

Klasterisasi Kabupaten/Kota di Provinsi Lampung

Berdasarkan Jumlah Tenaga Kesehatan Tahun 2020-2024

Intan Ayu Lestari
Sains Data
Universitas Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia
intan.23051@mhs.unesa.ac.id

Nachla Fadilla
Sains Data
Universitas Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia
nachla.23072@mhs.unesa.ac.id

Rafly Anugrah Syahputra
Sains Data
Universitas Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia
rafly.23195@mhs.unesa.ac.id

Abstract—Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi Lampung berdasarkan distribusi tenaga kesehatan dari tahun 2020 hingga 2024. Enam kategori tenaga kesehatan dianalisis, yaitu perawat, bidan, tenaga kefarmasian, tenaga kesehatan masyarakat, tenaga kesehatan lingkungan, dan tenaga gizi. Analisis dilakukan menggunakan empat metode klaster: K-Means, Hierarchical Clustering, DBSCAN, dan Fuzzy C-Means. Setiap metode dievaluasi menggunakan nilai silhouette score untuk menentukan kualitas klasterisasi. Hasil menunjukkan bahwa metode K-Means dan Fuzzy C-Means memberikan performa terbaik dalam mengelompokkan wilayah berdasarkan karakteristik tenaga kesehatannya. Temuan ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pemerintah daerah dalam merencanakan alokasi tenaga kesehatan secara merata.

Keywords—*Provinsi Lampung, Clustering, K-Means, Hierarchical, DBSCAN, Fuzzy C-Means, Tenaga Kesehatan, Multivariate Analysis*

I. LATAR BELAKANG

Peningkatan kualitas layanan kesehatan merupakan prioritas utama dalam pembangunan sektor kesehatan di Indonesia. Salah satu indikator penting untuk mengukur keberhasilan adalah distribusi tenaga kesehatan yang merata di seluruh wilayah, khususnya di Provinsi Lampung. Provinsi ini terdiri dari 15 kabupaten/kota yang memiliki karakteristik geografis dan demografis berbeda, sehingga menimbulkan variasi dalam jumlah dan sebaran tenaga kesehatan.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung pada tahun 2020 hingga 2024, terdapat ketimpangan jumlah tenaga kesehatan antar kabupaten/kota, baik dokter umum, dokter spesialis, perawat, maupun bidan. Ketimpangan ini dapat mempengaruhi akses dan kualitas layanan kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, analisis distribusi tenaga kesehatan dan pengelompokan wilayah dengan karakteristik serupa menjadi penting sebagai dasar pengambilan kebijakan yang lebih tepat sasaran.

Penelitian ini menggunakan metode analisis klasterisasi multivariat dengan pendekatan yang

komprehensif, yaitu metode Fuzzy, C-Means, K-Means, DBSCAN, dan Hierarchical Clustering untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi Lampung berdasarkan jumlah tenaga kesehatan. Dengan mengkombinasikan beberapa metode ini, diharapkan dapat diperoleh pola klaster yang lebih akurat dan representatif terhadap kondisi sebenarnya. Hasil dari analisis ini dapat digunakan untuk mendukung perencanaan dan alokasi sumber daya kesehatan secara lebih efektif dan efisien. [2] [5] [6] [11] [12] [16]

II. METODOLOGI

A. Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Lampung pada tahun 2020 hingga 2024. Dataset ini mencakup informasi jumlah tenaga kesehatan di 15 kabupaten/kota di Provinsi Lampung, dengan variabel-variabel berikut:

- Jumlah Perawat
- Jumlah Bidan
- Jumlah Tenaga Kefarmasian
- Jumlah Tenaga Kesehatan Masyarakat
- Jumlah Tenaga Kesehatan Lingkungan
- Jumlah Tenaga Gizi

Data yang tersedia merupakan data tabular yang telah disusun berdasarkan kabupaten/kota, dengan informasi tentang jumlah tenaga kesehatan di setiap wilayah [4]

