

KLASIFIKASI USAHA KECIL DAN MENENGAH (UKM) SEKTOR INDUSTRI DENGAN METODE *FUZZY C-MEANS* CLUSTERING WILAYAH KOTA CILEGON

Ratna Ekawati¹⁾, Nurul Yulis²⁾

1) Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jalan Raya Jendral Soedirman Km.04 Cilegon Banten 42435 Telp (0254) 395502*16
E-mail: ratna_145@yahoo.com.

ABSTRAK

Alokasi dana bantuan kepada UKM di Kota Cilegon, masih berdasarkan pemilihan UKM yang mempunyai potensi dan keuntungan yang besar. Agar terjadi pemerataan alokasi UKM, maka diperlukan pengelompokan secara keseluruhan terhadap semua UKM yang berada di Kota Cilegon. Tujuan penelitian ini adalah memberikan hasil pengelompokan UKM yang optimal dengan menggunakan metode fuzzy c-means clustering (FCM) dan Index XB. Metode FCM memberikan hasil pengelompokan yang halus atau tidak banyak menggeser pusat cluster, sehingga jika UKM yang baru berdiri akan dapat segera masuk dalam kelompok tertentu dengan kriteria yang sesuai dan tidak merubah hasil pengelompokan sebelumnya. Banyaknya jumlah kelompok optimal yang terbentuk ditentukan dengan menggunakan Index XB. Jumlah kelompok yang optimal terlihat pada grafik dengan nilai minimum lembah pertama yang berada pada titik 3 pusat cluster. Hasil pengolahan data dengan optimalisasi fungsi objektif dan Index XB yaitu pengelompokan UKM menjadi tiga kelompok berdasarkan modal awal, rata-rata keuntungan, rata-rata pendapatan dan kapasitas produksi yang menjadi karakteristik pada setiap kelompok UKM. Setiap kelompok UKM, dapat menjadi pertimbangan oleh pemerintah Kota Cilegon dalam alokasi dana bantuan maupun arahan pengembangan UKM sektor industri yang lebih intensif.

Kata Kunci: Fuzzy C-Means clustering (FCM), Index XB, Usaha kecil dan menengah (UKM)

PENDAHULUAN

Usaha kecil dan menengah (UKM) mempunyai peran yang penting dalam menggerakkan perekonomian nasional, terutama dalam penyerapan tenaga kerja, meningkatkan pendapatan masyarakat serta menumbuhkan aktivitas perekonomian di daerah. Di samping itu, pengembangan UKM merupakan bagian yang sangat penting dalam membangun ekonomi kerakyatan dan pengentasan kemiskinan maupun pengangguran.

UKM yang memiliki potensi tinggi dalam penyerapan tenaga kerja ternyata masih memiliki berbagai keterbatasan yang belum dapat diatasi dengan optimal sampai saat ini. Permasalahan utama yang sering dihadapi oleh UKM adalah sulitnya mendapatkan akses permodalan, keterbatasan sumber daya manusia yang kurang siap dalam kemampuan manajemen dan bisnis, serta terbatasnya kemampuan akses informasi untuk membaca peluang pasar juga meramalkan perubahan pasar yang cepat. Bagi UKM, peningkatan kemitraan, baik dalam bidang pemasaran, teknologi maupun permodalan perlu segera dilakukan. Fasilitasi pemerintah masih tetap sangat diperlukan dan dalam intensitas yang tinggi.

Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang *cluster* usaha kecil dan menengah (UKM) dengan menggunakan metode *hierarchical* atau *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang menggunakan faktor-faktor *non*-kuantitatif yang bukan berupa angka-angka finansial, tetapi analisis kinerja yang menyeluruh dengan melibatkan informasi *non*-finansial baik kualitatif maupun kuantitatif yang mungkin tidak tercantum dalam laporan keuangan. Klasifikasi usaha kecil dan menengah dalam penelitian ini akan menggunakan metode *Fuzzy C-Means clustering* (FCM) berdasarkan modal awal, rata-rata keuntungan, rata-rata pendapatan, dan rata-rata kapasitas produksi dari setiap UKM di Kota X.

