Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means Pada Penentuan Lokasi Gudang Pendukung PT. XYZ

Brian Christian, Lukman Hakim
Teknik Informatika, Universitas Bunda Mulia
Jakarta- Indonesia
Email : brianxca7@gmail.com, lhakim@bundamulia.ac.id

Abstract

In data mining a series of processes are applied to extract information from a data set. PT. XYZ which has a lot of sales data that can be processed. In the company PT. XYZ which is engaged in the retail sector which has tight competition and develops rapidly, customer satisfaction is one of the things that need to be considered. It takes more than product quality, but service to customers is also important to win competition in sales and one that can be considered in customer satisfaction is the availability of products that customers want. Use of Clustering Method to classify objects based on similarity in characteristics, especially one of fuzzy clustering, that is, fuzzy C-means can be used to determine the distance and presence of each point in a cluster. In this study, fuzzy C-means is applied in determining the supporting warehouse of PT. XYZ is based on the clustering location of PT. XYZ which is represented as the Cartesian coordinates and the centroid of each cluster refers to the location of the supporting warehouse along with the grouping of outlets with the supporting warehouse. Using 3 clusters in 100 iterations the difference in objective function is 3.3e-8%, while the experiment using 4 clusters requires 39 iterations with an objective function difference of 1.1e-12%, then the more number of clusters will minimize the difference in objective functions for results with smaller errors.

Keywords: Data Mining, Clustering, Fuzzy C-Means, Supporting Warehouse PT. XYZ

1. Pendahuluan

Pelayanan kepada pelanggan sangat diutamakan perusahaan-perusahaan bersamaan dengan produk yang dijual. Persaingan antar perusahaan khususnya di bidang retail memperhatikan bukan hanya mutu dari produknya tetapi pelayanan kepada pelanggan dalam jangka waktu panjang. Salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang ini adalah PT. XYZ. Kualitas produk bukanlah menjadi satu-satunya bagi perusahaan itu untuk mampu bersaing, terlebih bagi perusahaan yang menjual produk yang sama dan berada pada harga yang sama. Ketersediaan barang yang dijual perlu diperhatikan untuk kenyamanan pelanggan dan adapun kendala dalam ketersediaan barang yang dijual pada di gerai PT. XYZ dikarenakan jarak yang cukup jauh untuk mengirimkan persediaan barang atau distribusi barang ke gerai yang ada, untuk itu diperlukan sejumlah gudang pendukung yang berjarak

cukup dekat dengan gerai yang ada disekitar untuk mempermudah distribusi persediaan barang serta keperluan pelanggan terhadap produk yang berbeda beda. Oleh karena itu diperlukan solusi untuk memudahkan distribusi barang dan menjaga persediaan barang agar selalu tersedia untuk pelanggan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah PT. XYZ membuka gudang pendukung yang berada di tempat dengan jarak yang lebih dekat dengan cabang-cabang gerai PT. XYZ.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dapat dirumuskan masalah “bagaimana mengelompokkan gerai PT. XYZ agar terbentuk kelompok-kelompok gerai yang memiliki jarak terdekat pada lokasi tertentu yang dapat dijadikan sebagai tempat gudang pendukung PT. XYZ”. Dalam penelitian ini akan dikaji pengelompokan gerai dengan menggunakan algoritma Fuzzy C-Means untuk membentuk klaster sebagai dasar menentukan lokasi gudang pendukung PT. XYZ.

Tujuan penelitian ini adalah membentuk klaster dengan menggunakan Fuzzy C-Means untuk menentukan lokasi gudang pendukung PT. XYZ. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data gerai PT. XYZ dalam 10 tahun terakhir.

2. Kajian Pustaka

A. Data Mining

Data mining (DM) adalah serangkaian proses untuk menggali nilai tambah dari suatu kumpulan data berupa pengetahuan yang selama ini tidak diketahui secara manual. Patut diingat bahwa kata mining sendiri berarti usaha untuk mendapatkan sedikit barang berharga dari sejumlah besar material dasar. Karena itu DM sebenarnya memiliki akar yang panjang dari bidang ilmu seperti kecerdasan buatan (*artificial intelligent*), *machine learning*, statistik dan basis data. Beberapa teknik yang sering disebut-sebut dalam literatur DM antara lain: *clustering*, *classification*, *association rule mining*, *neural network*, dan *genetic algorithm*[1].

Gambar 1 Tahap-tahap Data Mining

Data mining dapat dibagi menjadi beberapa tahap. Tahap-tahap tersebut bersifat interaktif di mana pemakai terlibat langsung atau dengan perantaraan knowledge base. Tahap-tahap ini antara lain[2]:

1. Pembersihan data (untuk membuang data yang tidak konsisten dan noise)
2. Integrasi data (penggabungan data dari beberapa sumber)
3. Transformasi data (data diubah menjadi bentuk yang sesuai untuk di-mining)
4. Aplikasi teknik DM
5. Evaluasi pola yang ditemukan (untuk menemukan yang menarik/bernilai)
6. Presentasi pengetahuan (dengan teknik visualisasi).

