



IMPLEMENTASI *SELF ORGANIZING MAP* DAN *FUZZY C-MEANS* DALAM PENGELOMPOKAN UMKM KABUPATEN SLEMAN

Martalia Susantiana Agustin^{a*}, Sri Andayani^a

^aProgram Studi Statistika, Universitas Negeri Yogyakarta

*e-mail: martaliasusantiana.2019@student.uny.ac.id

Abstrak. UMKM merupakan salah satu kelompok usaha masyarakat yang paling banyak berada di Kabupaten Sleman yang sangat signifikan dalam membantu meningkatkan pertumbuhan ekonomi Kabupaten Sleman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pengelompokan UMKM Kabupaten Sleman tahun 2022 agar dapat menjadi informasi dan masukan untuk memudahkan pemerintah terkait dalam menetapkan strategi dan kebijakan yang tepat sebagai prioritas utama untuk mengembangkan UMKM. Data yang digunakan adalah data UMKM Kabupaten Sleman tahun 2022 yang diperoleh dari Dinas Koperasi dan UKM Kabupaten Sleman. Data terdiri dari 574 anggota UMKM dengan 3 variabel yaitu aset, omset, dan pekerja. Langkah-langkah penelitian yaitu pengumpulan data, *preprocessing* data, *clustering* menggunakan *Self Organizing Map* dan *Fuzzy C-Means*, validasi klaster, dan analisis klaster terbaik. Penelitian ini menggunakan tiga metode validasi klaster pada SOM yaitu indeks *silhouette*, indeks *dunn*, dan indeks *connectivity*, sedangkan pada FCM menggunakan dua metode validasi yaitu indeks *silhouette* dan indeks *dunn*. Berdasarkan nilai indeks *silhouette* dan indeks *dunn* diperoleh jumlah klaster optimal metode SOM sebanyak 3 klaster dengan nilai masing-masing indeks yaitu 0.8676 dan 0.8177. Berdasarkan nilai indeks *silhouette* diperoleh metode jumlah klaster optimal metode FCM sebanyak 3 klaster dengan nilai indeks 0.96944, sehingga diperoleh jumlah klaster optimal yang dapat digunakan sebanyak 3 klaster menggunakan metode FCM.

Kata Kunci: *UMKM, Kabupaten Sleman, Clustering, Self Organizing Map, Fuzzy C-Means*

Abstract. *UMKM is one of the most numerous community business groups in Sleman Regency which is very significant in helping to increase the economic growth of Sleman Regency. This study aims to find out the results of the 2022 grouping of MSMEs in Sleman Regency so that they can become information and input to facilitate the relevant government in establishing appropriate strategies and policies as a top priority for developing MSMEs. The data used is Sleman Regency MSME data for 2022 obtained from the Sleman Regency Cooperative and UKM Office. The data consists of 574 MSME members with 3 variables namely assets, turnover, and workers. The research steps are data collection, data preprocessing, clustering using Self Organizing Map and Fuzzy C-Means, cluster validation, and best cluster analysis. This study uses three cluster validation methods in SOM, namely the silhouette index, the dunn index, and the connectivity index, while in FCM it uses two validation methods, namely the silhouette index and the dunn index. Based on the silhouette index and dunn index values, the optimal number of clusters for the SOM method is 3 clusters with each index value of 0.8676 and 0.8177. Based on the silhouette index value, the optimal number of clusters using the FCM method is 3 clusters with an index value of 0.96944, so that the optimal number of clusters that can be used is 3 clusters using the FCM method.*

Keyword: *MSMEs, Sleman District, Clustering, Self Organizing Map, Fuzzy C-Means*

PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) adalah salah satu pilar utama ekonomi nasional yang harus memperoleh kesempatan utama, dukungan, perlindungan dan pengembangan seluas-luasnya sebagai wujud keberpihakan yang tegas kepada kelompok usaha ekonomi rakyat, tanpa mengabaikan peranan usaha besar dan Badan Usaha Milik Negara. UMKM merupakan kegiatan usaha yang mampu memperluas lapangan kerja dan memberikan pelayanan ekonomi secara luas kepada masyarakat dan dapat berperan dalam proses pemerataan dan peningkatan pendapatan masyarakat, mendorong pertumbuhan ekonomi, dan berperan dalam mewujudkan stabilitas nasional (UU No. 20 Tahun 2008). UMKM memainkan peran penting dalam penciptaan lapangan kerja dan pertumbuhan ekonomi, terutama di negara-negara berkembang seperti Indonesia (Arianto, 2020).

