

## BAB II

### ISI

#### Makalah I.

Judul : Penerapan algoritma fuzzy c-means (FCM) pada penentuan lokasi pendirian loket pembayaran air PDAM Salatiga.

Dipresentasikan : Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains VIII UKSW 2013 yang diselenggarakan oleh Fakultas Sains dan Matematika UKSW tanggal 15 Juni 2013.

Publikasi : Prosiding Seminar Nasional Matematika VIII UKSW 15 Juni 2013". ISSN 2087-0922 Vol.4 No.1, 15 Juni 2013.

#### Makalah II.

Judul : Penerapan algoritma subtractive clustering untuk penentuan lokasi pendirian loket pembayaran tagihan air pada daerah layanan Kantor Pusat PDAM Salatiga.

Dipresentasikan : Ujian Skripsi yang diselenggarakan oleh Fakultas Sains dan Matematika UKSW tanggal 9 September 2013.



# MAKALAH I



ISSN : 2087 - 0922  
Vol. 4 No. 1, 15 Juni 2013

# PROSIDING

## Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains VIII "Pembelajaran Sains yang Menarik dan Menantang"

Tema :

**"Memajukan Dukungan Sains dan Matematika  
pada Dunia Bisnis, Industri dan Pendidikan"**

Editor:

Tundjung Mahatma, M.Kom.

Adita Sutresno, M.Sc.

Dewi Kumieningsih A.K.H., SSi, MS



1956

Bidang:

- Fisika    Kimia    Matematika  
 Pendidikan Fisika    Pendidikan Matematika

Fakultas Sains dan Matematika-Universitas Kristen Satya Wacana  
Jl.Diponegoro 52-60 Salatiga 50715 Telp.0298-7100396  
Fax.0298-321433





**FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA**  
**UNIVERSITAS KRISTEN SATYA WACANA**

# Bertifikat

Diberikan kepada

Trevi Meri Andriyani

Sebagai

Pemakalah

*Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means (FCM) Pada Penentuan Lokasi Perumahan Sektet Pembangunan Air*

SPDAM Salatiga

Trevi Meri Andriyani, Lilik Linawati, Adi Setiawan

Pada Acara Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains VIII

**"Pembelajaran Sains yang Menarik dan Menantang"**

Salatiga, 15 Juni 2013

  
Dr. Suryasatiya Trihandaru, M.Sc.nat.

Dekan Fakultas Sains dan Matematika

  
Tundjung Mahatma, S.Pd, M.Kom.

Ketua Panitia

## PENERAPAN ALGORITMA FUZZY C-MEANS (FCM) PADA PENENTUAN LOKASI PENDIRIAN LOKET PEMBAYARAN AIR PDAM SALATIGA

Trevi Meri Andriyani<sup>1</sup>, Lilik Linawati<sup>2</sup>, Adi Setiawan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Matematika FSM UKSW

<sup>2,3</sup>Dosen Program Studi Matematika FSM UKSW

e-mail : [gabrielatrevy@rocketmail.com](mailto:gabrielatrevy@rocketmail.com)<sup>1</sup>,

[lina.utomo@yahoo.com](mailto:lina.utomo@yahoo.com)<sup>2</sup>, [adi\\_setia\\_03@yahoo.com](mailto:adi_setia_03@yahoo.com)<sup>3</sup>

### Abstrak

Metode Clustering banyak digunakan untuk mengelompokkan obyek berdasarkan kesamaan karakteristik yang dimiliki. Suatu metode clustering dapat dikatakan sebagai metode fuzzy clustering jika jarak antar suatu objek ke objek lain dinyatakan menggunakan fungsi keanggotaan fuzzy. Dengan menggunakan metode fuzzy clustering, data yang ada akan dikelompokkan menjadi beberapa kluster yang masing-masing diwakili oleh pusat kluster. Ada beberapa metode dalam Fuzzy clustering, diantaranya adalah Fuzzy C-Means (FCM), Fuzzy Probabilistik C-Means (FPCM) dan Subtractive Clustering. Fuzzy C-Means merupakan teknik yang digunakan dalam clustering data didasarkan pada bentuk normal Euclidian untuk jarak antar vektor dan tiap-tiap objek di mana keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu kluster ditentukan oleh derajat keanggotaannya.

Dalam makalah ini akan dikaji penerapan metode FCM pada clustering banyak pelanggan PDAM Salatiga berdasarkan variabel jarak antar kelurahan dan kecamatan, antar kelurahan dan kantor Pusat PDAM Salatiga serta banyak pelanggan tiap kelurahan. Dari pengujian terhadap pembentukan 3, 4, dan 5 kluster, diperoleh bahwa clustering dengan 3 kluster memberikan hasil yang optimum, yaitu setiap kluster yang terbentuk mempunyai jarak terdekat terhadap 2 pusat kluster yang terbentuk. Pusat kluster tersebut dapat diinterpretasikan sebagai kantor cabang atau loket pembayaran rekening yang dikarakterisasikan oleh jarak dan jumlah pelanggan dalam suatu kelurahan.

**Kata Kunci :** PDAM, Kluster, Fuzzy C-Means

### PENDAHULUAN

Perusahaan yang bergerak di bidang pelayanan masyarakat ingin memberikan pelayanan seoptimum mungkin, namun juga ingin mengatasi kendala-kendala yang menjadi hambatan dalam mewujudkan pelayanannya. Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pelayanan masyarakat di kota Salatiga yaitu Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Salatiga. PDAM memiliki peranan yang sangat penting bagi masyarakat yaitu sebagai penyedia air. Sebagai pengguna air, konsumen berkewajiban untuk membayar biaya pemakaian air yang digunakan. Akan tetapi sering terdapat kendala yaitu pembayaran tagihan rekening mengalami keterlambatan. Salah satu alasan keterlambatan pembayaran adalah jauhnya jarak antara rumah pelanggan dengan kantor PDAM, hal ini mengakibatkan pelanggan lebih cenderung memilih untuk membayar denda keterlambatan daripada setiap bulannya pelanggan harus datang ke

PDAM untuk membayar tagihan rekening. Keterlambatan yang terjadi ini akan mengakibatkan adanya peningkatan jumlah tunggakan dan mengurangi jumlah pemasukan bagi PDAM. Oleh karena itu perlu dicari solusi untuk memudahkan pelanggan dalam hal pembayaran tagihan rekening. Salah satu cara yang dapat ditempuh yaitu PDAM membuka kantor cabang pembantu untuk pembayaran tagihan rekening yang berada di tempat-tempat yang lebih mendekati pelanggan.

Dari kondisi di atas, dapat dirumuskan permasalahan yaitu “bagaimana mengelompokkan pelanggan agar terbentuk kelompok-kelompok pelanggan yang mempunyai jarak terdekat pada suatu lokasi tertentu yang dapat dijadikan sebagai tempat pembayaran tagihan rekening tersebut”. Dalam penelitian ini akan dikaji pengelompokkan pelanggan menggunakan algoritma Fuzzy C-Means dengan harapan dapat terbentuk kluster sebagai dasar untuk

menentukan lokasi pembayaran tagihan rekening PDAM.

**FUZZY CLUSTERING**

Clustering adalah metode analisis data yang tujuannya untuk mengelompokkan data dengan karakteristik yang sama ke suatu ‘wilayah’ dan data dengan karakteristik yang berbeda ke ‘wilayah’ yang lain [1]. Prinsip dari clustering adalah memaksimalkan kesatuan antar anggota satu kluster dan meminimumkan kesamaan antar kluster. Algoritma clustering merupakan algoritma pengelompokan sejumlah data menjadi kelompok – kelompok data tertentu. Objek data yang terletak dalam satu kluster harus mempunyai kemiripan, sedangkan yang tidak berada dalam satu kluster tidak mempunyai kemiripan.

