

Implementasi *Fuzzy C-Means Clustering* dalam Pengelompokan UKM Di Kabupaten Rokan Hulu

Implementation of Fuzzy C-Means Clustering for Small and Medium Enterprise

In Rokan Hulu Regency

¹Erni Rouza, ²Luth Fimawahib

^{1,2} Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pasir Pengaraian

Email: ¹ernirouzait@gmail.com, ²luthfimawahib@gmail.com ²

Abstrak

Dalam upaya meningkatkan Usaha Kecil dan Menengah (UKM) di Kabupaten Rokan Hulu yang menjadi industri kreatif dan inovatif tentunya pendataan persebaran UKM harus *up to date* dan valid sehingga pemerintah dapat memberikan kebijakan ataupun bantuan kepelaku usaha untuk mengembangkan usahanya apalagi dalam situasi pandemic ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan jenis UKM yang ada di Rokan Hulu menggunakan metode *Fuzzy C-Means Clustering* dan membuat aplikasi baru berbasis Web untuk mendata persebaran UKM yang dilengkapi dengan peta persebaran UKM. *Fuzzy C-Mean Clustering (FCM)* adalah suatu teknik pengclusteran data yang mana keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu cluster ditentukan oleh derajat keanggotaannya. Variabel yang digunakan berdasarkan omset, asset dan jumlah tenaga kerja. Sedangkan untuk pengelompokan jenis UKM dicluster menjadi 3 jenis, yaitu usaha menengah, usaha kecil dan usaha mikro. Berdasarkan hasil pengujian metode *Fuzzy C-Mean Clustering* dapat mengelompokkan jenis Usaha Kecil Menengah berdasarkan 3 cluster yaitu usaha menengah, usaha kecil dan usaha mikro, serta nilai validasinya rata-rata hampir mendekati angka 1, hal tersebut menunjukkan bahwa *Fuzzy C-Means Clustering* memiliki tingkat akurasi yang tinggi sebesar 80-90 %.

Kata kunci: *Fuzzy C-Mean Clustering*, Usaha Kecil Menengah (UKM), Rokan Hulu

Abstract

To increase Small and Medium Enterprises (UKM) in Rokan Hulu Regency which become creative and innovative industries, of course the data collection on the distribution of UKM must be up to date and valid so that the government can provide policies or assistance to business actors to develop their businesses especially in this pandemic situation. This research aims to explore the potential of UKM and classify the types of UKM in Rokan Hulu and create a new application using the Fuzzy C-Mean Clustering method. Fuzzy C-Mean Clustering (FCM) is a data clustering technique in which the existence of each data point in a cluster is determined by the degree of its membership. The variable that used based of income, asset, and total man power while to classification type of small and medium Enterprises that cluster to be three kind, Medium Enterprises, Small Enterprises, and Micro Enterprises. Based of examination methode Fuzzy C-Mean Clustering can classification type of Small and Medium Enterprises based of 3 cluster that Medium Enterprises, Small Enterprises, Micro Enterprises and than validation score almost one numbered, for those show that Fuzzy C-Means Clustering have high acuration level in 80-90 %.

Keywords: *Fuzzy C-Mean Clustering, Small and Medium Enterprises (UKM), Rokan Hulu*

1. PENDAHULUAN

Di era revolusi 4.0 para pelaku Usaha Kecil dan Menengah (UKM) harus mampu beradaptasi dengan teknologi berbasis digital, karena proses penjualan maupun promosi produk, barang maupun jasa pada UKM via konvensional sudah tidak efektif dan mulai ditinggalkan oleh

pelaku usaha apalagi dengan adanya pandemic covid-19 ini. Kabupaten Rokan Hulu merupakan salah satu kabupaten yang ada di provinsi Riau, Pasir Pengaraian menjadi ibu kota dari kabupaten Rokan Hulu, saat ini kota Pasir Pengaraian banyak mengalami perubahan, baik dari segi tata kelola kota, ekonomi, bahkan budaya. Investasi semakin meningkat khususnya dibidang UKM. Tercatat bahwasanya tahun 2015, jumlah pengurusan izin usaha dari sektor Usaha Kecil dan Menengah (UKM) meningkat 10 % dibandingkan 2014 yakni 5000 berkas izin usaha, dari 5000 berkas izin Usaha, UKM dibidang perdagangan seperti usaha kuliner, rata-rata setiap tahun naik 7% hingga 10%.[1]. Untuk menjadi industri yang kreatif dan inovatif di era revolusi 4.0 ini, kehadiran pemerintah terkait maupun KADIN (Kamar Dagang Indonesia) sangat dibutuhkan untuk mendorong agar semua pelaku usaha mau mendaftarkan dan melaporkan usahanya sehingga sistem yang sudah terdigitalisasi saling terkoneksi antar pelaku usaha. Sehingga pemerintah dapat memberikan bantuan ataupun meminjatkan dana dengan tepat sasaran.

Berdasarkan analisis data yang diperoleh dari Instansi terkait, masih ditemukan beberapa data pengelompokan jenis usaha UKM yang belum tepat pengelompokannya berdasarkan jumlah aset usaha menurut Undang-undang No 20 Tahun 2008 tentang UMKM, karena proses pengelompokan data UKM masih bersifat manual dan diketik pada *Microsoft Excell*, sehingga terdapat kesalahan pengelompokan yaitu pada usaha mikro asset usaha. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 1. Kriteria UMKM (Usaha Mikro Kecil Menengah) berdasarkan UU No 20 Tahun 2008.

Tabel 1. Kriteria UKM Berdasarkan Undang-Undang No 20 Tahun 2008

No	Uraian	Kriteria	
		Aset	Omset
1.	Usaha Mikro	Maksimal 50 juta	Maksimal 300 juta
2.	Usaha Kecil	>50 Juta-500 Juta	>300 Juta-2,5 M
3.	Usaha Menengah	>500 Juta- 10 M	>2,5 M-50 M

Sedangkan untuk contoh sebagian data wirausaha Kabupaten Rokan Hulu terdapat pada tabel 2 dan pengelompokan jenis usaha yang belum tepat ditandai dengan tulisan berwarna merah.

