

## ***Clustering Wilayah Kerawanan Stunting Menggunakan Metode Fuzzy Subtractive Clustering***

**Ratna Dwi Christyanti<sup>1</sup>, Dady Sulaiman<sup>2</sup>, Adymas Putro Utomo<sup>3</sup>, Muhammad Ayyub<sup>4</sup>**

<sup>1,4</sup>Matematika Universitas Kaltara

<sup>2</sup>Fisika Universitas Kaltara

<sup>3</sup>Agroteknologi Universitas Kaltara

Email : ratnadwichristyantii@gmail.com

**ABSTRAK.** Stunting adalah kurangnya gizi kronis yang dialami balita sehingga menyebabkan tubuh terlampau pendek untuk usianya. Di Kabupaten Bulungan, stunting merupakan suatu permasalahan yang fokus ditangani oleh pemerintah. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *cluster* tingkat kerawanan stunting. Metode yang digunakan adalah *Fuzzy Subtractive Clustering* (FSC). Tahapan metode pada penelitian ini adalah pengumpulan data; proses *clustering* menggunakan metode FSC; proses penentuan calon pusat *cluster*; proses pertimbangan pusat *cluster* dengan menggunakan berbagai parameter; selanjutnya *clustering* data yang diberikan sebelumnya ke dalam *cluster* yang sesuai berdasarkan derajat keanggotaan masing-masing. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa jari-jari ( $r$ ) yaitu 0,92 menghasilkan jumlah *cluster* terbaik. Jumlah *cluster* yang terbentuk sebanyak 7 *cluster* sebagai berikut, *cluster* 1 terdapat 2 kecamatan, *cluster* 2 terdapat 3 kecamatan, *cluster* 3 terdapat 3 kecamatan, *cluster* 4 terdapat 1 kecamatan, *cluster* 5 terdapat 1 kecamatan, *cluster* 6 terdapat 1 kecamatan, dan *cluster* 7 terdapat 1 kecamatan.

**Kata Kunci:** Stunting; *Clustering* ; *Fuzzy Subtractive Clustering* (FSC)

**ABSTRACT.** *Stunting is a chronic lack of nutrition experienced by toddlers, causing the body to be too short for its age. In Bulungan Regency, stunting is a problem that the government focuses on handling. Based on these problems, this study aims to determine the clusters of stunting susceptibility levels. The method used is Fuzzy Subtractive Clustering (FSC). The method stages in this research are data collection; clustering process using the FSC method; the process of determining the candidate cluster center; the cluster center consideration process using various parameters; then clustering the previously given data into the appropriate cluster based on the degree of membership of each. From this study it can be concluded that the radius ( $r$ ) of 0,92 produces the best number of clusters. The number of clusters formed is 7 clusters as follows, cluster 1 has 2 sub-districts, cluster 2 has 3 sub-districts, cluster 3 has 3 sub-districts, cluster 4 has 1 sub-district, cluster 5 has 1 sub-district, cluster 6 has 1 sub-district, and cluster 7 has 1 district.*

**Keywords:** *Stunting; Clustering ; Fuzzy Subtractive Clustering (FSC)*

### **PENDAHULUAN**

Latar belakang dari penelitian ini yaitu maraknya kasus stunting di wilayah Kalimantan Utara. Stunting merupakan salah satu masalah yang menghambat perkembangan manusia secara global (1). Indonesia masih mengalami permasalahan dalam masalah gizi dan tumbuh kembang anak. UNICEF mengemukakan sekitar 80% anak stunting terdapat di 24 negara berkembang di Asia dan Afrika (2). Berdasarkan estimasi UNICEF, ada 31,8% anak stunting di Indonesia, sehingga meraih predikat *very high* (3). Permasalahan stunting saat ini menjadi permasalahan yang fokus dilakukan Pemprov Kaltara. Diketahui, bahwa prevalensi stunting di Kaltara pada 2018 sebesar 26,9% dan 2019 sebesar 26,25%.