Fuzzy clustering adalah suatu teknik untuk menentukan kluster yang didasarkan pada jarak menggunakan fungsi keanggotaan fuzzy [4] . Derajat keanggotaan fungsinya merupakan jarak antara suatu himpunan fuzzy dengan suatu himpunan crisp terdekat. Ada 3 cara untuk mencari jarak tersebut yaitu:

1. Hamming distance  
 $f(A) = \sum |\mu_A[x] - \mu_C[x]|$  atau  
 $f(A) = \sum \min[\mu_A[x], 1 - \mu_A[x]]$
2. Euclidean distance  
 $f(A) = \left\{ \sum [\mu_A[x] - \mu_C[x]]^2 \right\}^{1/2}$
3. Minkowski distance  
 $f(A) = \left\{ \sum [\mu_A[x] - \mu_C[x]]^w \right\}^{1/w}$

**FUZZY C-MEANS**

Fuzzy C-Means merupakan teknik clustering data di mana keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu kluster ditentukan oleh derajat keanggotaannya berdasarkan jarak Euclidean . Teknik ini pertama kali dikemukakan oleh Jim Bezdek pada tahun 1981 [4]. Euclidean adalah nilai jarak antara kluster terhadap pusat kluster [2] yang rumusnya :

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

Langkah pertama dalam FCM adalah menentukan pusat kluster yang merupakan lokasi rata-rata untuk tiap kluster. Pusat kluster

tentunya belum akurat dan tiap-tiap kluster memiliki derajat keanggotaan untuk tiap data. Langkah berikutnya memperbaiki pusat kluster dan derajat keanggotaan tiap-tiap data dimana pusat kluster akan bergerak menuju lokasi yang tepat. Banyaknya kluster yang akan terbentuk akan ditentukan terlebih dahulu. Hasil yang diperoleh dengan Fuzzy C-Means ini adalah pusat kluster dan anggota masing-masing kluster yang ditunjukkan dengan nilai derajat keanggotaan. Algoritma Fuzzy C-Means secara lengkap adalah sebagai berikut :

1. Masukkan data yang akan dikluster berupa matriks X berukuran  $n \times m$  ( $n$  = banyaknya sampel data dan  $m$  = banyaknya variabel setiap data ).  $X_{ij}$  = data sampel ke- $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), variabel ke- $j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ).
2. Tentukan :
  - Banyaknya kluster yang akan dibentuk ( $c$ ).
  - Pangkat pembobot ( $w$ ).
  - Maksimum iterasi (MaxIter).
  - Error terkecil ( $\xi$ )
  - Fungsi obyektif awal ( $P_0 = 0$ )
  - Iterasi awal ( $t = 1$ )
3. Bangkitkan matriks partisi awal  $U_{n \times c} = [\mu_{ik}]$ .  $\mu_{ik}$  adalah bilangan random yang menyatakan suatu derajat keanggotaan.
4. Hitung pusat kluster ke- $k$  ( $V_{kj}$ ) dengan  $k = 1, 2, \dots, c$ ; dan  $j = 1, 2, \dots, m$  sebagai berikut:

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

5. Hitung fungsi obyektif pada iterasi ke- $t$ ,  $P_t$ , yang menggambarkan jumlah jarak data ke pusat kluster.

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

dengan  
 $P_t$  = fungsi obyektif;  
 $X_{ij}$  = elemen X baris  $i$ , kolom  $j$ ;  
 $V_{kj}$  = pusat kluster.

6. Perbaiki derajat keanggotaan matriks partisi :

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

dengan :



- $i = 1, 2, \dots, n$   
 $k = 1, 2, \dots, c$   
 $X_{ij}$  = sampel data ke- $i$ , variabel ke- $j$ .  
 $V_{kj}$  = pusat kluster ke- $k$  untuk variabel ke- $j$   
 $w$  = pangkat pembobot
7. Cek kondisi berhenti :
- Jika  $(|P_t - P_{t-1}| < \xi)$  atau  $(t > \text{MaxIter})$  maka berhenti;
  - Jika tidak:  $t = t + 1$ , ulangi langkah ke-4.

### PENYELESAIAN FUZZY C-MEANS MENGGUNAKAN MATLAB

Dengan menggunakan program MATLAB, Fuzzy C-Means dapat diselesaikan menggunakan fungsi-fungsi yang sudah tersedia dalam MATLAB yaitu :

- Siapkan dan tuliskan data melalui fasilitas m.file, beri nama file misalnya: `fcmdata.m`
- Melalui command windows panggil file data dengan perintah `load fcmdata.m`
- Untuk melihat plot data gunakan perintah: `plot(fcmdata(:,1), fcmdata(:,2), '*')` .
- Untuk mencari pusat kluster dari tiap kluster yang terbentuk gunakan fungsi `fcm` dengan perintah : `[center,U,objFcn] = fcm(fcmdata,c);`
  - Center berisi pusat kluster.
  - U adalah banyaknya kluster yang terbentuk  $\times$  jumlah data dan berisi derajat keanggotaan tiap data pada masing-masing kluster.
  - ObjFcn berisi nilai fungsi objektif dari tiap iterasi.
- Untuk melihat plot fungsi obyektifnya maka diberikan perintah `plot(objFcn)` .
- Gunakan Perintah `maxU = max(U);` untuk memberi batasan nilai maksimum pada matriks partisi U
- Untuk mengetahui anggota kluster ke- $k$  maka gunakan perintah `index k = find(U(k,:) == maxU);`
- Untuk menampilkan gambar dari tiap kluster ke- $k$  gunakan perintah `plot(fcmdata(indexk,1), fcmdata(indexk,2), 'linestyle','none','marker','o','color','g');`
- Untuk menandai lokasi pada pusat-pusat kluster ke- $k$  masukkan perintah: `plot(center(k,1), center(k,2), 'ko', 'markersize', 10, 'LineWidth', 2)` .

### METODE PENELITIAN

**Tahap 1.** Data yang digunakan merupakan data sekunder yang berupa jarak antar kantor kelurahan ke kantor kecamatan, jarak kantor kelurahan ke kantor Pusat PDAM Kota Salatiga dan banyaknya pelanggan yang terdapat pada tiap kelurahan. Data masing-masing jarak diperoleh dengan menggunakan bantuan Google Map.

**Tahap 2.** Menerapkan algoritma Fuzzy C-Means dengan menentukan parameternya yaitu jumlah kluster ( $c$ ), pangkat pembobot ( $w$ ) yang digunakan dan maksimum iterasi ( $\text{MaxIter}$ ) yang diharapkan.

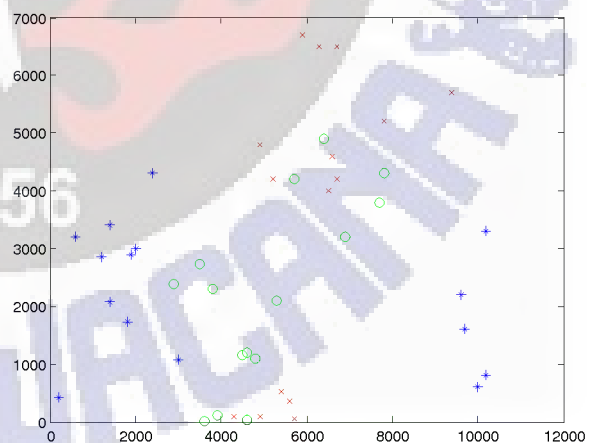
**Tahap 3.** Menyelesaikan dengan menggunakan software MATLAB.

**Tahap 4.** Menginterpretasikan dalam penentuan lokasi loket pembayaran.

**Tahap 5.** Membuat kesimpulan.

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

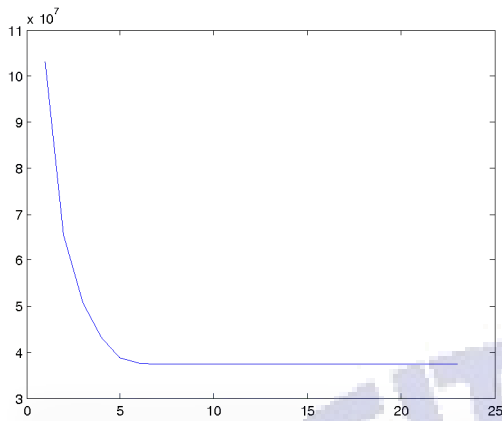
Dalam penelitian yang dilakukan dengan menggunakan Fuzzy C-Means, akan dibentuk 3, 4 dan 5 kluster. Langkah penyelesaian awal dengan memasukkan data (pada lampiran) ke dalam m.file dan diberi nama `fcmdata.m` . Hasil plot dari data tersebut seperti gambar di bawah ini :



**Gambar 1.** Plot data ilustrasi aplikasi teknik FCM

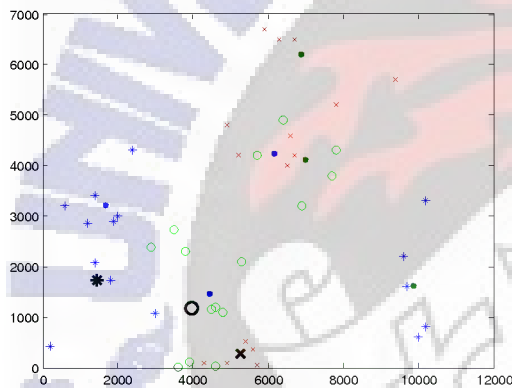
#### 1. Dengan membentuk 3 Kluster

Ditentukan 3 kluster yang akan dibentuk dari data yang ada diperoleh hasil seperti pada Gambar 2 dan Gambar 3 .