Tabel 2. Sebagian Data Wirausaha Kabupaten Rokan Hulu

NO	NAMA PEMILIK	NAMA USAHA	ALAMAT	SKALA USAHA	SEKTOR USAHA	JUMLAH TENAGA KERJA	JUMLAH ASET	JUMLAH OMSET	KET
32	SUMARNO	PERON SUMARNO	Kumu Baru	KECIL	Produksi	5	190.000.000	400.000.000	
33	TUKIRIN	SUMBER URIP	Kumu Del	KECIL	Industri	4	132.100.000	200.000.000	
34	YUSKIMAR	CV. MALAFARI FANEL	Rambah	KECIL	Konstruksi	9	145.000.000	175.000.000	
35	SUWARNO	UD. MITRA TANI	DJ SKPD	KECIL	PERDAGANGAN	3	100.000.000	185.000.000	
36	SITI KHOIRIYAH	BUMDES BINA USAHA	Desa Sunagai Sitolang	Menengah	Jasa	20	598.000.000	857.079.352	
37	ROBBI	TBS SAWIT ANUGRAH	Simpang D	KECIL	Produksi (TBS)	9	146.000.000	200.000.000	
38	SYAHLAN	IKHLAS	Desa Muara Musu	KECIL	PERDAGANGAN	5	99.001.100	150.000.000	
39	NASIRIN	MELA PELAMINAN	Desa Rambah Muda	KECIL	Jasa	15	137.900.000	200.000.000	
40	SOPAN FAUZI	TBS. TIWI JELIA	Desa Pasir Utama	Kecl	Produksi (TBS)	5	440.000.000	600.000.000	
41	ABDUL AZIS	SAE NIKI	Simpang D	Kecl	Industri	10	80.000.000	175.000.000	
42	JAJA	UD. KURNIA PUTRA	Desa Sungai Sitolang	Kecl	Konstruksi	7	117.100.000	200.000.000	
43	HASAN BASRI	CV. HIDAYAT BANGUNAN	Muara Musu	Kecl	Konstruksi	2	150.000.000	300.000.000	
44	SERMIN SITUMORANG	APOTIK TIARA	Simpang D	kecl	PERDAGANGAN	6	50.000.000	150.000.000	
45	PERLINDUNGAN LUMBAN	TOKO MAJU BERSAMA	Simpang D	Menengah	PERDAGANGAN	7	634.200.000	1.000.000.000	
46	DEVI ARISANDI	TOKO OBATAN ADIB	Kumu Sejati	Kecl	PERDAGANGAN	9	134.200.000	200.000.000	
47	SAMSURJIAL IS	TOKO BANGUNAN FARIRA	Pasar Muara Rumbai	Kecl	Konstruksi	4	75.260.000	100.000.000	
48	FADLI	TOKO DELI SERDANG	Suka Mulya	Kecl	PERDAGANGAN	7	72.000.000	100.000.000	
49	UJUN	KEDAI UJUN	DS PASIR JAYA	MIKRO	PERTANIAN	4	68.400.000	100.000.000	
50	PAINTEN	KEDAI PAINTEN	D4 SKPC	MIKRO	PERDAGANGAN	6	94.000.000	160.000.000	

Sumber: Koperindak Rokan Hulu 2015

Untuk mengatasi hal tersebut maka pada penelitian ini penulis mencoba menerapkan suatu metode untuk dapat mengclusterkan jenis UKM yang ada di Rokan hulu sesuai dengan Undang-undang No 20 Tahun 2008. Metode tersebut adalah metode *Fuzzy C-means Clustering*

(FCM). Clustering merupakan proses pengelompokan data dalam kelas-kelas atau cluster-cluster sehingga data dalam suatu cluster memiliki tingkat persamaan yang tinggi satu dengan lainnya tetapi sangat berbeda dengan data dalam cluster lain. [2]. Salah satu soft-clustering yang sangat populer adalah *fuzzy c-mean*, yaitu suatu algoritma pengklasteran yang mencari pusat-pusat klaster dengan meminimumkan fungsi ketidakmiripan [3]. Sedangkan *Fuzzy C-means Clustering* (FCM), atau dikenal juga sebagai *Fuzzy ISODATA*, merupakan salah satu metode *clustering* yang merupakan bagian dari metode *Hard K-Means*. Menurut Kusuma dkk [4] FCM menggunakan model pengelompokan *fuzzy* sehingga data dapat menjadi anggota dari semua kelas atau cluster terbentuk dengan derajat atau tingkat keanggotaan yang berbeda antara 0 hingga 1. Sedangkan hasil penelitian [5], Fuzzy C-Means memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan waktu komputasi yang tepat.

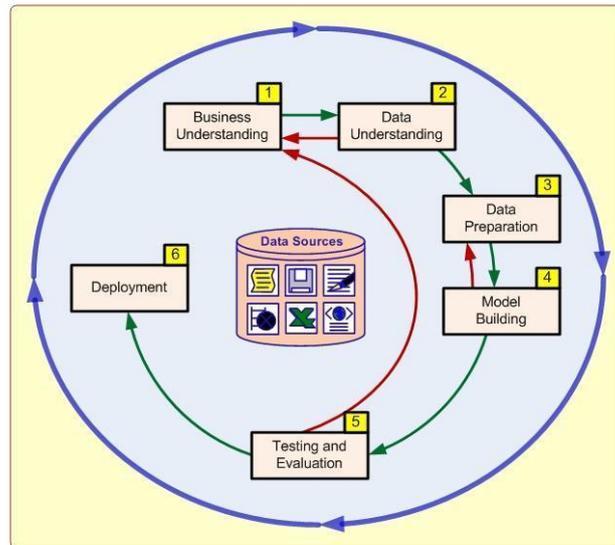
Sutoyo dan Sumpala [5], menggunakan *Fuzzy C-means* untuk mendeteksi secara dini kemampuan penalaran Matematis, indikator ataupun variabel yang digunakan pada penelitian ini dikategorikan kedalam 3 katagori, yaitu; baik, cukup dan kurang. Dari hasil perhitungan diperoleh 11 orang (25%) yang memiliki kemampuan penalaran matematis baik, sebanyak 25 orang (57%) memiliki kemampuan penalaran matematis cukup, dan sebanyak 8 (18%) orang memiliki kemampuan penalaran matematis yang kurang.

