

Fuzzy C-Means untuk Klasterisasi Perkiraan Kerugian Bencana Kebakaran

Fuzzy C-Means for Clustering Estimates of Fire Losses

Novianti Puspitasari*¹, Pebianoor², Rosmasari³, Masna Wati⁴, Anindita Septiarini⁵ Alfrina Mewengkang⁶

^{1,2,3,4,5}Prodi Informatika, Universitas Mulawarman, Samarinda

⁶Prodi Pendidikan Tekn. Informasi & Komunikasi, Universitas Negeri Manado, Manado
e-mail: *¹novia.ftik.unmul@gmail.com, ²peboygx@gmail.com, ³rosmasari.unmul@gmail.com,
⁴masnawati.ssi@gmail.com, ⁵anindita.unmul@ac.id, ⁶mewengkangalfrina@unima.ac.id

Abstrak

Bencana kebakaran merupakan bencana yang sering terjadi dan mendapatkan perhatian serius dari pemerintah Kota Samarinda. Namun, informasi tentang perkiraan jumlah kerugian yang dialami oleh korban kebakaran masih kurang memadai dan bahkan tidak diketahui. Informasi tentang perkiraan kerugian bencana kebakaran sangat diperlukan oleh pemerintah untuk memberikan penanganan yang tepat sasaran terhadap korban bencana kebakaran. Fuzzy C-Means merupakan metode yang dapat digunakan untuk memberikan informasi tentang perkiraan kerugian bencana kebakaran melalui klusterisasi. Hal ini dikarenakan Fuzzy C-Means mampu mengelompokkan data ke dalam kategori berdasarkan fungsi obyektif yang dihasilkan. Data yang digunakan merupakan data bencana kebakaran di Kota Samarinda sebanyak 306 data. Jumlah perkiraan kerugian bencana kebakaran dikelompokkan ke dalam tiga cluster yaitu sedikit, sedang dan banyak. Dari hasil perhitungan menggunakan Fuzzy C-Means, jumlah perkiraan kerugian bencana kebakaran dengan kategori sedikit (C3) sebanyak 180 data, kategori sedang (C2) sebanyak 83 data dan kategori banyak (C1) sebesar 43 data. Hasil validasi cluster menggunakan Partition Coefficient menunjukkan bahwa tiga cluster adalah cluster yang optimal dengan nilai partisi fuzzy sebesar 0.230. Nilai ini lebih besar dari dua cluster maupun empat cluster sehingga model pembentukan tiga cluster sangat tepat digunakan untuk mengelompokkan perkiraan kerugian bencana kebakaran.

Kata kunci—Kebakaran, Fuzzy C-Means, Partition Coefficient, Kerugian, Perkiraan

Abstract

Fire disasters often occur and receive serious attention from the Samarinda City government. However, information about the estimated losses suffered by fire victims is still inadequate and unknown. The government urgently needs information on estimated losses from fire disasters to provide targeted treatment for victims of fire disasters. Fuzzy C-Means is a method that can provide information about estimated fire losses through clustering. Fuzzy C-Means can group data into categories based on the resulting objective function. The data used is fire disaster data in Samarinda City, as many as 306. The total estimated losses from fire disasters are grouped into three clusters: small, medium and large. From the results of calculations using Fuzzy C-Means, the number of estimated fire losses in the small category (C3) is 180 data, the moderate category (C2) is 83 data, and the large category (C1) is 43 data.

The results of cluster validation using the Partition Coefficient show that three clusters are optimal with a fuzzy partition value of 0.230. This value is more significant than two clusters or four clusters, so that the three-cluster formation model is very appropriate to use to group estimates of fire disaster losses.

Keywords— Fire, Fuzzy C-Means, Partition Coefficient, Loss, Estimate

1. PENDAHULUAN

Dokumen Bencana kebakaran merupakan salah satu jenis bencana yang sering terjadi dan meninggalkan kerugian yang besar. Secara umum, kebakaran termasuk ke dalam dua kategori bencana, yaitu bencana alam dan bencana tempat permukiman [1]. Kebakaran tempat permukiman umumnya sering terjadi dipertanian dan menimbulkan berbagai masalah seperti kehilangan tempat tinggal, terbakarnya berkas penting dan mengancam keselamatan jiwa [2]. Kejadian kebakaran di Indonesia tercatat cukup tinggi setiap tahunnya, khususnya di daerah perkotaan seperti di kota Samarinda. Kota Samarinda berada pada peringkat ke-4 Nasional sebagai kota dengan jumlah bencana kebakaran tertinggi [3]. Kelalaian atau *human error* merupakan faktor utama penyebab terjadinya kebakaran di rumah atau pemukiman penduduk seperti penggunaan kabel listrik yang sudah tidak layak dan tidak memenuhi standar. Kejadian bencana kebakaran di Kota Samarinda mengakibatkan kerugian yang tidak sedikit setiap tahunnya [4]. Selain itu, dampak yang timbul dari bencana kebakaran dapat mengancam keselamatan jiwa maupun kerugian harta benda [5]. Kerugian yang ditimbulkan akibat bencana kebakaran dari yang paling kecil sampai dengan paling besar seringkali tidak diketahui. Hal tersebut disebabkan oleh belum adanya informasi yang disediakan oleh pemerintah tentang jumlah perkiraan kerugian yang dialami oleh masyarakat. Informasi tentang perkiraan kerugian bencana kebakaran dapat membantu pemerintah untuk mengetahui langkah atau tindak lanjut yang dapat dilakukan dalam menangani kejadian kebakaran disuatu daerah. Daerah yang memiliki perkiraan kerugian yang paling besar mendapatkan perhatian maupun prioritas agar penanganan dan pemulihan kondisi masyarakat pasca kebakaran dapat dilakukan dengan cepat dan tepat sasaran. Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan informasi terkait perkiraan kerugian bencana kebakaran di suatu wilayah.