Tujuan penelitian ini adalah mengelompokkan UKM sektor industri di Kota Cilegon dengan menggunakan *Fuzzy C-Means cluster*, menentukan jumlah *cluster* yang optimal dengan menggunakan *Index XB* dan menentukan karakteristik setiap pusat *cluster*.

METODOLOGI

Data yang diperoleh merupakan data sekunder dari usaha kecil dan menengah (UKM) sektor industri yang berada di Kota X. Data yang akan digunakan sebagai data variabel ($X_{ij} = X$ data sampel ke- i ($i=1,2,\dots,n$), variabel ke- j ($j=1,2,\dots,m$) dalam perhitungan metode algoritma *Fuzzy C-Means Clustering* (FCM) adalah sebagai berikut:

1. Modal Awal (X_{i1})
Modal awal merupakan modal awal berdirinya UKM yang belum termasuk modal bangunan dan tanah.
 2. Rata-rata pendapatan (X_{i2})
Pendapatan yang digunakan sebagai variabel ke-2 ini merupakan besarnya rata-rata pendapatan pada setiap bulan dari masing-masing UKM.
 3. Rata-rata keuntungan (X_{i3})
Data-data keuntungan yang digunakan merupakan besarnya keuntungan yang diperoleh setiap UKM berdasarkan keuntungan bersih setelah dikurangi pajak atau kompensasi untuk pekerja di UKM tersebut.
 4. Kapasitas produksi (X_{i4})
Data kapasitas produksi yang digunakan dalam pengolahan data merupakan data kapasitas produksi yang telah dilakukan standarisasi. Hal ini dilakukan karena pada setiap UKM memiliki satuan kapasitas produksi yang berbeda.
- Data-data yang telah didapatkan kemudian diolah berdasarkan metode yang digunakan untuk menjawab permasalahan yang akan diteliti. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:
1. Pengolahan data dengan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means*.
 - a. Bangkitkan bilangan random μ_{ik} , $i = 1, 2, \dots, n$; $k = 1, 2, \dots, c$; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U. Fungsi batasan $\sum_{k=1}^c \mu_{ik} = 1$
 - b. Menentukan pusat *cluster* dengan menggunakan persamaan (2.3)
 - c. Menghitung fungsi objektif pada iterasi ke-t, dengan persamaan (2.4)
 - d. Menghitung perubahan matriks partisi, pada persamaan (2.5):
 - e. Melihat kondisi berhenti pada fungsi objektif,

Jika : $\left| P_t - p_{t-1} \right| < \xi$ atau $(t > \text{MaxIter})$ maka berhenti;
Jika tidak : $t = t + 1$, kembali ke langkah b
 2. Menghitung jumlah *cluster* optimal dengan menggunakan *Index XB* seperti pada persamaan (2.10). Sehingga mendapatkan kelompok optimal berdasarkan hasil minimum XB di setiap kelompok pada lembah yang pertama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data usaha kecil dan menengah (UKM) sektor industri yang tersebar di 3 kecamatan di Kota X pada tahun 2008 disajikan pada

Tabel 1. Jumlah usaha kecil Kota Cilegon

No	Kelurahan	Kecamatan	Jenis Usaha	Jumlah Badan Usaha
1	Kalitimbang	Cibeber	Pembuat Emping	10
			Pembuat Genteng	5
2	Karang Asem	Cibeber	Pembuat Genteng	5
			Banjar Negara	Ciwandan
Pembuat Genteng	2			
Gula Merah	7			
4	Kepuh	Ciwandan	Pembuat Genteng	5
			Gula Merah	6
5	Citangkil	Citangkil	Keripik Tempe	13