Menurut pendataan yang dilakukan oleh Dinas Koperasi dan UKM Kabupaten Sleman, UMKM merupakan salah satu kelompok usaha masyarakat yang paling banyak berada di Kabupaten Sleman. Pada kenyataannya, UMKM di Indonesia, khususnya di Yogyakarta menghadapi berbagai kendala yang menghambat mereka untuk tumbuh dan berkembang (Suherningtyas, 2018). Kendala tersebut antara lain kurangnya dana, kurangnya keterampilan manajerial, kurangnya kemampuan teknologi, kurangnya akses bahan baku, dan kurangnya infrastruktur (Budiyanto & Effendy, 2020). Karena UMKM telah menunjukkan kontribusinya terhadap pembangunan ekonomi di negara-negara maju, maka menjadi tanggung jawab pemerintah untuk membantu UMKM dalam meningkatkan perekonomian (Ariyanti, 2016).

Untuk itu perlu dilakukan pembuatan kelompok-kelompok UMKM berdasarkan karakteristik yang dimiliki oleh masing-masing unit usaha. Diharapkan dengan pengelompokan (*clustering*) UMKM Kabupaten Sleman dapat menjadi salah satu informasi penting dan solusi untuk memudahkan pemerintah terkait dalam menetapkan strategi dan kebijakan yang tepat sebagai prioritas utama untuk mengembangkan UMKM. Terdapat berbagai macam metode untuk melakukan analisis *cluster* mulai dari metode yang sederhana hingga metode yang kompleks, diantaranya adalah metode *Self Organizing Map* (SOM) dan *Fuzzy C-Means* (FCM).

Penelitian yang menerapkan metode SOM diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Khotimah & Darsin (2020) yang mengelompokkan daerah-daerah di Indonesia berdasarkan perkembangan kasus Covid-19. Sementara itu, penelitian dengan metode FCM dilakukan oleh Puspitasari (2020) yang mengelompokkan daerah longsor di Provinsi Kalimantan Timur. SOM memiliki kelebihan yaitu dapat digunakan sebagai perangkat visualisasi dan analisis untuk data berdimensi tinggi. Sementara itu, kelebihan dari FCM adalah dapat mengelompokkan data yang tersebar secara tidak teratur. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan UMKM Kabupaten Sleman tahun 2022 berdasarkan kriteria usaha yaitu aset, omset, dan pekerja dengan menggunakan metode SOM dan FCM, kemudian dipilih metode terbaik berdasarkan nilai validitas indeks *silhouette* dan indeks *dunn*.

METODE

Kriteria atau ketentuan umum UMKM berdasarkan UU No.20 Tahun 2008 tentang Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah dan BPS (2013) tentang definisi UMKM berdasarkan jumlah tenaga kerja yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria UMKM Berdasarkan Aset, Omset, dan Tenaga Kerja

Ukuran Usaha	Kriteria		
	Aset	Omset	Tenaga Kerja
Usaha Mikro	Maksimal Rp 50 juta	Maksimal Rp 300 juta	1 – 4 orang
Usaha Kecil	>Rp50 juta – Rp500 juta	>Rp300 juta – Rp2,5 miliar	5 – 19 orang
Usaha Menengah	Rp500 juta – Rp 10 miliar	>Rp2,5 - Rp50 miliar	20 – 99 orang

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Self Organizing Map* (SOM) dan *Fuzzy C-Means* (FCM). Tahapan pertama pada penelitian ini yaitu pengumpulan data. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Koperasi dan UKM Kabupaten Sleman tahun 2022 sebanyak 574 data UMKM. Setiap data memiliki 3 kriteria pengelompokan UMKM yaitu jumlah aset, jumlah omset, dan jumlah tenaga kerja.

Data yang telah dipilih kemudian distandarisasi menggunakan metode *Z-score*. Standarisasi data dilakukan untuk membuat data menjadi berada dalam rentang yang sama. Kemudian data akan mulai dikelompokkan dengan metode SOM dan FCM.

Langkah-langkah untuk metode SOM menurut (Fausette, 1994) adalah sebagai berikut.

L0. Inisialisasi bobot: W_{ij} (acak); tetapkan parameter-parameter tetangga; tetapkan parameter *learning rate*.

L1. Selama syarat kondisi berhenti bernilai *false*, kerjakan langkah 2-8.

L2. Untuk setiap vektor *input* x , kerjakan langkah 3-5.

L3. Untuk setiap j hitung

$$D(j) = \sum_i (W_{ij} - X_i)^2 \tag{1}$$

dimana

X_i : laju pembelajaran;

W_{ij} : bias pada neuron *output* ke- j ;

$D(j)$: jarak Euclidean atau jarak minimum

L4. Cari indeks j sedemikian sehingga $D(j)$ minimum.

L5. Untuk unit j di dalam ketetanggaan j dan untuk semua unit.

$$W_{ij}(\text{baru}) = W_{ij}(\text{lama}) + \alpha [X_i - W_{ij}(\text{lama})] \tag{2}$$

dengan α adalah laju pembelajaran

L6. Perbarui laju pembelajaran.

L7. Kurangi jejari ketetanggaan.

L8. Uji syarat berhenti.

Langkah-langkah untuk metode FCM menurut Bezdek (1981) adalah sebagai berikut.

