

Pengelompokan Penduduk Pada Desa Bayu Bagasan Berdasarkan Tingkat Ekonomi Menggunakan Metode Fuzzy C-Means

Wulan Nastasya Siallagan¹, Harlen Gilbert Simanullang², Arina Prima Silalahi³

^{1,2,3}Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Methodist Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Received, 11 Mei 2026

Revised, 5 Juli 2026

Accepted, 19 Juli 2026

Keywords:

Fuzzy C-Means, Pengelompokan Data, Tingkat Ekonomi, Data Mining, Desa Bayu Bagasan.

ABSTRAK

Ketimpangan dalam penyaluran bantuan sosial dan perencanaan pembangunan menjadi permasalahan utama yang dihadapi desa akibat belum adanya sistem pengelompokan ekonomi yang objektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan penduduk Desa Bayu Bagasan berdasarkan tingkat ekonomi menggunakan metode *Fuzzy C-Means* (FCM). Dalam penelitian ini, digunakan lima variabel utama yaitu pendidikan, pekerjaan, jumlah tanggungan, kepemilikan aset, dan pendapatan, dengan jumlah data sebanyak 424 kepala keluarga. Proses pengolahan data dilakukan melalui tahapan *preprocessing*, perhitungan manual FCM, serta implementasi sistem berbasis *python*. Selain itu, dilakukan pula pengujian untuk memastikan konsistensi hasil antara perhitungan manual dan sistem *komputerisasi*. FCM diterapkan untuk mengelompokkan data ke dalam tiga kategori ekonomi: rendah, menengah, dan tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 35,14% termasuk dalam kategori ekonomi rendah, 49,53% kategori menengah, dan 15,33% kategori tinggi. Iterasi dilakukan hingga ke-30 untuk mencapai *konvergensi* fungsi objektif. Proses ini menunjukkan bahwa nilai fungsi objektif semakin menurun hingga diperoleh titik stabil yang menandakan keberhasilan *algoritma* dalam menemukan pusat *cluster* optimal. Hasil akhir menunjukkan bahwa metode *Fuzzy C-Means* mampu mengelompokkan data dengan akurat dan konsisten antara hasil manual dan sistem *python*. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan gambaran nyata mengenai kondisi ekonomi masyarakat desa, tetapi juga membuktikan bahwa metode komputasi cerdas dapat diimplementasikan secara praktis. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya dan pengembangan sistem informasi untuk analisis kondisi ekonomi masyarakat secara otomatis, efisien, serta mendukung pengambilan keputusan pemerintah desa.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Penulis Koresponden:

Wulan Nastasya Siallagan,
Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Methodist Indonesia, Medan,
Jl. Hang Tuah No.8, Medan - Sumatera Utara.
Email: wulansiallagan@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Desa merupakan satuan masyarakat hukum terkecil yang telah tumbuh dan berkembang seiring perjalanan sejarah kehidupan masyarakat Indonesia. Desa menjadi bagian penting dari struktur kehidupan bangsa. Sebagai bentuk pengakuan negara terhadap desa, diperlukan kebijakan yang memperjelas fungsi, kewenangan, serta memperkuat posisi desa dan masyarakatnya sebagai pelaku utama pembangunan. Tingkat kemampuan setiap desa memang tidak sama, tergantung pada beberapa faktor yang ada pada desa itu sendiri[1]. Desa Bayu Bagasan di Kabupaten Simalungun merupakan salah satu desa dengan karakteristik sosial dan ekonomi yang beragam. Permasalahan yang masih menonjol di desa ini adalah

ketimpangan kesejahteraan masyarakat akibat belum meratanya bantuan sosial, alokasi sumber daya, dan perencanaan pembangunan.

Permasalahan utama yang dihadapi adalah keterbatasan data akurat mengenai kelompok ekonomi masyarakat, sehingga banyak kebijakan yang tidak tepat sasaran. Banyak warga yang seharusnya mendapatkan bantuan justru tidak terdaftar, sementara ada pula warga yang sebenarnya memiliki kondisi ekonomi lebih baik tetapi tetap menerima bantuan. Hal ini terjadi karena metode klasifikasi yang digunakan masih bersifat manual dan berdasarkan laporan sederhana.