Sumber : Disperindag Kota Cilegon, 2008

Tabel 2. Contoh UKM sektor industri di Kota X dengan satuan kapasitas produksi per kilogram (per bulan)

No UKM	Modal (Rp)	Pendapatan (Rp)	Keuntungan (Rp)	Kapasitas Produksi
1	250000	800000	300000	33
2	300000	900000	270000	25
3	275000	850000	300000	33
4	475000	125000	500000	40
5	1000000	2100000	700000	23.3
6	3500000	2100000	300000	20
7	3900000	3500000	200000	29
8	3500000	3500000	300000	25
9	400000	730000	230000	32
10	3500000	350000	300000	25

Kapasitas produksi dari setiap UKM memiliki satuan yang berbeda, untuk itu perlu dilakukan standardisasi terhadap variabel data yang akan digunakan. Data hasil standardisasi kapasitas produksi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Contoh Hasil standardisasi

No UKM	Modal (Rp)	Pendapatan (Rp)	Keuntungan (Rp)	Kapasitas Standardisasi
1	-1.3841925	-1.733587546	-1.845286192	-0.5427779
2	-1.3765923	-1.707602011	-1.868928295	-0.5434094
3	-1.3803924	-1.720594778	-1.845286192	-0.5427778
4	-1.3499915	-1.908989909	-1.687672171	-0.5422254
5	-1.2701892	-1.395775588	-1.530058149	-0.5435436
6	-0.8901785	-1.395775588	-1.845286192	-0.5438041
7	-0.8293767	-1.031978095	-1.924093203	-0.5430937
8	-0.8901785	-1.031978095	-1.845286192	-0.5434094
9	-1.3613918	-1.751777421	-1.9004511	-0.5428569
10	-0.8901785	-1.850522455	-1.845286192	-0.5434094

Dengan metode FCM *clustering* peneliti menggunakan nilai awal yang akan digunakan dalam pengolahan data yaitu sebagai berikut:

1. Jumlah *cluster* yang akan dibentuk (c) = 2, 3, 4, ... $\sqrt{58} = 8$ *cluster*.
2. Pangkat (w) = 2.
3. Maksimum iterasi yang digunakan peneliti adalah sebanyak 100 iterasi.
4. *Error* terkecil yang diharapkan (ξ) adalah sebesar 10^{-5} .
5. Fungsi obyektif awal (P_0) adalah 0.
6. Iterasi awal (t) = 1

Berdasarkan langkah algoritma FCM, setiap UKM dikelompokkan menjadi 2 hingga 8 pusat *cluster* dengan fungsi objektif yang minimum dan jumlah iterasi masing-masing pengelompokan UKM berbeda, sebagai contoh perhitungan manual 2 pusat *cluster* adalah sebagai berikut:

1. *Input* data yang akan di*cluster* (X_{ij}) dalam bentuk matrik $n \times m$, data ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$), variabel ke- j ($j = 1, 2, \dots, m$). Seperti pada Tabel 4
2. Bangkitkan bilangan random μ_{ik} , $i = 1, 2, \dots, n$; $k = 1, 2, \dots, c$; dengan i = objek data dan k =jumlah *cluster*, sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U atau derajat keanggotaan untuk iterasi awal yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Contoh Derajat keanggotaan iterasi awal

	μ	
	i_1	i_2
1	0	0
2	.44900	.55100
3	0	0
4	.23225	.76775
5	0	0
6	.51501	.48499
7	0	0
8	.62611	.37389
9	0	0
10	.82273	.17727
11	0	0
12	.20399	.79601
13	0	0
14	.47020	.52980
15	0	0
16	.65488	.34512
17	0	0
18	.18210	.81790
19	0	0
20	.45892	.54108

3. Hitung pusat *cluster* ke- k ; V_{kj} ($k = 1, 2, \dots, c$; dan $j = 1, 2, \dots, m$) dengan k = pusat *cluster*, dan j = variabel data. Sehingga 2 pusat *cluster* yang didapat terlihat seperti pada Tabel 5