Penelitian ini mengangkat salah satu metode *cluster* yaitu metode *Fuzzy C-Means* (FCM) untuk menganalisis perkiraan kerugian yang diakibatkan oleh bencana kebakaran. FCM adalah suatu teknik pengelompokan data yang keberadaan tiap-tiap data dalam suatu kelompok ditentukan oleh nilai derajat keanggotaan tertentu [6]. Adapun alasan memilih metode FCM, karena merupakan salah satu metode terbaik dibandingkan dengan metode *K-Means*, *Self Organizing Map* (SOM), *Neural Network* dan *Clustering Hierarchy*. Selain itu FCM sangat stabil terhadap *outlier*, *overlapping* dan kualitas *cluster* serta akurasi yang komparatif [7]. Algoritma ini memiliki kemampuan yang baik dalam mendeteksi *cluster* dan memiliki ketepatan pada penempatan pusat *cluster* [8]. Kelebihan tersebut membuat FCM telah digunakan untuk pengelompokan Usaha Kecil Menengah (UKM) [9], klasifikasi kesesuaian lahan industri kelapa sawit [10], pengelompokan lagu berdasarkan emosi [11], pengelompokan provinsi berdasarkan penyakit menular manusia [12], identifikasi tingkat pemakaian obat [13], pengelompokan pasien yang menderita kelainan jantung [14], dan penyakit yang diderita oleh pengguna JAMKESDA [15].

Dari berbagai penerapan FCM yang telah diterapkan, maka penelitian ini melakukan klusterisasi terhadap perkiraan kerugian bencana kebakaran di Kota Samarinda ke dalam tiga kategori yaitu sedikit, sedang dan banyak. Perkiraan kerugian bencana kebakaran didasarkan oleh lima parameter yang berpengaruh yaitu jumlah kejadian terbakar, jumlah objek yang terbakar, lamanya pengendalian kebakaran, luas area yang terkena bencana, dan jumlah perkiraan kerugian yang ditimbulkan oleh bencana kebakaran. Kelima parameter ini diperoleh

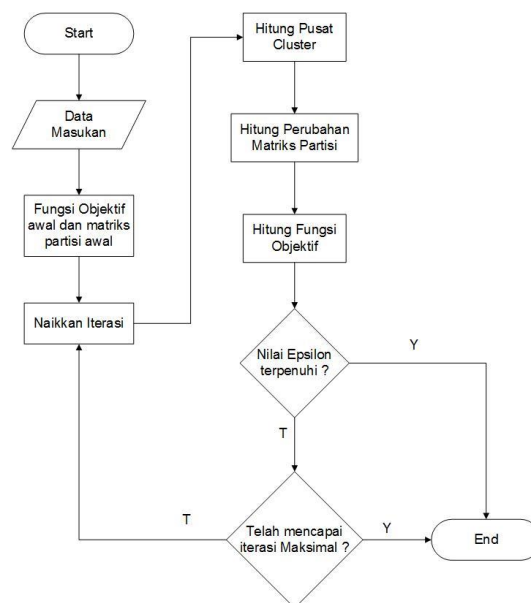
dari Dinas Pemadam Kebakaran (DPK) Kota Samarinda. Lebih lanjut, hasil penelitian diharapkan mampu memberikan informasi kepada DPK mengenai daerah yang mengalami kerugian paling besar akibat kebakaran, sehingga DPK maupun pemerintah daerah dapat melakukan upaya penanganan pasca bencana kepada korban dengan cepat dan tepat sasaran sesuai dengan kategori perkiraan kerugian yang dialami.

2. METODE PENELITIAN

Bab ini menjabarkan metode *Fuzzy C-Means*, data penelitian yang digunakan, dan metode uji cluster yang digunakan.