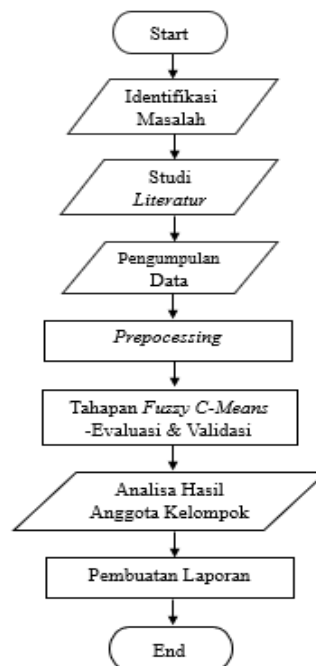
Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pendekatan yang lebih akurat dalam pengelompokan tingkat ekonomi masyarakat. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Fuzzy C-Means*. FCM merupakan teknik pengelompokan data berbasis derajat keanggotaan, di mana setiap titik data dapat menjadi anggota lebih dari satu cluster dengan tingkat keanggotaan tertentu. Proses iteratif dalam metode ini memungkinkan pusat cluster bergerak hingga mencapai posisi yang lebih representatif, sehingga hasil pengelompokan lebih objektif[2]. Dengan penerapan metode FCM, diharapkan pengelompokan tingkat ekonomi masyarakat di Desa Bayu Bagasan dapat dilakukan dengan lebih tepat, sehingga mendukung pemerintahan desa dalam distribusi bantuan sosial dan perencanaan pembangunan yang lebih efektif.

Penelitian ini dilakukan di Desa Bayu Bagasan dengan jumlah data 424 kepala keluarga (1.385 jiwa) yang diperoleh dari Pemerintahan Desa Bayu Bagasan dan hasil survei masyarakat. Metode yang digunakan adalah *Fuzzy C-Means* dengan variabel pendidikan, pekerjaan, jumlah tanggungan, pendapatan, dan kepemilikan aset, yang dikelompokkan ke dalam tiga kategori menggunakan bahasa pemrograman *python*. Tujuan penelitian ini adalah menerapkan metode *Fuzzy C-Means* untuk mengelompokkan penduduk Desa Bayu Bagasan serta menyediakan informasi bagi pemerintah desa dalam merancang program peningkatan kesejahteraan. Manfaat penelitian ini adalah mengetahui hasil implementasi metode FCM dalam pengelompokan tingkat ekonomi dan mempermudah pemerintah desa dalam mengelompokkan masyarakat secara lebih efisien.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Framework Penelitian

Framework penelitian adalah kerangka kerja atau struktur yang digunakan untuk memandu penelitian. Kerangka kerja juga membahas tahapan yang harus dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan yang dibahas yang bertujuan untuk menjelaskan tahapan pada penelitian. Adapun tahapan yang digunakan peneliti dalam mengerjakan penelitiannya dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. *Framework* Penelitian

Penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah untuk merumuskan permasalahan yang terjadi di Desa Bayu Bagasan. Selanjutnya dilakukan studi literatur guna memperoleh landasan teori dan referensi dari penelitian terdahulu yang relevan. Tahap berikutnya adalah pengumpulan data dari Desa Bayu Bagasan yang diperoleh melalui survei, observasi, serta dokumen yang tersedia. Data yang diperoleh kemudian melalui tahap preprocessing, yaitu proses pembersihan dan penyiapan data, termasuk menghilangkan data yang tidak konsisten serta menyesuaikan format data agar siap digunakan pada tahap analisis. Selanjutnya dilakukan penerapan metode *Fuzzy C-Means* untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa *cluster* berdasarkan tingkat kemiripan, yang kemudian dilanjutkan dengan proses evaluasi dan validasi guna memastikan hasil *clustering* akurat dan optimal. Setelah hasil *cluster* diperoleh, dilakukan analisis anggota kelompok untuk mengidentifikasi pola serta karakteristik pada setiap *cluster*. Tahap terakhir adalah penyusunan laporan, yang mencakup keseluruhan proses penelitian mulai dari perumusan masalah, metode, analisis, hingga kesimpulan dalam bentuk laporan ilmiah.

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data *primer*, yang diperoleh melalui survei langsung kepada penduduk Desa Bayu Bagasan, serta data *sekunder* yang diperoleh dari instansi Pemerintah Desa Bayu Bagasan. Data tersebut terdiri dari pendidikan, pekerjaan, tanggungan, pendapatan serta kepemilikan aset.

2.3 Preprocessing Data

Preprocessing adalah proses perubahan bentuk data yang terstruktur sembarang menjadi data yang terstruktur sesuai kebutuhan untuk proses dalam *data mining*[3], [4]. Tahap ini sama dengan cleaning data, bertujuan untuk mengatasi nilai yang hilang dalam rekaman data dan menghapus gangguan atau ketidakpastian yang ada dalam data [5]. Membersihkan, menormalkan, dan membobotkan data agar lebih siap digunakan dalam proses *clustering*. Adapun tahapan *preprocessing* sebagai berikut:[6].