Pada penelitian Dewi Astria dan Suprayogi [6] menggunakan *Fuzzy C-means Clustering* (FCM) untuk mengcluster pelanggan pada CV. Mataram Jaya Bawen. Pada penelitian tersebut Pelanggan dibagi menjadi 4 cluster pelanggan yaitu Golden, Silver, Bronze, dan Iron dengan variabel yang dijadikan acuan adalah tanggal pembelian akhir, frekuensi beli dan total pembelian. Data yang digunakan merupakan data transaksi pelanggan periode September - Desember 2015. Total data adalah 709 transaksi dari 75 pelanggan. Setelah data tersebut diolah dengan metode Fuzzy C-Means, hasil akhir menunjukkan iterasi berakhir pada iterasi ke – 30 dengan perubahan fungsi objektif sebesar 9.8. Cluster pelanggan yang dihasilkan adalah Golden : 27, Silver : 15, dan Bronze : 33 dengan validitas cluster sebesar 0.596277. Sedangkan Rio Ferdiansyah dkk [7] merancang dan membangun aplikasi untuk klasifikasi usaha mikro *home industri* ikan kering di daerah pesisir Kota Bengkulu berbasis web, usaha tersebut dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu skala kecil, skala menengah, dan skala besar dengan menggunakan 7 kriteria, hasil yang diperoleh berupa aplikasi yang mempermudah pengelompokan data kualitatif usaha mikro *home industri* ikan kering di daerah pesisir Kota Bengkulu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan jenis UKM yang ada di Rokan Hulu menggunakan metode *Fuzzy C-Means Clustering* dan membuat aplikasi baru berbasis Web untuk mendata persebaran UKM yang dilengkapi dengan peta persebaran UKM. Maka berdasarkan uraian diatas, pada penelitian ini lebih difokuskan pada pengelompokan dan mengidentifikasi jenis UKM yang ada di Rokan Hulu, dengan judul Implementasi *Fuzzy C-Means Clustering* dalam Pengelompokan UKM Di Kabupaten Rokan Hulu.

2. METODE PENELITIAN

Data mining adalah proses menemukan pola yang menarik dan pengetahuan dari sejumlah besar data. Sumber data dapat mencakup database, gudang data, web, repositori informasi lainnya, atau data yang dialirkan ke dalam sistem dinamis [8]. Pelaksanaan penelitian dalam menerapkan *Fuzzy C-Means Clustering* dalam Pengelompokan UKM Di Kabupaten Rokan Hulu menggunakan model CRIPS-DM (*Cross Industri Standart Process For Data Mining*).



Source: Adapted from CRISP-DM.org.

Gambar 1. Siklus Model *Cross Industri Standart Process For Data Mining*

Langkah yang dilakukan yaitu

1. Fase Bisnis (*Business Understanding*) :
Meliputi penentuan tujuan dari penelitian, mengidentifikasi dan menganalisa bahkan menilai situasi saat ini, menetapkan tujuan data mining dan mengembangkan proyek. Tujuan bisnis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengelompokkan jenis UKM dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means Clustering*
2. Fase Pemahaman Data (*Data Understanding Phase*) :
Setelah tujuan bisnis dan rencana proyek ditetapkan, langkah selanjutnya melakukan pengumpulan data awal, deskripsi data, eksplorasi data dan verifikasi kualitas data. Data tersebut berasal dari instansi terkait, jurnal-jurnal, buku-buku, baik itu berupa data primer maupun data sekunder. Adapun data yang digunakan pada penelitian ini berasal dari data UMKM Rokan Hulu tahun 2015 yang berjumlah 1531 UMKM dan dibatasi hanya 150 data yang diambil secara acak untuk perhitungan manual sebanyak 15 data serta data uji pada aplikasi sebanyak 150 data.
3. Fase Pengolahan Data (*Data Preparation Phase*) :
Pada tahap ini dilakukan identifikasi dan pembangunan jawaban dari data yang telah dikumpulkan untuk bisa melakukan pengelompokkan dan pemilahan ke dalam kelompok-kelompok yang telah ditentukan. Identifikasi data variable dan cluster dapat terdapat pada tabel 3.

Tabel 3 Data Variabel dan data Cluster

	Variabel	Cluster	
X_1	Aset Usaha	Cluster 1	Usaha Menengah
X_2	Omset Usaha	Cluster 2	Usaha Kecil
X_3	Tenaga Kerja	Cluster 3	Usaha Mikro

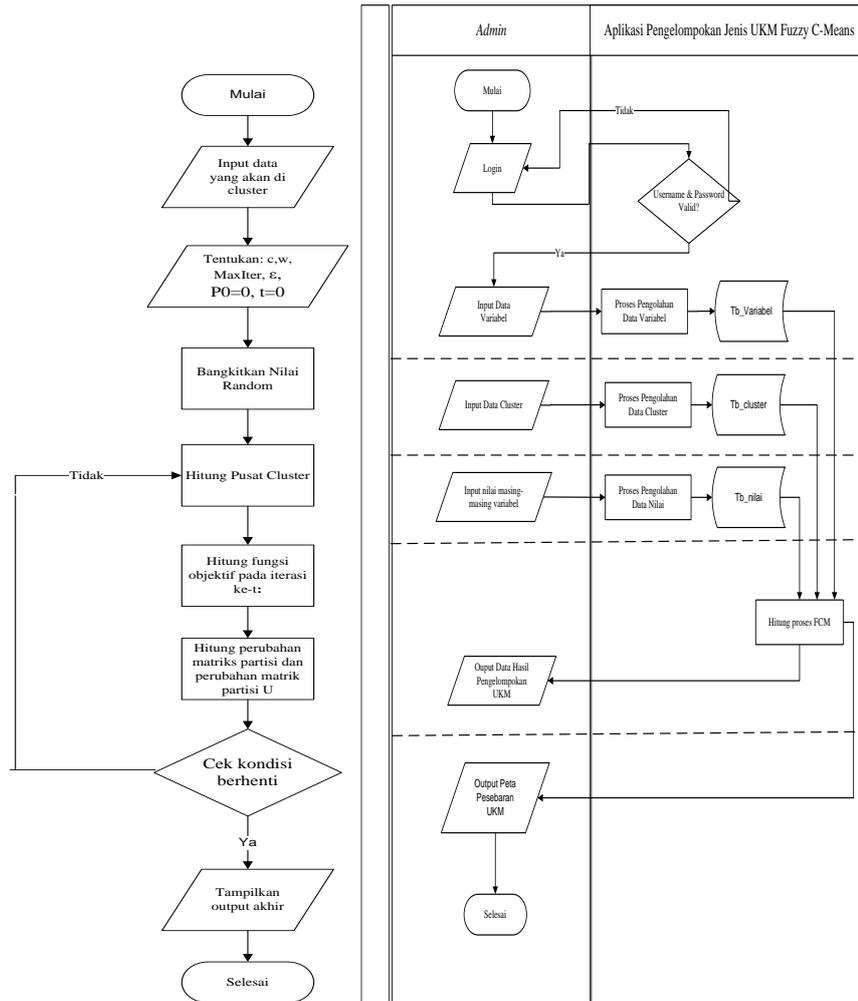
4. Fase Pemodelan (*Modeling Phase*) : Pada fase ini dilakukan pemilihan model yang akan digunakan untuk melakukan pengelompokkan jenis UKM, dalam penelitian ini model yang dipilih adalah *Fuzzy C-Means Clustering* dan diimplementasikan kedalam bentuk aplikasi berbasis web yang dilengkapi peta dengan memanfaatkan google Maps API untuk pesebaran UKM. Adapun algoritma dari *Fuzzy C-Means Clustering* sebagai berikut [9];
 1. Masukkan data yang akan di cluster X, berupa matrik berukuran $n \times m$ (n = jumlah sampel 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. Tentukan :
 - a. Jumlah cluster = c ;