B. *Clustering*

Clustering adalah proses pengelompokan benda serupa ke dalam kelompok yang berbeda, atau lebih tepatnya partisi dari sebuah data set kedalam subset, sehingga data dalam setiap subset memiliki arti yang bermanfaat. Sebuah cluster terdiri dari kumpulan benda-benda yang mirip antara satu dengan yang lainnya dan berbeda dengan benda yang terdapat pada cluster lainnya. Algoritma clustering terdiri dari dua bagian yaitu secara hirarkis dan secara partitional. Algoritma hirarkis menemukan cluster secara berurutan dimana cluster ditetapkan sebelumnya, sedangkan algoritma partitional menentukan semua kelompok pada waktu tertentu [1]. Prinsip dari *clustering* adalah memaksimalkan kesatuan antar anggota satu klaster dan meminimumkan kesamaan antar klaster. Algoritma clustering merupakan algoritma pengelompokan sejumlah data menjadi kelompok-kelompok data tertentu. Objek data yang terletak dalam satu klaster harus mempunyai kemiripan, sedangkan yang tidak berada dalam satu klaster tidak mempunyai kemiripan [3]. Dalam clustering metode ini berusaha untuk menempatkan obyek yang mirip (jaraknya dekat) dalam satu cluster dan membuat jarak antar cluster sejauh mungkin [4].

C. *Fuzzy Clustering*

Fuzzy clustering adalah suatu teknik untuk menentukan klaster yang didasarkan pada jarak menggunakan fungsi keanggotaan fuzzy. Derajat keanggotaan fungsinya merupakan jarak antara suatu himpunan fuzzy dengan suatu himpunan crisp terdekat. Ada 3 cara untuk mencari jarak tersebut yaitu[3]:

1. *Hamming distance*

$$f(A) = \sum [\mu_A[x] - \mu_C[x]] \quad (1)$$

atau

$$f(A) = \sum \min[\mu_A[x], 1 - \mu_C[x]] \quad (2)$$

2. *Euclidean distance*

$$f(A) = \left\{ \sum [\mu_A[x] - \mu_C[x]]^2 \right\} \quad (3)$$

3. Minkowski distance

$$f(A) = \{\sum [\mu_A[x] - \mu_C[x]]^w\}^1 \quad (4)$$

D. Fuzzy C-Means

Fuzzy C-Means adalah metode pengelompokan data yang diusulkan oleh Bezdek dengan memanfaatkan konsep dari *fuzzy theory* [5]. *Fuzzy C-Means* menerapkan pengelompokan *fuzzy*, dimana setiap data dapat menjadi anggota dari beberapa cluster dengan derajat keanggotaan yang berbeda-beda pada setiap cluster. *Fuzzy C-Means* merupakan algoritma iteratif, yang menerapkan iterasi pada proses clustering data. Tujuan dari *Fuzzy C-Means* adalah untuk mendapatkan pusat cluster yang nantinya akan digunakan untuk mengetahui data yang masuk ke dalam sebuah cluster.

Dalam *Fuzzy C-Means*, setiap data memiliki derajat keanggotaan dalam setiap kelompok. Derajat keanggotaan tersebut memiliki nilai diantara 0 dan 1. Suatu data memiliki derajat keanggotaan sama dengan 0 jika data tersebut sama sekali tidak menjadi bagian dalam sebuah kelompok. Sementara nilai 1 menunjukkan bahwa data merupakan anggota sepenuhnya dalam suatu kelompok. Hal tersebut merupakan perbedaan utama dengan algoritma '*hard clustering*', seperti *K-means*, dimana suatu data merupakan anggota suatu kelompok atau tidak. Seperti halnya dalam algoritma *K-means* [6], *Fuzzy C-Means* memiliki titik pusat (centroid) kelompok serta menentukan derajat keanggotaan untuk setiap data i pada kelompok j . Algoritma *Fuzzy C-Means* memiliki fungsi objektif dengan meminimalkan fungsi pada persamaan [7]:

$$f(A) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^C (\mu_{ij})^w \|x_i - c_j\| \quad (5)$$

Fungsi objektif pada persamaan di atas digunakan untuk meminimalkan jarak antar data dalam kelompok yang sama (*intra-cluster*) sehingga suatu data memiliki kemiripan dengan data lain pada kelompok yang sama. Nilai w adalah nilai bobot yang diperkenalkan dalam algoritma *Fuzzy C-Means*. Nilai $w > 1$ dan umumnya diberikan nilai 2. Berikut ini merupakan tahapan dari algoritma *Fuzzy C-Means* [8]:

1. Menentukan data yang akan di klaster X , berupa matriks berukuran $n \times m$ (n =jumlah sampel data, m =atribut setiap data). X_{ij} =data sampel ke- i ($i=1,2,...,n$), atribut ke- j ($j=1,2,...,m$).
2. Tentukan jumlah *cluster* (c), pangkat (w), maksimum iterasi (*MaxIter*), error terkecil yang diharapkan (ζ), fungsi obyektif awal ($P_0=0$), iterasi awal ($t=1$). Inisialisasi pusat kelompok secara acak, $C_1, C_2, ..., C_k$.
3. Inisialisasi derajat keanggotaan, dan bangkitkan bilangan random, $i=1,2,...,n$; $j=1,2,...,c$; sebagai elemen-elemen matriks partisi, dengan $1 \leq i \leq n$ dan $1 \leq j \leq c$. Derajat keanggotaan yang merujuk pada seberapa besar kemungkinan suatu data bisa menjadi anggota ke dalam suatu cluster [new2][9].
4. Hitung titik pusat kelompok,

$$C_j = \frac{\sum_{i=1}^n (\mu_{ij})^w x_i}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ij})^w} \quad (6)$$

dimana: n = jumlah data dalam kelompok j , x_i = data ke- i , μ_{ij} = derajat keanggotaan data i pada kelompok j

5. Perbarui derajat keanggotaan,

$$C_{ij} = \frac{D(x_i, c_k)^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c D(x_i, c_k)^{\frac{-1}{w-1}}} \quad (7)$$

dimana: $D(x, c)$ adalah jarak antara data x ke titik pusat kelompok c yang diperoleh menggunakan rumus *Euclidian* yang merupakan nilai jarak antara klaster terhadap pusat klaster [1][3].

$$D(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (8)$$

6. Hitung fungsi objektif pada persamaan 5
7. Lakukan langkah 5, 6, 7 sehingga tidak ada perubahan signifikan pada fungsi objektif atau tahapan iterasi maksimal sudah terpenuhi.

E. Sistem Koordinat Kartesius

Dalam Matematika, suatu sistem koordinat Kartesius pada umumnya digunakan untuk menentukan tiap titik dalam bidang dengan menggunakan dua bilangan yang biasa disebut koordinat x dan koordinat y dari titik tersebut. Untuk mendefinisikan koordinat diperlukan dua garis berarah yang tegak lurus satu sama lain (sumbu x dan sumbu y), dan panjang unit, yang dibuat tanda-tanda pada kedua sumbu tersebut, seperti terdapat pada gambar 2[10].

Gambar 2. Sistem Koordinat Kartesius

Istilah *Kartesius* tersebut digunakan untuk mengenang ahli Matematika sekaligus filsuf dari Perancis *Descartes*, yang sangat berperan besar dalam menggabungkan aljabar dan geometri (*Cartesius* adalah latinisasi untuk *Descartes*). Hasil kerjanya sangat berpengaruh dalam perkembangan geometri analitik, kalkulus dan kartografi. Ide dasar sistem ini dikembangkan pada tahun 1637 dalam

dua tulisan karya Descartes. Pada bagian kedua dari tulisannya *Discourse on Method*, ia memperkenalkan ide baru untuk menggambarkan posisi titik atau obyek pada sebuah permukaan, dengan menggunakan dua sumbu yang bertegak lurus antar satu dengan yang lain. Sedangkan dalam tulisannya yang lain, *La Géométrie*, ia memperdalam konsep-konsep yang telah dikembangkannya tersebut[11].

3. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan tahapan sebagai berikut:

Pengumpulan data

Data yang digunakan adalah data cabang gerai PT. XYZ berupa data alamat tempat gerai. Data ini diambil dari PT. XYZ sejumlah 200 sebagai *sample*.

Pre-Processing

Pada tahap *pre-processing* dilakukan *data integration* dan *data transformation*. *Data integration* yaitu proses menggabungkan data dari banyak database dalam hal ini adalah data pelanggan PT. XYZ dari berbagai kecamatan di Jabodetabek. *Data transformation* dilakukan untuk mengubah bentuk dan format data. Hal ini tentunya sangat membantu memudahkan pengguna dalam proses mining ataupun memahami hasil yang didapat [5]. Dalam *pre-processing* sekumpulan data lokasi gerai PT. XYZ diubah menjadi data lokasi menggunakan koordinat kartesius.

Clustering

Pada tahap ini, algoritma yang digunakan adalah algoritma fuzzy c-means. Percobaan dilakukan berulang-ulang dengan menggunakan Matlab hingga diperoleh nilai optimal, yaitu nilai dimana nilai centroid tidak mengalami perubahan.

Tahapan penelitian seperti yang sudah diuraikan di atas ditunjukkan pada gambar 3.

Gambar 3. Tahap Penelitian

A. *Pengumpulan Data*

Penelitian menggunakan *fuzzy c-means* untuk menentukan lokasi gudang pendukung memerlukan sejumlah data alamat gerai PT. XYZ. Data yang diperoleh

dari PT. XYZ berupa data mentah yang perlu diproses kembali agar dapat digunakan dengan *pre-processing*. Sebagian data dari PT. XYZ yang disusun dalam Tabel 1.