2.1 Fuzzy C-Means

Fuzzy C-Means yaitu metode *fuzzy clustering* yang sering digunakan dalam pengenalan pola (*pattern recognition*) [16]. *Fuzzy C-Means* mengelompokkan data berdasarkan derajat keanggotaan yang bernilai antara 0 sampai 1 [11]. Langkah pertama algoritma *Fuzzy C-Means* adalah menentukan pusat *cluster* yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap *cluster* [17]. Pusat *cluster* ini masih belum akurat dan setiap titik data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap *cluster*. Perbaikan pusat *cluster* dan nilai keanggotaan setiap data dilakukan secara berulang, sampai pusat *cluster* akan menuju lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimasi fungsi objektif. Fungsi objektif menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat *cluster* yang terbobot oleh derajat keanggotaan titik data tersebut. *Output* dari *Fuzzy C-Means* merupakan deretan pusat *cluster* dan beberapa derajat keanggotaan untuk setiap titik data. *Flowchart* dari algoritma *Fuzzy C-Means* ditampilkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart Fuzzy C-Means*

Langkah-langkah penyelesaian algoritma *Fuzzy C-Means* dapat diuraikan sebagai berikut [15], [18].

1. Introduksi data yang akan di *cluster* berupa matriks berukuran $n \times m$ (X_{ij} = data sampel ke- i ($i = 1,2,3,\dots,n$) dan atribut ke- j ($j = 1,2,3,\dots,m$).
2. Menentukan jumlah *cluster* (c), pangkat (w), maksimum iterasi ($maxiter$), *error* terkecil yang diharapkan (ϵ), *fungsi objektif* awal ($P_0 = 0$) dan iterasi awal ($t = 1$).

3. Membangkitkan bilangan random μ_{ik} ($i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, c$) sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U . Menghitung jumlah setiap kolom dengan persamaan (1).

$$Q_j = \sum_{k=1}^c \mu_{ik} \quad (1)$$

4. Menghitung nilai pusat *cluster* ke- k (V_{kj} dengan $k = 1, 2, \dots, c; j = 1, 2, \dots, m$) :

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w \cdot X_{ij}}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (2)$$

5. Menghitung *fungsi objektif* :

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \quad (3)$$

Dimana P_t : nilai fungsi obyektif iterasi ke- t

6. Menghitung perubahan matriks partisi U :

$$\mu_{ik} = \frac{\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-\frac{1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-\frac{1}{w-1}}} \quad (4)$$

Cek kondisi berhenti :

- Jika $(P_t - P_{t-1}) < \epsilon$ atau $(t < MaxIter)$ maka iterasi berhenti.
- Jika tidak : $t = t + 1$, ulangi langkah 4 sampai 6.

Keterangan:

μ = Himpunan

Q = Jumlah Setiap Kolom

V = Pusat *cluster*

P = Fungsi objektif

2. 2 Normalisasi dan Denormalisasi Data

Penelitian ini menggunakan normalisasi untuk membuat data yang akan diproses berada pada range tertentu sehingga angka yang diolah tidak terlalu besar dan mempercepat proses perhitungan [19], [20]. Range yang digunakan adalah untuk normalisasi adalah 0.1 sampai 0.9 menggunakan persamaan (5).

$$X' = \frac{0.8(X-b)}{(a-b)} + 0.1 \quad (5)$$

Keterangan :

X' = Data Hasil Normalisasi

X = Data aktual

a = Nilai maksimum data aktual

b = Nilai minimum data aktual

Data penelitian yang telah dinormalisasi akan dikembalikan ke bentuk semula menggunakan denormalisasi seperti data aktual. Denormalisasi mempermudah melihat perbandingan data hasil perhitungan dengan data aktual [21].

$$X = \frac{(X'-0.1)(a-b)}{0.8} + b \quad (6)$$

Keterangan :

X' = Data hasil estimasi

X = Data hasil denormalisasi

a = Nilai maksimum data aktual

b = Nilai minimum data aktual

2. 3 Normalisasi dan Denormalisasi Data

Validasi *cluster* merupakan salah satu evaluasi kualitas dari sebuah *cluster*. Metode validasi pada penelitian ini adalah *Partition Coefficient*. *Partition Coefficient* merupakan salah satu metode validasi dengan cara melakukan perhitungan koefisien partisi sebagai evaluasi terhadap nilai derajat keanggotaan data pada setiap hasil *cluster* tanpa memandang nilai vektor (informasi) yang biasanya berisi informasi persebaran data [22], [23]. *Partition Coefficient* cenderung mengalami perubahan yang monoton terhadap nilai c [15].

$$PC(c) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^c \sum_{i=1}^n (u_{ik})^2 \quad (7)$$

Nilai, n adalah jumlah data; c adalah jumlah *cluster*, dan u_{ik} nilai keanggotaan dari data ke- k pada *cluster* ke- i .