**Gambar 2.** Plot objfn dari 3 klaster Hasil dari tiap klaster yang terbentuk adalah sebagai berikut :

- Klaster 1 : 2,5,7,8,9
- Klaster 2 : 10,11,12,13,14
- Klaster 3 : 1,3,4,6,15



**Gambar 3.** Plot data tiap-tiap klaster dengan pusat klasternya pada 3 klaster.

- Keterangan :
- Tanda o = klaster 1
  - Tanda x = klaster 2
  - Tanda \* = klaster 3

Masing-masing tanda yang lebih tebal merupakan pusat klasternya.

**Tabel 1.** Pusat Klaster pada pembentukan 3 Klaster

Pusat Clust	Klaster 1	Klaster 2	Klaster 3
V <sub>1</sub>	4427,52	6155,68	1676,62
V <sub>2</sub>	1467,67	4237,48	3226,23
V <sub>3</sub>	6968,39	6870,26	9855,13
V <sub>4</sub>	4120,81	6207,32	1620,44
V <sub>5</sub>	3968,76	5259,57	1453,42
V <sub>6</sub>	1185,66	280,309	1734,97

Keterangan :

- V<sub>1</sub> = Kantor Kecamatan Sidomukti
- V<sub>2</sub> = Kantor Kecamatan Sidorejo

- V<sub>3</sub> = Kantor Kecamatan Tuntang
- V<sub>4</sub> = Kantor Kecamatan Tingkir
- V<sub>5</sub> = Kantor Pusat PDAM Salatiga
- V<sub>6</sub> = Jumlah Pelanggan

Dengan hasil 3 klaster tersebut maka dapat dilihat bahwa :

- **Klaster 1** merupakan kelompok yang memiliki jarak ke kantor kecamatan Sidomukti sekitar 4427,52 m, ke kantor kecamatan Sidorejo sekitar 1467,67 m, ke kantor kecamatan tuntang sekitar 6968,39 m, ke kantor kecamatan Tingkir sekitar 4120,81 m, ke Kantor Pusat PDAM Salatiga sekitar 3968,76 m dan memiliki jumlah pelanggan sekitar 1186 pelanggan.
- **Klaster 2** merupakan kelompok yang memiliki jarak ke kantor kecamatan Sidomukti sekitar 6155,68 m, ke kantor kecamatan Sidorejo sekitar 4237,48 m, ke kantor kecamatan tuntang sekitar 6870,26 m, ke kantor kecamatan Tingkir sekitar 6207,32 m, ke Kantor Pusat PDAM Salatiga sekitar 5259,57 m dan memiliki jumlah pelanggan sekitar 280 pelanggan.
- **Klaster 3** merupakan kelompok yang memiliki jarak ke kantor kecamatan Sidomukti sekitar 1676,62 m, ke kantor kecamatan Sidorejo sekitar 3226,23 m, ke kantor kecamatan tuntang sekitar 9855,13 m, ke kantor kecamatan Tingkir sekitar 1620,44 m, ke Kantor Pusat PDAM Salatiga sekitar 1453,42 m dan memiliki jumlah pelanggan sekitar 1735 pelanggan.

Maka dari hasil pembentukan klaster diatas, dapat disimpulkan yaitu :

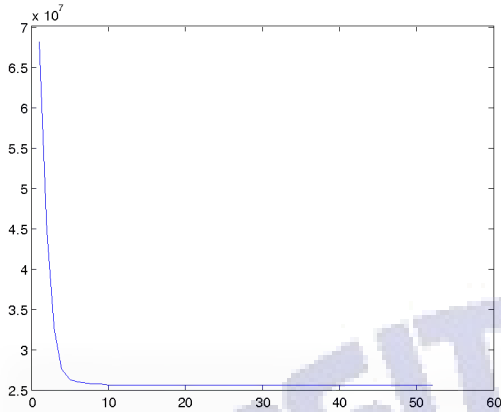
- Dari klaster 1 memiliki jarak yang paling dekat dengan Kantor Kecamatan Sidorejo
- Dari klaster 2 memiliki jarak yang paling dekat dengan kantor kecamatan Sidorejo.
- Dari klaster 3 memiliki jarak yang paling dekat dengan Kantor Pusat PDAM Salatiga.

Jadi, lokasi yang akan didirikan loket pembayaran air hanya berada di kantor kecamatan Sidorejo.

## 2. Dengan Membentuk 4 Klaster

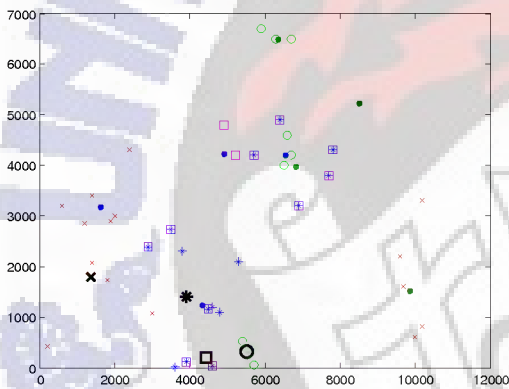
Ditentukan 4 klaster yang akan dibentuk dari data yang ada diperoleh hasil seperti pada Gambar 4 dan Gambar 5 .





**Gambar 4.** Plot objfcn dari 4 klaster  
Hasil dari tiap klaster yang terbentuk adalah sebagai berikut :

- Klaster 1 : 10,11,13
- Klaster 2 : 1,3,4,6,15
- Klaster 3 : 12,14
- Klaster 4 : 2,5,7,8,9



**Gambar 5.** Plot data tiap-tiap klaster dengan pusat klasternya pada 4 klaster.

- Keterangan :
- Tanda o = klaster 1
  - Tanda x = klaster 2
  - Tanda \* = klaster 3
  - Tanda □ = klaster 4

Masing-masing tanda yang lebih tebal merupakan pusat klasternya.

**Tabel 2.** Pusat Klaster pada pembentukan 4 Klaster

Pusat Klast	Klaster 1	Klaster 2	Klaster 3	Klaster 4
V <sub>1</sub>	6535,08	1626,67	4318,9	4904,29
V <sub>2</sub>	4200,51	3177,05	1240,47	4230,3
V <sub>3</sub>	6334,36	9855	6822,95	8499
V <sub>4</sub>	6499,15	1517,08	3983,71	5238,76
V <sub>5</sub>	5510,37	1366,04	3925,61	4444,24
V <sub>6</sub>	323,351	1789,44	1398,65	189,193

Keterangan :

- V<sub>1</sub> = Kantor Kecamatan Sidomukti
- V<sub>2</sub> = Kantor Kecamatan Sidorejo

- V<sub>3</sub> = Kantor Kecamatan Tuntang
- V<sub>4</sub> = Kantor Kecamatan Tingkir
- V<sub>5</sub> = Kantor Pusat PDAM Salatiga
- V<sub>6</sub> = Jumlah Pelanggan

Dengan hasil 4 klaster tersebut maka dapat dilihat bahwa :