- b. Pangkat = w;
 - c. Maksimum iterasi = MaxIter;
 - d. Error terkecil yang diharapkan = ϵ ;
 - e. Fungsi objektif awal = $P_0 = 0$;
 - f. Iterasi awal = $t = 0$;
3. Bangkitkan bilangan *random* μ_{ik} sebagai elemen matriks partisi awal U.
Rumus: $\sum_{j=1}^k \mu_{ij} = 1$ (1)
 4. Hitung pusat *cluster* ke-k: V_{kj} . Dengan $k=1,2,\dots,c$ dan $j=1,2,\dots,m$
Rumus: $V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w}$ (2)
 5. Hitung fungsi objektif pada iterasi ke-t:
Rumus: $P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c ([\sum_{j=1}^m X_{ij} - V_{kj}]^2) (\mu_{ik})^w$ (3)
 6. Hitung perubahan matriks partisi dan perubahan matrik partisi U
Rumus: $\mu_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c [\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2]^{\frac{-1}{w-1}}}$ (4)
 7. Cek kondisi berhenti,
 - a. Jika : ($| P_t - P_{t-1} | < \epsilon$) atau ($t < \text{MaxIter}$) maka berhenti;
 - b. Jika tidak : $t = t + 1$, ulangi langkah ke-4.
Dimana, P_t = Fungsi Objektif pada iterasi ke t, t = Iterasi ke MaxIter = Iterasi maksimum
5. Fase Evaluasi (*Evaluation Phase*) : Pengujian akan dilakukan dengan membandingkan pengelompokan yang dilakukan oleh algoritma *Fuzzy C-Means Clustering* dengan pengelompokan oleh pihak terkait. Pada fase ini juga diadakan evaluasi dan pengujian pada aplikasi yang dibangun. Diharapkan hasil pengujian dan pencocokan data dari aplikasi yang telah dibangun menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means Clustering* dapat mengelompokkan jenis usaha sesuai dengan Undang-Undang No. 20 Tahun 2008.
 6. Fase *Deployment (Deployment Phase)*: pada tahapan ini dilakukan proses presentasi aplikasi yang telah dibangun dan membuat laporan akhir dari implementasi tersebut. Dalam tahapan ini juga melibatkan user yang akan menggunakan aplikasi data mining, dalam hal ini yaitu aplikasi berbasis web menggunakan *Fuzzy C-Means Clustering* untuk mengelompokkan jenis usaha kecil menengah (UKM).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Implementasi metode *Fuzzy C-Means Clustering*

Data yang digunakan dalam proses implementasi metode *Fuzzy C-Means Clustering* untuk pengelompokan jenis UKM di Kabupaten Rokan Hulu berasal dari data UMKM Rokan hulu tahun 2015, dan hanya data sebanyak 165 data UKM yang diambil secara acak, untuk perhitungan manual sebanyak 15 data serta data uji pada aplikasi sebanyak 150 data. Data-data tersebut akan dikelompokkan ke dalam 3 cluster sesuai dengan variabel yang telah ditentukan, yaitu variabel omset, asset dan tenaga kerja. Untuk *flowchart* proses implementasi *Fuzzy C-Means Clustering* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Algoritma Fuzzy C-Means Clustering dan Flowchart Aplikasi

Dari *flowchart* yang ada pada gambar 2, terlihat bahwasanya data yang akan di kluster dimasukkan terlebih dahulu, kemudian dibangkitkan dengan nilai random dimana hasil penjumlahan nilai disetiap recordnya akan bernilai 1, proses selanjutnya hitung fungsi objektif pada setiap iterasi, hitung perubahan matrik, hingga menghasilkan hasil kluster tiap data, setelah data tersebut di kelompokkan kemudian baru ditampilkan dalam bentuk peta persebaran UKM di Rokan Hulu.

3.2. Perhitungan Manual Implementasi Fuzzy C-Means Clustering dalam Pengelompokan Jenis UKM di Kabupaten Rokan Hulu

Proses perhitungan manual yang dilakukan menggunakan aplikasi *Microsoft Excell* untuk mencari iterasi-iterasi yang terbentuk dari proses penerapan metode *Fuzzy C-Means Clustering* ke studi kasus. Adapun tahapan penerapan metode sesuai dengan algoritma *Fuzzy C-Means Clustering* yaitu;

1. Untuk contoh perhitungan manual diambil 15 data dari data usaha kecil dan menengah (UKM) Kabupaten Rokan Hulu yang diambil secara random berdasarkan omset, asset dan tenaga kerja yang akan dijadikan cluster.

Tabel 4. Data UKM Kecamatan Rambah Kabupaten Rokan Hulu

	X1 (Rp)	X2 (Rp)	X3 (Orang)
Nama Usaha	Omset	Aset	Tenaga Kerja
Perdagangan TBS	100.000.000	50.000.000	4
Komawar	250.000.000	195.000.000	2
Prima Motor	600.000.000	500.000.000	12
Ikan Hiyas	24.000.000	20.000.000	2
Fres Roo	125.000.000	100.000.000	3
Toko Pincuran	234.000.000	1.000.000.000	3
Toko Abah Elektronik	175.000.000	80.000.000	8
Toko Murni Diesel	988.000.000	500.000.000	4
CV. Wijaya Engineering	243.000.000	110.000.000	7
Toko Nasco	250.000.000	150.000.000	3
Doa Ibu	180.000.000	60.000.000	5
Apotek Mitra Harum	280.000.000	150.000.000	12
Rental Mobil	60.000.000	50.000.000	1
Toko Rental	45.000.000	20.000.000	5
Cv. Dua Putri	1.200.000.000	500.000.000	6

Sumber: Koperindak Rokan Hulu 2015

2. Kemudian menentukan :
 1. Jumlah cluster = c;
 2. Pangkat = w;
 3. Maksimum iterasi = MaxIter;
 4. Error terkecil yang diharapkan = ϵ ;
 5. Fungsi objektif awal = $P_0 = 0$;
 6. Iterasi awal = $t = 0$;