1. Variabel pendidikan, pekerjaan, dan kepemilikan aset terlebih dahulu dikonversi ke dalam bentuk numerik untuk memudahkan pengolahan data. Pengkodean setiap variabel dilakukan dengan menggunakan skala 0 – 10.
2. Variabel tanggungan dan pendapatan sudah berbentuk numerik, sehingga nilainya hanya perlu dilakukan proses pembersihan data dengan menghapus simbol 'Rp' dan tanda titik (.) pada variabel pendapatan.

2.4 Tahapan Fuzzy C-Means

FCM adalah algoritma yang digunakan untuk pengklasteran data yang terawasi, karena *cluster* ditentukan sesuai dengan input *cluster* dan hasil output yang diharapkan[7]. Tingkat keikutsertaan dalam sebuah *cluster* menentukan apakah sebuah titik data termasuk dalam *fuzzy c-Means* (FCM), sebuah pendekatan pengelompokan data. Ide dasar dari FCM adalah fase awal penentuan pusat *cluster*, dimana keadaan awal pusat *cluster* masih belum tepat dan menandai lokasi rata-rata untuk setiap *cluster*[8]. Adapun rumus *fuzzy c-means* Adalah sebagai berikut:

1. Input data yang akan di cluster X, berupa matriks berukuran $n \times p$
 - a. n = Jumlah sample data
 - b. p = Jumlah variable data
2. Tentukan:
 - a. Jumlah *cluster* $= c$
 - b. Pangkat $= m$
 - c. Maksimum *iterasi* $= \text{MaxIter}$
 - d. Error terkecil yang diharapkan $= \xi$
 - e. Fungsi objektif awal: $P_0 = 0$
 - f. *Iterasi* awal $= t = 1$
3. Membangkitkan bilangan random secara acak untuk (μ_{ik}) sebagai elemen-elemen *matriks* partisi awal U_0 ,

$$\sum_{i=1}^c \mu_{ik} = 1 \text{ untuk setiap } k = 1, 2, \dots, n$$

Setiap baris memiliki jumlah nilai elemen kolom yang sama yaitu 1 (satu).

Bentuk Matriks keanggotaan awal U_0

$$U_0 = \begin{bmatrix} \mu_{11} & \mu_{12} \dots & \mu_{1c} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \mu_{n1} & \mu_{n2} \dots & \mu_{nc} \end{bmatrix}$$

4. Hitung pusat *cluster*

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^m \cdot x_k}{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^m}$$

5. Hitung Jarak *Eulidean*

$$d_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{kj} - v_{ij})^2}$$

6. Update *matriks* keanggotaan baru :

$$\mu_{ik} = \left(\sum_{i=1}^c \left(\frac{d_{ik}}{d_{ij}} \right)^{\frac{2}{m-1}} \right)^{-1}$$

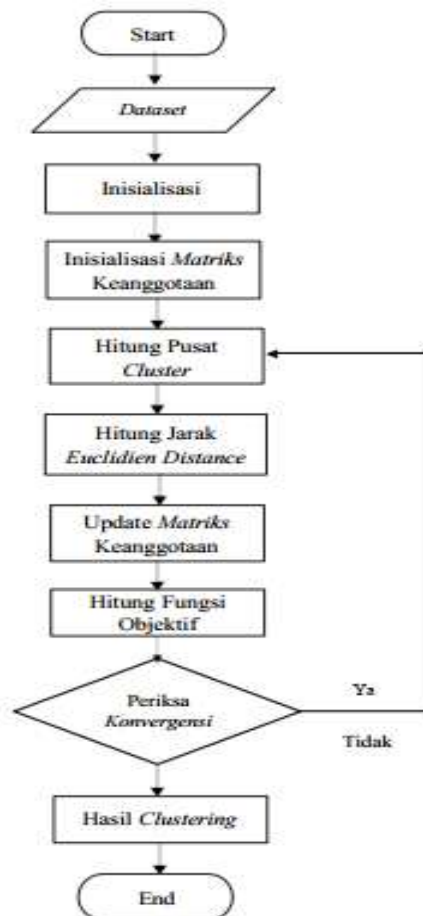
7. Hitung Fungsi Objektif pada iterasi

$$J_t = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^m \cdot d_{ik}^2$$

8. Cek kondisi berhenti/periksa konvergensi

- Jika $|J_t - J_{t-1}| < \xi$ atau $t \geq \text{MaxIter}$, maka algoritma berhenti.
- Jika tidak maka $t = t + 1$ kemudian ulangi langkah ke-4.

Perhitungan *fuzzy c-means* dilakukan setelah tahap preprocessing selesai. Proses alur untuk menggunakan metode fuzzy c-means dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Alur *Fuzzy C-Means*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data yang digunakan terdiri dari 424 kepala keluarga dengan lima variabel utama, yaitu tingkat pendidikan, jenis pekerjaan, jumlah tanggungan, kepemilikan aset, dan pendapatan. Data tersebut selanjutnya dikelompokkan ke dalam tiga kategori *cluster*, yaitu kategori ekonomi rendah, menengah, dan tinggi.