Tabel 1 Sample data Toko PT. XYZ

Kode	Nama	Alamat
A004	PASAR SEGAR BINTARO	JL. RAYA GRAHA BUNGA DA 17-19 KEL.PD.JAGUNG TIMUR KEC.SERPONG UTARA_TANGERANG
A017	DUTA BINTARO 2 (F)	JL.DUTA BINTARO BOK.F1 NO.11 RT.01/10 KEL.KUNCIRAN KEC.PINANG KAB.TANGERANG
A045	RUKO BUKIT DAGO (F)	RUKO BUKIT DAGO, RT. 06, RW. 14, BLOK AA NO. 5 & 6, DESA RAWA BELONG, KEC. GUNUNG SINDUR, KAB. BOGOR
A046	CEGER RAYA	JL.CEGER RAYA RT.002 RW.04 KEL.JURANGMANGU TIMUR , KEC.PONDOK AREN TANGERANG
A047	ARINDA PERMAI	JL.RAYA CEGER PONDOK AREN/PERUM ARINDA PERMAI BLOK B/2 RT.04 RW.04 ,KEL.PONDOK AREN ,KEC.PONDOK AREN TANGERANG
A048	VILLA JAPOS (F)	JAPOS GRAHA LESTARI BLOK A1/11 RT. 09 RW. 08 KEL. JURANGMANGU KEC. PONDOK AREN TANGERANG
A049	PONDOK BETUNG RAYA (F)	JL. PONDOK BETUNG RAYA NO.6 KEL. PONDOK KARYA , KEC. PONDOK AREN TANGERANG
A050	PONDOK JAYA	JL. PONDOK JAYA, RT.003, RW. 03, KEL. PONDOK JAYA, KEC. PONDOK AREN, KAB. TANGERANG
A051	PONDOK JATI	JL. JAPOS RAYA RT. 005 RW. 04 KEL. JURANG MANGU BARAT KEC. PONDOK AREN TANGERANG
A052	PONDOK AREN / CEGER RAYA 2	JL. CEGER RAYA RT. 02/01 KEL. PONDOK AREN KEC. PONDOK AREN TANGERANG
A053	WAHID HASYIM	JL. KH. WAHID HASYIM NO. 41 RT. 005 RW. 06, JURANG MANGU TIMUR, PONDOK AREN
A054	PONDOK AREN 2	JL PONDOK AREN RAYA RT 03/01 KEL.PONDOK AREN KEC.PONDOK AREN TANGERANG
A055	WAHID HASYIM - 2	JL. KH. WAHID HASYIM, RT. 003, RW. 004, KEL. JURANGMANGU TIMUR, KEC. PONDOK AREN, TANGERANG
A056	SERPONG PARK	JL. LENGKONG RAYA BLOK P1 NO.8 & 9 KEL. LENGKONG KARYA , KEC. SERPONG TANGERANG

Kode	Nama	Alamat
A058	THE GREEN	KOMP. PERUMAHAN THE GREEN B 7 NO. 5, KEL. CILENGGANG, KEC. SERPONG, KAB. TANGERANG
A059	EKA HOSPITAL (CONV)	LOBBY EKA HOSPITAL,CENTRAL BUSINESS DISTRICT LOT IX KEL.LENGKONG GUDANG BARAT KEC.SERPONG KAB.TANGERANG
A060	GRIYA HIJAU RAYA (F)	KOMP. GRIYA HIJAU RAYA NO.25 & 27
A061	JELUPANG UTAMA	JL. JELUPANG UTAMA, RT. 005, RW. 02, KEL. JELUPANG, KEC. SERPONG UTARA, KAB. TANGERANG
A062	PERUM GRIYA ASRI	JL. PERUM GRIYA ASRI BLOK B3/14 RT. 055/007 ,KEL. JELUPANG, KEC. SERPONG, TANGERANG
A063	VILLA MUTIARA SERPONG	PERUM VILLA MUTIARA SERPONG BLOK A 01- 08 B & C RT.005 RW.011 KEL.PONDOK JAGUNG TIMUR , KEC.SERPONG TANGERANG
A064	REMPOA	JL. PAHLAWAN RAYA RT.3/4 NO 99A REMPOA
A065	GEREJA BINTARO BARU	JL.GEREJA BINTARO SEKTOR 2 SH 2/8 RT.007 RW.007 KEL.RENGAS , KEC.CIPUTAT TANGERANG
A066	LEGOSO	JL.LEGOSO RAYA NO.25 RT.004 RW.007 KEL.PISANGAN KEC.CIPUTAT TANGERANG
A067	CIREUNDEU RAYA	JL.CIREUNDEU RAYA RT.001 RW.001 KEL.CIREUNDEU KEC.CIPUTAT TANGERANG
A068	RAYA PAHLAWAN	JL.PAHLAWAN RAYA CEMPAKA PUTIH / GANG ARSENTO RT.005 RW.001 KEL.CEMPAKA PUTIH , KEC. CIPUTAT TANGERANG
A070	CIREUNDEU 2	JL.CIREUNDEU RAYA RT.001 RW.06 KEL.CIREUNDEU , KEC.CIPUTAT TANGERANG

Adapun data mengenai lokasi gerai dalam koordinat kartesius didapatkan menggunakan *Google Maps* dengan alamat toko dari data PT. XYZ.