- **Klaster 1** merupakan kelompok yang memiliki jarak ke kantor kecamatan Sidomukti sekitar 6535,08 m, ke kantor kecamatan Sidorejo sekitar 4200,51 m, ke kantor kecamatan Tuntang sekitar 6334,36 m, ke kantor kecamatan Tingkir sekitar 6499,15 m, ke Kantor Pusat PDAM Salatiga sekitar 5510,37 m dan memiliki jumlah pelanggan sekitar 323 pelanggan.
- **Klaster 2** merupakan kelompok yang memiliki jarak ke kantor kecamatan Sidomukti sekitar 1626,67 m, ke kantor kecamatan Sidorejo sekitar 3177,05 m, ke kantor kecamatan Tuntang sekitar 9855 m, ke kantor kecamatan Tingkir sekitar 1517,08 m, ke Kantor Pusat PDAM Salatiga sekitar 1366,04 m dan memiliki jumlah pelanggan sekitar 1790 pelanggan.
- **Klaster 3** merupakan kelompok yang memiliki jarak ke kantor kecamatan Sidomukti sekitar 4904,29 m, ke kantor kecamatan Sidorejo sekitar 4230,3 m, ke kantor kecamatan Tuntang sekitar 8499 m, ke kantor kecamatan Tingkir sekitar 5238,76 m, ke Kantor Pusat PDAM Salatiga sekitar 4444,24 m dan memiliki jumlah pelanggan sekitar 189 pelanggan.
- **Klaster 4** merupakan kelompok yang memiliki jarak ke kantor kecamatan Sidomukti sekitar 4318,9m, ke kantor kecamatan Sidorejo sekitar 1240,47 m, ke kantor kecamatan Tuntang sekitar 6822,95 m, ke kantor kecamatan Tingkir sekitar 3983,71 m, ke Kantor Pusat PDAM Salatiga sekitar 3925,61 m dan memiliki jumlah pelanggan sekitar 1399 pelanggan.

Maka dari hasil pembentukan klaster diatas, dapat disimpulkan yaitu :

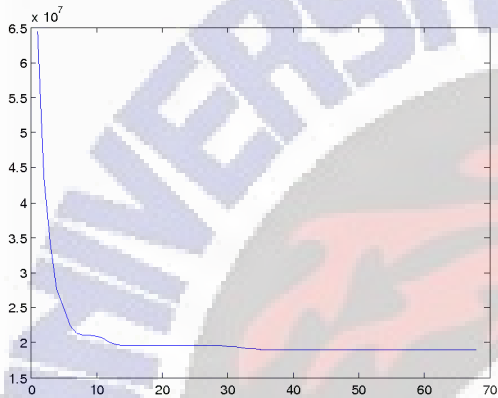
- Dari klaster 1 memiliki jarak yang paling dekat dengan kantor kecamatan Sidorejo.
- Dari klaster 2 memiliki jarak yang paling dekat dengan Kantor Pusat PDAM Salatiga

- Dari klaster 3 memiliki jarak yang paling dekat dengan kantor kecamatan Sidorejo.
- Dari klaster 4 memiliki jarak yang paling dekat dengan kantor kecamatan Sidorejo.

Jadi, lokasi yang akan didirikan loket pembayaran air hanya berada di kantor kecamatan Sidorejo.

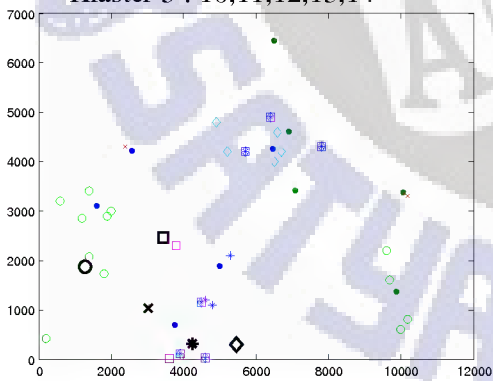
### 3. Dengan Membentuk 5 Klaster

Ditentukan 5 klaster yang akan dibentuk dari data yang ada diperoleh hasil seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7 .



**Gambar 6.** Plot objfcn dari 5 klaster  
Hasil dari tiap klaster yang terbentuk adalah sebagai berikut :

- Klaster 1 : 1,4,6,15
- Klaster 2 : 3
- Klaster 3 : 7,8,9
- Klaster 4 : 2,5
- Klaster 5 : 10,11,12,13,14



**Gambar 7.** Plot data tiap-tiap klaster dengan pusat klasternya pada 5 klaster

Keterangan :

- Tanda o = klaster 1
- Tanda x = klaster 2
- Tanda \* = klaster 3
- Tanda □ = klaster 4
- Tanda ◇ = klaster 5

Masing-masing tanda yang lebih tebal merupakan pusat klasternya.

**Tabel 4.** Pusat Klaster pada pembentukan 5 Klaster

Pusat Clust	Klaster 1	Klaster 2	Klaster 3	Klaster 4	Klaster 5
V <sub>1</sub>	1587,92	4559,07	4977,49	3733,41	6463,42
V <sub>2</sub>	3117,02	4226,96	1901,91	709,42	4267,64
V <sub>3</sub>	9847,69	10049,2	6902,82	7067,2	6486,59
V <sub>4</sub>	1389,33	3377,37	4624,84	3437,41	6457,64
V <sub>5</sub>	1273,35	3033,86	4232,12	3445,82	5474,18
V <sub>6</sub>	1881,72	1029,58	323,304	2456,69	304,521

Keterangan :

- V<sub>1</sub> = Kantor kecamatan Sidomukti
- V<sub>2</sub> = Kantor kecamatan Sidorejo
- V<sub>3</sub> = Kantor kecamatan Tuntang
- V<sub>4</sub> = Kantor kecamatan Tingkir
- V<sub>5</sub> = Kantor Pusat PDAM Salatiga
- V<sub>6</sub> = Jumlah Pelanggan

Dengan hasil 5 klaster tersebut maka dapat dilihat bahwa :

**Klaster 1** merupakan kelompok yang memiliki jarak ke kantor kecamatan Sidomukti sekitar 1587,92 m, ke kantor kecamatan Sidorejo sekitar 3117 m, ke kantor kecamatan Tuntang sekitar 9847,69 m, ke kantor kecamatan Tingkir sekitar 1389,33 m, ke Kantor Pusat PDAM Salatiga sekitar 1273,35 m dan memiliki jumlah pelanggan sekitar 1882 pelanggan.

**Klaster 2** merupakan kelompok yang memiliki jarak ke kantor kecamatan Sidomukti sekitar 4559,07 m, ke kantor kecamatan Sidorejo sekitar 4227 m, ke kantor kecamatan Tuntang sekitar 10049,2 m, ke kantor kecamatan Tingkir sekitar 3377,37 m, ke Kantor Pusat PDAM Salatiga sekitar 3033,86 m dan memiliki jumlah pelanggan sekitar 1030 pelanggan.

**Klaster 3** merupakan kelompok yang memiliki jarak ke kantor kecamatan Sidomukti sekitar 4977,49 m, ke kantor kecamatan Sidorejo sekitar 1901,9 m, ke kantor kecamatan Tuntang sekitar 6902,82 m, ke kantor kecamatan Tingkir sekitar 4624,84 m, ke Kantor Pusat PDAM Salatiga sekitar 4232,12 m dan memiliki jumlah pelanggan sekitar 323 pelanggan.

**Klaster 4** merupakan kelompok yang memiliki jarak ke kantor kecamatan Sidomukti sekitar 3733,41 m, ke kantor kecamatan Sidorejo sekitar 709,42 m, ke

kantor kecamatan Tuntang sekitar 7067,2 m, ke kantor kecamatan Tingkir sekitar 3437,41 m, ke Kantor Pusat PDAM Salatiga sekitar 3445,82 m dan memiliki jumlah pelanggan sekitar 2457 pelanggan.

**Klaster 5** merupakan kelompok yang memiliki jarak ke kantor kecamatan Sidomukti sekitar 6463,42 m, ke kantor kecamatan Sidorejo sekitar 4267,6 m, ke kantor kecamatan Tuntang sekitar 6486,59 m, ke kantor kecamatan Tingkir sekitar 6457,64 m, ke Kantor Pusat PDAM Salatiga sekitar 5474,18 m dan memiliki jumlah pelanggan sekitar 305 pelanggan.

Maka dari hasil pembentukan klaster diatas, dapat disimpulkan yaitu :

- Dari klaster 1 memiliki jarak yang paling dekat dengan Kantor Pusat PDAM Salatiga.
- Dari klaster 2 memiliki jarak yang paling dekat dengan Kantor Pusat PDAM Salatiga.
- Dari klaster 3 memiliki jarak yang paling dekat dengan kantor kecamatan Sidorejo.
- Dari klaster 4 memiliki jarak yang paling dekat dengan kantor kecamatan Sidorejo.
- Dari klaster 5 memiliki jarak yang paling dekat dengan kantor kecamatan Sidorejo.