3.2 Implementasi Perhitungan Manual

Pada tahapan ini dilakukan penerapan proses perhitunga algoritma *Fuzzy C-Means* secara manual pada data yang telah ditentukan, Adapun tahapan yang lakukan dimulai dengan menentukan jumlah *cluster* (*c*), menentukan parameter pangkat *fuzzy* (*m*), menentukan batas toleransi error (ϵ) serta jumlah iterasi maksimum.

1. Jumlah *cluster* (*c*) = 3
2. Pangkat *fuzzy* (*m*) = 2
3. Batas eror konvergensi (ξ) = 0.01
4. Maksimal Iterasi = 100

Data yang digunakan merupakan hasil *preprocessing* dari 5 variabel utama yaitu, penndidikan, pekerjaan, jumlah tanggungan, kepemilikan aset, dan pendapatan. Berikut uraian perhitungan manual menggunakan *fuzzy c-means*.

1. Menentukan Data yang akan di *Cluster*

Dalam proses perhitungan manual data yang akan digunakan adalah data dari penduduk Desa Bayu Bagasan dengan data sample sebanyak 10 data saja. Adapun *dataset* yang digunakan untuk *clustering* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Dataset* yang digunakan untuk perhitungan manual

No	Nama Kepala Keluarga	Pendidikan	Pekerjaan	Tanggungan	Kepemilikan	
					Aset	Pendapatan
1	Abdul Halim Batubara	3	3	3	1	1500000
2	Ade Candra Sinaga	4	2	6	8	3000000
3	Aduan Sinaga	0	2	2	8	3000000
4	Albert Sinurat	3	2	6	8	3000000
5	Alex Candra Simbolon	3	2	3	8	3000000
6	Ambos Butarbutar	2	2	5	8	2500000
7	Amironson Sinaga	3	2	3	8	2000000
8	Amrin Sitorus	3	2	6	8	3000000
9	Amser Sinaga	1	2	2	8	2500000
10	Ana Purba	3	3	3	8	4500000

3.2.1 Proses Perhitungan Iterasi Ke-1

1. Inisialisasi *Matriks* Keanggotaan Awal (μ_{ik})
Berikut adalah *Matriks* Keanggotaan Awal (μ_{ik}) untuk 10 data dan 3 *cluster*. Nilai ini dihasilkan secara acak namun jumlah keanggotaan tiap baris =1
 - a. Bangkitkan 3 angka acak positif
Bagi masing-masing angka dengan total agar hasilnya memenuhi syarat $\sum \mu_{ik} = 1$

$$\mu_{1k} = \frac{a}{total}, \mu_{2k} = \frac{b}{total}, \mu_{3k} = \frac{c}{total}$$

Tabel 2. *Matriks* Keanggotaan Awal

No	V1	V2	V3
1	0,097843	0,627614	0,274543
2	0,729092	0,135465	0,135443
3	0,020012	0,672618	0,30737
4	0,258905	0,004374	0,736721

5	0,802602	0,107237	0,090161
6	0,609166	0,227135	0,163699
7	0,263632	0,53183	0,204538
8	0,095845	0,664202	0,239953
9	0,204545	0,562035	0,23342
10	0,183670	0,667154	0,149176

2. Menghitung Pusat *Cluster* Iterasi 1

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^m \cdot x_k}{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^m}$$

Contoh perhitungan *cluster* 1 pendidikan :

$$\begin{aligned} \text{Hitung } \mu_{1k}^2 &= [0,0978^2 + 0,7291^2 + 0,0200^2 + 0,2589^2 + 0,8026^2 + \\ &\quad 0,6092^2 + 0,2636^2 + 0,0958^2 + 0,2045^2 + 0,1837^2 \\ \mu_{1k}^2 \cdot x_{kj} &= [0,0096 * 3, 0,5316 * 4, 0,0004 * 0, 0,0670 * 3, 0,6442 * 3 \\ &\quad 0,3711 * 2, 0,0695 * 3, 0,0092 * 3, 0,0418 * 1, 0,0337 * 3] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlahkan } \frac{\mu_{1k}^2 \cdot x_{kj}}{\mu_{1k}^2} &= \frac{0,0096+0,5316+0,0004+0,0670+0,6442+0,3711+0,0695+0,0092+0,0418+0,0337}{0,0287+2,1263+0,0000+0,2011+1,9325+0,7422+0,2085+0,0276+0,0418+0,1012} \\ &= \frac{5,40999}{1,77812} = 3,0425 \end{aligned}$$

Tabel 3. Menghitung Pusat *Cluster* Iterasi 1

	V1 (Cluster 1)	V2 (Cluster 2)	V3 (Cluster 3)
Pendidikan	3,0425	2,1618	2,5744
Pekerjaan	2,0243	2,3477	2,1036
Tanggungan	4,4191	3,2957	4,8690
K.Aset	7,9623	6,8572	7,4399
Pendapatan	2865181,216	2838447,521	2827863,915

Telah dihitung pusat *cluster* (V1, V2, V3) berdasarkan derajat keanggotaan awal dan nilai asli 10 data pertama.