1. Input data yang akan dikelompokkan yaitu X berupa matriks berukuran $n \times m$ (n = jumlah data, m = atribut setiap data). X_{ij} data sampel ke- i ($i=1,2,\dots,n$), atribut ke- j ($j=1,2,\dots,m$).

2. Menentukan nilai parameter awal:

a. Jumlah cluster (c) : 3

b. Pangkat (w) : 3

- c. Max iterasi (maxIter) : 100
 - d. Error (e) : 0.01
 - e. Fungsi obyektif awal : P = 0
 - f. Iterasi awal (t) : 1
3. Hasilkan angka acak matriks partisi U.

$$U = \begin{bmatrix} \mu_{11}(x_1) & \mu_{12}(x_1) & \cdots & \mu_{1c}(x_1) \\ \mu_{21}(x_2) & \mu_{22}(x_2) & \cdots & \mu_{2c}(x_2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu_{n1}(x_n) & \mu_{n2}(x_n) & \cdots & \mu_{nc}(x_n) \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\mu_{ik} = 1, i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, c.$$

4. Hitung pusat cluster

$$C_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^m ((u_{ij})^w X_{ij})}{\sum_{i=1}^m (u_{ij})^w} \quad (4)$$

5. Hitung fungsi obyektif

$$J = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k (u_{ij})^w D(x_i, c_j)^2 \quad (5)$$

6. Hitung perubahan matriks partisi

$$u_{ij} = \frac{D(x_i, c_j)^{-\frac{1}{w-1}}}{\sum_{l=1}^k D(x_i, c_l)^{-\frac{1}{w-1}}} \quad (6)$$

7. Cek kondisi berhenti

- a. Jika $(|J_t - J_{t-1}| < \epsilon)$ atau $(t > MaxIter)$ maka berhenti;
- b. Jika tidak: $t = t + 1$, mengulangi langkah ke-4.

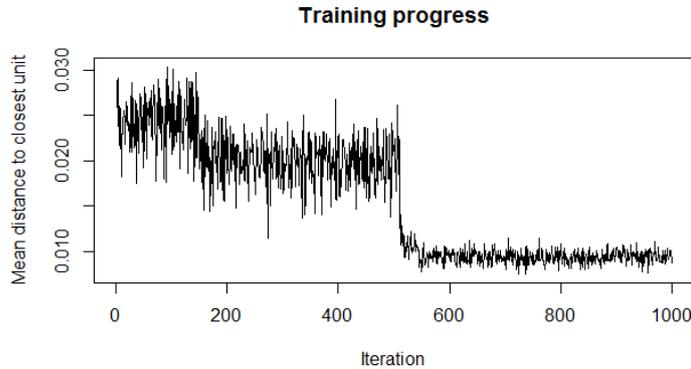
Tahapan selanjutnya setelah dilakukannya pengelompokan adalah proses validasi hasil kluster. Validasi kluster yang digunakan adalah indeks silhouette dan indeks dunn. Setelah itu, hasil dari proses validasi kluster akan dijadikan acuan dalam melakukan perbandingan. Adapun perbandingan dilakukan untuk mengetahui keberhasilan dari penerapan metode yang diusulkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal sebelum dilakukan pembentukan *cluster* pada metode SOM adalah data input harus distandarisasi. Data input distandarisasi menggunakan metode *Z-Score*.

Hasil

Sebanyak 574 data UMKM distandarisasi menggunakan *Z-score* yang kemudian diolah menggunakan metode SOM dan FCM. Pada metode SOM, pembentukan kluster diawali dengan menentukan jumlah variabel sebanyak 3 variabel, jumlah data sebanyak 574, jumlah kluster sebanyak 3, *learning rate* 0.05, dan maksimum iterasi adalah 1000. Jumlah neuron akan mengklasifikasikan data input menjadi beberapa kluster yang jumlahnya sama dengan jumlah neuron *input*. Setelah menentukan jumlah neuron, langkah selanjutnya yaitu melakukan proses *training* pada jaringan. Tujuan dari *training* jaringan adalah agar bobot awal yang sebelumnya telah ditentukan secara acak akan di-*update* bobotnya dengan *training* pada jaringan. Pelatihan jaringan dilakukan dengan maksimum 1000 iterasi. Gambar 1 menunjukkan *training* dengan 1000 iterasi dengan sintaks `som_model <- som(x, grid=som_grid, rlen=1000, alpha=c(0.05,0.01), keep.data=TRUE)`.