2. 4 Data Kebakaran

Data bencana kebakaran yang digunakan adalah data kejadian kebakaran di Kota Samarinda dan diperoleh dari Dinas Pemadam Kebakaran Kota Samarinda. Data bencana kebakaran diambil dari bulan Januari 2017 sampai Desember 2018 sebanyak 306 data. Tabel 1 menampilkan data rekapitulasi bencana kebakaran yang terdiri dari kecamatan, jumlah kejadian kebakaran (JKT), jumlah obyek terbakar (JOT), lama pemadaman (LP), luas area (LA) dan perkiraan kerugian (PK).

Tabel 1. Data Bencana Kebakaran

No	Kecamatan	JKT (kasus)	JOT (barang)	LP (menit)	LA (m ²)	PK (Rp.)
1	Samarinda ulu	11	1	20	120	15.000.000
2	Loa Janan Ilir	11	1	20	12	300.000.000
3	Samarinda Utara	11	1	25	180	300.000.000
4	Loa Janan Ilir	11	1	15	12	35.000.000
5	Loa Janan Ilir	11	1	10	48	500.000
6	Loa Janan Ilir	11	1	15	48	1.000.000
7	Loa Janan Ilir	11	1	15	12	5.000.000
8	Samarinda Ilir	11	2	15	300	100.000.000
9	Sungai Pinang	11	1	15	200	100.000.000
10	Samarinda Ulu	11	4	20	1200	500.000.000
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
296	Sungai Kunjang	45	1	25	75	500.000
297	Palaran	45	1	15	12	1.000.000
298	Samarinda Utara	45	1	55	100	350.000.000
299	Samarinda Ulu	45	1	20	12	2.500.000
300	Samarinda Utara	7	1	10	12	1.000.000
301	Sungai Kunjang	7	1	25	200	300.000.000
302	Loa Janan Ilir	7	1	10	8	500.000
303	Samarinda Ulu	7	1	15	12	1.000.000
304	Sungai Kunjang	7	1	30	90	150.000.000
305	Samarinda kota	7	1	10	8	500.000
306	Sungai Kunjang	7	1	60	200	300.000.000

Dari Tabel 1. terlihat bahwa penentuan klusterisasi perkiraan kerugian bencana kebakaran menggunakan *Fuzzy C-Means* menggunakan lima parameter yaitu JKT yang merupakan jumlah kasus kejadian kebakaran yang terjadi selama per bulan. JOT yang merupakan jumlah obyek yang terbakar. LP yang merupakan durasi atau lamanya waktu

pemadaman yang dilakukan oleh petugas kebakaran. LA merupakan parameter luas area yang terbakar dan PK merupakan jumlah perkiraan kerugian yang dialami oleh korban bencana kebakaran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini diuraikan tentang hasil penelitian yang telah dilakukan. Keseluruhan proses perhitungan pada penelitian ini menggunakan *software Matlab*. Data rekapitulasi kebakaran diklusterisasi menggunakan *Fuzzy C-Means* ke dalam tiga *cluster* yaitu sedikit, sedang, dan banyak. Langkah pertama adalah melakukan proses normalisasi pada data rekapitulasi kebakaran menggunakan persamaan (5). Hasil normalisasi data dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Normalisasi Data

No	Kecamatan	JKT	JOT	LP	LA	PK
1	Samarinda ulu	0.2818	0.1	0.1982	0.1465	0.1119
2	Loa Janan Ilir	0.2818	0.1	0.1982	0.1032	0.3399
3	Samarinda Utara	0.2818	0.1	0.2333	0.1705	0.3399
4	Loa Janan Ilir	0.2818	0.1	0.1632	0.1032	0.1279
5	Loa Janan Ilir	0.2818	0.1	0.1281	0.1176	0.1003
6	Loa Janan Ilir	0.2818	0.1	0.1632	0.1176	0.1007
7	Loa Janan Ilir	0.2818	0.1	0.1632	0.1032	0.1039
8	Samarinda Ilir	0.2818	0.1258	0.1632	0.2186	0.1799
9	Sungai Pinang	0.2818	0.1	0.1632	0.1786	0.1799
10	Samarinda Ulu	0.2818	0.1774	0.1982	0.5794	0.5000
:	⋮	:	:	:	:	:
296	Sungai Kunjang	0.9	0.1	0.2333	0.1285	0.1003
297	Palaran	0.9	0.1	0.1632	0.1032	0.1007
298	Samarinda Utara	0.9	0.1	0.4439	0.1385	0.3799
299	Samarinda Ulu	0.9	0.1	0.1982	0.1032	0.1019
300	Samarinda Utara	0.2091	0.1	0.1281	0.1032	0.1007
301	Sungai Kunjang	0.2091	0.1	0.2333	0.1786	0.3399
302	Loa Janan Ilir	0.2091	0.1	0.1281	0.1016	0.1003
303	Samarinda Ulu	0.2091	0.1	0.1632	0.1032	0.1007
304	Sungai Kunjang	0.2091	0.1	0.2684	0.1345	0.2199
305	Samarinda kota	0.2091	0.1	0.1281	0.1016	0.1003
306	Sungai Kunjang	0.2091	0.1	0.4789	0.1786	0.3399