Tabel 5. Pusat *cluster* iterasi awal

			V_k
V_{k1}	V_{k2}	V_{k3}	4
-0.69192	-0.92900	-0.91893	0.14342
-0.71203	-0.88711	-1.00778	-0.03587

4. Hitung fungsi objektif pada iterasi ke-t, P_t , Fungsi objektif pada iterasi awal yaitu:
 $P_1 = 164,10441$
5. Hitung perubahan matriks partisi. Sehingga didapatkan matriks partisi atau derajat keanggotaan pada iterasi ke-2 yaitu sebagai berikut:

Tabel 6. Derajat keanggotaan iterasi ke-2

	μ_i	μ_i
	1	2
1	0.566019	0.433981
2	0.904142	0.095858
3	0.433883	0.566117
4	0.239690	0.760310
5	0.035274	0.964726
6	0.923009	0.076991
7	0.487375	0.512625
8	0.169186	0.830814
9	0.946009	0.053991
10	0.545961	0.454039

6. Cek kondisi berhenti, karena $|P_1 - p_0| = |164,10441 - 0| = 164,10441$; maka lanjutkan ke iterasi ke-2 ($t=2$).
Pada iterasi ke-2, hasil pusat *cluster* V_{kj} dengan $k = 1, 2$; dan $j = 1, 2, 3, 4$ adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Pusat *cluster* iterasi ke-2

	V_k		V
	V_{k1}	V_{k2}	
		3	k4
	-0.70241	-0.87718	-1.02018
	-0.72361	-0.94673	-0.91813
			0.11232
			0.13250

Fungsi objektif pada iterasi ke-2 (P_2) = 189,45372, dengan nilai perbaikan derajat keanggotaan seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Derajat keanggotaan iterasi ke-3

	μ_{i1}	μ_{i2}
1	0.3765169	0.6234831
2	0.0114589	0.9885411
3	0.6364748	0.3635252
4	0.9098705	0.0901295
5	0.9987153	0.0012847
6	0.0075438	0.9924562
7	0.5610882	0.4389118
8	0.9653437	0.0346563
9	0.0033444	0.9966556
10	0.4165536	0.5834464

Demikian seterusnya, hingga $|P_t - p_{t-1}| < \xi$ atau $t > \text{MaxIter}$. Proses iterasi perhitungan pusat *cluster* UKM ini akan berhenti pada iterasi ke-23. Berdasarkan derajat keanggotaan iterasi akhir (ke-23), maka hasil pengelompokkan data setiap UKM masuk ke dalam *cluster* yaitu:

Tabel 9. Pengelompokkan UKM ke dalam *cluster*

UKM ke-	Cluster 1	Cluster 2
1		*
2		*
3		*
4		*
5		*
6		*
7		*
8		*
9		*
10		*
11		*
12		*
13		*

14		*
15	*	
16	*	
17	*	
18	*	
19		*
20	*	
21	*	
22	*	
23	*	
24	*	
25	*	
26	*	
27	*	
28	*	
29	*	
30	*	
31	*	
32	*	
33		*
34		*
35		*
36		*
37		*
38		*
39		*
40		*
41		*
42		*
43		*
44		*
45		*
46		*
47		*
48		*
49		*
50		*
51		*
52		*
53		*
54		*
55		*
56		*
57		*
58		*

Keterangan *: Anggota kelompok

Berdasarkan Tabel 9. di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Kelompok pertama (*Cluster 1*), terdiri dari UKM ke-15,16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, dan 32.
2. Kelompok kedua (*Cluster 2*), terdiri dari UKM ke-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 19, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, dan 58.