Jadi, lokasi yang memiliki jarak terdekat adalah kantor Pusat PDAM Salatiga dan kantor kecamatan Sidorejo sehingga dengan demikian penambahan loket pembayaran air yang akan didirikan hanya berada di kantor kecamatan Sidorejo.

Berdasarkan banyaknya klaster awal yang ditentukan, yaitu 3,4 dan 5 klaster ternyata menghasilkan 2 pusat klaster yang menjadi lokasi terdekat bagi pelanggan di tiap-tiap kelurahan yaitu kantor Kecamatan Sidorejo dan Kantor Pusat PDAM Kota Salatiga.

## KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas maka dengan menerapkan algoritma Fuzzy C-Means, 2 pusat klaster yang diperoleh yaitu kantor kecamatan Sidorejo dan kantor Pusat PDAM Kota Salatiga memiliki jarak yang terdekat dengan masing-masing kantor kelurahan. Dengan demikian, dapat diusulkan bahwa

tambahan lokasi pembayaran tagihan rekening yaitu di kantor Kecamatan Sidorejo.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agusta, Yudi. 2008. RehatWith Yudi Agusta. <http://yudiagusta.wordpress.com/clustering/>
- [2] Garcia-Molina, Hector; Ullman, JD., & Widom, Jennifer. 2002. Database systems the complete book, International edition. New Jersey, Prentice Hall.
- [3] Kusumadewi, Sri. 2002. Analisis dan DesaIn Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab. Jogjakarta: Graha Ilmu.
- [4] Kusumadewi, Sri. 2004. Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [5] Kusumadewi, Sri; Hartati, Sri; Harjoko, Agus; Wardoyo, Retantyo. 2006. FUZZY MULTI-ATTRIBUTE DECISION MAKING (FUZZY MADM). Yogyakarta. Graha Ilmu.
- [6] Naba, Eng agus. 2009. Belajar Cepat FUZZY Logic Menggunakan MATLAB. Yogyakarta. ANDI.



**LAMPIRAN**

**Tabel Data Jarak antar kantor kelurahan ke kantor kecamatan, jarak kantor kelurahan ke kantor Pusat PDAM dan Banyak Pelanggan**

Kel	Jarak					Bnyk Plgn
	A	B	C	D	E	
1	1900	2900	9600	2200	1400	2079
2	3800	2300	7700	3800	2900	2382
3	2400	4300	10200	3300	3000	1070
4	600	3200	10000	600	200	425
5	3600	10	6900	3200	3500	2730
6	2000	3000	9700	1600	1800	1726
7	4800	1100	7800	4300	4600	34
8	4600	1200	5700	4200	4500	1162
9	5300	2100	6400	4900	3900	120
10	6700	4200	5900	6700	5700	57
11	6500	4000	6300	6500	5400	523
12	5200	4200	7800	5200	4300	88
13	6600	4600	6700	6500	5600	356
14	4900	4800	9400	5700	4900	82
15	1400	3400	10200	800	1200	2846

Keterangan :

- A : Kantor Kecamatan Sidomukti
- B : Kantor Kecamatan Sidorejo
- C : Kantor Kecamatan Tuntang
- D : Kantor Kecamatan Tingkir
- E : Kantor Pusat PDAM Salatiga
- 1 : Kantor Kelurahan Mangunsari
- 2 : Kantor Kelurahan Kecandran
- 3 : Kantor Kelurahan Dukuh
- 4 : Kantor Kelurahan Kalicacing
- 5 : Kantor Kelurahan Sidorejo Lor
- 6 : Kantor Kelurahan Salatiga
- 7 : Kantor Kelurahan Bugel
- 8 : Kantor Kelurahan Blotongan
- 9 : Kantor Kelurahan Pulutan
- 10 : Kantor Kelurahan Kesongo
- 11 : Kantor Kelurahan Jombor
- 12 : Kantor Kelurahan Sragen
- 13 : Kantor Kelurahan Candirejo
- 14 : Kantor Kelurahan Gedangan
- 15 : Kantor Kelurahan Kutowinangun



# MAKALAH II

# PENERAPAN ALGORITMA FUZZY SUBTRACTIVE CLUSTERING UNTUK PENENTUAN LOKASI PENDIRIAN LOKET PEMBAYARAN TAGIHAN AIR PADA DAERAH LAYANAN KANTOR PUSAT PDAM SALATIGA

Trevi Meri Andriyani<sup>1</sup>, Lilik Linawati<sup>2</sup>, Adi Setiawan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Matematika FSM UKSW

<sup>2,3</sup> Dosen Program Studi Matematika FSM UKSW

e-mail : [gabrielatrevy@rocketmail.com](mailto:gabrielatrevy@rocketmail.com)<sup>1</sup>,

[lina.utomo@yahoo.com](mailto:lina.utomo@yahoo.com)<sup>2</sup>, [adi\\_setia\\_03@yahoo.com](mailto:adi_setia_03@yahoo.com)<sup>3</sup>

## Abstrak

Metode fuzzy clustering merupakan metode yang digunakan untuk mengelompokkan data menjadi beberapa kluster yang masing-masing diwakili oleh pusat kluster. Terdapat beberapa metode dalam Fuzzy clustering, diantaranya adalah Fuzzy C-Means (FCM), Fuzzy Probabilistik C-Means (FPCM) dan Subtractive Clustering. Fuzzy Subtractive Clustering merupakan teknik yang digunakan dalam mengelompokkan data didasarkan pada densitas titik data pada suatu variabel.

Dalam penelitian ini akan dibahas tentang penerapan metode Fuzzy Subtractive Clustering pada pengelompokkan pelanggan PDAM Salatiga dengan melihat jarak antar kelurahan dan kecamatan, antar kelurahan dan kantor Pusat PDAM Salatiga serta banyak pelanggan tiap kelurahan sebagai variabelnya. Penelitian yang dilakukan menghasilkan jumlah kluster dengan masing-masing pusat klusternya. Setiap pusat kluster yang terbentuk memiliki jarak yang terdekat terhadap variabelnya yang berupa kantor kecamatan. Pusat kluster tersebut dapat diinterpretasikan sebagai kantor cabang atau loket pembayaran rekening yang dikarakteristikan oleh jarak dan jumlah pelanggan dalam suatu kelurahan. Penelitian tersebut menggunakan 16 perbedaan parameter yang akan menghasilkan 3 alternatif pilihan lokasi yang dapat digunakan sebagai kantor cabang pembantu / loket pembayaran tagihan PDAM.

**Kata Kunci :** PDAM, Kluster, Fuzzy Subtractive Clustering.

## PENDAHULUAN

Metode klustering adalah sebuah metode yang dapat digunakan oleh sebuah perusahaan dalam mengelompokkan data dengan melihat kesamaan karakteristik yang ada. Prinsip dari metode klustering ini adalah memaksimalkan kesamaan karakteristik antar anggota satu kluster. Dalam metode klustering terdapat beberapa teknik untuk menentukan kluster yang optimal, salah satunya adalah dengan fuzzy clustering dimana metodenya terdiri dari Fuzzy C-Means (FCM), Fuzzy Probabilistik C-Means (FPCM) dan Subtractive Clustering.

Metode FCM telah diterapkan dalam menyelesaikan masalah penentuan lokasi loket PDAM sebagai kantor cabang pembantu pembayaran tagihan rekening PDAM dan diperoleh hasil 2 lokasi yang menjadi kantor cabang pembantu pembayaran tagihan

rekening PDAM [2]. Dalam makalah ini dikaji bagaimana mengelompokkan pelanggan agar terbentuk kelompok-kelompok pelanggan yang mempunyai jarak terdekat pada suatu lokasi tertentu yang dapat dijadikan sebagai tempat pembayaran tagihan rekening tersebut menggunakan Metode Subtractive Clustering. Perbedaan metode ini dengan metode FCM adalah jumlah klusternya harus ditentukan terlebih dahulu sedangkan dengan metode Subtractive Clustering jumlah kluster tidak ditentukan terlebih dahulu. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat membentuk kluster sebagai dasar untuk menentukan lokasi pembayaran tagihan rekening PDAM.