B. Fuzzy C-Means

Pada penelitian ini akan menggunakan metode Clustering dengan algoritma Fuzzy C-means. Metode ini memberikan hasil analisis yang berdasarkan pada data gerai atau toko PT. XYZ. Proses clustering yang dilakukan akan mengelompokkan data gerai dan mendapatkan pusat masing masing klaster untuk menentukan posisi gudang pendukung PT. XYZ. Gambar 4 menunjukkan *flowchart* algoritma *fuzzy c-means*.

Gambar 4. Flowchart fuzzy c-means

C. Rancangan Tampilan

Rancangan tampilan antarmuka yang diperlukan adalah menu utama yang berisikan *form* masukan untuk memasukkan data inisialisasi parameter awal. Berikut rancangan tampilan antarmuka menu utama:

Gambar 5. Antarmuka Utama

Terdapat beberapa komponen antarmuka seperti *button load data* untuk menggunakan data yang terdapat dari *file* yang akan digunakan dalam proses, *button hasil* untuk menampilkan hasil berupa *plot* data atau grafik yang menunjukkan pengelompokkan dan grafik perubahan fungsi objektif, *button proses*

digunakan untuk menjalankan proses *fuzzy c-means* dengan data yang telah masukkan.

4. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini lokasi gudang pendukung PT. XYZ akan ditentukan dengan clustering menggunakan *fuzzy c-means*. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data gerai atau toko PT. XYZ yang tersebar di beberapa lokasi dan penjualan tiap gerai dalam kuartal kedua tahun 2017. Data lokasi gerai diubah ke dalam koordinat kartesius pada peta yang memiliki sumbu x dan sumbu y . Koordinat ini yang digunakan untuk menentukan *centroid* dari kluster yang menjadi lokasi untuk mendirikan gudang pendukung.

Sebelum melakukan perhitungan *fuzzy c-means*, terlebih dahulu data yang akan dipakai dalam perhitungan disiapkan dan dimasukkan ke dalam program. Data yang dimasukkan adalah data sekunder yang telah dinormalisasi yang kemudian dimasukkan melalui form masukkan. Kemudian lakukan proses *clustering* dengan *fuzzy c-means*.

A. Perhitungan *fuzzy c-means*

Fuzzy c-means memiliki tahapan untuk melakukan clustering seperti yang telah diilustrasikan pada flowchart pada gambar 3 sebelumnya.

1. Menentukan matriks:

Setelah data yang akan dihitung tersedia dan telah dimasukkan maka matriks berukuran $n \times m$ dimana n merupakan jumlah sampel data dan m adalah atribut setiap data dapat ditentukan. Berikut sebagian dari 200 sample data yang diproses

Tabel 2. *Sample matriks*

<i>No</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
1	83.72	16.45
2	75.35	94.81
3	100.31	92.92
4	29.88	80.76
5	23.47	57.90
6	26.09	22.62
7	1.04	69.53
8	63.08	62.70
9	56.45	35.87
10	72.03	14.13
11	88.79	95.88
12	33.78	5.24
13	3.88	51.82

<i>No</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
14	43.49	35.46
15	3.92	37.00

2. *Inisialisasi Parameter Awal*

Algoritma *fuzzy c-means* memerlukan parameter awal yang ditentukan sebelum memulai perhitungan dan iterasi. Pada penelitian ini peneliti menetapkan jumlah klaster(c) yang terbentuk sebanyak tiga, disertai dengan pangkat pembobot (w) dua dan maksimal iterasi (MaxIter) sebesar 100 kemudian dengan *error* terkecil yang diharapkan (ζ) sebesar 0,0001.

3. *Inisialisasi Derajat Keanggotaan*

Pada Algoritma *fuzzy c-means* derajat keanggotaan untuk perhitungan pada iterasi pertama ditentukan secara *random* atau acak bersyarat yaitu total derajat keanggotaan $\sum \mu_{ij} = 1$ dan n merupakan banyak sampel data dimana pada penelitian ini peneliti menggunakan 200 data, $i=1,2,...,n$; sedangkan j sebanyak jumlah klaster, $j=1,2,...,c$. Berikut sebagian dari derajat keanggotaan yang ditentukan secara acak oleh peneliti.