Setelah dinormalisasi, proses selanjutnya sesuai dengan ketentuan dari algoritma *Fuzzy C-Means* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah *cluster* dan maksimum iterasi. Data bencana kebakaran akan dikelompokkan ke dalam 3 *cluster* dengan maksimum iterasi sebanyak 100 kali. Lebih lanjut, dalam proses *clustering*, parameter JKT dijadikan sebagai X_1 , parameter JOT dijadikan sebagai X_2 , parameter LP dijadikan sebagai X_3 , parameter LA dijadikan sebagai X_4 dan parameter PK dijadikan sebagai X_5 .
2. Menghitung nilai fungsi obyektif. Hasil proses *clustering* diperoleh nilai fungsi obyektif selama iterasi, pusat *cluster* serta derajat keanggotaan untuk setiap *cluster* pada iterasi

terakhir. Proses iterasi pada penelitian ini berhenti pada iterasi ke-27 karena selisih nilai fungsi obyektif yang dihitung menggunakan persamaan (3) lebih kecil dari nilai *error* yang ditetapkan yaitu sebesar 10,41639312. Nilai fungsi obyektif selama 27 iterasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Fungsi Obyektif

Iterasi Ke-	Fungsi Obyektif
1	17,73893023
2	14,00453708
3	13,95637716
4	13,83098879
5	13,51493469
6	12,87581503
7	12,08655066
8	11,53775863
9	11,17332137
10	10,90183594
⋮	⋮
18	10,42063004
19	10,41842902
20	10,4173547
21	10,4168409
22	10,41659872
23	10,41648574
24	10,4164334
25	10,41640928
26	10,4163982
27	10,41639312

- Menghitung derajat keanggotaan. Derajat keanggotaan diperoleh dari perhitungan menggunakan persamaan (4). Derajat keanggotaan untuk setiap *cluster* pada iterasi terakhir (iterasi ke-27) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Derajat Keanggotaan Iterasi Terakhir

Data Ke-	Kecamatan	Derajat Keanggotaan		
		C1	C2	C3
1	Samarinda ulu	0.0149	0.0186	0.9665
2	Loa Janan Ilir	0.1745	0.0941	0.7314
3	Samarinda Utara	0.2169	0.0974	0.6857
4	Loa Janan Ilir	0.0115	0.0145	0.9740
5	Loa Janan Ilir	0.0190	0.0255	0.9555
6	Loa Janan Ilir	0.0148	0.0196	0.9656
7	Loa Janan Ilir	0.0153	0.0204	0.9643
8	Samarinda Ilir	0.0410	0.0378	0.9212
9	Sungai Pinang	0.0201	0.0199	0.9600
10	Samarinda Ulu	0.6322	0.1324	0.2354

Data Ke-	Kecamatan	Derajat Keanggotaan		
		C1	C2	C3
:	:	:	:	:
296	Sungai Kunjang	0.0208	0.9366	0.0426
297	Palaran	0.0285	0.9104	0.0611
298	Samarinda Utara	0.1475	0.7035	0.1489
299	Samarinda Ulu	0.0234	0.9273	0.0493
300	Samarinda Utara	0.0468	0.0512	0.9020
301	Sungai Kunjang	0.2512	0.0959	0.6528
302	Loa Janan Ilir	0.0470	0.0514	0.9016
303	Samarinda Ulu	0.0441	0.0477	0.9082
304	Sungai Kunjang	0.0990	0.0681	0.8329
305	Samarinda kota	0.0470	0.0514	0.9016
306	Sungai Kunjang	0.3943	0.1518	0.4540

Berdasarkan data pada Tabel 4, diperoleh derajat keanggotaan setiap data bencana kebakaran ke dalam setiap *cluster*. Derajat keanggotaan memberikan informasi mengenai kecenderungan data untuk masuk ke *cluster* yang sesuai. Nilai derajat keanggotaan terbesar menunjukkan kecenderungan tertinggi bencana kebakaran untuk masuk menjadi anggota *cluster*. Dari Tabel 4 untuk data bencana kebakaran ke-5 dapat termasuk ke dalam:

- Anggota *cluster* pertama (C1) dengan derajat keanggotaan sebesar 0.0190.
- Anggota *cluster* kedua (C2) dengan derajat keanggotaan sebesar 0.0255.
- Anggota *cluster* ketiga (C3) dengan derajat keanggotaan sebesar 0.9555.

Setelah melihat nilai derajat keanggotaan dari setiap *cluster*, ditentukan nilai derajat keanggotaan terbesar untuk data ke-5 yang terletak pada *cluster* ketiga. Hasil tersebut menempatkan data bencana kebakaran ke-5 akan dimasukkan ke *cluster* ketiga (C3).

- Melakukan pengelompokkan data berdasarkan nilai derajat keanggotaan. Hasil keseluruhan pengelompokkan data kebakaran ke dalam tiga *cluster* ditampilkan oleh Tabel 5.