## FUZZY CLUSTERING

Clustering adalah metode analisis data yang tujuannya untuk mengelompokkan data dengan



karakteristik yang sama ke suatu 'wilayah' dan data dengan karakteristik yang berbeda ke 'wilayah' yang lain [5]. Prinsip dari clustering adalah memaksimalkan kesatuan antar anggota satu kluster dan meminimumkan kesamaan antar kluster. Algoritma clustering merupakan algoritma pengelompokan sejumlah data menjadi kelompok – kelompok data tertentu. Objek data yang terletak dalam satu kluster harus mempunyai karakteristik yang sama, sedangkan yang tidak berada dalam satu kluster tidak mempunyai kemiripan.

Fuzzy clustering adalah suatu teknik untuk menentukan kluster yang didasarkan pada jarak menggunakan fungsi keanggotaan fuzzy. Derajat keanggotaan fungsinya merupakan jarak antara suatu himpunan fuzzy dengan suatu himpunan crisp terdekat.

#### **FUZZY SUBSTRUCTIVE CLUSTERING**

Pada pengklasteran dengan menggunakan Metode Fuzzy C-Means jumlah kluster yang akan dibentuk telah ditentukan terlebih dahulu. Namun Metode Substructive Clustering merupakan metode pengklasteran dimana jumlah kluster tidak ditentukan terlebih dahulu. Pengklasteran dengan Metode Substructive Clustering didasarkan atas ukuran kerapatan (densitas) jarak antar titik-titik data dalam suatu variabel [4]. Dimana konsep dasarnya yaitu dengan menentukan data dalam suatu variabel yang memiliki densitas tinggi terhadap titik-titik di sekitarnya. Dalam menghitung densitas digunakan jari-jari yang merupakan titik data yang menentukan seberapa besar pengaruh pusat kluster pada tiap data. Setelah menghitung densitas tiap titik maka titik dengan densitas tertinggi akan dipilih sebagai pusat kluster. Kemudian densitas titik yang telah terpilih sebagai pusat kluster tersebut akan disimpan sehingga titik tersebut tidak akan menjadi pusat kluster yang berikutnya. Setelah densitasnya dihitung kembali maka akan dicari pusat kluster yang kedua. Kemudian densitas setiap titik data akan

diperbaiki kembali, dan demikian seterusnya.

Dalam penerapan algoritmanya perlu ditetapkan Accept Ratio dan Reject Ratio yang merupakan faktor pembandingan dimana keduanya adalah pecahan yang bernilai 0 sampai 1. Accept ratio merupakan batas atas dimana suatu titik data yang menjadi calon pusat kluster akan diperbolehkan menjadi pusat kluster. Reject ratio merupakan batas bawah dimana suatu titik data yang menjadi calon pusat kluster tidak diperbolehkan menjadi pusat kluster [4]. Ratio merupakan hasil bagi antara densitas tertinggi pada suatu titik data dengan densitas tertinggi suatu titik data pada awal iterasi. Ada 3 kondisi yang dapat terjadi yaitu :

- Ratio > Accept ratio, maka titik data tersebut diterima sebagai pusat kluster baru.
- Reject ratio < Ratio ≤ Accet ratio, maka titik data tersebut akan diterima sebagai pusat kluster yang baru bila titik data tersebut terletak pada jarak yang cukup jauh dengan pusat kluster yang lainnya.
- Rasio ≤ Reject rasio, maka sudah tidak ada lagi data yang akan menjadi pusat kluster dan iterasi dihentikan.

Algoritma Fuzzy Substructive Clustering adalah sebagai berikut [4] :

1. Menentukan matriks X yang merupakan data yang akan dikluster, berukuran  $n \times m$ , dengan  $n =$  banyaknya data yang akan di-kluster dan  $m =$  banyaknya variabel.

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{i2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

2. Menentukan :
  - a.  $r_j$  = jari-jari variabel data ke- $j$  ;  $j : 1, 2, \dots, m$ .
  - b.  $q$  = squash factor.
  - c. accept ratio ;  $0 < \text{accept ratio} < 1$ .
  - d. reject ratio ;  $0 < \text{reject ratio} < 1$ .
  - e.  $x_{j\max}$  = data max pada variabel ke- $j$ .
  - f.  $x_{j\min}$  = data min pada variabel ke- $j$ .

3. Normalisasi data dengan cara :

$$\hat{X}_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{j \min}}{x_{j \max} - x_{j \min}} ; i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$$

dengan :

$$\bar{X}_{ij} = \text{data ternormalisasi pada variabel ke-}j.$$

4. Menentukan densitas awal tiap-tiap titik data untuk iterasi data ke-i dimana  $i = 1, 2, \dots, n$

a.  $T_j = \hat{x}_{ij}$  ( $T_j$  merupakan data normal ke-i variabel ke-j) ;  $j = 1, 2, \dots, m$

b. Hitung :

$$Dist_{kj} = \left( \frac{T_j - X_{kj}}{r_j} \right)$$

c. Hitung densitas awal :

Jika  $m = 1$ , maka

$$D_i = \sum_{k=1}^n e^{-4(Dist_{kj})^2}$$

Jika  $m > 1$ , maka

$$D_i = \sum_{k=1}^n e^{-4\left(\sum_{j=1}^m Dist_{kj}\right)^2}$$

dengan

$D_i$  merupakan densitas data ke-i.

5. Mencari titik dengan densitas tertinggi

$$M = \max[D_i | i = 1, 2, \dots, n]$$

$h = i$ , sedemikian sehingga  $D_i = M$  dengan :

$M$  adalah titik dengan densitas tertinggi.

$h$  adalah posisi titik data yang memiliki densitas tertinggi.

6. Menentukan pusat kluster dan kurangi densitasnya terhadap titik-titik di sekitarnya :

a.  $Center = [ ]$ ;  $Center$  merupakan pusat kluster

b.  $V_j = \hat{x}_{hj}$ ;  $j = 1, 2, \dots, m$ ;  $V_j$  merupakan nilai normal data dengan densitas tertinggi.

c.  $C = 0$ ;  $C$  sebagai variabel untuk menampung nilai banyaknya kluster.

d.  $Z = M$ ;  $Z$  merupakan densitas titik yang dijadikan sebagai pusat kluster.

e.  $Rasio = Z/M$

➤ Jika  $Rasio > Accept \ ratio$ , maka kondisi = 1. Hal ini menandakan ada calon pusat baru.

➤ Jika  $Rasio > Reject \ ratio$ , hal ini menandakan calon baru akan diterima sebagai pusat kluster jika keberadaannya akan memberikan keseimbangan terhadap data-data yang letaknya cukup jauh dengan pusat kluster yang telah ada, maka kerjakan :

•  $Md = -1$  (inisialisasi)

• Kerjakan untuk  $i=1$  sampai  $i = C$ :

i.  $G_{ij} = \frac{V_j - Center_{ij}}{r_j}$ ;  $j = 1, 2, \dots, m$

ii.  $Sd_i = \sum_{j=1}^m (G_{ij})^2$

iii. Jika  $(Md < 0)$  atau  $(Sd < Md)$ , maka  $Md = Sd$

•  $Smd = \sqrt{Md}$

• Jika  $(Rasio + Smd) \geq 1$ , maka kondisi = 1. Hal ini berarti data diterima sebagai pusat kluster.

• Jika  $(Rasio + Smd) < 1$ , maka kondisi = 2. Hal ini berarti data tidak akan dipertimbangkan kembali sebagai pusat kluster.

7. Kembalikan pusat kluster dari bentuk ternormalisasi ke bentuk semula.

$$Center_{ij} = Center_{ij} * (x_{j \max} - x_{j \min}) + x_{j \min}$$

8. Hitung nilai fungsi keanggotaan kluster :

$$\sigma_i = r_i * (x_{j \max} - x_{j \min}) / \sqrt{8}$$

## PENYELESAIAN FUZZY SUBTRACTIVE CLUSTERING MENGGUNAKAN MATLAB

Dengan program MATLAB, Fuzzy Subtractive Clustering dapat diselesaikan menggunakan fungsi-fungsi yang sudah tersedia dalam MATLAB yaitu :

➤ Siapkan dan tuliskan data melalui fasilitas `m.file`, beri nama file misalnya: `subdata.m`

➤ Melalui command windows panggil file data dengan perintah `load subdata.m`

➤ Kemudian masukkan perintah `[C] = subclust(X, radii, xBounds, options)`.

dengan :

C = matriks pusat kluster (output)

X = matriks data (input)

Radii = influence range, vektor yang merupakan jari-jari atau pengaruh suatu pusat kluster terhadap tiap-tiap variabel data.

xBounds = matriks berukuran  $2 \times N$  yang akan memetakan data ke dalam unit hyperbox, N adalah jumlah variabel data. Jika xBounds adalah matriks kosong atau tidak tersedia, maka xBounds default ke minimum dan maksimum nilai data yang ditemukan pada setiap dimensi data.