Gambar 1. Training progress max 1000 iterasion

Hasil *output training progress* merupakan hasil yang menunjukkan banyaknya iterasi terhadap jarak rata-rata ke unit terdekat. Berdasarkan grafik *training progress*, iterasi menunjukkan konvergen saat iterasi ke 500. Setelah *training* jaringan mencapai maksimum, maka dapat ditentukan bobot akhir yang telah memenuhi *training treshold*. Pada *RStudio* bobot akhir ditentukan dengan sintaks `mapdatasom$codes[[1]]`. Bobot akhir akan digunakan untuk menentukan jarak antara data *input* dengan masing-masing neuron. Jarak antara data *input* dengan neuron dihitung dengan menggunakan *euclidean distance*. Jarak *euclidean* ini nantinya akan digunakan untuk menentukan unit-unit kluster. Kemudian dihasilkan bobot akhir untuk 3 kluster yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bobot Akhir untuk Model 3 Kluster Metode SOM

	Aset	Omset	Pekerja
Neuron 1	-0.2665697	-0.2736594	-0.2946865
Neuron 2	1.8574331	1.7724856	2.2443589
Neuron 3	6.1345846	6.7176044	5.3925538

Berdasarkan bobot akhir, dapat ditentukan jarak *euclidean* untuk masing-masing kluster. Tujuan dari pembentukan kluster *Self Organizing Map* adalah untuk mengelompokkan data *input* yang hampir sama pada data tertentu dan memaksimalkan perbedaan kluster yang dibentuk. Sehingga data *input* akan dikelompokkan ke neuron yang terdekat, sehingga didapatkan hasil anggota UMKM untuk setiap kluster yang dapat dilihat pada Tabel 3.

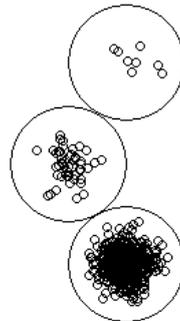
Tabel 3. Hasil clustering metode SOM

Kluster	Jumlah Anggota
1	517
2	49
3	8

Hasil *clustering* untuk 3 kluster terhadap 574 data UMKM Kabupaten Sleman tahun 2022, diperoleh sebanyak 519 data UMKM masuk ke dalam kluster 1, 47 data UMKM masuk

ke dalam kluster 2, dan 8 UMKM masuk ke dalam kluster 3. Gambar 2 menunjukkan hasil plot metode SOM untuk 3 kluster.

Mapping plot



Gambar 2. Plot Metode SOM 3 Kluster

Pada metode FCM, klusterisasi yang pertama akan dilakukan dengan menggunakan jumlah kluster sebanyak 3, maksimum iterasi 1000, dan *error* terkecil 0.01. Langkah awal klusterisasi metode FCM yaitu menentukan matriks partisi awal $\mu f(c)$ pada persamaan (3). Setelah ditentukan matriks random U , diperoleh pusat kluster iterasi terakhir menggunakan persamaan (4) adalah sebagai berikut:

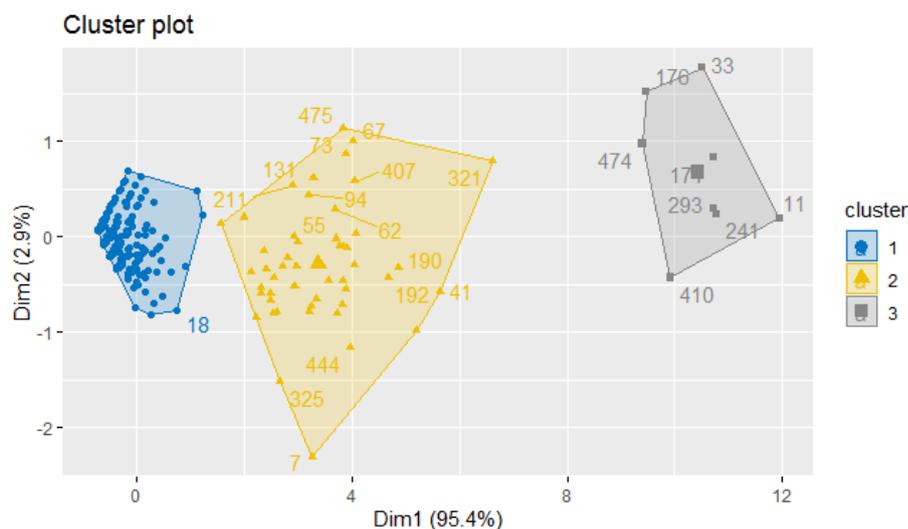
$$V_{i,j} = \begin{bmatrix} -0.2778317 & -0.2752016 & -0.3007365 \\ 6.0769077 & 6.5321669 & 5.2345094 \\ 1.7962762 & 1.7397675 & 2.1662199 \end{bmatrix}$$

Pusat kluster tersebut akan digunakan untuk memperbarui derajat keanggotaan. Setelah didapatkan nilai derajat keanggotaan data pada setiap kluster, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai fungsi objektif menggunakan persamaan (5), sehingga diperoleh nilai fungsi objektif pada iterasi ke-17 adalah sebesar 134.6143. Selisih nilai fungsi objektif pada iterasi ke-17 dengan iterasi sebelumnya adalah 0.00000 atau tidak ada perbedaan, artinya pada saat iterasi ke-17 merupakan iterasi yang terakhir. Kemudian yang terakhir adalah memperbarui derajat keanggotaan setiap objek pada setiap data menggunakan persamaan (6). Hasil klusterisasi dengan pembentukan 3 kluster ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil clustering metode FCM