3. Hitung jarak *Eulidean* dari setiap data ke setiap pusat *Cluster*.

$$dik = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_{kj} - v_{ij})^2}$$

Contoh Data ke-1 = (3, 3, 3, 1, 1500000)

Pusat *Cluster* 1 = (3,0425, 2,0243, 4,4191, 7,9623, 2865181,216)

Hitung Selisih kuadrat : (3-3,0425², 3-2,0243², 3-4,4191², 1-7,9623², 1500000-2865181,216²)

Jumlah dan akarkan = 0,0018 + 0,9518 + 2,0138 + 48,4737 + 1,863719752519

$$= \sqrt{1,863719752519} \approx 1365181,216$$

Maka, Jarak data ke-1 ke pusat *cluster* 1 adalah : 1365181,216

Tabel 4. Jarak *Euclidean* dari setiap data ke pusat *Cluster*

No	D1 Jarak ke V1	D2 Jarak ke V2	D3Jarak ke V3
1	1365181,216	1338447,521	1327863,915
2	134818,784	161552,479	172136,085
3	134818,784	161552,479	172136,085
4	134818,784	161552,479	172136,085

5	134818,784	161552,479	172136,085
6	365181,216	338447,521	327863,915
7	865181,216	838447,521	827863,915
8	134818,784	161552,479	172136,085
9	365181,216	338447,521	327863,915
10	1634818,784	1661552,479	1672136,085

4. Update *Matriks* Keanggotaan Baru

Contoh Data ke-1

Hitung U1 (keanggotaan data ke-1 ke cluster-1)

$$u1 = \left(\left(\frac{d1}{d1} \right)^2 + \left(\frac{d1}{d2} \right)^2 + \left(\frac{d1}{d3} \right)^2 \right)^{\frac{1}{3}}$$

Hitung :

$$\left(\frac{1,365,181}{1,365,181} \right)^2 = 1$$

$$\left(\frac{1,365,181}{1,338447} \right)^2 = 1,0403$$

$$\left(\frac{1,365,181}{1,327863} \right)^2 = 1,0569$$

$$u1 = 1 + 1,0403 + 1,0569 = \frac{1}{3,09734} = 0,32285$$

Berikut adalah tabel *matriks* keanggotaan baru data ke 1-10

Tabel 5. *Matriks* Keanggotaan Baru

No	U1	U2	U3
1	0,32285741	0,335883501	0,34125909
2	0,43292998	0,301502707	0,265567317
3	0,43292998	0,301502707	0,265567317
4	0,43292998	0,301502707	0,265567317
5	0,43292998	0,301502707	0,265567317
6	0,293702015	0,341933075	0,36436491
7	0,316759296	0,337280912	0,345959792
8	0,432929976	0,301502707	0,265567317
9	0,293702015	0,341933075	0,36436491
10	0,342003876	0,33108701	0,326909114

5. Hitung Fungsi Objektif

$$Jt = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^m \cdot d_{ik}^2$$

Contoh untuk Dat ke-1

u1, u2, u3 = 0,32285741, 0,335883501, 0,34125909

d1, d2, d3 = 1365181,22, 1338447,5, 1327863,92

Hitung kuadrat derajat keanggotaan

$$d_{11}^2 = (0,32285741)^2 = 0,104237$$

$$d_{13}^2 = (0,335883501)^2 = 0,112818$$

$$d_{13}^2 = (0,34125909)^2 = 0,116458$$

Hitung kuadrat jarak eulidean

$$d_{11}^2 = (1365181,22)^2 = 1,863,720,396,761$$

$$d_{12}^2 = (1338447,5)^2 = 1,791,441,832,704$$

$$d_{13}^2 = (1327863,92)^2 = 1,763,223.307,296$$

Kalikan keduanya dan jumlahkan

$$Jt = (0,104237 \cdot 1,863,720,396,76) + (0,112818 \cdot 1,791,441,832,704) \\ + (0,116458 \cdot 1,763,223,307,296) \\ Jt = 194,268,438,993 + 202,106,441,040 + 205,341,038,362 \\ Jt = 601,715,918,395$$

Jadi, nilai objektif Jt untuk data ke-1 adalah : 601715918395

Berikut tabel hasil hitung jumlah objektif data 1-10

Tabel 6. Jumlah Objektif Iterasi ke-1	
No	Total
1	601715731767
2	7868980494
3	7868980499
4	7868980494
5	7868980494
6	39167313736
7	237106540149
8	7868980494
9	39167313736
10	914050660402
Jt 1	1870552463219

Maka Jt1 untuk Iterasi ke-1 = 1870552463219

Karena proses masih berada pada *iterasi* pertama, maka tahap pengecekan *konvergensi* belum dilakukan. Proses *iterasi* akan terus dilanjutkan hingga diperoleh hasil yang memenuhi kriteria *konvergensi*.