Penyelesaian permasalahan tersebut adalah dengan menentukan lokasi fokus (lokus) penanganan permasalahan gizi buruk stunting di wilayah Kaltara (4). Pemerintah daerah Kabupaten Bulungan menjadikan rencana penanganan stunting sebagai salah satu program prioritas dari Kabupaten Bulungan. Hal ini dikarenakan tingginya angka stunting di Kabupaten Bulungan pada tahun 2019 lalu jumlah balita pendek atau stunting di Kabupaten Bulungan sebanyak 1.235 anak atau 24,76% dari total balita yang ada.

Permasalahan yang akan diteliti pada penelitian ini adalah pengklasteran wilayah rawan stunting dengan menggunakan metode (algoritma) klusterisasi. Banyak pilihan metode yang dapat digunakan pada penelitian ini, seperti K-Means, K-Medoid, dan Wavecluster (5,6). Salah satu metode (algoritma) yang telah dikembangkan dalam analisis *fuzzy clustering* adalah metode *Fuzzy Subtractive Clustering* (FSC) (7). Metode FSC ditemukan oleh Chiu pada tahun 1994 dengan suatu pusat *cluster* pasti merupakan salah satu data yang ikut di *cluster*, yaitu dimana derajat keanggotaannya pada *cluster* tersebut sama dengan satu (8,9,10). Konsep

dasar dari FSC adalah menentukan daerah-daerah dalam suatu variabel yang memiliki densitas tinggi terhadap titik-titik disekitarnya (11,12).

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah 1) menentukan *clustering* tingkat kerawanan stunting di suatu wilayah dengan menggunakan metode FSC dan 2) melakukan simulasi *clustering* tersebut dengan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan dan Bappeda Kabupaten Bulungan tahun 2021. Pada metode ini, data-data yang ada akan dikelompokkan menjadi beberapa *cluster* sesuai dengan atribut yang ditentukan.

Telah banyak penelitian sebelumnya dalam *Clustering* yang tampak pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Beberapa Penelitian Sebelumnya yang Relevan

No.	Penulis	Tujuan	Metode	Kelebihan	Kekurangan
1.	Nagari dan Inayati (6)	Mengaplikasikan <i>clustering</i> pada permasalahan status gizi	Analisis	Pembahasan berfokus pada <i>clustering</i>	Hanya berfokus pada masalah status gizi.
2.	Efendi (13)	Penerapan <i>clustering</i> pada permasalahan status gizi	Pengembangan	Menggunakan perangkat lunak visual basic	Menggunakan K-Means yang akurasinya tidak cukup baik
3.	Mahmudi, dkk (14)	Mengelompokkan pekerjaan menggunakan <i>clustering</i>	Analisis kuantitatif	Penerapan pada pengelompokk an pekerjaan	Menggunakan metode Waterfall yang peluang errornya lebih besar

Permasalahannya adalah hingga saat ini belum ada *clustering* tingkat kerawanan stunting berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi stunting di Kabupaten Bulungan menggunakan metode *Fuzzy Subtractive Clustering* (FSC). Diharapkan dengan adanya penelitian ini adalah *clustering* tingkat kerawanan stunting berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi stunting di Kabupaten Bulungan dapat diukur dengan tepat.

**METODE**

*Clustering* merupakan suatu metode yang digunakan untuk mendeteksi suatu struktur pada dataset (11). Metode ini banyak dipakai untuk menemukan pola dataset, baik menggunakan label ataupun tanpa label (15). Klastering bersifat tidak terawasi (*unsupervised*) sehingga dapat digunakan pada dataset yang tidak memiliki variabel target ataupun dataset yang tidak diketahui kaitan antarvariabelnya (16,17). Salah satu metode *clustering* yang tidak terawasi ini adalah *Fuzzy clustering*.