B. Metode yang Digunakan

- 1) **K-Means Clustering:** Mengelompokkan kabupaten/kota berdasarkan kesamaan pola distribusi tenaga kesehatan [10] [15]
- 2) **Hierarchical Clustering:** Menganalisis hubungan hierarkis antar wilayah berdasarkan karakteristik tenaga kesehatan [9] [10] [14] [15]
- 3) **DBSCAN:** Mengelompokkan wilayah berdasarkan kepadatan data, serta mendeteksi outlier [8]
- 4) **Fuzzy C-Means:** Mengelompokkan data dengan keanggotaan ganda untuk menangkap ambiguitas antar klaster [7] [13]

C. Prosedur Analisis

- Pra-pemrosesan Data:** Data yang diperoleh akan terlebih dahulu dibersihkan dengan memeriksa kelengkapan data dan menangani data yang hilang. Proses normalisasi juga dilakukan agar variabel-variabel berada dalam skala yang sama, menghindari bias dalam analisis klasterisasi [7]
- PCA (Principal Component Analysis):** Untuk mengurangi jumlah dimensi data, sehingga proses klasterisasi menjadi lebih efisien [8]
- Analisis Statistik Deskriptif:** Menghitung nilai statistik dasar seperti mean, median, minimum, maksimum, dan standar deviasi dari masing-masing variabel. Menyajikan visualisasi deskriptif seperti diagram batang, boxplot, dan heatmap korelasi untuk memberikan gambaran umum data [10]
- Penentuan Klaster Optimal:** Penentuan jumlah klaster optimal dilakukan dengan menggunakan metode Elbow Method dan Silhouette Score [9]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

A. Analisis Deskriptif

TABLE I. TABEL DESKRIPSI DATA

Tahun	Table Deskripsi Data					
	Kolom	Mean	Median	Min	Max	Standar Deviasi
2020	Perawat	704.9	467	189	2992	699.5
	Bidan	616.8	554	291	1044	240.3
	Tenaga Kefarnasian	59.2	42	17	288	67.4
	Tenaga Kesehatan Masyarakat	48.5	34	15	141	34.9
	Tenaga Kesehatan Lingkungan	33.8	24	11	79	19.1
	Tenaga Gizi	35.8	24	13	123	27.9
2021	Perawat	686.8	482	188	2362	556.5
	Bidan	612.4	516	318	1070	243.2
	Tenaga Kefarnasian	99.2	78	35	346	78.3
	Tenaga Kesehatan Masyarakat	54.3	47	19	126	32.3
	Tenaga Kesehatan Lingkungan	38	36	18	72	19.1
	Tenaga Gizi	38.6	32	19	102	21.8
2022	Perawat	843.1	565	210	3466	802.8
	Bidan	742.2	631	389	1286	286.2
	Tenaga Kefarnasian	140.4	90	32	659	155.1
	Tenaga Kesehatan Masyarakat	67.6	58	18	184	43.8
	Tenaga Kesehatan Lingkungan	49.1	45	22	122	25.5

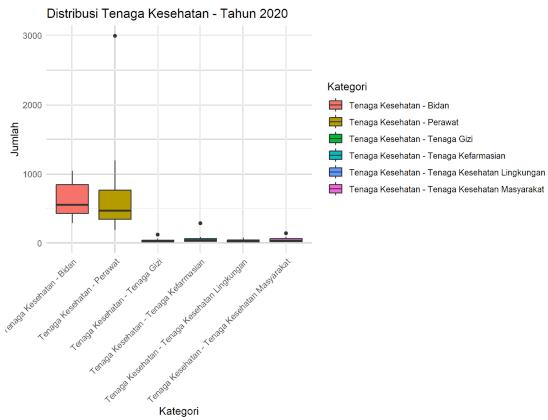
Tahun	Table Deskripsi Data					
	Kolom	Mean	Median	Min	Max	Standar Deviasi
	Tenaga Gizi	52.6	44	20	155	32.9
2023	Perawat	783.9	613	217	2603	621.8
	Bidan	725.7	596	175	1395	368.0
	Tenaga Kefarnasian	108.7	100	27	350	84.9
	Tenaga Kesehatan Masyarakat	64.2	45	21	124	40.1
	Tenaga Kesehatan Lingkungan	48.3	47	19	73	17.3
	Tenaga Gizi	51.2	48	18	85	20.6
2024	Perawat	861.2	558	230	3480	812.0
	Bidan	744.8	642	381	1357	307.1
	Tenaga Kefarnasian	144.8	84	39	571	133.2
	Tenaga Kesehatan Masyarakat	70.1	47	29	194	47.0
	Tenaga Kesehatan Lingkungan	50.4	40	21	116	24.8
	Tenaga Gizi	48.2	40	22	112	24.8
2020 -2024	Perawat	776	561	188	3480	689.9
	Bidan	688.4	608	175	1395	291.2
	Tenaga Kefarnasian	110.4	78	17	659	110.7
	Tenaga Kesehatan Masyarakat	60.9	47	15	194	39.7
	Tenaga Kesehatan Lingkungan	43.9	39	11	122	21.9
	Tenaga Gizi	45.3	42	13	155	26.2