Tabel 3. Derajat Keanggotaan

<i>No.</i>	<i>c1</i>	<i>c2</i>	<i>c3</i>	<i>Jumlah</i>
1	0.1	0.3	0.6	1
2	0.2	0.4	0.4	1
3	0.6	0.2	0.2	1
4	0.7	0.1	0.2	1
5	0.5	0.3	0.2	1
6	0.2	0.2	0.6	1
7	0.3	0.6	0.1	1
8	0.8	0.1	0.1	1
9	0.3	0.4	0.3	1
10	0.4	0.3	0.3	1
11	0.5	0.1	0.4	1
12	0.8	0.1	0.1	1
13	0.2	0.4	0.4	1
14	0.6	0.1	0.3	1
15	0.3	0.5	0.2	1

4. *Hitung titik pusat klaster*

Titik pusat klaster atau *centroid* pada *fuzzy c means* ditentukan dengan menggunakan rumus (6). Berikut tabel hasil perhitungan titik pusat klaster.

Tabel 4. Titik Pusat Iterasi 1

<i>Centroid cluster</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
<i>c1</i>	50.29894	53.44322
<i>c2</i>	31.43617	52.92853
<i>c3</i>	53.719	43.78028

5. *Perbarui derajat keanggotaan*

Setelah menemukan pusat klaster, derajat keanggotaan akan dihitung kembali dengan menggunakan persamaan (7). Jarak antara data x dengan titik pusat klaster perlu dihitung dalam menggunakan persamaan (7) yang dapat dilakukan dengan persamaan (8). Berbeda dengan derajat keanggotaan pada inisialisasi sebelum memulai iterasi dimana derajat keanggotaan ditentukan secara acak dengan ketentuan bahwa jumlahnya sama dengan satu. Pada iterasi setelah iterasi pertama, derajat keanggotaan diperoleh melalui kalkulasi dengan persamaan (7). Berikut derajat keanggotaan yang baru pada iterasi pertama yang digunakan untuk iterasi berikutnya.

Tabel 5. Derajat keanggotaan baru

<i>No.</i>	<i>c1</i>	<i>c2</i>	<i>c3</i>	<i>Jumlah</i>
1	0.320453	0.195967	0.48358	1
2	0.417292	0.265016	0.317692	1
3	0.395994	0.253434	0.350572	1
4	0.322794	0.483251	0.193955	1
5	0.099523	0.834415	0.066062	1
6	0.257051	0.416931	0.326018	1
7	0.248772	0.556937	0.194291	1
8	0.559957	0.127146	0.312897	1
9	0.158018	0.059757	0.782225	1
10	0.302907	0.193822	0.503272	1
11	0.404614	0.25867	0.336716	1
12	0.284265	0.323756	0.391979	1
13	0.213541	0.605691	0.180768	1
14	0.253318	0.20798	0.538702	1
15	0.22968	0.550137	0.220183	1

6. *Fungsi Objektif*

Persamaan (5) digunakan untuk menghitung fungsi objektif pada setiap iterasi. *Fungsi objektif* dari setiap iterasi akan berubah dan selisih perubahan akan semakin mengecil. Ketika selisih *fungsi objektif* pada iterasi ke- n lebih kecil atau sama dengan *epsilon* (*error* terkecil yang diharapkan) yang telah ditentukan pada inisialisasi parameter maka iterasi akan berhenti. *Fungsi objektif* untuk iterasi pertama adalah 11813.91735 dengan selisih

11813.91735 karena iterasi pertama maka selisihnya sama besar dengan fungsi objektifnya.

7. Iterasi

Ketika kondisi tidak terpenuhi maka iterasi dilakukan hingga kondisi terpenuhi dengan mengulangi proses pada tahap ke 4 sampai 6. Pada penelitian ini peneliti menentukan maksimal iterasi sebanyak 100 kali iterasi maka kondisi untuk berhenti melakukan iterasi pada *fuzzy cmeans* dalam penelitian adalah ketika maksimal iterasi tercapai atau selisih *fungsi objektif* sebesar *epsilon* yang telah ditentukan pada inialisasi parameter awal.

B. Hasil Clustering Dengan 3 Klaster

Proses *clustering* dengan *fuzzy c-means* dengan 3 klaster dengan 200 sampel data lokasi gerai PT. XYZ menggunakan koordinat kartesius telah membentuk 3 titik pusat klaster yang diperoleh dengan 100 kali proses iterasi atau mencapai batas maksimal iterasi yang telah ditentukan peneliti pada inialisasi parameter awal.

Proses *clustering* dan ilustrasi hasil proses menggunakan *Mathlab* untuk menunjukkan *plot* atau grafik menggunakan sumbu x dan sumbu y untuk menampilkan hasil proses *clustering* dengan *fuzzy c-means* berupa *centroid* dengan pengelompokkan data ke dalam masing-masing klaster dan perubahan fungsi objektif pada iterasi yang dilakukan.

Fungsi objektif hasil proses pada iterasi ke-100 adalah 81812.513925 dan *fungsi objektif* pada iterasi ke-99 adalah 81812.791612 maka selisih *fungsi objektif* yang diperoleh sebesar 0.277687. Gambar 6 menampilkan plot data ilustrasi *fuzzy c means* pada penelitian ini.