*Fuzzy clustering* adalah metode pengelompokan berdasarkan derajat keanggotaan yang mencakup himpunan *fuzzy* sebagai dasar pembobotan bagi pengelompokan (18). Adapun algoritma *Fuzzy Subtractive Clustering* (FSC) adalah sebagai berikut (19):

1. Input data yang akan di *cluster*
2. Menetapkan nilai awal dari variabel berikut (20) :
  - a. Jari-jari setiap atribut data (*r*)
  - b. Squash factor (*q*)
  - c. Accept ratio (*ar*)
  - d. Reject ratio (*rr*)
  - e. Nilai minimum dan maksimum data.
 menggunakan validitas *clustering* metode *Partition Coefficient Index* (PCI)
3. Menormalisasi setiap data dengan rumus :

$$X_{ijnorm} = \frac{X_{ij} - X_{minj}}{X_{maxj} - X_{minj}}$$

4. Tentukan potensi awal tiap titik data
  - a. *i* = 1
  - b. Kerjakan hingga *i* = *n*  
 $T_j = X_{ij}; j = 1, 2, \dots, m$

Hitung :

$$Dist_{ij} = \frac{T_j - X_{ij}}{r}; j = 1,2, \dots m; i = 1,2, \dots n$$

$$DS_{ij} = \sum_{j=1}^m (Dist_{ij})^2; j = 1,2, \dots m; i = 1,2, \dots n$$

Potensi awal :

Jika  $m = 1$ , maka  $D_k = \sum_{i=1}^n e^{-4(Dist_{ij}^2)}$

Jika  $m > 1$ , maka  $D_k = \sum_{i=1}^n e^{-4(\sum_{j=1}^m Dist_{ij}^2)}$

5. Mencari titik dengan potensi tertinggi :
  - a.  $M = \max[D_k | k = 1,2, \dots n]$ ; untuk iterasi ke-1
  - b.  $h = i$ , sedemikian hingga  $D_i = M$ .
6. Menentukan pusat *cluster* dan kurangi potensinya terhadap titik-titik disekitarnya :
  - a. Center = [ ]
  - b.  $V_j = X_{ij}; j = 1,2, \dots m$
  - c.  $C = 0$  (jumlah *cluster*)
  - d. Kondisi = 1
  - e.  $Z = M$
  - f. Kerjakan jika (Kondisi  $\neq 0$ ) dan ( $Z \neq 0$ )

Jika:

- 1) Kondisi = 0 (Sudah tidak ada calon *cluster* baru lagi);
- 2) Rasio =  $\frac{Z}{M}$ ;
- 3) Jika nilai  $r > ar$ , maka kondisi= 1; (ada calon pusat *cluster* baru);
- 4) Jika kondisi  $\neq 1$ , maka  
 Jika  $r > rr$ , calon baru akan diterima jika keberdaannya cukup jauh dari pusat *cluster* yang telah ada. Maka kerjakan:  
 $Md = -1$   
 Kerjakan untuk  $i = 1$  sampai =  $C$  :
  - i.  $G_{ij} = \frac{V_j - C_{ij}}{r}; j = 1,2, \dots m;$
  - ii.  $Sd_i = \sum_{j=1}^m (G_{ij})^2;$
  - iii. Jika ( $Md < 0$ ) atau ( $Sd < Md$ ), maka  $Md = Sd$ ;
    - a)  $Smd = \sqrt{Md}$ ;
    - b) Jika  $(r + Mds) \geq 1$ , calon pusat *cluster* diterima sebagai pusat *cluster* baru;
    - c) Jika  $(r + Mds) < 1$ , calon pusat *cluster* tidak diterima dan tidak akan dipertimbangkan kembali sebagai pusat *cluster* dan potensi data tersebut dibuat menjadi 0.