Tabel 5. Penentuan Nilai Awal

Nilai Awal	
Jumlah Cluster	3
Pangkat (w)	2
Max Iterasi	-
Error Terkecil	0,1
Fungsi Objektif Awal	0
Literasi Awal	1

3. Setelah menentukan nilai awal kemudian bangkitkan bilangan *random* μ_{ik} sebagai elemen matriks partisi awal U, dengan menggunakan rumus (1), hasil dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Bilangan Random μ_{ik}

No	Partisi Awal			Jumlah
1	0,2	0,3	0,5	1
2	0,1	0,4	0,5	1
3	0,3	0,6	0,1	1
4	0,8	0,1	0,1	1
5	0,7	0,2	0,1	1
6	0,4	0,3	0,3	1
7	0,4	0,5	0,1	1
8	0,6	0,2	0,2	1
9	0,4	0,4	0,2	1
10	0,1	0,3	0,6	1
11	0,5	0,3	0,2	1
12	0,6	0,1	0,3	1
13	0,1	0,1	0,8	1
14	0,2	0,1	0,7	1
15	0,4	0,2	0,4	1

U=

Pada tabel 6 dapat dilihat partisi awal yang ada dikolom i,j dan k, jika di jumlahkan nilainya sama dengan 1. Bilangan random μ_{ik} ini digunakan sebagai elemen untuk partisi awal matriks U.

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

Tabel 7. Perhitungan Pusat Cluster Derajat Keanggotaan Ke-1

PERHITUNGAN PUSAT CLUSTER							
Derajat Keanggotaan Pada Cluster Ke-1	Data yang di Cluster			$(m_i)^2$	$(m_i)^2 * X_1$	$(m_i)^2 * X_2$	$(m_i)^2 * X_3$
	X1	X2	X3				
0,2	1,00	0,50	4	0,04	0,04	0,02	0,16
0,1	2,50	1,95	2	0,01	0,025	0,0195	0,02
0,3	6,00	5,00	12	0,09	0,54	0,45	1,08
0,8	0,24	0,20	2	0,64	0,1536	0,128	1,28
0,7	1,25	1,00	3	0,49	0,6125	0,49	1,47
0,4	2,34	10,00	3	0,16	0,3744	1,6	0,48
0,4	1,75	0,80	8	0,16	0,28	0,128	1,28
0,6	9,88	5,00	4	0,36	3,5568	1,8	1,44
0,4	2,43	1,10	7	0,16	0,3888	0,176	1,12
0,1	2,50	1,50	3	0,01	0,025	0,015	0,03
0,5	1,80	0,60	5	0,25	0,45	0,15	1,25
0,6	2,80	1,50	12	0,36	1,008	0,54	4,32
0,1	0,60	0,50	1	0,01	0,006	0,005	0,01
0,2	0,45	0,20	5	0,04	0,018	0,008	0,2
0,4	12,00	5,00	6	0,16	1,92	0,8	0,96
	Σ			2,94	9,3981	6,3295	15,1
	$\hat{a} [(m_i)^2 * X_{ij}] / \hat{a} (m_i)^2$				3,196632653	2,152891156	5,136054422

Tabel 8. Perhitungan Pusat Cluster Derajat Keanggotaan Ke-2

PERHITUNGAN PUSAT CLUSTER							
Derajat Keanggotaan Pada Cluster Ke-2	Data yang di Cluster			$(m_i)^2$	$(m_i)^2 * X_1$	$(m_i)^2 * X_2$	$(m_i)^2 * X_3$
	X1	X2	X3				
0,3	1,00	0,50	4	0,09	0,09	0,045	0,36
0,4	2,50	1,95	2	0,16	0,4	0,312	0,32
0,6	6,00	5,00	12	0,36	2,16	1,8	4,32
0,1	0,24	0,20	2	0,01	0,0024	0,002	0,02
0,2	1,25	1,00	3	0,04	0,05	0,04	0,12
0,3	2,34	10,00	3	0,09	0,2106	0,9	0,27
0,5	1,75	0,80	8	0,25	0,4375	0,2	2
0,2	9,88	5,00	4	0,04	0,3952	0,2	0,16
0,4	2,43	1,10	7	0,16	0,3888	0,176	1,12
0,3	2,50	1,50	3	0,09	0,225	0,135	0,27
0,3	1,80	0,60	5	0,09	0,162	0,054	0,45
0,1	2,80	1,50	12	0,01	0,028	0,015	0,12
0,1	0,60	0,50	1	0,01	0,006	0,005	0,01
0,1	0,45	0,20	5	0,01	0,0045	0,002	0,05
0,2	12,00	5,00	6	0,04	0,48	0,2	0,24
	Σ			1,45	5,04	4,086	9,83
	$\hat{a} [(m_i)^2 * X_{ij}] / \hat{a} (m_i)^2$				3,475862069	2,817931034	6,779310345

Tabel 9. Perhitungan Pusat Cluster Derajat Keanggotaan Ke-3

PERHITUNGAN PUSAT CLUSTER							
Derajat Keanggotaan Pada Cluster Ke-3	Data yang di Cluster			$(m_{ij})^2$	$(m_{ij})^2 * X_1$	$(m_{ij})^2 * X_2$	$(m_{ij})^2 * X_3$
	X1	X2	X3				
0,5	1,00	0,50	4	0,25	0,25	0,125	1
0,5	2,50	1,95	2	0,25	0,625	0,4875	0,5
0,1	6,00	5,00	12	0,01	0,06	0,05	0,12
0,1	0,24	0,20	2	0,01	0,0024	0,002	0,02
0,1	1,25	1,00	3	0,01	0,0125	0,01	0,03
0,3	2,34	10,00	3	0,09	0,2106	0,9	0,27
0,1	1,75	0,80	8	0,01	0,0175	0,008	0,08
0,2	9,88	5,00	4	0,04	0,3952	0,2	0,16
0,2	2,43	1,10	7	0,04	0,0972	0,044	0,28
0,6	2,50	1,50	3	0,36	0,9	0,54	1,08
0,2	1,80	0,60	5	0,04	0,072	0,024	0,2
0,3	2,80	1,50	12	0,09	0,252	0,135	1,08
0,8	0,60	0,50	1	0,64	0,384	0,32	0,64
0,7	0,45	0,20	5	0,49	0,2205	0,098	2,45
0,4	12,00	5,00	6	0,16	1,92	0,8	0,96
		Σ		2,49	5,4189	3,7435	8,87
		$\hat{a} [(m_{ij})^2 * X_{ij}] / \hat{a} (m_{ij}^2)$			2,17626506	1,503413655	3,562248996