Tabel 5. Hasil *Clustering*

Data Ke-	Kecamatan	Derajat Keanggotaan			Data Masuk Cluster
		C1	C2	C3	
1	Samarinda ulu	0.0149	0.0186	0.9665	3
2	Loa Janan Ilir	0.1745	0.0941	0.7314	3
3	Samarinda Utara	0.2169	0.0974	0.6857	3
4	Loa Janan Ilir	0.0115	0.0145	0.9740	3
5	Loa Janan Ilir	0.0190	0.0255	0.9555	3
6	Loa Janan Ilir	0.0148	0.0196	0.9656	3
7	Loa Janan Ilir	0.0153	0.0204	0.9643	3
8	Samarinda Ilir	0.0410	0.0378	0.9212	3
9	Sungai Pinang	0.0201	0.0199	0.9600	3
10	Samarinda Ulu	0.6322	0.1324	0.2354	1
:	:	:	:	:	
296	Sungai Kunjang	0.0208	0.9366	0.0426	2
297	Palaran	0.0285	0.9104	0.0611	2

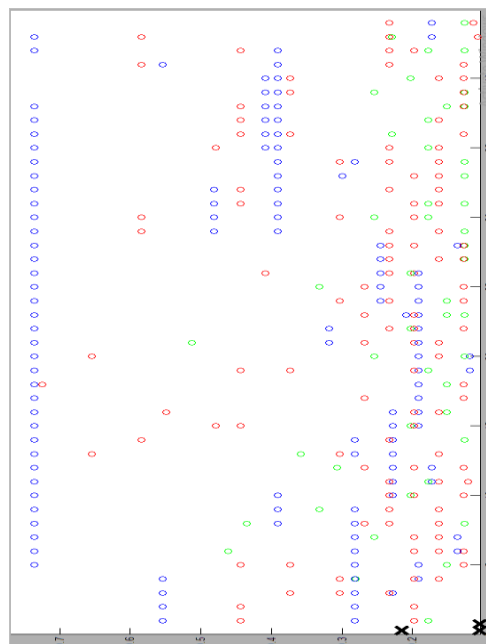
Data Ke-	Kecamatan	Derajat Keanggotaan			Data Masuk Cluster
		C1	C2	C3	
298	Samarinda Utara	0.1475	0.7035	0.1489	2
299	Samarinda Ulu	0.0234	0.9273	0.0493	2
300	Samarinda Utara	0.0468	0.0512	0.9020	3
301	Sungai Kunjang	0.2512	0.0959	0.6528	3
302	Loa Janan Ilir	0.0470	0.0514	0.9016	3
303	Samarinda Ulu	0.0441	0.0477	0.9082	3
304	Sungai Kunjang	0.0990	0.0681	0.8329	3
305	Samarinda kota	0.0470	0.0514	0.9016	3
306	Sungai Kunjang	0.3943	0.1518	0.4540	3

Hasil akhir klusterisasi perkiraan kerugian bencana kebakaran menggunakan metode *Fuzzy C-Means* terhadap seluruh data bencana kebakaran yang ditampilkan oleh Tabel 5 menunjukkan bahwa *cluster* satu (C1) berjumlah 43 data, *cluster* dua (C2) memiliki data sebanyak 83 data, dan *cluster* tiga (C3) berjumlah 180 data. Setelah mendapatkan hasil *cluster* pada setiap data, proses berikutnya yaitu melakukan rekapitulasi data yang telah ter-*cluster* ke dalam setiap kecamatan sehingga diperoleh jumlah kejadian kebakaran berdasarkan *cluster* dan per kecamatan. Hasil rekapitulasi data jumlah kejadian ditunjukkan oleh Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil *Cluster* Per Kecamatan

No	Nama Kecamatan	C1	C2	C3
1	Loa Janan Ilir	2	6	22
2	Palaran	2	4	7
3	Samarinda Ilir	3	1	6
4	Samarinda Kota	1	7	13
5	Samarinda Seberang	3	7	20
6	Samarinda Ulu	6	21	32
7	Samarinda Utara	8	11	33
8	Sambutan	1	3	8
9	Sungai Kunjang	13	16	29
10	Sungai Pinang	4	7	10
Total		43	83	180

Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa terdapat 10 kecamatan di kota Samarinda dan diperoleh informasi bahwa *cluster* satu (C1) memiliki jumlah kasus kebakaran sebanyak 43 kali, *cluster* dua (C2) memiliki kasus kebakaran sebesar 83 kali, dan *cluster* tiga (C3) dengan jumlah kasus sebanyak 180 kali. Lebih lanjut, plot hasil *cluster* menggunakan *Matlab* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Plot Clustering

Pada Gambar 2, warna biru adalah C1, warna hijau menunjukkan C2, dan warna merah merupakan C3. Dari plot yang telah terbentuk, didapatkan juga hasil pusat *cluster* yang telah dinormalisasi menggunakan persamaan (6) pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pusat Cluster yang telah dinormalisasi