- 5) Jika kondisi = 1 (Calon pusat *cluster* baru diterima sebagai pusat *cluster* baru), kerjakan :  
 $C = C + 1$   
 $C_{ij} = V_j$ ;

Kurangi potensi dari titik-titik didekat pusat :

- a)  $S_{ij} = \frac{V_j - X_{ij}}{r_j \cdot q}; j = 1,2, \dots m; i = 1,2, \dots n;$
- b)  $ST_i = (\sum_{j=1}^m (S_{ij})^2)$
- c)  $De_i = M \cdot e^{-4[\sum_{j=1}^m (S_{ij})^2]}$
- d)  $D_i^t = D_i^{t-1} - De_i$

Jika  $D_i^t \leq 0$ , maka  $D_i^t = 0; i = 1,2, \dots n;$

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

- 6) Jika kondisi = 2 ( Calon pusat baru tidak diterima sebagai pusat baru), maka
  - i.  $D_h = 0$ ;
  - ii.  $Z = \max[D_i | i = 1,2, \dots n];$
  - iii. Pilih  $h = 1$ , sedemikian hingga  $D_i = Z$ ;

7. Mengembalikan pusat *cluster* dari bentuk ternormalisasi ke bentuk semula (denormalisasi).

$$C_{ij_{denorm}} = [C_{ij} \cdot (Xmax_j - Xmin_j)] + Xmin_j$$

8. Menghitung nilai sigma  $cluster(\sigma_j)$

$$\sigma_j = r_j \cdot \left( \frac{X_{max_j} - X_{min_j}}{\sqrt{8}} \right)$$

Derajat keanggotaan suatu titik data  $X_i$  pada  $cluster$  ke- $k$  adalah

$$\mu_{ki} = e^{-\sum_{j=1}^m \frac{(X_{ij} - c_{kj})^2}{2\sigma_j^2}}$$

9. Menentukan letak  $cluster$

$Cluster$  dengan nilai derajat keanggotaan yang paling besar pada suatu data merupakan letak  $cluster$  data tersebut.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Deskripsi Data**

Berdasarkan data prevalensi balita *stunting* di Kabupaten Bulungan, terdapat 12 lokasi yang menjadi fokus utama. Data yang digunakan adalah data sekunder dari Dinas Kesehatan dan Bappeda Kabupaten Bulungan tahun 2021. Tabel 2 merupakan data prevalensi balita *stunting* di Kabupaten Bulungan Tahun 2021.

**Tabel 2.** Tabel Prevalensi *Stunting* Di Kabupaten Bulungan Tahun 2021

Lokasi	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>
Long Bia	4155.00	4.86	1385.00	4155.00	259.69	2.70	70.83	70.37
Long Bang	3940.00	2.60	1970.00	3940.00	437.78	5.48	105.97	130.69
Tanjung Palas	14059.00	1.03	2811.80	7029.50	520.70	2.33	88.11	71.40
Antutan	3450.00	2.18	1725.00	1725.00	492.86	12.00	81.36	79.63
Long Beluah	6549.00	2.00	2183.00	3274.50	654.90	9.89	49.57	50.90
Pimping	10997.00	0.03	2199.40	5498.50	646.88	8.79	87.83	60.39
Tanah Kuning	15874.00	1.77	5291.33	7937.00	755.90	8.97	106.91	71.58
Tanjung Selor	49565.00	0.68	5507.22	24782.50	1906.35	8.29	94.07	82.26
Bumi Rahayu	6080.00	1.52	1520.00	3040.00	264.35	2.88	102.86	56.09
Salimbatu	12032.00	1.93	6016.00	6016.00	501.33	7.76	103.35	84.90
Sekatak Buji	10040.00	3.32	3346.67	10040.00	436.52	10.55	93.68	77.27
Bunyu	11711.00	2.55	2927.75	11711.00	1064.64	4.19	85.71	94.85

Sumber : Profil Kesehatan Kabupaten Bulungan Tahun 2021

**Penyelesaian dengan Metode *Fuzzy Subtractive Clustering***

Data prevalensi *stunting* di Kabupaten Bulungan 2021 pada Tabel 1 tersebut akan diolah menggunakan metode *Fuzzy Subtractive Clustering*. Berbeda dengan *Fuzzy C-Means*, pada *Fuzzy Subtractive Clustering* tidak bisa ditentukan jumlah kelompoknya terlebih dahulu. Jumlah kelompok akan menyesuaikan dengan jari-jari yang diberikan. Untuk mendapatkan nilai awal terbaik, dilakukan pengujian terlebih dahulu menggunakan *validitas clustering* dengan metode *Coefficient Partition Index* (CPI). Didapatkan nilai awal terbaik untuk data *stunting* yang digunakan sebagai berikut :