Pada iterasi ke-23 ini, 2 pusat *cluster* V_{kj} dengan $k = 1,2$; dan $j = 1,2,3,4$ adalah sebagai berikut:

Tabel 10. Pusat *cluster* iterasi ke-23

V_{k1}	V_{k2}	V_{k3}	V_k
0.0862	0.3181	-0.1770	1.2868
-1.0771	-1.4327	-1.3949	-0.4787

Pengelompokan yang dihasilkan berdasarkan hasil iterasi akhir 2 pusat *cluster* ini adalah :

1. Pada kelompok pertama (*Cluster ke-1*), terdapat UKM yang memiliki modal awal sekitar Rp9.923.500; dengan rata-rata pendapatan per bulan sekitar Rp8.695.500; dan rata-rata keuntungan UKM per bulan sekitar Rp2,417,030. Kapasitas produksi UKM yang terdapat pada kelompok pertama, mempunyai kapasitas produksi sekitar 23.210 buah.

2. Pada kelompok kedua (*Cluster* ke-2), terdapat UKM dengan modal awal sekitar Rp2.270.000; memiliki rata-rata pendapatan per bulan sekitar Rp1.958.000; dan rata-rata keuntungan yang didapat per bulan sekitar Rp871.500. Kapasitas produksi UKM yang terdapat pada kelompok pertama, mempunyai kapasitas produksi sekitar 845 kilogram.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan berbagai analisa yang didapat, kesimpulan yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Hasil pengelompokan UKM dengan 8 pusat *cluster*, yaitu jumlah kelompok terbanyak berdasarkan perhitungan FCM adalah:
 - 1) Pada kelompok pertama hanya terdiri dari 1 UKM yaitu UKM ke-12, 15, 39, 40, 44, 46, 52, 53, 54, 55 dan 58 dengan kisaran modal awal sekitar Rp2.461.700; rata-rata pendapatan per bulan sekitar Rp2.900.000; rata-rata keuntungan per bulan sekitar Rp1.493.200; dan kapasitas produksi sekitar 475 kilogram.
 - 2) Pada kelompok kedua terdiri dari UKM ke-1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 41, 45 dan 57, dengan kisaran modal awal sekitar Rp881.000; dengan rata-rata pendapatan per bulan sekitar Rp925.000; dan rata-rata keuntungan UKM per bulan sekitar Rp400.600; dengan kapasitas produksi sekitar 105 kilogram.
 - 3) Pada kelompok ketiga terdiri dari UKM ke-19 dan 49 dengan kisaran modal awal sekitar Rp16.751.000; dengan rata-rata pendapatan per bulan sekitar Rp3.877.000; dan rata-rata keuntungan UKM per bulan sekitar Rp1.571.800; dengan kapasitas produksi sekitar 5.930 buah.
 - 4) Pada kelompok keempat yang terdiri dari UKM ke-18, 20, 26, 27, 28, 30, 31, dan 32 dengan kisaran modal awal sekitar Rp8.086.500; dengan rata-rata pendapatan per bulan sekitar Rp5.763.000; dan rata-rata keuntungan UKM per bulan sekitar Rp1.596.000; dengan kapasitas produksi sekitar 14.870 buah.
 - 5) Pada kelompok kelima terdiri dari UKM ke-22 dengan kisaran modal awal sekitar Rp15.047.000; dengan rata-rata pendapatan per bulan sekitar Rp17.669.500; dan rata-rata keuntungan UKM per bulan sekitar Rp4.982.700; dengan kapasitas produksi sekitar 49.387 buah.
 - 6) Pada kelompok keenam terdiri dari UKM ke-17, 21, 23 dan 29 dengan kisaran modal awal sekitar Rp7.060.250; dengan rata-rata pendapatan per bulan sekitar Rp9.537.900; dan rata-rata keuntungan UKM per bulan sekitar Rp2.249.400; dengan kapasitas produksi sekitar 23.085 buah.
 - 7) Pada kelompok ketujuh terdiri dari UKM ke-24 dengan modal awal sekitar Rp9.922.720; dengan rata-rata pendapatan per bulan sekitar Rp9.922.720; dan rata-rata keuntungan UKM per bulan sekitar Rp2.564.100; dengan kapasitas produksi sekitar 48.615 buah.