Options = terdiri dari 4 options yaitu :

- Options(1) : squash factor, digunakan untuk memperbanyak jari-jari, untuk menentukan pusat kluster yang ada di dekatnya dimana keberadaannya terhadap pusat kluster yang lainnya akan dikurangi
- Options(2) : accept ratio
- Options(3) : reject ratio
- Options(4) : verbose, jika tidak nol maka informasi pembuatan kluster akan ditampilkan.

- Perintah `group1 = [1;2;...n];` untuk pelabelan pada pusat kluster yang terbentuk, n adalah jumlah kluster yang terbentuk
- Perintah `class1 = knnclassify(X,C,group1);` untuk mengetahui anggota tiap-tiap kluster.

## METODE PENELITIAN

**Tahap 1.** Data yang digunakan merupakan data sekunder berupa jarak antar 15 kantor kelurahan ke 4 kantor kecamatan, jarak kantor kelurahan ke kantor Pusat PDAM Kota Salatiga dan banyaknya pelanggan yang terdapat pada tiap kelurahan dan dibentuk dalam matriks input dengan ukuran  $15 \times 6$  (data terlampir). Data masing-masing jarak diperoleh dengan menggunakan bantuan Google Map.

**Tahap 2.** Menyusun model Fuzzy Subtractive Clustering dengan

menentukan parameter-parameter yang akan digunakan yaitu jari-jari tiap variabel data (r), squash factor(q), Accept ratio, Reject ratio. Parameter-parameter tersebut akan diterapkan sebagai berikut :

**Tabel 1. Rancangan percobaan dengan 4 parameter yang berubah**

Perco baan	Jari-jari (r)	Squash factor (q)	Accept Ratio	Reject Ratio
1	0.5	1	0.4	0.2
2	0.5	1	0.5	0.2
3	0.5	1	0.5	0.3
4	0.5	1	0.6	0.3
5	0.5	1.25	0.4	0.2
6	0.5	1.25	0.5	0.2
7	0.5	1.25	0.5	0.3
8	0.5	1.25	0.6	0.3
9	0.75	1	0.4	0.2
10	0.75	1	0.5	0.2
11	0.75	1	0.5	0.3
12	0.75	1	0.6	0.3
13	0.75	1.25	0.4	0.2
14	0.75	1.25	0.5	0.2
15	0.75	1.25	0.5	0.3
16	0.75	1.25	0.6	0.3

**Tahap 3.** Menyelesaikan model FSC dengan menggunakan software MATLAB.

**Tahap 4.** Menginterpretasikan hasil penyelesaian dalam penentuan lokasi loket pembayaran.

**Tahap 5.** Membuat kesimpulan

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan Fuzzy Subtractive Clustering, akan diperoleh sejumlah kluster tanpa ditentukan jumlah kluster terlebih dahulu. Langkah penyelesaian awal dengan membuat matriks input yang diberi nama subdata.m. Kemudian melalui command windows diselesaikan berdasarkan perintah algoritma Fuzzy Subtractive Clustering dengan menetapkan parameter-parameternya. Percobaan dilakukan 16 kali dengan menggunakan parameter yang berbeda seperti pada Tabel 1. Percobaan yang pertama yaitu dengan menggunakan parameter jari-jarinya sebesar 0,5,



squash factor 1, accept ratio 0.4 dan reject ratio 0.2 dengan langkah sebagai berikut :

```
>> load subdata.m
>> [C] = subclust(subdata,[ 0.5 0.5 0.5 0.5
0.5 0.5],[1],[1 0.4 0.2 0.2])
Normalizing data...
Computing potential for each data point...
Found cluster 1, potential = 1
Found cluster 2, potential = 0.777388
Found cluster 3, potential = 0.507608
Found cluster 4, potential = 0.50141
Found cluster 5, potential = 0.468651
Found cluster 6, potential = 0.467522
Found cluster 7, potential = 0.464409
Found cluster 8, potential = 0.463727
Found cluster 9, potential = 0.463308
Found cluster 10, potential = 0.461114
Found cluster 11, potential = 0.460437
Found cluster 12, potential = 0.455113
C =
1.0e+004 *
0.6500 0.4000 0.6300 0.6500 0.5400 0.0523
0.1900 0.2900 0.9600 0.2200 0.1400 0.2079
0.5200 0.4200 0.7800 0.5200 0.4300 0.0088
0.5300 0.2100 0.6400 0.4900 0.3900 0.0120
0.2400 0.4300 1.0200 0.3300 0.3000 0.1070
0.3600 0.0010 0.6900 0.3200 0.3500 0.2730
0.0600 0.3200 1.0000 0.0600 0.0200 0.0425
0.4600 0.1200 0.5700 0.4200 0.4500 0.1162
0.3800 0.2300 0.7700 0.3800 0.2900 0.2382
0.4800 0.1100 0.7800 0.4300 0.4600 0.0034
0.4900 0.4800 0.9400 0.5700 0.4900 0.0082
0.1400 0.3400 1.0200 0.0800 0.1200 0.2846
>> group1 =
[1;2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;12];
>> Class1 =
knnclassify(subdata,C,group1);
Class1 =
2
9
5
7
6
2
10
8
4
1
1
3
1
11
12
```

Berdasarkan hasil output diatas, ternyata terbentuk 12 kluster. Selanjutnya pada setiap kluster dipilih nilai terkecil sebagai jarak terdekat suatu kluster pada variabel yang menghasilkan nilai terkecil tersebut. Berdasarkan pemilihan jarak terdekat diperoleh  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_4$  dan  $V_5$  sebagai variabel terdekat dengan rincian :

- Pada  $V_1$  merupakan variabel terdekat dengan anggota kluster 5.
- Pada  $V_2$  merupakan variabel terdekat dengan anggota kluster 1, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11.
- Pada  $V_4$  merupakan variabel terdekat dengan anggota kluster 12.
- Pada  $V_5$  merupakan variabel terdekat dengan anggota kluster 2 dan 7.

Dalam percobaan ini,  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_4$  dan  $V_5$  dapat diinterpretasikan sebagai kantor kecamatan yang merupakan loket pembantu pembayaran tagihan rekening PDAM kota Salatiga, dimana loket pembayaran di kecamatan  $V_1$  melayani anggota pada kluster 5, kecamatan  $V_2$  melayani anggota pada kluster 1,3,4,6,8,9,10,11, kecamatan  $V_4$  melayani anggota pada kluster 12 dan kecamatan  $V_5$  melayani anggota pada kluster 2 dan 7.

Berdasarkan output `Class = knnclassify(subdata,C,group)` juga dapat dilihat kelurahan yang merupakan anggota tiap klusternya yaitu :

- Kluster 1 = 10,11,13
- Kluster 2 = 1,6
- Kluster 3 = 12
- Kluster 4 = 9
- Kluster 5 = 3
- Kluster 6 = 5
- Kluster 7 = 4
- Kluster 8 = 8
- Kluster 9 = 2
- Kluster 10 = 7
- Kluster 11 = 14
- Kluster 12 = 15

Dengan menggunakan cara yang sama diselesaikan untuk 15 percobaan yang lain, diperoleh hasil banyaknya kluster dan variabel terdekat seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil percobaan menggunakan Metode Subtractive Clustering**

Percobaan	Parameter	Banyak Kluster	Anggota kluster pada variabel terdekat					
			V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>
1	(0,5;1;0,4;0,2)	12	3	2,5,7,8,9,10,11,12,13,14		15	1,4,6	
2	(0,5;1;0,5;0,2)							
3	(0,5;1;0,5;0,3)							
4	(0,5;1;0,6;0,3)							
5	(0,5;1,25;0,4;0,2)							
6	(0,5;1,25;0,5;0,2)							
7	(0,5;1,25;0,5;0,3)							
8	(0,5;1,25;0,6;0,3)							
9	(0,75;1;0,4;0,2)	8	3	2,5,7,8,9,10,11,12,13,14			1,4,6,15	
10	(0,75;1;0,5;0,2)							
11	(0,75;1;0,5;0,3)							
12	(0,75;1;0,6;0,3)							
13	(0,75;1,25;0,4;0,2)							
14	(0,75;1,25;0,5;0,2)							
15	(0,75;1,25;0,5;0,3)							
16	(0,75;1,25;0,6;0,3)	7		2,5,7,8,9,10,11,12,13,14			1,3,4,6,15	