Berdasarkan Tabel I, data tenaga kesehatan periode 2020–2024 menunjukkan tren kenaikan rata-rata di hampir semua kategori, kecuali tenaga gizi yang menurun pada 2024. Perawat memiliki rata-rata keseluruhan 776,0, naik dari 704,9 (2020) ke 861,2 (2024), dengan median 561, standar deviasi 689,9, dan rentang 188–3480. Nilai maksimum 3480 pada 2024 merupakan outlier signifikan, jauh melampaui rata-rata tahunan lainnya, menunjukkan ketimpangan distribusi. Bidan meningkat dari 616,8 (2020) ke 744,8 (2024), rata-rata 688,4, median 608, standar deviasi 291,2, dan rentang 175–1395, dengan nilai maksimum 1395 pada 2023 sebagai outlier yang menonjol. Tenaga kefarmasian melonjak dari 59,2 (2020) ke 144,8 (2024), rata-rata 110,4, median 78, standar deviasi 110,7, dan rentang 17–659, di mana nilai maksimum 659 pada 2022 adalah outlier yang mencolok dibandingkan tren tahunan. Tenaga kesehatan masyarakat naik dari 48,5 (2020) ke 70,1 (2024), rata-rata 60,9, median 47, standar deviasi 39,7, dengan rentang 15–194, dan nilai maksimum 194 pada 2024 sebagai outlier. Tenaga kesehatan lingkungan meningkat dari 33,8 (2020) ke 50,4 (2024), rata-rata 43,9, median 39, standar deviasi 21,9, dan rentang 11–122, dengan nilai maksimum 122 pada 2022 sebagai outlier.

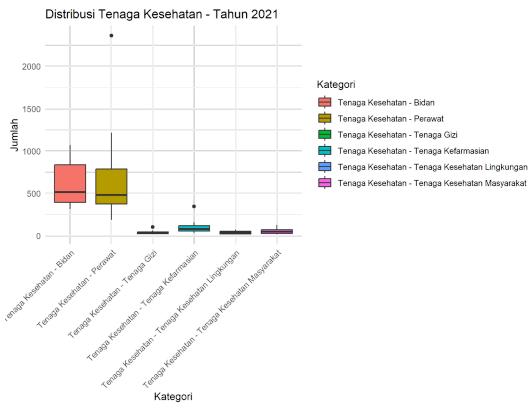
Tenaga gizi naik dari 35,8 (2020) ke 52,6 (2022), lalu turun ke 48,2 (2024), rata-rata 45,3, median 42, standar deviasi 26,2, dan rentang 13–155, dengan nilai maksimum 155 pada 2022 sebagai outlier. Secara keseluruhan, outlier terlihat pada 2024 untuk perawat (3480) dan tenaga kesehatan masyarakat (194), pada 2023 untuk bidan (1395), dan pada 2022 untuk tenaga kefarmasian (659), tenaga kesehatan lingkungan (122), serta tenaga gizi (155), menunjukkan ketidakmerataan distribusi yang perlu diteliti lebih lanjut