- a.  $r$  = 0.92
- b.  $ar$  = 0.5
- c.  $rr$  = 0.15
- d.  $q$  = 1.25
- e.  $X_{min}$  = [ 3450.00; 0.03; 1385.00; 1725.00; 259.69; 2.33; 49.57; 50.90]
- f.  $X_{max}$  = [49565.00; 4.86; 6016.00; 24782.50; 1906.35; 12.00; 106.91; 130.69]

Proses perhitungan normalisasi data dilakukan dari  $j = 1,2, \dots, 8$ ; dan  $i = 1,2, \dots, 12$ . Hasil perhitungan seluruh data disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Data yang telah ternormalisasi

Lokasi	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>
Long Bia	0.0153	1.0000	0	0.1054	0	0.0383	0.3708	0.2440
Long Bang	0.0106	0.5321	0.1263	0.0961	0.1082	0.3257	0.9836	1.0000
Tanjung Palas	0.2301	0.2070	0.3081	0.2301	0.1585	0	0.6721	0.2569
Antutan	0	0.4451	0.0734	0	0.1416	1.0000	0.5544	0.3601
Long Beluah	0.0672	0.4079	0.1723	0.0672	0.2400	0.7818	0	0
Pimping	0.1637	0	0.1759	0.1637	0.2351	0.6680	0.6672	0.1189
Tanah Kuning	0.2694	0.3602	0.8435	0.2694	0.3013	0.6867	1.0000	0.2592
Tanjung Selor	1.0000	0.1346	0.8901	1.0000	1.0000	0.6163	0.7761	0.3930
Bumi Rahayu	0.0570	0.3085	0.0292	0.0570	0.0028	0.0569	0.9294	0.0650
Salimbatu	0.1861	0.3934	1.0000	0.1861	0.1467	0.5615	0.9379	0.4261
Sekatak Buji	0.1429	0.6812	0.4236	0.3606	0.1074	0.8501	0.7693	0.3305
Bunyu	0.1791	0.5217	0.3331	0.4331	0.4888	0.1923	0.6303	0.5508

Pada iterasi ke 7 diperoleh  $r \geq ar$ , maka calon pusat *cluster* akan diterima sebagai pusat *cluster*. Sehingga jumlah *cluster* = 7, sebagai berikut

0.2694	0.3602	0.8435	0.2694	0.3013	0.6867	1.0000	0.2592
0.2301	0.2070	0.3081	0.2301	0.1585	0	0.6721	0.2569
0	0.4451	0.0734	0	0.1416	1.0000	0.5544	0.3601
1.0000	0.1346	0.8901	1.0000	1.0000	0.6163	0.7761	0.3930
0.0153	1.0000	0	0.1054	0	0.0383	0.3708	0.2440
0.0106	0.5321	0.1263	0.0961	0.1082	0.3257	0.9836	1.0000
0.0672	0.4079	0.1723	0.0672	0.2400	0.7818	0	0

Iterasi di hentikan karena tidak ada lagi kandidat pusat *cluster*. Terlihat pada nilai potensi baru pada iterasi terakhir bernilai = 0 atau  $\leq 0$  maka iterasi dihentikan.