<i>Cluster</i>	JKT	JOT	LP	LA	PK
<i>Cluster 1</i>	57.824	36.474	149.93	2477.7	1.691.304.851
<i>Cluster 2</i>	83.520	32.176	140.33	2075.1	1.087.778.821
<i>Cluster 3</i>	46.281	32.195	130.39	2075.3	1.067.256.602

Berdasarkan Tabel 7 diperoleh informasi:

- Cluster 1* memiliki pusat *cluster* yang lebih tinggi pada setiap parameter daripada *cluster 2* dan *cluster 3*, maka *cluster 1* dapat dikategorikan sebagai kelompok kerugian banyak.
- Cluster 2* memiliki hasil pusat *cluster* yang berada diantara *cluster 1* dan hasil *cluster 3*, maka *cluster 2* dapat dikategorikan sebagai kelompok kerugian sedang.
- Cluster 3* dikategorikan sebagai kelompok kerugian sedikit karena memiliki hasil pusat *cluster* yang lebih rendah pada setiap parameter.

Informasi yang telah dijabarkan menunjukkan bahwa terdapat 43 kasus kebakaran dengan perkiraan kerugian termasuk ke dalam kategori banyak, 83 kasus dengan perkiraan kerugian sedang dan 180 kasus kebakaran dengan perkiraan kerugian sedikit.

Tahap terakhir adalah pengujian validitas menggunakan metode *Partition Coefficient (PC)* untuk melihat kevalidan atas pembentukan *cluster* yang optimal. Pada penelitian ini, PC melakukan pengujian *clustering* terhadap dua, tiga, dan empat *cluster* menggunakan persamaan (7). Hasil pengujian dapat dilihat di Tabel 8.

Tabel 8. Hasil *Partition Coefficient*

<i>Cluster</i>	Hasil <i>Partition Coefficient (PC)</i>
C=2	0.138
C=3	0.230

C=4

0.212

Berdasarkan Tabel 8 diketahui bahwa nilai *Partition Coefficient* berjumlah tiga *cluster* (C=3) memiliki nilai yang paling besar diantara dua *cluster* lainnya (mendekati 1). Hal ini menyatakan bahwa hasil *clustering* dengan jumlah tiga *cluster* merupakan jumlah *cluster* yang optimal untuk informasi tentang klusterisasi perkiraan kerugian bencana kebakaran yang terjadi di Kota Samarinda.

4. KESIMPULAN

Fuzzy C-Means telah digunakan untuk memberikan informasi mengenai perkiraan kerugian bencana kebakaran yang terjadi di kota Samarinda. Dari hasil perhitungan didapatkan kesimpulan bahwa metode *Fuzzy C-Means* mampu mengkategorikan perkiraan bencana kebakaran ke dalam tiga kategori yaitu sedikit, sedang dan banyak. Selanjutnya dari pengujian validasi *cluster* yang dilakukan menggunakan metode *Partition Coefficient*, menunjukkan bahwa jumlah *cluster* yang optimal untuk pengelompokan perkiraan kerugian bencana kebakaran adalah tiga *cluster*.

5. SARAN

Penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan metode *clustering* lainnya seperti K-Means, K-Medoid.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Asiri, "Pelaksanaan Mitigasi Bencana Kebakaran Pada Dinas Pemadam Kebakaran Kabupaten Buton," *Kybernan J. Stud. Kepemerintahan*, vol. 3, no. 2, pp. 28–40, 2020, doi: 10.35326/kybernan.v3i2.843.
- [2] Z. F. Abror, "Klasifikasi Citra Kebakaran Dan Non Kebakaran Menggunakan Convolutional Neural Network," *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 24, no. 2, pp. 102–113, 2020.
- [3] D. L. Hidayati, M. Hasanah, S. I. Suryani, and N. Dahena, "Konseling Islam untuk Meningkatkan Strategi Coping Korban Bencana Kebakaran di Kota Samarinda," *Taujih*, vol. I, no. 1, pp. 1–21, 2020.
- [4] Badan Pusat Statistik Kota Samarinda, "Kota Samarinda Dalam Angka 2020," p. 280, 2020.
- [5] A. Cahyadi, F. Lestari, and A. Kadir, "Analisis Tingkat Risiko Bencana Kebakaran Wilayah Jakarta Barat, Provinsi Dki Jakarta," *PREPOTIF J. Kesehat. Masy.*, vol. 6, no. 1, pp. 468–477, 2022.
- [6] N. Puspitasari, R. Rosmasari, and S. Stefanie, "Penentuan Prioritas Perbaikan Jalan Menggunakan Fuzzy C-Means: Studi Kasus Perbaikan Jalan Di Kota Samarinda," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 5, pp. 7–14, 2017.
- [7] S. Mashfuufah and D. Istiawan, "Penerapan Partition Entropy Index, Partition Coefficient Index dan Xie Beni Index untuk Penentuan Jumlah Klaster Optimal pada Algoritma Fuzzy C-Means dalam Pemetaan Tingkat Kesejahteraan Penduduk Jawa Tengah," *7th Univ. Res. Colloquium*, pp. 51–60, 2018.
- [8] S. Mashfuufah and D. Istiawan, "Penerapan Partition Entropy Index, Partition Coefficient Index dan Xie Beni Index untuk Penentuan Jumlah Klaster Optimal pada Algoritma Fuzzy C-Means dalam Pemetaan Tingkat Kesejahteraan Penduduk Jawa Tengah," *7th Univ. Res. Colloquium*, pp. 51–60, 2018.