Gambar Boxplot Dari Tahun ke tahun

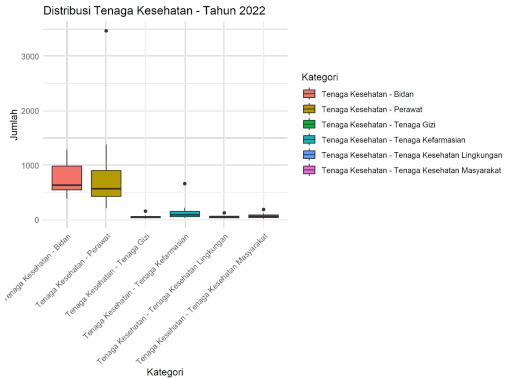
1. Boxplot Tahun 2020



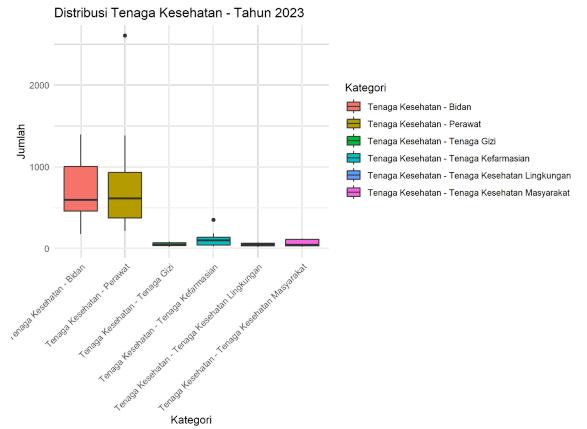
2. Boxplot Tahun 2021



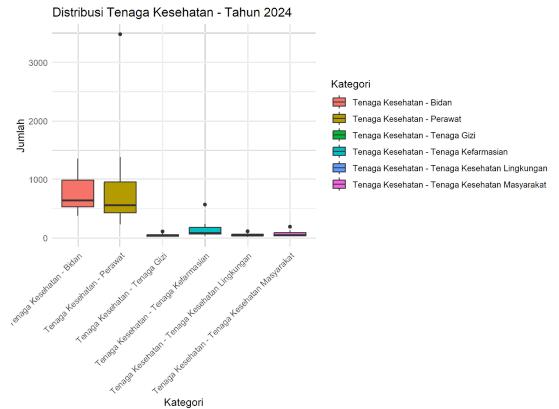
3. Boxplot Tahun 2022



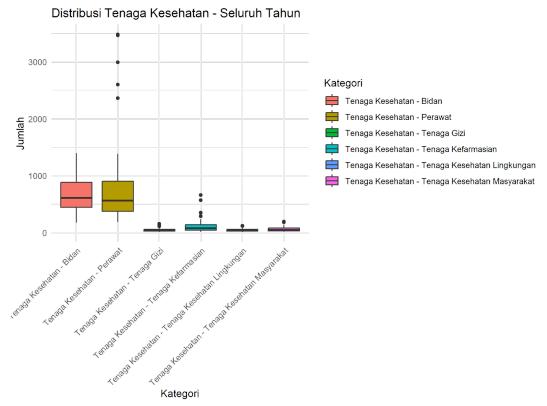
4. Boxplot Tahun 2023



5. Boxplot Tahun 2024



6. Boxplot Tahun 2020-2024



Berdasarkan boxplot distribusi tenaga kesehatan dari 2020 sampai 2024, serta data keseluruhan, terlihat ada perbedaan variasi dan ketidakseimbangan antar kategori seperti bidan, perawat, tenaga gizi, tenaga kefarmasian, tenaga kesehatan lingkungan, dan tenaga kesehatan masyarakat. Dari 2020 hingga 2024, perawat dan bidan selalu punya jumlah lebih banyak dibandingkan yang lain, dengan kotak dan whisker yang lebih panjang. Outlier mulai muncul pada 2020 untuk perawat sekitar 3000, dan naik jadi 3480 pada 2024. Bidan punya outlier pada 2023 sekitar 1395 dan 2024 mendekati 2000. Sementara itu, kategori lain seperti tenaga kefarmasian, gizi, kesehatan lingkungan, dan kesehatan masyarakat punya rentang lebih kecil, dengan outlier pada 2022 untuk tenaga kefarmasian (sekitar 659), tenaga gizi (sekitar 155), dan kesehatan lingkungan (sekitar

122), serta pada 2024 untuk kesehatan masyarakat (sekitar 194).