Selanjutnya, proses perhitungan denormalisasi pusat *cluster*, diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut :

1.0e+04 *	1.5874	0.0002	0.5291	0.7937	0.0756	0.0009	0.0107	0.0072
	1.4059	0.0001	0.2812	0.7029	0.0521	0.0002	0.0088	0.0071
	0.3450	0.0002	0.1725	0.1725	0.0493	0.0012	0.0081	0.0080
	4.9565	0.0001	0.5507	2.4783	0.1906	0.0008	0.0094	0.0082
	0.4155	0.0005	0.1385	0.4155	0.0260	0.0003	0.0071	0.0070
	0.3940	0.0003	0.1970	0.3940	0.0438	0.0005	0.0106	0.0131
	0.6549	0.0002	0.2183	0.3275	0.0655	0.0010	0.0050	0.0051

Menggunakan metode *fuzzy subtractive clustering* didapatkan hasil dengan nilai derajat keanggotaan disajikan pada Tabel 4 sebagai berikut :

**Tabel 4.** Derajat Keanggotaan Tiap Data pada Setiap *Cluster* dengan Metode *Fuzzy Subtractive Clustering*

Wilayah	Derajat keanggotaan data pada <i>cluster</i> ke-							Data cenderung masuk di <i>cluster</i> ke-						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Long Bia	0.0000	0.0140	0.0020	0.0000	1.0000	0.0024	0.0036							*
Long Bang	0.0016	0.0106	0.0064	0.0000	0.0024	1.0000	0.0000							*
Tanjung Palas	0.0134	1.0000	0.0028	0.0000	0.0140	0.0106	0.0028	*						
Antutan	0.0061	0.0028	1.0000	0.0000	0.0020	0.0064	0.0879		*					
Long Beluah	0.0005	0.0028	0.0879	0.0000	0.0036	0.0000	1.0000							*
Pimping	0.0313	0.0778	0.1181	0.0000	0.0005	0.0019	0.0448			*				
Tanah Kuning	1.0000	0.0134	0.0061	0.0004	0.0000	0.0016	0.0005	*						

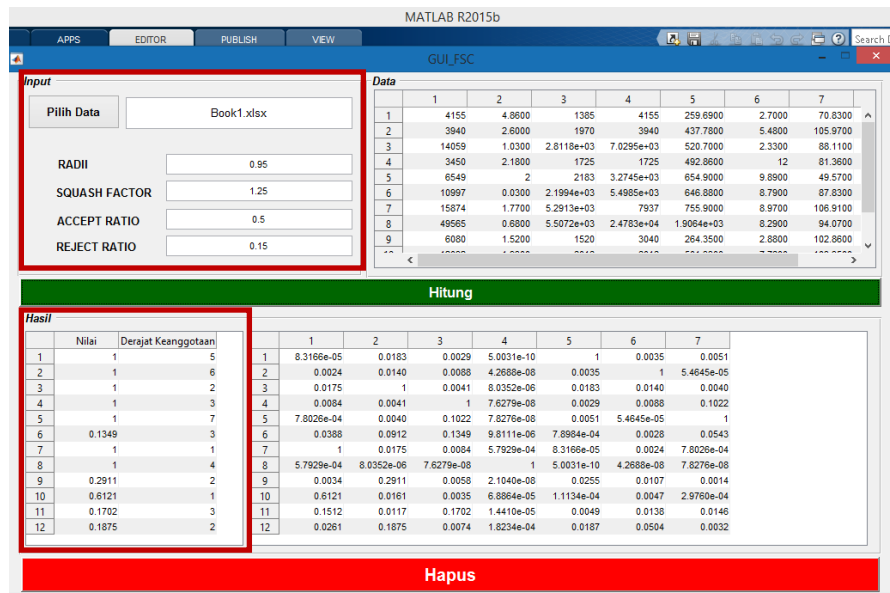
Tanjung Selor	0.0004	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	*
Bumi Rahayu	0.0023	0.2682	0.0041	0.0000	0.0200	0.0079	0.0009	*
Salimbatu	0.5925	0.0122	0.0024	0.0000	0.0001	0.0033	0.0002	*
Sekatak Buji	0.1334	0.0087	0.1514	0.0000	0.0035	0.0104	0.0111	*
Bunyu	0.0205	0.1678	0.0053	0.0001	0.0143	0.0413	0.0022	*