Maka pusat Cluster ke-k: V_{kj} pada setiap cluster yaitu pada tabel 10,

Tabel 10. Hasil Pusat Cluster

HASIL PUSAT CLUSTER (V)		
3,1966327	2,152891156	5,136054
3,4758621	2,817931034	6,77931
2,1762651	1,503413655	3,562249

V=

- Setelah hasil pusat cluster diperoleh maka langkah selanjutnya hitung fungsi objektif pada iterasi ke-t, hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Perhitungan Fungsi Objektif Iterasi ke-1

PENGHITUNGAN FUNGSI OBJEKTIF						
Kuadrat Derajat Keanggotaan data ke-i			$\left[\sum_{j=1}^6 (X_{ij} - V_{1j})^2 \right] (\mu_{i1})^2$	$\left[\sum_{j=1}^6 (X_{ij} - V_{2j})^2 \right] (\mu_{i2})^2$	$\left[\sum_{j=1}^6 (X_{ij} - V_{3j})^2 \right] (\mu_{i3})^2$	L1+L2+L3
m_{i1}^2	m_{i2}^2	m_{i3}^2	L1	L2	L3	
0,04	0,09	0,25	0,353914553	0,76909053	0,103282576	1,22628766
0,01	0,16	0,25	0,103612992	0,245474184	0,027448656	0,376535832
0,09	0,36	0,01	5,677078153	3,454946797	8,823843627	17,95586858
0,64	0,01	0,01	14,32979062	25,70635111	5,048724137	45,08486587
0,49	0,04	0,01	4,743819947	11,04583572	0,699482939	16,48913861
0,16	0,09	0,09	10,69978643	10,74487743	11,60558601	33,05024988
0,16	0,25	0,01	1,940039166	1,366516604	3,259220263	6,565776033
0,36	0,04	0,04	19,4630571	19,2596305	25,83549865	64,55818625
0,16	0,16	0,04	0,827295765	0,655010949	1,927240954	3,409547668
0,01	0,09	0,36	0,054742924	0,169724357	0,004209399	0,22867668
0,25	0,09	0,04	1,095141129	2,723419263	0,756214894	4,574775286
0,36	0,01	0,09	17,17103996	10,6017596	25,77049162	53,54329118
0,01	0,01	0,64	0,265814965	0,47043815	0,100565704	0,836818819
0,04	0,01	0,49	0,455051424	0,767013979	0,269840247	1,491905649
0,16	0,04	0,16	13,81627318	12,48474833	18,34792227	44,64894378
Fungsi Objective = \hat{a}						294,0408678

Berdasarkan tabel 11 maka hasil perhitungan fungsi objektif menjadi ;

$$P_1 = \sum_{i=1}^{30} \sum_{k=1}^5 \left(\left[\sum_{j=1}^4 (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^2 \right) = 294,0408678$$

6. Hitung perubahan matriks partisi dan perubahan matrik partisi U, menggunakan rumus 4 sehingga diperoleh hasil perubahan matrik partisi yang terdapat pada tabel 12.

Tabel 12. Perubahan Matrik Partisi dan Perubahan Matriks Partisi U

MARIKS PARTISI U							
$\sum_{j=1}^k (x_{ij} - v_{1j})^2$	$\sum_{j=1}^k (x_{ij} - v_{2j})^2$	$\sum_{j=1}^k (x_{ij} - v_{3j})^2$	$\sum_{j=1}^k \left[\sum_{j=1}^k (x_{ij} - v_{ij})^2 \right]$		m_{i1}	m_{i2}	m_{i3}
L1	L2	L3	LT = L1+L2+L3		L1/LT	L2/LT	L3/LT
0,113021631	0,052009482	0,38728701	0,552318123		0,2046314	0,094165807	0,701202793
0,096512993	0,040737481	0,364316562	0,501567037		0,192422919	0,081220412	0,726356669
0,015853225	0,026049605	0,010199637	0,052102467		0,304270148	0,499968744	0,195761108
0,044662202	0,024896571	0,1267647	0,196323473		0,227492928	0,126814032	0,645693039
0,103292285	0,044360609	0,700517443	0,848170336		0,121782477	0,052301533	0,82591599
0,014953569	0,014890817	0,013786465	0,043630851		0,342729267	0,341291	0,315979733
0,082472562	0,117086027	0,049091496	0,248650085		0,331681213	0,470886736	0,197432052
0,01849658	0,018691947	0,013934316	0,051122844		0,361806563	0,365628084	0,272565353
0,193401208	0,244270726	0,083020237	0,52069217		0,371430989	0,469126943	0,159442068
0,18267201	0,058919063	2,37563606	2,617227133		0,06979601	0,022512017	0,907691973
0,22828108	0,091796369	0,330593859	0,650671308		0,350839321	0,141079479	0,5080812
0,020965533	0,033956627	0,013969466	0,068891626		0,304326287	0,492899201	0,202774511
0,037620154	0,021256779	0,099437478	0,158314412		0,237629372	0,13426939	0,628101238
0,087902153	0,052150288	0,148235856	0,288288298		0,304910584	0,180896306	0,51419311
0,011580547	0,012815637	0,008720333	0,033116517		0,349690968	0,38698625	0,263322782

7. Cek kondisi berhenti:
1. Jika $t > \max \text{ iter}$ maka berhenti
 2. Jika tidak, $t = t+1$, ulangi langkah ke-4

$$\begin{aligned}
 P_1 &= 294,0408678 \\
 P_0 &= 0 \\
 |P_1 - P_0| &= 294,0408678
 \end{aligned}$$

Karena nilai $P_1 - P_0 > \text{nilai error}$ (0,1) maka proses dilanjutkan pada iterasi ke-2,3,4...n sampai nilai eror stabil atau dibawah 0,1 dan prosesnya diulangi dari langkah ke-4. Untuk kasus ini berhenti sampai iterasi ke-23, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil penerapan metode *Fuzzy C-Means Clustering* yaitu;

- a. Matriks partisi U akhir

Tabel 13. Matriks Partisi U Akhir Iterasi ke-23

Matriks Partisi U		
0,008306179	0,019071973	0,972621848
0,043378187	0,050676798	0,905945015
0,181213232	0,711485142	0,107301626
0,024478643	0,040305874	0,935215483
0,000800005	0,001415884	0,997784112
0,346923019	0,279720868	0,373356113
0,063743431	0,652295694	0,283960875
0,975847919	0,012139316	0,012012765
0,077507415	0,501586369	0,420906215
0,019834958	0,028944793	0,951220249
0,031961108	0,091027434	0,877011458
0,03436493	0,913766457	0,051868614
0,041153416	0,05645215	0,902394434
0,032293785	0,097741257	0,869964958
0,929694522	0,040613443	0,029692035

Data Matriks partisi U akhir digunakan untuk menentukan masing-masing *cluster* pada setiap data. Maka dari matriks partisi U tersebut didapatkan hasil *cluster* yang ada di tabel 14.