Kluster	Jumlah Anggota
1	519
2	49
3	8

Clustering metode FCM untuk 3 kluster terhadap 574 data UMKM Kabupaten Sleman tahun 2022, diperoleh sebanyak 517 data UMKM masuk ke dalam kluster 1, 49 data UMKM masuk ke dalam kluster 2, dan 8 UMKM masuk ke dalam kluster 3. Cluster plot metode SOM untuk 3 kluster disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Plot Metode FCM 3 Kluster

Validitas yang akan digunakan untuk validasi *cluster* terbaik pada metode SOM adalah indeks *silhouette*, indeks *dunn*, dan indeks *connectivity*. Validitas yang akan digunakan untuk memvalidasi kluster terbaik pada metode FCM adalah validitas *silhouette index* dan *dunn index*. Indeks *Silhouette* merupakan suatu ukuran statistik yang digunakan untuk menyeleksi permasalahan penentuan jumlah *cluster* optimal yang dapat merepresentasikan grafis secara singkat seberapa baik setiap objek terletak dalam *cluster* (Rousseeuw, 1987). Indeks *Silhouette* dihitung sebagai derajat kepercayaan dalam proses *clustering* pada suatu pengamatan dengan *cluster* yang dikatakan terbentuk baik bila nilai indeks mendekati 1 dan kondisi sebaliknya jika nilai indeks mendekati -1 (Rousseeuw, 1987).

Indeks *Dunn* diperkenalkan oleh J. C. Dunn (1973) sebagai metrik untuk validitas *cluster*. Indeks *Dunn* dihitung dengan mengukur rasio jarak terbesar antar *cluster* dengan jarak terkecil di dalam *cluster* (Bhatia, 2012). Semakin tinggi nilai *Dunn Index* maka semakin baik *cluster* yang terbentuk (Brock, 2008). Menurut Kim, Pena, Moll, dkk. (2016) indeks *Connectivity* dihitung dengan mencari n jalur terdekat ke setiap jalur, kemudian menambahkan $\frac{1}{n}$ ke nilai konektivitas total jika jalur terdekat ke- n berada di *cluster* yang berbeda dari jalur pertama. Nilai tersebut berkisar mulai dari nol hingga tak terhingga, dimana nilai yang lebih kecil menunjukkan *cluster* yang lebih baik.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Indeks Validitas

<i>Self Organizing Map</i>					
Validitas	SOM k=2	SOM k=3	SOM k=4	SOM k=5	Optimal
<i>Silhouette</i>	0.8648	0.8676	0.6231	0.5432	k=3
<i>Dunn</i>	0.7314	0.8177	0.5916	0.4725	k=3
<i>Connectivity</i>	3.2036	6.2056	30.8298	43.7016	k=2
<i>Fuzzy C-Means</i>					
Validitas	FCM k=2	FCM k=3	FCM k=4	FCM k=5	Optimal
<i>Silhouette</i>	0.95045	0.96944	0.83776	0.82141	k=3
<i>Dunn</i>	0.96308	0.96221	0.83044	0.80634	k=2

Hasil klasterisasi terbaik terhadap data UMKM pada metode SOM menggunakan indeks validasi *silhouette coefficient* dan *dunn index* yang optimal ditunjukkan pada jumlah klaster terbaik yaitu $k=3$, sedangkan pada indeks validasi *connectivity* klaster terbaik ditunjukkan oleh $k=2$. Kemudian hasil klasterisasi terbaik pada metode FCM menggunakan indeks validasi *silhouette coefficient* ditunjukkan pada jumlah klaster terbaik yaitu $k=3$, sedangkan pada indeks validasi *dunn index* ditunjukkan pada jumlah klaster terbaik yaitu $k=2$. Dapat disimpulkan bahwa hasil validasi yang paling banyak menunjukkan $k=3$, sehingga dalam melakukan klasterisasi dapat menggunakan $k=3$ pada metode SOM dan FCM.

Pembahasan

Analisis klaster dilakukan dengan melihat karakteristik data di dalam suatu klaster. Analisis klaster bertujuan untuk mengetahui karakteristik klaster-klaster yang terbentuk. Setelah mendapatkan pembentukan klaster terbaik menggunakan validitas *silhouette index* (nilai yang mendekati 1) dan *dunn index* (nilai mendekati 1), didapatkan klaster terbaik metode SOM dan FCM dengan klaster sebanyak 3.