- Pada percobaan 1-8 dilakukan dengan menggunakan parameter jari-jari 0.5, squash factor pada percobaan 1-4 sebesar 1 dan pada percobaan 4-8 sebesar 1.25, untuk accept ratio dan reject ratio mempunyai nilai yang berbeda-beda. Percobaan ini menghasilkan 12 pusat kluster dengan 4 variabel terdekat. Keempat variabel terdekat V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>4</sub> dan V<sub>5</sub> dapat diinterpretasikan sebagai loket pembantu pembayaran tagihan rekening PDAM kota Salatiga.
- Pada percobaan 9-14 dilakukan dengan menggunakan parameter jari-jari 0.75, squash factor pada percobaan 9-12 sebesar 1 dan pada percobaan 12-14 sebesar 1.25, untuk accept ratio dan reject ratio mempunyai nilai yang berbeda-beda. Percobaan ini menghasilkan 8 pusat kluster dengan 3 variabel terdekat. Ketiga variabel terdekat V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub> dan V<sub>5</sub> dapat diinterpretasikan sebagai loket pembantu pembayaran tagihan rekening PDAM kota Salatiga.

- Pada percobaan 15 dan 16 dilakukan dengan menggunakan parameter jari-jari 0.75, squash factor sebesar 1.25, accept ratio sebesar 0.5 dan 0.6, reject ratio sebesar 0.3. Percobaan ini menghasilkan 7 pusat kluster dengan 2 variabel terdekat. Kedua variabel terdekat V<sub>2</sub> dan V<sub>5</sub> dapat diinterpretasikan sebagai loket pembantu pembayaran tagihan rekening PDAM kota Salatiga.

Berdasarkan pada Tabel 2, dapat dihitung jumlah pelanggan yang dapat membayar pada loket terdekat seperti yang disajikan pada Tabel 3 :

Tabel 3. Kelurahan anggota klaster dan jumlah pelanggan tiap klaster.

Percobaan	Loket terdekat	Kelurahan anggota klaster	Jumlah pelanggan
1 - 8	Kec.Sidomukti (V <sub>1</sub> )	Dukuh	1070
	Kec.Sidorejo (V <sub>2</sub> )	Kecandran, Sidorejo Lor, Sidorejo Lor, Bugel, Blotongan, Pulutan, Kesongo, Jombor, Sragen, Candirejo, Gedangan	7534
	Kec.Tingkir (V <sub>3</sub> )	Kutowinangun	2846
	Kantor PDAM Salatiga (V <sub>5</sub> )	Mangunsari, Kalicacing, Salatiga	4230
9 - 14	Kec.Sidomukti (V <sub>1</sub> )	Dukuh	1070
	Kec.Sidorejo (V <sub>2</sub> )	Kecandran, Sidorejo Lor, Sidorejo Lor, Bugel, Blotongan, Pulutan, Kesongo, Jombor, Sragen, Candirejo, Gedangan	7534
	Kantor PDAM Salatiga (V <sub>5</sub> )	Kutowinangun, Mangunsari, Kalicacing, Salatiga	7076
15 - 16	Kec.Sidorejo (V <sub>2</sub> )	Kecandran, Sidorejo Lor, Sidorejo Lor, Bugel, Blotongan, Pulutan, Kesongo, Jombor, Sragen, Candirejo, Gedangan	7534
	Kantor PDAM Salatiga (V <sub>5</sub> )	Dukuh, Kutowinangun, Mangunsari, Kalicacing, Salatiga	8146

### KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan di atas, maka terdapat 3 alternatif pilihan lokasi yang dapat digunakan sebagai calon pendirian cabang pembantu atau loket pembayaran tagihan rekening PDAM yaitu :

- a. **Alternatif 1**, untuk 2 loket yaitu :
  - 1) Kantor Kecamatan Sidorejo, dengan jumlah pelanggan yang dilayani 7534 pelanggan.
  - 2) Kantor Pusat PDAM, dengan jumlah pelanggan yang dilayani 8146 pelanggan.
- b. **Alternatif 2**, untuk 3 loket yaitu :
  - 1) Kantor Kecamatan Sidomukti, dengan jumlah pelanggan yang dilayani 1070 pelanggan.
  - 2) Kantor Kecamatan Sidorejo, dengan jumlah pelanggan yang dilayani 7534 pelanggan.
  - 3) Kantor Pusat PDAM, dengan jumlah pelanggan yang dilayani 7076 pelanggan.

- c. **Alternatif 3**, untuk 4 loket yaitu :

- 1) Kantor Kecamatan Sidomukti, dengan jumlah pelanggan yang dilayani 1070 pelanggan.
- 2) Kantor Kecamatan Sidorejo, dengan jumlah pelanggan yang dilayani 7534 pelanggan.
- 3) Kantor Kecamatan Tingkir, dengan jumlah pelanggan yang dilayani 2846 pelanggan.
- 4) Kantor Pusat PDAM, dengan jumlah pelanggan yang dilayani 4230 pelanggan.

Dalam hal ini, lokasi calon loket pembayaran tagihan rekening PDAM diasumsikan pada kantor-kantor kecamatan.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andriyani, Trevi.M., Linawati,L.,Setiawan, Adi.,2013, Penerapan Algoritma Fuzzy C-Means Pada Penentuan Lokasi Pendirian Loker Pembayaran Air Pdam Salatiga.Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains VII UKSW tanggal 15 Juni 2013. ISSN: 2087-0922.
- [2] Kusumadewi, Sri. 2002. Analisis dan DesaIn Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab. Jogjakarta: Graha Ilmu.
- [3] Kusumadewi, Sri. 2004. Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [4] Naba, Eng agus. 2009. Belajar Cepat FUZZY Logic Menggunakan MATLAB. Yogyakarta. ANDI.
- [5] Agusta, Yudi.2008.RehatWithYudi Agusta.<http://yudiagusta.wordpress.com/ clustering/>.

## LAMPIRAN

**Tabel Data Jarak antar kantor kelurahan ke kantor kecamatan, jarak kantor kelurahan ke kantor Pusat PDAM dan Banyak Pelanggan**

Kel	Jarak					Bnyk Plgn
	A	B	C	D	E	
1	1900	2900	9600	2200	1400	2079
2	3800	2300	7700	3800	2900	2382
3	2400	4300	10200	3300	3000	1070
4	600	3200	10000	600	200	425
5	3600	10	6900	3200	3500	2730
6	2000	3000	9700	1600	1800	1726
7	4800	1100	7800	4300	4600	34
8	4600	1200	5700	4200	4500	1162
9	5300	2100	6400	4900	3900	120
10	6700	4200	5900	6700	5700	57
11	6500	4000	6300	6500	5400	523
12	5200	4200	7800	5200	4300	88
13	6600	4600	6700	6500	5600	356
14	4900	4800	9400	5700	4900	82
15	1400	3400	10200	800	1200	2846

**Keterangan :**

- A : Kantor Kecamatan Sidomukti
- B : Kantor Kecamatan Sidorejo
- C : Kantor Kecamatan Tuntang
- D : Kantor Kecamatan Tingkir
- E : Kantor Pusat PDAM Salatiga
- 1 : Kantor Kelurahan Mangunsari
- 2 : Kantor Kelurahan Kecandran
- 3 : Kantor Kelurahan Dukuh
- 4 : Kantor Kelurahan Kalicacing
- 5 : Kantor Kelurahan Sidorejo Lor
- 6 : Kantor Kelurahan Salatiga
- 7 : Kantor Kelurahan Bugel
- 8 : Kantor Kelurahan Blotongan
- 9 : Kantor Kelurahan Pulutan
- 10 : Kantor Kelurahan Kesongo
- 11 : Kantor Kelurahan Jombor
- 12 : Kantor Kelurahan Sragen
- 13 : Kantor Kelurahan Candirejo
- 14 : Kantor Kelurahan Gedangan
- 15 : Kantor Kelurahan Kutowinangun