Dari Tabel 4 tersebut dapat disimpulkan bahwa

- a. cluster 1 terdapat 2 kecamatan yaitu Tanah Kuning dan Salimbatu
- b. cluster 2 terdapat 3 kecamatan yaitu Tanjung Palas, Bumi Rahayu dan Bunyu
- c. cluster 3 terdapat 3 kecamatan yaitu Antutan, Pimping dan Sekatak Buji
- d. cluster 4 terdapat 1 kecamatan yaitu Tanjung Selor
- e. cluster 5 terdapat 1 kecamatan yaitu Long Bia
- f. cluster 6 terdapat 1 kecamatan yaitu Long Bang
- g. cluster 7 terdapat 1 kecamatan yaitu Long Beluah

**Penyelesaian Dengan Metode *Fuzzy Subtractive Clustering* Berbantu GUI MATLAB**

Hasil *output* pengerjaan dengan berbantu GUI MATLAB pada Gambar 1 berikut :



**Gambar 1.** Output menggunakan *Fuzzy Subtractive Clustering* berbantu GUI MATLAB

Dari pengerjaan berbantu GUI MATLAB tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengerjaan menggunakan metode *Fuzzy Subtractive Clustering* yang telah dikerjakan manual sama hasilnya dengan pengerjaan menggunakan aplikasi GUI MATLAB yaitu

- a. cluster 1 terdapat 2 kecamatan yaitu Tanah Kuning dan Salimbatu
- b. cluster 2 terdapat 3 kecamatan yaitu Tanjung Palas, Bumi Rahayu dan Bunyu
- c. cluster 3 terdapat 3 kecamatan yaitu Antutan, Pimping dan Sekatak Buji
- d. cluster 4 terdapat 1 kecamatan yaitu Tanjung Selor
- e. cluster 5 terdapat 1 kecamatan yaitu Long Bia
- f. cluster 6 terdapat 1 kecamatan yaitu Long Bang
- g. cluster 7 terdapat 1 kecamatan yaitu Long Beluah

**KESIMPULAN**

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa menggunakan metode *Fuzzy Subtractive Clustering* (FSC) dengan jari-jari (*r*) yaitu 0,92 dihasilkan jumlah *cluster* terbaik. Jumlah *cluster* yang terbentuk sebanyak 7

*cluster*. Pada *cluster* 1 terdapat 2 kecamatan yaitu Tanah Kuning dan Salimbatu. Pada *cluster* 2 terdapat 3 kecamatan yaitu Tanjung Palas, Bumi Rahayu dan Bunyu. Pada *cluster* 3 terdapat 3 kecamatan yaitu Antutan, Pimping dan Sekatak Buji. Pada *cluster* 4 terdapat 1 kecamatan yaitu Tanjung Selor. Pada *cluster* 5 terdapat 1 kecamatan yaitu Long Bia. Pada *cluster* 6 terdapat 1 kecamatan yaitu Long Bang. Dan pada *cluster* 7 terdapat 1 kecamatan yaitu Long Beluah.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas dukungan yang diberikan kepada peneliti berupa bantuan dana penelitian dengan skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun 2022 yang menunjang berlangsungnya penelitian ini dengan baik.