Berdasarkan karakteristik data di 3 klaster baik dari hasil metode SOM maupun FCM, diketahui klaster 1 memiliki kriteria jumlah aset maksimal 50 juta, jumlah omset maksimal 300 juta, dan jumlah tenaga kerja 1 s.d. 4 orang, sehingga klaster 1 dikategorikan sebagai klaster usaha mikro. Klaster 2 dikategorikan sebagai klaster usaha kecil karena memiliki kriteria jumlah aset 50 juta s.d. 500 juta, jumlah omset 300 juta s.d. 2,5 miliar, dan jumlah tenaga kerja 5 s.d. 19 orang. Klaster 3 dikategorikan sebagai klaster usaha menengah, karena klaster ini memiliki kriteria jumlah aset > 500 juta, jumlah omset > 2,5 miliar s.d. 50 miliar, dan jumlah tenaga kerja 20 s.d. 99 orang.

Hasil perbandingan metode SOM dan FCM untuk *clustering* data UMKM menunjukkan bahwa metode FCM lebih baik daripada metode SOM, yang ditunjukkan dengan metode FCM memiliki nilai indeks *silhouette* sebesar 0.96944 dan indeks *dunn* sebesar 0.96221. Klaster 1 dengan kategori kelompok usaha mikro mempunyai anggota 517 UMKM. Klaster 2 dengan kategori kelompok usaha kecil mempunyai mempunyai anggota 49 UMKM. Klaster 3 dengan kategori kelompok usaha menengah mempunyai anggota 8 UMKM. Hasil perhitungan jumlah anggota UMKM setiap klaster, rata-rata aset, rata-rata omset, dan rata-rata tenaga kerja pada data UMKM yang telah dikelompokkan menjadi 3 klaster berdasarkan kriteria dan kategori UMKM disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik Rata-Rata Variabel Setiap Klaster

Klaster	Jumlah Anggota	Aset	Omset	Pekerja	Ukuran Usaha
1	517	Rp14.677.726	Rp103.452.673	2 orang	Mikro
2	49	Rp208.508.163	Rp1.851.706.142	16 orang	Kecil
3	8	Rp598.635.000	Rp8.500.500.000	33 orang	Menengah

Klaster 1 dengan jumlah anggota 517 UMKM terbagi menjadi 10 sektor PDRB (Produk Domestik Regional Bruto). Sektor penyediaan akomodasi dan makan minum berjumlah 113 UMKM. Sektor perdagangan besar dan eceran serta reparasi mobil dan sepeda motor berjumlah 177 UMKM. Sektor jasa lainnya berjumlah 78 UMKM. Sektor industri pengolahan berjumlah 136 UMKM. Sektor konstruksi berjumlah 7 UMKM. Sektor informasi dan

komunikasi berjumlah 2 UMKM. Sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan; pengadaan listrik dan gas; serta jasa perusahaan masing-masing berjumlah 1 UMKM.

Persebaran UMKM berdasarkan kapanewon adalah sebagai berikut. UMKM klaster 1 dengan kategori usaha mikro tersebar ke dalam 17 Kapanewon di Kabupaten Sleman. Kapanewon Berbah berjumlah 28 UMKM. Kapanewon Cangkringan berjumlah 3 UMKM. Kapanewon Depok berjumlah 78 UMKM. Kapanewon Gamping berjumlah 36 UMKM. Kapanewon Godean berjumlah 32 UMKM. Kapanewon Kalasan berjumlah 13 UMKM. Kapanewon Minggir berjumlah 9 UMKM. Kapanewon Mlati berjumlah 33 UMKM. Kapanewon Moyudan berjumlah 8 UMKM. Kapanewon Ngaglik berjumlah 79 UMKM. Kapanewon Ngemplak berjumlah 30 UMKM. Kapanewon Pakem berjumlah 22 UMKM. Kapanewon Prambanan berjumlah 22 UMKM. Kapanewon Seyegan berjumlah 26 UMKM. Kapanewon Sleman berjumlah 46 UMKM. Kapanewon Tempel berjumlah 25 UMKM dan Kapanewon Turi berjumlah 27 UMKM.

UMKM pada klaster 1 tersebar di seluruh kapanewon di Kabupaten Sleman yang didominasi oleh Kapanewon Depok dan Kapanewon Mlati serta sebaran sektor PDRB klaster 1 didominasi oleh 4 sektor yaitu sektor perdagangan besar dan eceran serta reparasi mobil dan sepeda motor, sektor industri pengolahan, sektor penyediaan akomodasi dan makan minum, dan sektor jasa lainnya, sehingga pemerintah dapat memberikan perhatian khusus kepada keempat sektor yang mendominasi. Pemerintah dapat memberikan perhatian berupa peminjaman modal kepada para pelaku usaha mikro, karena hampir sebagian besar pelaku usaha mikro menghadapi masalah di mana modal usaha yang mereka miliki sangat minim untuk mengembangkan usaha. Selain modal, pengembangan UMKM harus disertai dengan pengembangan Sumber Daya Manusia (SDM) seperti memberi pelatihan kepada karyawan. Pelatihan tersebut diharapkan dapat meningkatkan kompetensi kerja sehingga mampu menghasilkan produk berkualitas yang mendukung perkembangan usaha.