3.2.2 Proses Perhitungan Iterasi Ke-2

1. Inisialisasi Matriks keanggotaan iterasi ke-2

Pada *iterasi* ke-2, proses inisialisasi *matriks* keanggotaan dilakukan untuk memperbarui nilai derajat keanggotaan setiap data terhadap pusat *cluster*.

Tabel 7. Matriks Keanggotaan Iterasi ke-2			
No	V1	V2	V3
1	0,322857	0,335884	0,341259
2	0,43293	0,301503	0,265567
3	0,43293	0,301503	0,265567
4	0,43293	0,301503	0,265567
5	0,43293	0,301503	0,265567
6	0,293702	0,341933	0,364365
7	0,316759	0,337281	0,34596
8	0,43293	0,301503	0,265567
9	0,293702	0,341933	0,364365
10	0,342004	0,331087	0,326909

2. Pusat Cluster Iterasi ke-2

Pada *iterasi* ke-2, dilakukan pembaruan terhadap posisi pusat *cluster* berdasarkan nilai *matriks* keanggotaan yang telah dihitung sebelumnya.

Tabel 8. Pusat Cluster Iterasi ke-2			
	V1	V2	V3
Pendidikan	2,557268	2,480199	2,438874
Pekerjaan	2,154558	2,217106	2,23235
Tanggungan	4,10794	3,823922	3,725127

Aset	7,490179	7,2292	7,151862
Pendapatan	2882963,745	2770167,218	2722387,802

3. Hitung jarak *Euclidean* dari setiap data ke setiap pusat *Cluster*

Jarak *Euclidean* digunakan untuk mengukur seberapa dekat atau jauh suatu data terhadap pusat *cluster* yang tersedia. Perhitungan ini penting karena menjadi dasar dalam menentukan nilai keanggotaan data terhadap setiap *cluster*.

Tabel 9. Jarak Euclidean *Iterasi* ke-2

No	D1 Jarak ke V1	D2 Jarak ke V2	D3 Jarak ke V3
1	1382964	1270167	1222388
2	117036,3	229832,8	277612,2
3	117036,3	229832,8	277612,2
4	117036,3	229832,8	277612,2
5	117036,3	229832,8	277612,2
6	382963,7	270167,2	222387,8
7	882963,7	770167,2	722387,8
8	117036,3	229832,8	277612,2
9	382963,7	270167,2	222387,8
10	1617036	1729833	1777612

4. Update *Matriks* Keanggotaan Baru

Setelah jarak antara data dan pusat *cluster* dihitung, langkah berikutnya adalah memperbarui *matriks* keanggotaan. Hasil dari proses ini adalah *matriks* keanggotaan baru yang merefleksikan sejauh mana masing-masing data tergolong ke dalam setiap *cluster*.

Tabel 10. Matriks Baru *Iterasi* ke-2

No	U1	U2	U3
1	0,288561	0,342087	0,369352
2	0,695875	0,180446	0,123679
3	0,695875	0,180446	0,123679
4	0,695875	0,180446	0,123679
5	0,695875	0,180446	0,123679
6	0,16737	0,3363	0,49633
7	0,262581	0,345127	0,392291
8	0,695875	0,180446	0,123679
9	0,16737	0,3363	0,49633
10	0,370187	0,323484	0,306328

5. Hitung Fungsi Objektif *Iterasi* ke-2

Pada *iterasi* ke-2, dilakukan perhitungan fungsi objektif untuk mengevaluasi kualitas hasil pengelompokan sementara.