Fokus pada tahun 2024, boxplot menunjukkan perawat punya outlier besar di 3480, jauh di atas batas normal, mungkin karena penempatan khusus atau rekrutmen besar. Bidan juga punya outlier mendekati 2000, menunjukkan perubahan tak biasa. Tenaga kesehatan masyarakat punya outlier sekitar 194, sedangkan kategori lain seperti kefarmasian, gizi, dan kesehatan lingkungan terlihat lebih stabil tanpa outlier mencolok. Variasi tinggi pada perawat dan bidan, ditambah outlier pada kesehatan masyarakat, menunjukkan ketidakseimbangan pada 2024 yang perlu dilihat lagi, mungkin terkait lokasi penempatan atau kebutuhan daerah tertentu.

B. Analisis Klasterisasi

TABLE II.TABEL EVALUASI HASIL CLUSTER

Tahun	Table Silhout-Score		
	Metode	Jumlah Cluster	Silhouette Score
2020	K-Means	4	0,38
	Hierarchical	4	0,38
	DB-SCAN	2	NA
	Fuzzy C_Means	4	0,26
2021	K-Means	4	0,32
	Hierarchical	4	0,32
	DB-SCAN	2	NA
	Fuzzy C_Means	4	0,32
2022	K-Means	4	0,294
	Hierarchical	4	0,275
	DB-SCAN	2	NA
	Fuzzy C_Means	4	0,294
2023	K-Means	4	0,32
	Hierarchical	4	0,32
	DB-SCAN	2	NA
	Fuzzy C_Means	4	0,32
2024	K-Means	4	0,36
	Hierarchical	4	0,42
	DB-SCAN	2	NA
	Fuzzy C_Means	4	0,29
2020-2024	K-Means	4	0,37
	Hierarchical	4	0,49
	DB-SCAN	7	0,36
	Fuzzy C_Means	4	0,34

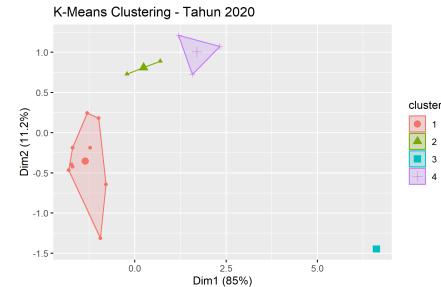
a.

Klasterisasi dilakukan menggunakan empat metode: K-Means, Hierarchical, DBSCAN, dan Fuzzy C-Means, untuk mengelompokkan kabupaten/kota berdasarkan jumlah

tenaga kesehatan. Data dinormalisasi untuk memastikan skala yang seragam, dan Analisis Komponen Utama (PCA) diterapkan untuk memvisualisasikan hasil klasterisasi. Namun, untuk metode DBSCAN, hasilnya menunjukkan nilai NA, yang disebabkan oleh jumlah data yang terlalu sedikit, sehingga tidak cukup untuk mengidentifikasi outlier secara efektif.

1. K-Means

1) Tahun 2020



Hasil klasterisasi *K-Means* untuk *tahun 2020* membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Lampung Barat, Tanggamus, Tulangbawang, Pesawaran, Pringsewu, Mesuji, Tulangbawang Barat, dll

- Klaster 2

Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Lampung Timur dan Way Kanan

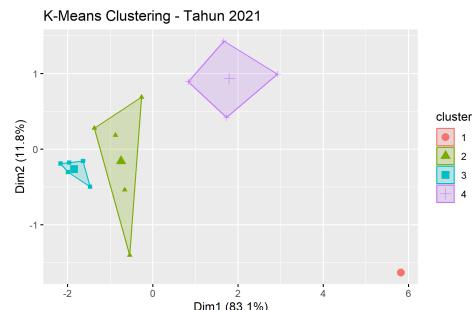
- Klaster 3

Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 yaitu Kota Bandar Lampung saja