Tabel 14. Derajat Keanggotaan Tiap Data Pada Setiap *Cluster* dengan FCM

Derajat keanggotaan tiap data pada setiap cluster dengan FCM				
Nama Usaha	Derajat keanggotaan (m) data pada Cluster ke-			Data Cenderung Masuk ke Cluster dengan Derajat keanggotaan
	1	2	3	
Perdagangan TBS	0,008306179	0,019071973	0,972621848	0,972621848
Komawar	0,043378187	0,050676798	0,905945015	0,905945015
Prima Motor	0,181213232	0,711485142	0,107301626	0,711485142
Ikan Hiyas	0,024478643	0,040305874	0,935215483	0,935215483
Fres Roo	0,000800005	0,001415884	0,997784112	0,997784112
Toko Pincuran	0,346923019	0,279720868	0,373356113	0,373356113
Toko Abah Elektronik	0,063743431	0,652295694	0,283960875	0,652295694
Toko Murni Diesel	0,975847919	0,012139316	0,012012765	0,975847919
CV. Wijaya Engineering	0,077507415	0,501586369	0,420906215	0,501586369
Toko Nasco	0,019834958	0,028944793	0,951220249	0,951220249
Doa Ibu	0,031961108	0,091027434	0,877011458	0,877011458
Apotek Mitra Harum	0,03436493	0,913766457	0,051868614	0,913766457
Rental Mobil	0,041153416	0,05645215	0,902394434	0,902394434
Toko Rental	0,032293785	0,097741257	0,869964958	0,869964958
Cv. Dua Putri	0,929694522	0,040613443	0,029692035	0,929694522

Dari tabel 14 dapat dilihat hasil data pada setiap cluster lebih cenderung mendekati nilai rata-rata validasinya hampir mendekati angka 1, pada tabel 14 ditandai dengan angka berwarna merah, Berdasarkan tabel 14, maka hasil *cluster* usaha mikro, *cluster* usaha kecil dan *cluster* usaha menengah berdasarkan data dapat dilihat pada tabel 15 berikut:

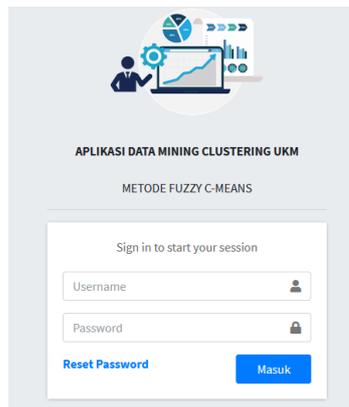
Tabel 15. Hasil *Cluster* Usaha Mikro

Nama Usaha	Cluster	Nama Usaha	Cluster	Nama Usaha	Cluster
Perdagangan TBS	Usaha Mikro	Prima Motor	Usaha Kecil	Toko Murni Diesel	Usaha Menengah
Komawar	Usaha Mikro	Toko Abah Elektronik	Usaha Kecil	Cv. Dua Putri	Usaha Menengah
Ikan Hiyas	Usaha Mikro	CV. Wijaya Engineering	Usaha Kecil		
Fres Roo	Usaha Mikro	Apotek Mitra Harum	Usaha Kecil		
Toko Pincuran	Usaha Mikro				
Toko Nasco	Usaha Mikro				
Doa Ibu	Usaha Mikro				
Rental Mobil	Usaha Mikro				
Toko Rental	Usaha Mikro				

Dari tabel 15, dapat dilihat kecenderungan data-data nama usaha dan hasil pengelompokan jenis usaha sesuai dengan Undang-Undang No. 20 Tahun 2008.

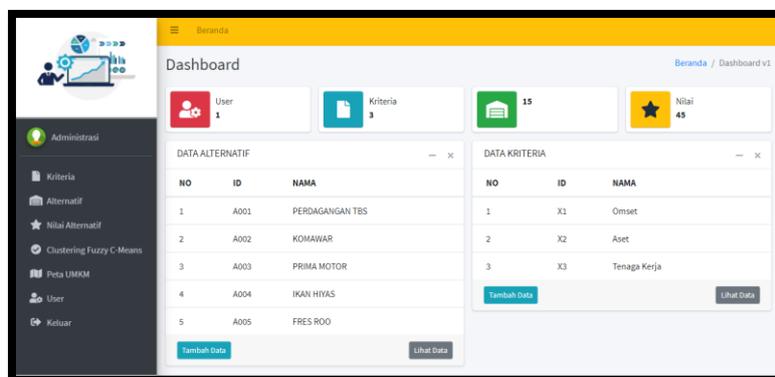
3.3. Implementasi Sistem

Bahasa pemrograman yang digunakan untuk membangun aplikasi data mining untuk *clustering* UKM ini adalah bahasa php dan database mysql. Tampilan awal dari aplikasi ini berupa halaman *login*, pengguna dapat memasukkan *username* dan *password* yang valid agar dapat mengakses aplikasi ini, tampilan halaman *login* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 3. Halaman *Login User*

Setelah *username* dan *password* valid, maka pengguna dapat mengakses halaman *dashboard* dan menu-menu yang tersedia seperti pada gambar 4.



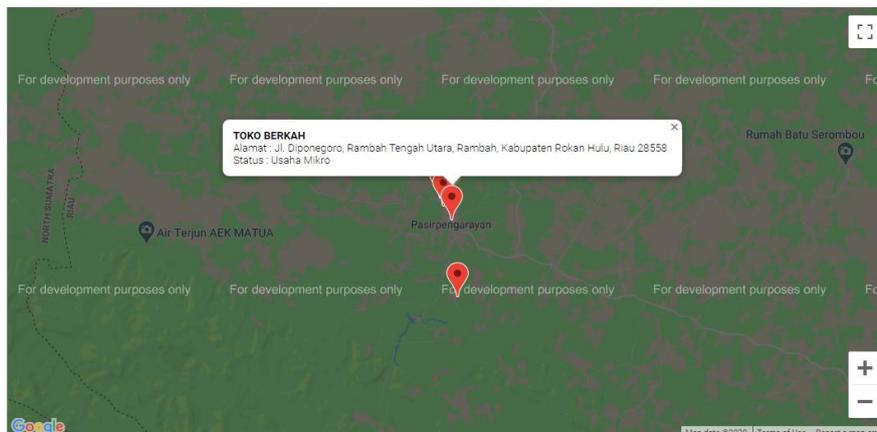
Gambar 4. Tampilan Setelah *Login / Dashboard*

Pada halaman ini admin dapat memanipulasi data, mulai dari menambah data, menghapus, dan meng-edit data, menu-menu yang tersedia pada *dashboard* ini yaitu menu kriteria, menu alternatif, nilai alternatif, menu perhitungan FCM, peta persebarana UKM, menu user dan keluar. Untuk tampilan perhitungan menggunakan *Fuzzy C-Means Clustering* dapat dilihat pada gambar 5.