Sebaran sektor UMKM pada klaster 2 dengan jumlah anggota 49 UMKM terbagi menjadi 6 sektor PDRB. Keenam sektor tersebut adalah sektor perdagangan besar dan eceran serta reparasi mobil dan sepeda motor berjumlah 18 UMKM, sektor penyediaan akomodasi dan makan minum berjumlah 10 UMKM, sektor konstruksi dan jasa pendidikan masing-masing berjumlah 1 UMKM, sektor jasa lainnya berjumlah 5 UMKM dan sektor industri pengolahan berjumlah 14 UMKM.

UMKM klaster 2 dengan kategori usaha kecil tersebar ke dalam 13 Kapanewon di Kabupaten Sleman. Kapanewon Berbah, Kalasan, Minggir, dan Turi masing-masing berjumlah 1 UMKM. Kapanewon Depok dan Godean masing-masing berjumlah 2 UMKM. Kapanewon Gamping dan Pakem masing-masing berjumlah 3 UMKM. Kapanewon Ngaglik dan Tempel masing-masing berjumlah 5 UMKM. Kapanewon Mlati dan Seyegan masing-masing berjumlah 6 UMKM. Kapanewon Ngemplak berjumlah 4 UMKM dan Kapanewon Sleman berjumlah 9 UMKM.

Kapanewon Sleman mendominasi wilayah persebaran UMKM pada klaster 2, sedangkan sebaran sektor PDRB didominasi oleh 3 sektor yaitu sektor perdagangan besar dan eceran serta reparasi mobil dan motor, penyediaan akomodasi dan makan minum, dan industri pengolahan. Dengan mempertimbangkan nilai aset, omset, dan jumlah tenaga kerja yang memadai, maka saran yang diberikan agar UMKM kategori usaha kecil dapat menambah nilai daya saing adalah pemerintah memberikan fasilitas seperti pelatihan kreativitas serta inovasi dan pelatihan *digital marketing*. Pelatihan kreativitas dan inovasi diharapkan dapat membantu pelaku UMKM dalam memberikan penawaran produk yang tidak sama (berbeda/unik) dengan produk dari pelaku usaha lain. Pelaku usaha juga dapat bekerja sama dengan para investor

serta pihak yang memiliki minat untuk melakukan kolaborasi serta melakukan kerja sama dengan suatu usaha. Selain itu, pelaku usaha juga dapat melakukan penjualan dengan memaksimalkan pemasaran online melalui media sosial, *marketplace*, *e-commerce*, *website*, dan lain-lain.

Pada data UMKM klaster 3 didapatkan bahwa sektor industri pengolahan mempunyai anggota sebanyak 6 UMKM dan sektor perdagangan besar dan eceran serta reparasi mobil dan sepeda motor mempunyai anggota sebanyak 2 UMKM. Anggota UMKM klaster 3 tersebar ke dalam 5 kapanewon. Sebaran tersebut yaitu Kapanewon Sleman berjumlah 2 UMKM, Kapanewon Depok berjumlah 3 UMKM, Kapanewon Ngemplak, Gamping, dan Godean masing-masing berjumlah 1 UMKM.

UMKM pada klaster 3 didominasi oleh Kapanewon Depok dan Sleman dengan 2 sebaran sektor PDRB. UMKM dengan kategori usaha menengah mempunyai jumlah aset, omset, dan tenaga kerja yang memadai, sehingga penguatan UMKM kategori usaha menengah dapat dilakukan dengan mempertimbangkan potensi penjualan ke luar negeri (ekspor). Pemerintah dapat membantu pelaku usaha dengan memberikan pengarahan dan memfasilitasi pembuatan dokumen persyaratan yang harus dipersiapkan. Dokumen tersebut di antaranya adalah Surat Izin Usaha Perdagangan (SIUP), Tanda Daftar Perusahaan (TDP), Nomor Pokok Wajib Pajak (NPWP), serta dokumen lain yang dipersyaratkan berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Tujuan dilakukannya ekspor adalah untuk memperluas pasar atau membuka pasar baru di luar negeri. Hal ini tentunya dapat membuat pasar dari pelaku usaha semakin luas dan konsumen semakin banyak, sehingga akan meningkatkan pendapatan pelaku usaha.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dilakukan yaitu pengelompokan UMKM Kabupaten Sleman tahun 2022 menggunakan *Self Organizing Map* dan *Fuzzy C-Means*, maka data diperoleh kesimpulan sebagai berikut. Hasil pengelompokan dengan metode SOM diperoleh jumlah klaster terbaik sebanyak 3 klaster dengan jumlah anggota klaster 1 sebanyak 519 UMKM, klaster 2 sebanyak 47 UMKM, dan klaster 3 sebanyak 8 UMKM. Pada metode FCM diperoleh jumlah klaster terbaik sebanyak 3 klaster dengan jumlah klaster 1 sebanyak 517 UMKM, klaster 2 sebanyak 49 UMKM, dan klaster 3 sebanyak 8 UMKM. Klaster 1 dikategorikan sebagai usaha mikro dengan kriteria jumlah aset maksimal 50 juta, jumlah omset maksimal 300 juta, dan jumlah tenaga kerja 1 s.d. 4 orang. Klaster 2 dikategorikan sebagai usaha kecil dengan kriteria jumlah aset 50 juta s.d. 500 juta, jumlah omset 300 juta s.d. 2,5 miliar, dan jumlah tenaga 5 s.d. 19 orang. Klaster 3 dikategorikan sebagai usaha menengah dengan kriteria jumlah aset > 500 juta, jumlah omset > 50 miliar, dan jumlah tenaga kerja 20 s.d. 99 orang.