- Tengah,” *Proceeding of The URECOL*, pp. 51–60, 2018.
- [9] E. Rouza and L. Fimawahib, “Implementasi Fuzzy C-Means Clustering dalam Pengelompokan UKM Di Kabupaten Rokan Hulu,” vol. 19, no. 4, pp. 481–495, 2020.
- [10] S. K. Gusti and R. Abdillah, “Oil Palm Plantation Land Suitability Classification using PCA-FCM,” in *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri*, 2018, pp. 229–236.
- [11] M. M. A. Amirah, A. W. Widodo, and C. Dewi, “Pengelompokan Lagu Berdasarkan Emosi Menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 1, no. 12, pp. 1526–1534, 2017.
- [12] F. Novianti, Y. R. A. Yasmin, and D. C. R. Novitasari, “Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means (FCM) dalam Pengelompokan Provinsi di Indonesia berdasarkan Indikator Penyakit Menular Manusia,” *JUMANJI (Jurnal Masy. Inform. Unjani)*, vol. 6, no. 1, pp. 23–33, 2022.
- [13] H. Rusnedy, G. W. Nurcahyo, and S. Sumijan, “Identifikasi Tingkat Pemakaian Obat Menggunakan Metode Fuzzy C-Means,” *J. Inf. dan Teknol.*, vol. 3, no. 4, pp. 196–201, 2021.
- [14] S. Sumiati, Y. Marelita, A. Suhendar, R. Hay’s, H. Sigit, and A. Jubaedi, “Implementation of Fuzzy C-Means (FCM) Method For Grouping Heart Disorder Patient Data,” 2020, doi: 10.4108/eai.11-7-2019.2298039.
- [15] N. Puspitasari, J. A. Widians, and P. Pohny, “A Clustering Of Generative and Infectious Diseases Using Fuzzy C-Means,” *ITSMART J. Teknol. dan Inf.*, vol. 7, pp. 22–28, 2018.
- [16] M. S. Alam *et al.*, “Automatic Human Brain Tumor Detection In MRI Image Using Template-Based K-Means And Improved Fuzzy C-Means Clustering Algorithm,” *Big Data Cogn. Comput.*, vol. 3, no. 2, pp. 1–18, 2019.
- [17] N. Puspitasari, “Penentuan Prioritas Perbaikan Jalan Menggunakan Fuzzy C-Means : Studi Kasus Perbaikan Jalan Di Kota Samarinda,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 5, no. 1, p. 7, 2017, doi: 10.14710/jtsiskom.5.1.2017.7-14.
- [18] M. T. A. C. Widiyanto, “Perbandingan Validitas Fuzzy Clustering pada Fuzzy C-Means dan Particle Swarms Optimazation (PSO) Pada Pengelompokan Kelas,” *JISKA (Jurnal Inform. Sunan Kalijaga)*, vol. 4, no. 1, p. 22, 2019.
- [19] E. Oktafiansyah and A. Uperiati, “Prediksi Pendistribusian Air di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dengan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) (Studi Kasus : PDAM Tirta Kepri Tanjungpinang),” *J. Sustain. J. Has. Penelit. dan Ind. Terap.*, vol. 10, no. 01, pp. 32–36, 2021.
- [20] T. U. Azmi, H. Haryanto, and T. Sutojo, “Prediksi Jumlah Produksi Jenang di PT Menara Jenang Kudus Menggunakan Metode Logika Fuzzy Tsukamoto,” *Sisfotenika*, vol. 8, no. 1, pp. 23–34, 2018.
- [21] M. Nazmi fadilah, A. Yusuf, and N. Huda, “Prediksi Beban Listrik Di Kota Banjarbaru Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation,” *Mat. Murni Dan Terap.*, vol. 14, no. 2, pp. 81–92, 2020.
- [22] R. Rustiyan and M. Mustakim, “Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means untuk Analisis Permasalahan Simpanan Wajib Anggota Koperasi,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 2, p. 171, 2018.
- [23] S. Mallik and Z. Zhongming, “Multi-objective Optimized Fuzzy Clustering For Detecting Cell Clusters From Single-Cell Expression Profiles,” *Genes (Basel).*, vol. 10, no. 8, pp. 1–22, 2019, doi: 10.3390/genes10080611.