Nama	Omset	Kriteria	
		Aset	Tenaga Kerja
PERDAGANGAN TBS	1	0.5	4
KOMAWAR	2.5	1.95	2
PRIMA MOTOR	6	5	12
IKAN HIYAS	0.24	0.2	2

Gambar 5. Tampilan Proses Penerapan Algoritma *Fuzzy C-Means Clustering*

Sedangkan untuk tampilan pesebaran UKM dapat dilihat pada gambar 5, pesebaran tersebut didapat dari data yang sudah diinputkan kedalam metode *Fuzzy C-Means Clustering* sehingga hasilnya berupa sebuah peta persebaran UKM lengkap dengan jenis pengelompokan UMKM.



Gambar 6. Peta Persebaran UKM Menggunakan Metode *Fuzzy C-Means Clustering*

3.4. Pengujian Sistem

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap aplikasi yang diimplementasikan menggunakan *Fuzzy C-Means Clustering* ini, serta menggunakan data uji sebanyak 150 data maka dapat disimpulkan bahwa nilai validasi dan derajat keanggotaan akhir yang terbentuk dari setiap data yang diklaster nilai rata-ratanya hampir mendekati angka 1, hal tersebut menunjukkan bahwa *Fuzzy C-Means Clustering* memiliki tingkat akurasi yang tinggi sebesar 80-95 %, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Pengujian Nilai Validasi dari Derajat Keanggotaan Akhir Berdasarkan Jumlah Data

Hasil Akhir Derajat Keanggotaan Tiap Data FCM		Persentase Validasi
Jumlah Data Uji	Derajat Keanggotaan Mendekati Angka 1	(%)
15 data	14 data	93
50 data	45 data	90
100 data	84 data	84
115 data	115 data	89,5
121 data	108 data	89
150 data	143	95

Sedangkan untuk pengujian kepada sistem yang telah dibangun menggunakan pengujian UAT (*User Acceptance Test*) kepada *user*, jenis pengujian ini dapat digunakan sebagai bukti apakah aplikasi yang diimplementasikan sudah diterima dengan baik dan sudah mengatasi masalah sesuai dengan kebutuhan *user*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi pengelompokan jenis UKM sudah dapat diterima dengan baik oleh *user* pada instansi terkait dan dapat memberikan kemudahan bagi admin untuk dapat merekap dan mengelompokkan jenis UKM yang ada di Kabupaten Rokan Hulu dengan tepat serta dilengkapi dengan peta persebaran UKM.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa penerapan metode *Fuzzy C-Means Clustering* mampu mengelompokkan jenis UKM sesuai dengan ketentuan undang-undang No. 20 Tahun 2008, dengan menggunakan variabel berupa omset, asset dan jumlah tenaga kerja dan hasil uji coba dari sejumlah data yang diinputkan menunjukkan bahwa metode *Fuzzy C-Means Clustering* mempunyai nilai validasinya rata-rata hampir mendekati angka 1, hal tersebut menunjukkan bahwa *Fuzzy C-Means Clustering* memiliki tingkat akurasi yang tinggi sebesar 90 %. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar dapat membandingkan metode *Fuzzy C-Means Clustering* dengan metode lain untuk mendapat pola validasi yang berbeda. Diharapkan dengan adanya perbandingan tersebut dapat memberikan gambaran tingkat akurasi, validasi dan keefektifan dari suatu metode *Fuzzy C-Means Clustering*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai Penelitian Dosen Pemula ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Oki, 2016, *Investasi UKM Terus Meningkat di Kabupaten Rokan Hulu*. Topriau.com.
- [2] Luthfi, E. T. (2007, November). Fuzzy C-Means untuk Clustering Data (studi kasus: data performance mengajar dosen). In *Seminar Nasional Teknologi* (Vol. 2007, pp. 1-7).
- [3] Abdy, M. (2018). Pengklasteran dengan Algoritma Fuzzy C-Means. *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, 12(1), 30-35.
- [4] Kusuma, D. T., & Agani, N. (2015). Prototipe Komparasi Model Clustering Menggunakan Metode K-Means Dan FCM untuk Menentukan Strategi Promosi: Study Kasus Sekolah Tinggi Teknik-PLN Jakarta. *Jurnal TICom*, 3(3), 93460.
- [5] Sutoyo, M. N., & Sumpala, A. T. (2015). Penerapan Fuzzy C-Means untuk Deteksi Dini Kemampuan Penalaran Matematis. *Scientific Journal of Informatics*, 2(2), 129-135.

- [6] DewiAstria, D., & Suprayogi, S. (2017). Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means Untuk Clustering Pelanggan Pada CV. Mataram Jaya Bawen. *Jurnal Eksplora Informatika*, 6(2), 169-187.
- [7] Ferdiansyah, R., Efendi, R., & Susilo, B. (2018). Rancang Bangun Aplikasi Klasifikasi Usaha Mikro Home Industry Ikan Kering Dengan Algoritme Fuzzy C-Means Clustering di Daerah Pesisir Kota Bengkulu. *Rekursif: Jurnal Informatika*, 6(2).
- [8] Ramadhan, A., Efendi, Z., & Mustakim, M. (2017, May). Perbandingan K-Means dan Fuzzy C-Means untuk Pengelompokan Data User Knowledge Modeling. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri* (pp. 219-226).
- [9] Rustiyan, R., & Mustakim, M. (2018). Penerapan Algoritma Fuzzy C Means untuk Analisis Permasalahan Simpanan Wajib Anggota Koperasi. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(2), 171-176.
- [10] Kusumadewi, Sri, Purnomo Hari. Aplikasi Logika Fuzzy. Graha Ilmu. Yogyakarta; 2010.
- [11] Alexander F.K. Sibero. Web programming power pack. MediaKom. Yogyakarta; 2013.
- [12] Betha Sidik and I. M. E. I. P. Husni. Pemrograman Web dengan PHP, Bandung: Informatika. 2012.