Tabel 11. Fungsi Objektif *Iterasi* ke 2

No	Jt 2
1	551897786839
2	9531736855
3	9531736855
4	9531736855
5	9531736855
6	24546661804
7	204714922885
8	9531736855
9	24546661804
10	967968560637
Jt 2	1821333278245

6. Cek konvergensi

Cek konvergensi dilakukan dengan membandingkan perubahan nilai *matriks* keanggotaan antara *iterasi* sebelumnya dan *iterasi* saat ini.

$$\begin{aligned} Jt2 - Jt1 &= 1821333278245 - 1870552463219 \\ &= 49219184974 \end{aligned}$$

- Jika $(|Jt - Jt1| < \xi)$ atau $t < \text{iterasi maksimal}$ maka berhenti.
- Jika tidak : maka $t = t + 1$ kemudian ulangi Langkah ke-2

Karena hasil perhitungan pada *iterasi* ini belum mencapai kondisi *konvergen*, maka proses pengelompokan harus dilanjutkan ke *iterasi* berikutnya. Hal ini dilakukan agar perubahan nilai *matriks* keanggotaan semakin kecil dan mendekati ambang batas yang telah ditetapkan.

3.2.3 Proses Perhitungan Terakhir Iterasi Ke-30

1. Cek Konvergensi pada iterasi terakhir

Nilai selisih $|Jt30 - Jt29|$

$$\begin{aligned} Jt30 - Jt29 &= 1262256325636,127197 - 1262256325636,131836 \\ &= 0,004638 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil cek *konvergensi*, diketahui bahwa perubahan nilai fungsi objektif antara *iterasi* ke-29 dan ke-30 hanya sebesar 0,16. Karena nilai ini sangat kecil, maka dapat disimpulkan bahwa metode *Fuzzy C-Means* telah mencapai *konvergensi* pada *iterasi* ke-30, sehingga proses iteratif dapat dihentikan.

Maka, setelah proses *iterasi* menghasilkan kondisi konvergen, diperoleh hasil pembentukan *cluster* yang stabil. Dari hasil tersebut, dapat diketahui pengelompokan data ke dalam tiga kategori tingkat ekonomi, yaitu rendah, menengah, dan tinggi, berdasarkan nilai keanggotaan tertinggi masing-masing data terhadap pusat *cluster*.

2. Hasil cluster pada 10 data sample

Untuk menghasilkan kelompok tingkat ekonomi dari 10 data sample, maka hitung rata rata untuk masing-masing *cluster*. *Cluster* dengan nilai rata-rata terendah di sebut sebagai ekonomi rendah, yang tertinggi sebagai ekonomi tinggi.

Tabel 12. Hasil Akhir Cluster

Data ke	Cluster	Kategori Ekonomi	u1 (C1)	u2(C2)	u3(C3)
1	C3	Rendah	0,024416	0,052699	0,922885
2	C1	Tinggi	0,942552	0,05171	0,005737
3	C1	Tinggi	0,942552	0,05171	0,005737
4	C1	Tinggi	0,942552	0,05171	0,005737
5	C1	Tinggi	0,942552	0,05171	0,005737
6	C2	Menengah	0,020476	0,966218	0,013306
7	C3	Rendah	0,039483	0,137895	0,822622
8	C1	Tinggi	0,942552	0,05171	0,005737
9	C2	Menengah	0,020476	0,966218	0,013306
10	C1	Tinggi	0,555490	0,298848	0,145662

3.3 Implementasi Berbasis Python

Metode Fuzzy C-Means diimplementasikan dalam sebuah sistem berbasis *Python* yang dirancang untuk mengelompokkan penduduk Desa Bayu Bagasan berdasarkan tingkat ekonomi. Pada implementasi ini, data yang digunakan adalah seluruh data penelitian yang berjumlah 424 kepala keluarga, bukan lagi 10 data seperti pada perhitungan manual sebelumnya.

Tabel 13. Hasil Akhir Clustering

No	Nama Kepala Keluarga	Pendidikan	Pekerjaan	Tanggungan	Kepemilikan Aset	Pendapatan / Bulan	Cluster
	ABDUL HALIM						
1	BATUBARA	3	3	3	1	1500000	0
2	ADE CANDRA SINAGA	4	2	6	8	3000000	1

3	ADUAN SINAGA	0	2	2	8	3000000	1
4	ALBERT SINURAT	3	2	6	8	3000000	1
	ALEX CANDRA						1
5	SIMBOLON	3	2	3	8	3000000	
6	AMBOS BUTAR BUTAR	2	2	5	8	2500000	0
7	AMIRONSON SINAGA	3	2	3	8	2000000	0
8	AMRIN SITORUS	3	2	6	8	3000000	1
9	AMSER SINAGA	1	2	2	8	2500000	0
10	ANA PURBA	3	3	3	8	4500000	2
	ANNA FLORIDA						
11	RAJAGUKGUK	3	2	3	4	3000000	1
12	ANNUM SAMOSIR	1	2	1	7	2500000	0
13	ARISTON MANURUNG	3	2	5	8	2500000	0
14	ARMI SINURAT	1	2	2	8	2000000	0
15	ARNOLD SIALLAGAN	3	3	5	10	5000000	2
...	...	...	...	...	...	...	...
424	SAHAT PARULIAN						
	SIALLAGAN	3	2	4	8	3000000	1

Pada tabel di atas telah ditampilkan hasil *clustering* penduduk Desa Bayu Bagasan. Berikut ini merupakan tabel jumlah penduduk yang tergolong dalam *cluster* Rendah, Menengah, dan Tinggi.

