	1,238,873,845	> 0.000016
13	423,017,979	> 0.000016
14	145,142,750	> 0.000016
15	49,884,283	> 0.000016
16	17,154,756	> 0.000016
17	5,900,546	> 0.000016
18	2,029,690	> 0.000016
19	698,196	> 0.000016
20	240,176	> 0.000016
21	82,619	> 0.000016
22	28,421	> 0.000016
23	9,777	> 0.000016
24	3,363	> 0.000016
25	1,157	> 0.000016
26	398	> 0.000016
27	137	> 0.000016
28	47	> 0.000016
29	16	> 0.000016
30	6	> 0.000016
31	2	> 0.000016
32	1	> 0.000016
33	0	< 0.000016

Tabel 12. Pengecekan Kondisi Berhenti

### 3.6 Hasil Iterasi Terakhir

Pusat *cluster* yang diperoleh pada iterasi ke-33 ditunjukkan pada Tabel berikut.

V =

7,565,753	15,257,156
24,953,038	35,712,062
16,618,499	22,134,097

Tabel 13. Pusat Cluster Iterasi 33

Informasi yang bisa diperoleh dari ketiga pusat *cluster* adalah:

- Kelompok 1 (*cluster 1*), berisi industri-industri kecil yang memiliki modal awal sekitar Rp 7.565.753,- dan memiliki rata-rata penjualan setiap bulannya sekitar Rp 15.257.156,-
- Kelompok 2 (*cluster 2*), berisi industri-industri kecil yang memiliki modal awal sekitar Rp 24.953.038,- dan memiliki rata-rata penjualan setiap bulannya sekitar Rp 35.712.062,-
- Kelompok 3 (*cluster 3*), berisi industri-industri kecil yang memiliki modal awal sekitar Rp 16.618.499,- dan memiliki rata-rata penjualan setiap bulannya sekitar Rp 22.134.097,-

Matriks partisi *U* yang diperoleh pada iterasi ke-33 ditunjukkan pada Tabel berikut.

$\mu_{ik} =$

0.0642	0.0451	0.8906
0.0297	0.1187	0.8516
0.0009	0.0005	0.9986
0.0582	0.0064	0.9354
0.9999	0.0000	0.0001
0.0728	0.0052	0.9220
0.9999	0.0000	0.0001
0.0003	0.9981	0.0016
0.0000	0.9998	0.0002
0.0007	0.9966	0.0027

Tabel 14. Matriks Partisi *U* Iterasi 33

Dari matriks partisi *U* dapat diperoleh informasi mengenai kecenderungan suatu industri kecil untuk masuk ke *cluster* mana.

### 3.7 Hasil Akhir Klustering

Suatu industri kecil memiliki derajat keanggotaan tertentu untuk menjadi anggota dari suatu *cluster*. Tentu saja derajat keanggotaan terbesar menunjukkan kecenderungan tertinggi suatu industri untuk masuk menjadi anggota *cluster*. Derajat keanggotaan tiap

industri kecil pada setiap *cluster* ditunjukkan pada Tabel berikut.

Industri	Derajat keanggotaan pada <i>cluster</i> ke-			Data cenderung masuk <i>cluster</i> ke-		
	1	2	3	1	2	3
1	0.0642	0.0451	0.8906			*
2	0.0297	0.1187	0.8516			*
3	0.0009	0.0005	0.9986			*
4	0.0582	0.0064	0.9354			*
5	0.9999	0.0000	0.0001	*		
6	0.0728	0.0052	0.9220			*
7	0.9999	0.0000	0.0001	*		
8	0.0003	0.9981	0.0016		*	
9	0.0000	0.9998	0.0002		*	
10	0.0007	0.9966	0.0027		*	

Tabel 15. Hasil Akhir Klustering

Hasil akhir klustering terhadap 10 industri kecil dengan dua kriteria yaitu modal awal dan rata-rata penjualan menghasilkan 3 *cluster* seperti berikut.

- a. Kelompok 1 (*cluster* 1), berisi industri-industri kecil ke-: 5 dan 7
- b. Kelompok 2 (*cluster* 2), berisi industri-industri kecil ke-: 8, 9 dan 10
- c. Kelompok 3 (*cluster* 3), berisi industri-industri kecil ke-: 1, 2, 3, 4 dan 6

#### IV. SIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Simpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat diperoleh kesimpulan bahwa penerapan teknik klustering di dalam pengenalan pola tidak terbimbing pada contoh kasus pengelompokan industri kecil dengan metode **Fuzzy C-Means** telah dilakukan dengan menggunakan data berupa 10 industri kecil dengan 2 kriteria yaitu modal awal dan rata-rata penjualan. Berdasarkan parameter *error rate* yang ditentukan sebesar 0,000016 proses klustering dihentikan pada iterasi ke-33. Hasil akhir klustering telah mengelompokkan industri-industri tersebut ke dalam 3 kelompok kluster yaitu Kluster 1 (Industri ke-5 dan 7), Kluster 2 (Industri ke-8, 9 dan 10), dan Kluster 3 (Industri ke-1, 2, 3, 4 dan 6).

##### 4.2 Saran

Untuk memperoleh metode yang paling baik dalam melakukan klustering, disarankan untuk melakukan perbandingan antara metode Fuzzy C-Means dengan metode klustering lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] Kusrini, Luthfi Emha Taufiq. 2009. "Algoritma Data Mining". Yogyakarta: Andi Offset.  
 [2] Kusumadewi Sri, Purnomo Hadi. 2010. "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan". Yogyakarta: Graha Ilmu.

[3] Padmavathi G, Muthukumar M and Thakur Suresh Kumar. "Non linear Image segmentation using fuzzy c means clustering method with thresholding for underwater images". *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 7, Issue 3, No 9, May 2010.  
 [4] Sanmorino Ahmad. "Clustering Batik Images using Fuzzy C-Means Algorithm Based on Log-Average Luminance". *Computer Engineering and Applications Vol. 1, No. 1, June 2012*.  
 [5] Santosa Budi. 2007. "Data Mining Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis". Yogyakarta: Graha Ilmu.  
 [6] Singh Tejwant, Mahajan Manish. "Performance Comparison of Fuzzy C Means with Respect to Other Clustering Algorithm". *IJARCSSE Volume 4, Issue 5, May 2014*.  
 [7] Sreenivasarao Vuda, Vidyavathi S. "Comparative Analysis of Fuzzy C- Mean and Modified Fuzzy Possibilistic C -Mean Algorithms in Data Mining". *IJCST Vol.1, Issue 1, September 2010*.  
 [8] Suganya R, Shanthi R. "Fuzzy C-Means Algorithm-A Review". *International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 2, Issue 11, November 2012*.  
 [9] Susanto Sani, Suryadi Dedy. 2010. "Pengantar Data Mining". Yogyakarta: Andi Offset