#### DAFTAR RUJUKAN

1. Siswati T, Hoekstra T, Kusnanto H. Stunting among children Indonesian urban areas: What is the risk factors? *Jurnal Gizi dan Dietetik Indonesia (Indonesian Journal of Nutrition and Dietetics)*. 2020 Aug 27;8(1):1–8.
2. Ni'mah K, Nadhiroh SR. Faktor yang berhubungan dengan kejadian stunting pada balita. *Media Gizi Indonesia*. 2015;10(1):13–9.
3. Budiastutik I, Nugraheni SA. Determinant of stunting in indonesia: a review article. *Indonesian Journal of Healthcare Research*. 2018;1(2):43–9.
4. Mulyaningsih T, Mohanty I, Widyarningsih V, Gebremedhin TA, Miranti R, Wiyono VH. Beyond personal factors: Multilevel determinants of childhood stunting in Indonesia. *PLOS ONE*. 2021 Nov 19;16(11):e0260265.
5. Ahmed M, Seraj R, Islam SMS. The k-means Algorithm: A Comprehensive Survey and Performance Evaluation. *Electronics*. 2020 Aug;9(8):1295.
6. Nagari SS, Inayati L. IMPLEMENTATION OF CLUSTERING USING K-MEANS METHOD TO DETERMINE NUTRITIONAL STATUS. *Jurnal Biometrika dan Kependudukan*. 2020 Jun 15;9(1):62–8.
7. Safitri D, Rahmawati R, Hitasari OK. Fuzzy subtractive clustering berdasarkan kejadian bencana alam pada kabupaten/kota di jawa tengah. *Jurnal Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang [Internet]*. 2017 [cited 2022 Feb 13];5(2). Available from: <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/statistik/article/view/3190>
8. Haryati AE, Surono S. Comparative study of distance measures on fuzzy subtractive clustering. *MEDIA STATISTIKA*. 2022 Jan 11;14(2):137–45.
9. Haryati AE, Surono S, Suparman S. Implementation of minkowski-chebyshev distance in fuzzy subtractive clustering. *EKSAKTA: Journal of Sciences and Data Analysis*. 2021 Jun 23;2(2):82–7.
10. Setare, M. R. and Sajadi, S. N. Clustering with Principal Component Analysis and Fuzzy Subtractive Clustering Using Membership Function Exponential and Hamming Distance. *The 5<sup>th</sup> International Conference on Information Technology and Digital Applications (ICITDA)*. 2020 Mar 17; 2(2):17–57
11. Alashwal H, El Halaby M, Crouse JJ, Abdalla A, Moustafa AA. The Application of Unsupervised Clustering Methods to Alzheimer's Disease. *Frontiers in Computational Neuroscience [Internet]*. 2019 [cited 2022 Jun 23];13. Available from: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fncom.2019.00031>.
12. Hayati, M. N., Goejantoro, R., et al. Penerapan metode subtractive fuzzy c-means pada tingkat partisipasi pendidikan jenjang sekolah menengah atas/ sederajat di kabupaten/kota pulau kalimantan tahun 2018. *Journal of Statistics and Its Applications*. 2020 Des;2(2):63–74.
13. Efendi M. Penerapan metode k-means clustering pada sistem pendukung keputusan penentuan status gizi batita. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*. 2018 Sep 3;2(2):184–9.
14. Mahmudi A, Nataly S, Kusyanti DE. Pengelompokan pekerjaan pembenahan jaringan irigasi tersier di kabupaten malang menggunakan metode k-means clustering. *Sinteks : Jurnal Teknik*. 2018 Jul 9;7(1):9–15.
15. Liu Y, Zhang Y, Chao H. Incremental fuzzy clustering based on feature reduction. *Journal of Electrical and Computer Engineering [Internet]*. 2022 Mar 28 [cited 2022 Jun 23];2022:e8566253. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/jece/2022/8566253/>.
16. Zolghadr A, Jalalian A. A fuzzy clustering based method for the spatio-temporal data analysis. *Journal of Computer Science [Internet]*. 2022 Jun 13 [cited 2022 Jun 23];18(6):480–95. Available from: <https://thescipub.com/abstract/jcssp.2022.480.495>.

17. Fitri, N. A., Hayati, M. N., and Goejantoro, R. Grouping Districts/Cities in Kalimantan Island Based on The People's Welfare Indicators Using Fuzzy C-Means and Subtractive Fuzzy C-Means Methods. *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*. 2021 Sep:18(1):141–149.
18. Azizah N, Yuniarti D, Goejantoro R. Penerapan metode fuzzy subtractive clustering. *EKSPONENSIAL*. 2019 Jan 22;9(2):197–206.
19. Kusumadewi, S & Purnomo, H. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan Edisi 2*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2013.
20. Cahyaningrum, P. L. S. (2019). Indonesian community welfare levels clustering using the fuzzy subtractive clustering ( FCM ) method. *Journal of Physics* . 2019Jan 21-22: 4(8).