- Klaster 4

Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 meliputi: Lampung Selatan, Lampung Tengah, dan Lampung Utara

2) Tahun 2021



Hasil klasterisasi *K-Means* untuk *tahun 2021* membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 yaitu Kota Bandar Lampung saja

- Klaster 2

Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Tanggamus, Way Kanan, Tulangbawang, Pringsewu, dan Kota Metro

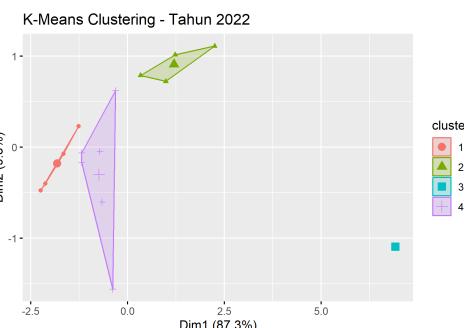
- Klaster 3

Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 meliputi: Lampung Barat, Pesawaran, Mesuji, Tulang Bawang Barat, dan Pesisir Barat

- Klaster 4

Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 meliputi: Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Tengah, dan Lampung Utara

3) Tahun 2022



Hasil klasterisasi *K-Means* untuk *tahun 2022* membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Lampung Barat, Pesawaran, Mesuji, dan Pesisir Barat

- Klaster 2

Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Lampung Selatan, Lampung Timur,

Lampung Tengah, dan Lampung Utara

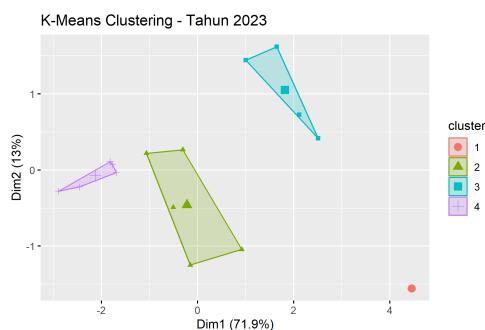
- Klaster 3

Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 yaitu Kota Bandar Lampung saja

- Klaster 4

Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 meliputi: Tanggamus, Way Kanan, Tulangbawang, Pringsewu, Tulangbawang Barat, dan Kota Metro

4) Tahun 2023



Hasil klasterisasi *K-Means* untuk *tahun 2023* membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 yaitu Kota Bandar Lampung saja

- Klaster 2

Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Lampung Barat, Lampung Selatan, Lampung Timur, Pringsewu, dan Kota Metro

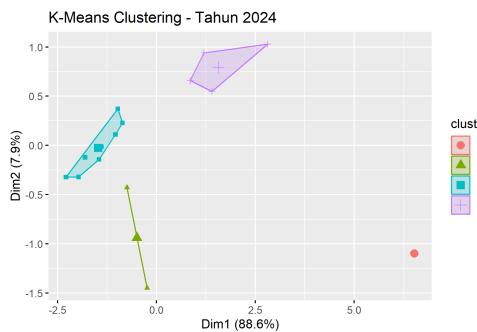
- Klaster 3

Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 meliputi: Tanggamus, Lampung Tengah, Lampung Utara, dan Way Kanan

- Klaster 4

Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 meliputi: Tulangbawang, Pesawaran, Mesuji, Tulangbawang Barat, dan Pesisir Barat

5) Tahun 2024



Hasil klasterisasi *K-Means* untuk *tahun 2024* membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 yaitu Kota Bandar Lampung saja

- Klaster 2

Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 yaitu Pringsewu dan Kota Metro

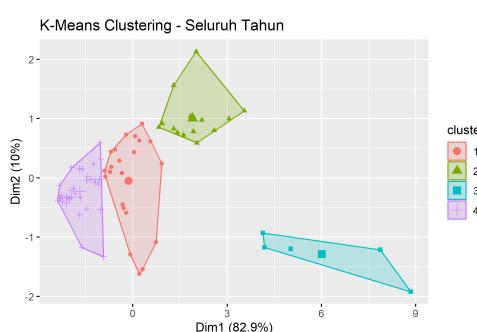
- Klaster 3

Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 meliputi: Lampung Barat, Tanggamus, Way Kanan, Tulangbawang, Pesawaran, Mesuji, dan Tulang