 - 8) Pada kelompok kedelapan terdiri dari UKM ke-5, 7, 8, 14, 42, 43, 47, 48, 50, 51 dan 56 dengan modal awal sekitar Rp2.356.300; dengan rata-rata pendapatan per bulan sekitar Rp1.848.970; dan rata-rata keuntungan UKM per bulan sekitar Rp873.800; dengan kapasitas produksi sekitar 334 kilogram.
2. Hasil perhitungan Index XB menyatakan bahwa jumlah kelompok optimum terdapat pada pengelompokan 3 pusat *cluster*, yaitu sebagai berikut:
 - 1) Kelompok pertama, terdiri dari UKM ke-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, dan 58.
 - 2) Kelompok kedua, terdiri dari UKM ke-22, 24, dan 25.
 - 3) Kelompok ketiga terdiri dari UKM ke-15, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, dan 49.
3. Karakteristik setiap pusat *cluster* pada pengelompokan yang optimal, yaitu:
 - 1) Kelompok pertama, memiliki kisaran modal awal sebesar Rp1.850.600; rata-rata pendapatan per bulan sebesar Rp1.737.200; rata-rata keuntungan per bulan sebesar Rp792.500 dan kapasitas produksi sekitar 335 kilogram.
 - 2) Kelompok kedua, memiliki kisaran modal awal sebesar Rp14.445.000; rata-rata pendapatan per bulan sebesar Rp15.117.000; rata-rata keuntungan UKM per bulan sebesar Rp4.547.000 dan kapasitas produksi sekitar 45.500 buah.
 - 4) Kelompok ketiga, memiliki kisaran modal awal sebesar Rp8.900.000; rata-rata pendapatan per bulan sebesar Rp6.680.000; rata-rata keuntungan per bulan sebesar Rp1.810.000; dan kapasitas produksi sekitar 16.000 buah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, Y. 2007. K-Means – Penerapan, Permasalahan dan Metode Terkait. *Jurnal Sistem dan Informatika* Vol. 3 Februari 2007, 47-60.
- Bezdek, JC. 1981. *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms*. Plenum: New York.
- Duo, Chen., et al. 2007. *An Adaptive Cluster Validity Index for the Fuzzy C-means*. *International Journal of Computer Science and Network Security*, VOL.7 No.2, February 2007, 146-151.
- Klawonn, F. 2000. *Fuzzy Clustering: "Insight and a New Approach"*. *Science Journal*. <http://public.rz.fh-wolfenbuettel.de/klawonn>.

- Klawonn, F dan Höppner, F. 2001. *What is fuzzy about Fuzzy Clustering? Understanding and Improving the Concept of the Fuzzier*. Science Journal. <http://public.rz.fh-wolfenbuettel.de/klawonn>.
- Kusumadewi, S. 2002. *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy (Menggunakan Toolbox Matlab)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S dan Purnomo. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- NN, *Model Pengembangan Industri Kecil pada Program Uni Eropa*. PUPUK, Bandung
- Novianti, MD. 2006. *Studi Pengembangan Industri Konveksi Di Depok dengan Pendekatan Metode Analytic Hierarchy Process*. Universitas Indonesia.
- Pravitasari, A.A. 2008. *Analisis Pengelompokan Dengan Fuzzy C-Means Cluster*, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Robandi, I. 2006. *Desain Sistem Tenaga Modern*. Andi: Yogyakarta.
- Susanto, S. dan Ernawati. 2006. *Pembagian Kelas Peserta Kuliah Berdasarkan Fuzzy Clustering dan Partition Coefficient and Exponential Separation (PCAES) Index*.