Gambar 6. Hasil *fuzzy c means* 3 klaster

Klaster 1 diberi warna hijau, klaster 2 diberi warna merah, dan klaster 3 berwarna biru. Hasil proses *fuzzy c-means* pada iterasi ke-100 mendapatkan *centroid* masing masing klaster sebagai berikut:

Tabel 6. Titik Pusat 3 klaster Iterasi 100

<i>centroid</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
<i>C1</i>	21.57011	44.698
<i>C2</i>	67.07408	77.34299
<i>C3</i>	72.65572	25.21317

Perubahan *fungsi objektif* pada setiap iterasi diilustrasikan dengan gambar 7 menggunakan *plot* untuk menunjukkan perubahan *fungsi objektif* dari iterasi ke iterasi berikutnya semakin mengecil selisihnya. Selisih *fungsi objektif* semakin mendekati *epsilon* yang ditentukan pada inisialisasi awal.

Setiap *centroid* pada masing-masing klaster mewakili lokasi gudang pendukung untuk gerai-gerai PT. XYZ. Titik berwarna hijau, biru, dan merah pada Gambar 6 mewakili lokasi gerai berdasarkan koordinat kartesius yang telah dimasukkan. Sekumpulan gerai tersebut didukung oleh gudang pendukung yang telah dikelompokkan berdasarkan derajat keanggotaan yang paling besar pada tiap data pada iterasi terakhir hasil *clustering*. Berikut sebagian data hasil pengelompokkan dengan *fuzzy c means*.

Gambar 7. *plot fungsi objektif*

Tabel 7. Sampel Penentuan Klaster

<i>No.</i>	μ_1	μ_2	μ_3	<i>Klaster</i>
1	0.485223	0.362905	0.151872	1
2	0.973695	0.011472	0.014832	2
3	0.012739	0.017048	0.970213	3
4	0.925417	0.037604	0.036979	1
5	0.064438	0.107743	0.827819	3

No.	μ_1	μ_2	μ_3	Klaster
6	0.077945	0.741817	0.180238	2
7	0.837419	0.102263	0.060317	1
8	0.45344	0.395015	0.151544	1
9	0.226445	0.321887	0.451667	3
10	0.090198	0.850631	0.059171	2
11	0.370409	0.12555	0.50404	3
12	0.07148	0.117003	0.811517	3
13	0.016903	0.024957	0.95814	3
14	0.037605	0.058772	0.903622	3
15	0.711169	0.097424	0.191407	1

C. Hasil Clustering Dengan 4 klaster

Proses *fuzzy c-means* dengan 4 klaster dengan 200 sampel data lokasi gerai PT. XYZ menggunakan koordinat kartesius dan *epsilon* yang sama akan membentuk 4 titik pusat klaster yang diperoleh dengan batas maksimal iterasi adalah 100 kali proses iterasi atau mencapai batas maksimal iterasi yang telah ditentukan peneliti pada inisialisasi parameter awal. Dilakukan *clustering* dengan 4 klaster untuk menunjukkan perbedaan letak *centroid* dan pengelompokan data ke dalam klaster.

Gambar 8. Hasil *fuzzy c-means* 4 klaster

Pada proses *fuzzy c-means* dengan 4 klaster diperoleh hasil berbeda dimana iterasi hanya terjadi sebanyak 39 kali iterasi. *Fungsi objektif* pada iterasi ke 39 adalah 50396.663884 dan pada iterasi ke 38 adalah 50396.663890 sehingga selisih *fungsi objektif* sebesar 0.000006.

Terdapat 4 titik pusat klaster mengikuti jumlah klaster yang merupakan lokasi gudang pendukung berdasarkan koordinat kartesius dari setiap *centroid*. Klaster 1 diberi warna biru, klaster 2 diberi warna merah, klaster 3

berwarna hijau, dan klaster 4 berwarna kuning. Hasil proses *fuzzy c-means* mendapatkan centroid masing masing klaster sebagai berikut:

Tabel 8. Titik Pusat 4 klaster

<i>centroid</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
<i>C1</i>	25.0438	21.0522
<i>C2</i>	25.2055	70.7366
<i>C3</i>	76.7582	76.8634
<i>C4</i>	79.5112	25.3190

Perubahan *fungsi objektif* untuk 4 klaster pada setiap iterasi diilustrasikan dengan gambar 9 menggunakan *plot*.

Gambar 9. Plot fungsi objektif 4 klaster

Tabel 9. Sampel Penentuan Klaster dengan 4 Klaster

<i>No.</i>	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	<i>Klaster</i>
1	0.11375	0.133141	0.686065	0.067043	3
2	0.651741	0.053818	0.225342	0.069099	1
3	0.00029	0.000338	0.000176	0.999197	4
4	0.443537	0.068412	0.417129	0.070922	1
5	0.035715	0.059517	0.025381	0.879387	4
6	0.026805	0.846417	0.04241	0.084368	2
7	0.053598	0.027103	0.900261	0.019037	3
8	0.106959	0.142963	0.68308	0.066997	2
9	0.179235	0.272001	0.196575	0.352188	4
10	0.073912	0.484937	0.355941	0.085211	2
11	0.672044	0.057308	0.080399	0.190249	1
12	0.043314	0.070031	0.030499	0.856156	4
13	0.012002	0.016375	0.007951	0.963672	4

No.	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	Klaster
14	0.012212	0.018166	0.008239	0.961383	4
15	0.933271	0.012866	0.03047	0.023393	1

Pada pengujian jumlah iterasi yang dilakukan tidak selalu sama hal ini dikarenakan derajat keanggotaan yang ditentukan secara acak sehingga *fungsi objektif* berbeda, namun letak *centroid* tetap sama hanya klasternya dapat berbeda.

5. Simpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya maka proses *clustering* dengan menggunakan *fuzzy c-means* dapat mengelompokkan data gerai dengan gudang pendukung tanpa menentukan lokasi awal gudang pendukung tersebut. Lokasi gerai PT. XYZ terlebih dahulu diubah menjadi koordinat kartesiusdimana terdapat koordinat pada sumbu x dan y. Proses *fuzzy c-means* dilakukan dengan perhitungan *fungsi objektif* dan derajat keanggotaan yang ditentukan secara acak pada inisialisasi parameter awal dan dilakukan sampai kondisi terpenuhi yaitu sebanyak maksimal iterasi atau sampai selisih *fungsi objektif* sebesar atau mendekati *epsilon* yang telah ditentukan pada inisialisasi. Semakin kecil *epsilon* maka semakin akurat hasil *fuzzy c-means*.

Pusat klaster atau *centroid* terakhir hasil dari *fuzzy c-means* berupa koordinat kartesiusyang dekat dengan sekumpulan gerai menjadi acuan untuk lokasi pendirian gudang pendukung. Iterasi yang dilakukan dalam proses membuat *centroid* tiap klaster mengarah keposisi yang dekat dengan sekumpulan gerai yang dikelompokkan dalam klaster yang terbentuk. Sejumlah gerai yang didukung oleh gudang tersebut ditentukan melalui pengelompokkan hasil *clustering fuzzy c-means* berdasarkan derajat keanggotaan tertinggi dari sejumlah klaster yang ada. Hasil *clustering fuzzy c means* dengan 4 klaster memerlukan iterasi yang lebih sedikit daripada 3 klaster, karena menggunakan derajat keanggotaan yang acak maka jumlah iterasi tidak selalu sama.

Penelitian selanjutnya dapat berfokus mendapatkan hasil yang lebih akurat dari *fuzzy c-means* maka penentuan *epsilon* sebagai kondisi berhenti perlu diperhatikan. Maksimal Iterasi yang diinisialisasikan jika semakin besar maka selisih *fungsi objektif* akan semakin mendekati *epsilon* sehingga semakin akurat, namun akan berdampak pada lama proses dikarenakan banyaknya iterasi yang dilakukan.

Daftar Pustaka

- [1] Merliana, Ernawati and Santoso, "Analisa Penentuan Jumlah Cluster Terbaik Pada Metode K-means Clustering," in *Prosiding Seminar Nasional Multi disiplin ilmu & call for papers Unisbank*, 2016.
- [2] Lindawati, "Data Mining Dengan Teknik Clustering Dalam Pengklasifikasian Data Mahasiswa Studi Kasus Prediksi Lama Studi

- Mahasiswa Universitas Bina Nusantara,” *Seminar Nasional Informatika*, vol. 5, no. 1, 2008.
- [3] T. Meri, L. Linawati and A. Setiawan, “Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means (FCM) Pada Penentuan Lokasi Pendirian Loker Pembayaran Air PDAM Salatiga,” *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains*, vol. 4, no. 1, pp. 497 - 505, 2013.
- [4] H. Sulastri and A. Irham, “PENERAPAN DATA MINING DALAM PENGELOMPOKAN PENDERITA,” *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 3, no. 2, pp. 209-305, 2017.
- [5] J. C. Bezdek, R. Ehrlich and W. Full, “FCM: the fuzzy c-means clustering algorithm,” *Comput, Geosci*, vol. 10, no. 2, pp. 191-203, 1984.
- [6] E. Prasetyo, *Data Mining, Mengolah Data Menjadi Informasi Menggunakan Matlab*, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2014.
- [7] A. Kridanto and J. L. Buliali, “Metode Hibrida FCM dan PSO-SVR untuk Prediksi Data Arus Lalu Lintas,” *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 1, no. 3, pp. 302-311, 2015.
- [8] S. Kusumadewi and H. Purnomo, *Aplikasi Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*, 2nd ed., Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [9] S. Kusumadewi and S. Hartati, *Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*, 2nd ed., Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [10] P. Hartono and N. Fauzi, “Pengendali Otomasi 3-Axis Berbasis PC pada Simulasi Proses Las,” *Metal Indonesia*, vol. 36, no. 1, 2014.
- [11] S. Sastra, *Permodelan 2D dan 3D dengan Autocad*, Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2009, pp. 195-197.