- Klaster 4

Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 meliputi: Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Tengah, dan Lampung Utara

6) Tahun 2020-2024



Hasil klasterisasi *K-Means* untuk *tahun 2020-2024* membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster

dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Lampung Barat, Tanggamus, Way Kanan, Tulangbawang, Pesawaran, Pringsewu, Mesuji, dll

- Klaster 2

Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Tengah, Lampung Utara, Lampung Selatan, dll

- Klaster 3

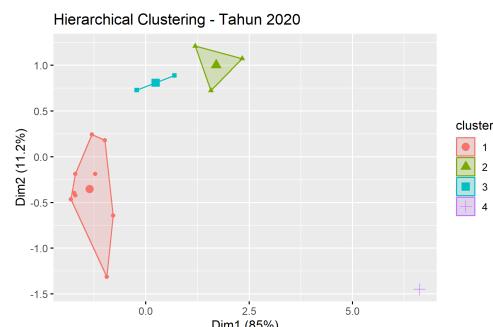
Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 meliputi: Kota Bandar Lampung, Kota Bandar Lampung, dan Kota Bandar Lampung

- Klaster 4

Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 yaitu Kota Bandar Lampung dan Kota Bandar Lampung

2. Hierarchical

1) Tahun 2020



Hasil klasterisasi *Hierarchical* untuk *tahun 2020* membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1

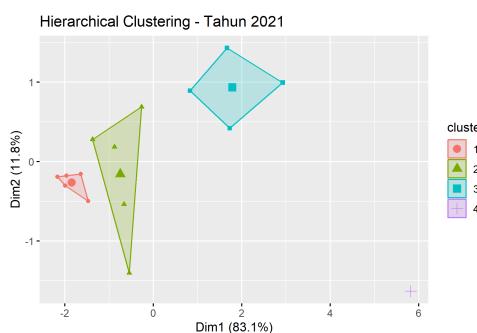
Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Lampung Barat, Tanggamus, Tulangbawang, Pesawaran, Pringsewu, Mesuji, dan Tulangbawang.

- Klaster 2

Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Lampung

Selatan, Lampung Tengah, dan Lampung Utara

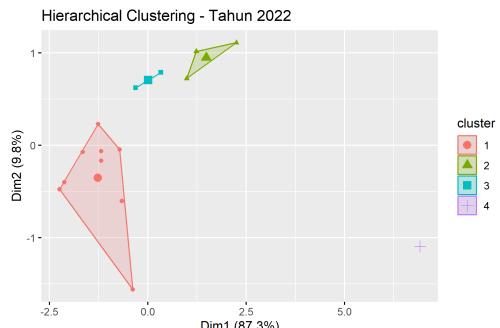
- Klaster 3
Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 yaitu Lampung Timur dan Way Kanan
 - Klaster 4
Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 yaitu Kota Bandar Lampung
- 2) Tahun 2021



Hasil klasterisasi *Hierarchical* untuk tahun 2021 membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1
Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Lampung Barat, Pesawaran, Mesuji, Tulangbawang Barat, dan Pesisir Barat
- Klaster 2
Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Tanggamus, Way Kanan, Tulangbawang, Pringsewu, dan Kota Metro
- Klaster 3
Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 meliputi: Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Tengah, dan Lampung Utara
- Klaster 4
Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 yaitu Kota Bandar Lampung saja