Perbandingan hasil analisis klaster terbaik berdasarkan perbandingan nilai indeks *silhouette* (nilai yang mendekati 1) dan indeks *dunn* (nilai yang mendekati 1) ditunjukkan oleh metode FCM dengan nilai indeks *silhouette* dan indeks *dunn* yang lebih besar daripada metode SOM yaitu sebesar 0.96944 dan 0.96221. Pada penelitian ini membahas tentang pengelompokan UMKM di Kabupaten Sleman tahun 2022 dengan metode SOM dan FCM. Sehingga untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan tahun yang berbeda, menggunakan algoritma klasterisasi yang berbeda, dan *software* yang berbeda. Serta dapat menggunakan daerah klasterisasi lainnya. Algoritma selain *Self Organizing Map* dan *Fuzzy C-Means* yang dapat digunakan untuk klasterisasi yaitu algoritma *K-Means*, *K-Medoids*, dan

algoritma lainnya. Sedangkan software selain program *Rstudio* yang dapat digunakan yaitu *Matlab*, *Python*, dan *software* lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, B. (2020). Pengembangan UMKM digital di masa pandemi covid-19. *ATRABIS: Jurnal Administrasi Bisnis (e-Journal)*, 6(2), 233–247.
- Ariyanti, S. (2016). Study of digital divide measurement in Indonesia. *Buletin Pos Dan Telekomunikasi*, 11(4), 281–292.
- Badan Pusat Statistik. (2013). Industri mikro dan kecil. <https://www.bps.go.id/subject/170/industri-mikro-dan-kecil.html>
- Bezdek, J.C. & Dunn J.C. (1973). *Optimal fuzzy partitions: A heuristic for estimating the parameters in a mixture of normal distribution*. IEEE Transactions on Computers, page 835-838.
- Bhatia, S.K. (2014). *A propound method for the improvement of cluster quality*. International Journal of Computer Science Issues (IJCSI), Vol. 9, 216-221.
- Brock, G., Pithur, V., & Datta, S. (2008). *Cvalid an R package for cluster validation*. Journal of Statistical Software. Vol 25. Diunduh pada tanggal 24 Mei 2023. Dari <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i04>.
- Budiyanto, A., & Effendy, A. A. (2020). Analisa kebijakan pemerintah kotatangerang selatan terhadap pemberdayaan koperasi dan umkmdan dampaknya terhadap pemerataan kesejahteraan masyarakat. *Jurnal Mandiri: Ilmu Pengetahuan, Seni, Dan Teknologi*, 4(1), 80-93.
- Fausett, Laurene. (1994). *Fundamental of neural network: architectures, algorithms, and application*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Khotimah, T., & Darsin, D. (2020). Clustering perkembangan kasus covid-19 di Indonesia menggunakan self organizing map. *Jurnal Dialektika Informatika (Detika)*.
- Kim, S.M., Pena, M.I., Moll, M., et al. (2016). *An evaluation of different clustering methods and distance measures used for grouping metabolic pathways*. Proc. 8th int. Conf. Bioinforma. Comput. Biol. BICOB 2016, no BiCoB, pp. 115-122.
- Puspitasari, N. (2022). Pengelompokan tingkat risiko daerah tanah longsor di provinsi kalimantan timur menggunakan fuzzy c-means. In *Seminar Nasional CORIS 2022*.
- Republik Indonesia. (2008). *Undang-Undang RI Nomor 20, Tahun 2008, tentang Usaha Mikro, Kecil dan Menengah*.
- Rousseeuw, P.J., & Leroy, A.M. (1987). *Robust regression and outlier detection*. New York: Jphn Wiley & Sons.
- Suherningtyas, I. A. (2018). Analisis strategi usaha mikro kecil menengah dalam menghadapi asean economic community di Kecamatan Tegalrejo Kota Yogyakarta. *MKG Vol.19 No.(2)*.