Tabel 14. Keterangan Jumlah Cluster		
C0	Rendah	149
C1	Menengah	210
C2	Tinggi	65
	Jumlah	424

Berdasarkan hasil *clustering* yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa data terbagi secara jelas ke dalam tiga *cluster* yang mencerminkan tingkat ekonomi yang berbeda. *Cluster* C0 (Rendah) memiliki 149 kepala keluarga, yang menunjukkan bahwa sebagian besar data berada dalam kategori ekonomi yang lemah. *Cluster* C1 (Menengah) terdiri dari 210 kepala keluarga, mencerminkan kelompok dengan kondisi ekonomi yang seimbang antara rendah dan tinggi. Sedangkan *Cluster* C2 (Tinggi) berjumlah 65 kepala keluarga, yang menunjukkan kelompok dengan kondisi ekonomi yang lebih baik dan lebih stabil. Secara keseluruhan, jumlah kepala keluarga yang tercluster adalah 424, yang menunjukkan bahwa pembagian data ke dalam *cluster* rendah, menengah, dan tinggi sudah tepat dan sesuai dengan karakteristik yang diinginkan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap 424 data kepala keluarga di Desa Bayu Bagasan dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means*, dapat disimpulkan bahwa metode *Fuzzy C-Means* berhasil mengelompokkan penduduk ke dalam tiga kategori tingkat ekonomi yaitu rendah, menengah, dan tinggi secara objektif, berdasarkan lima *variabel* yaitu pendidikan, pekerjaan, jumlah tanggungan, kepemilikan aset, dan pendapatan per bulan. Hasil *Clustering* dari data penduduk Desa Bayu Bagasan dengan metode *Fuzzy C-Means* menunjukkan bahwa, sebanyak 149 kepala keluarga (35,14%) termasuk kedalam kategori ekonomi Rendah, sebanyak 210 kepala keluarga (49,53%) termasuk kategori ekonomi Menengah, dan 65 kepala keluarga (15,33%) masuk kedalam kategori ekonomi Tinggi. Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan bagi pemerintah desa dalam menentukan kebijakan, merancang program bantuan sosial, serta menyusun perencanaan pembangunan yang lebih tepat sasaran sesuai dengan kondisi ekonomi masyarakat.

REFERENSI

- [1] K. D. DESA, “PERAN SISTEM PENGENDALIAN DALAM PENCEGAHAN”.
- [2] D. Nurmin, M. N. Hayati, and R. Goejantoro, “Penerapan Metode Fuzzy C-Means Pada Pengelompokan Kabupaten/Kota di Pulau Kalimantan Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat Tahun 2020,” *EKSPONENSIAL*, vol. 13, no. 2, pp. 189–196, 2022.
- [3] A. P. Silalahi and H. G. Simanullang, *DECISSION TREE DAN PENERAPANNYA*. 2025.
- [4] N. Duha, H. G. Simanullang, and A. P. Silalahi, “ANALISIS PENGARUH VARIASI NILAI P PADA METODE MINKOWSKI DISTANCE DALAM MENENTUKAN KEMIRIPAN ABSTRAK SKRIPSI Harlen Gilbert Simanullang , Arina Prima Silalahi □ , Nadyarni Natalis Caesarin Duha,” *METHOMIKA J. Manaj. Inform. dan Komputerisasi Akunt.*, vol. 9, no. 2, pp. 255–263, 2025.
- [5] F. Salsabila and T. Ridwan, “ANALISA VOLUME PENYEBARAN SAMPAH DI KARAWANG MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 2, 2024.
- [6] N. Arifin, U. Enri, and N. Sulistiyowati, “Penerapan Algoritma Support Vector Machine (SVM) dengan TF-IDF N-Gram untuk Text Classification,” *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 6, no. 2, p. 129, 2021, doi: 10.30998/string.v6i2.10133.
- [7] A. S. Maulana, A. Nazir, L. Handayani, and I. Afrianty, “Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means untuk Melihat Pola Penerima Beasiswa Bank Indonesia,” *KLIK Kaji. Ilm. Inform. dan Komput.*, vol. 3, no. 6, pp. 670–679, 2023.
- [8] A. H. Nasrullah, “Klasterisasi Kabupaten Berdasarkan Index Pendidikan Penduduk Menggunakan Fuzzy C-Means,” *Indones. Technol. Educ. J.*, pp. 187–199, 2024.