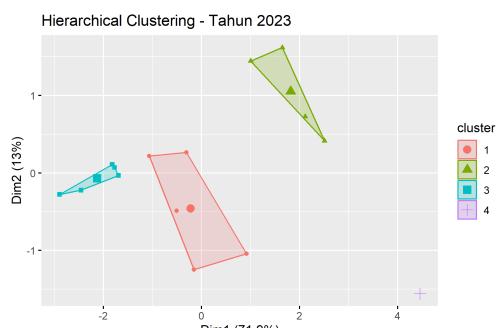
3) Tahun 2022



Hasil klasterisasi *Hierarchical* untuk tahun 2022 membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1
Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Lampung Barat, Tanggamus, Tulangbawang, Pesawaran, Pringsewu, Mesuji, dan Tulangbawang.
- Klaster 2
Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Lampung Selatan, Lampung Tengah, dan Lampung Utara
- Klaster 3
Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 meliputi: Lampung Selatan, yaitu Lampung Timur dan Way Kanan
- Klaster 4
Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 yaitu Kota Bandar Lampung saja

4) Tahun 2023



Hasil klasterisasi *Hierarchical* untuk tahun 2023 membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang

tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Lampung Barat, Lampung Selatan, Lampung Timur, Pringsewu, dan Kota Metro

- Klaster 2

Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Tanggamus, Lampung Tengah, Lampung Utara, dan Way Kanan

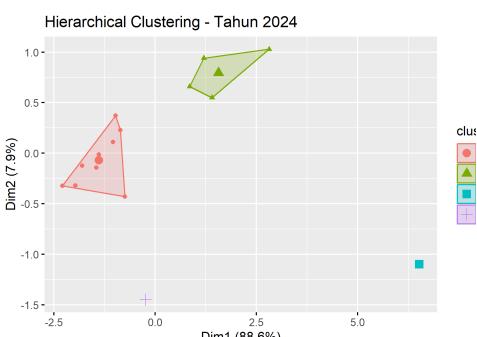
- Klaster 3

Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 meliputi: Tulangbawa, Pesawaran, Mesuji, Tulangbawang Barat, dan Pesisir Barat

- Klaster 4

Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 yaitu Kota Bandar Lampung saja

5) Tahun 2024



Hasil klasterisasi *Hierarchical* untuk tahun 2024 membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Lampung Barat, Tanggamus, Way Kanan, Tulangbawang, Pesawaran, Pringsewu, Mesuji, dll

- Klaster 2

Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Tengah, dan Lampung Utara

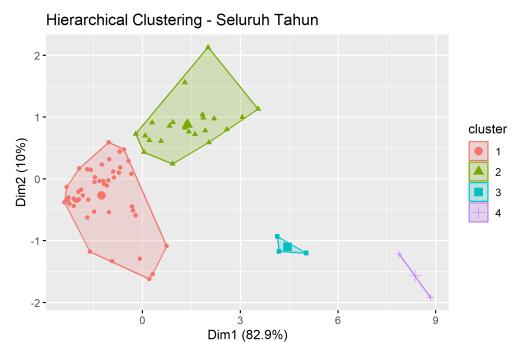
- Klaster 3

Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 yaitu Kota Bandar Lampung saja

- Klaster 4

Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 yaitu Kota Metro saja

6) Tahun 2020-2024



Hasil klasterisasi *Hierarchical* untuk tahun 2020-2024 membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Lampung Barat, Tanggamus, Way Kanan, Tulangbawang, Pesawaran, Pringsewu, Mesuji, dll

- Klaster 2

Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Tengah, Lampung Utara, Lampung Selatan, dll

- Klaster 3

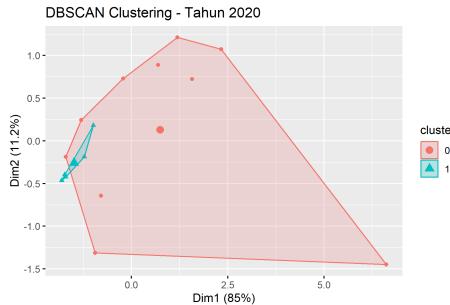
Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 meliputi: Kota Bandar Lampung, Kota Bandar Lampung, dan Kota Bandar Lampung

- Klaster 4

Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 yaitu Kota Bandar Lampung dan Kota Bandar Lampung

3. DBSCAN

1) Tahun 2020



Hasil klasterisasi *DBSCAN* untuk *tahun 2020* membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **dua klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

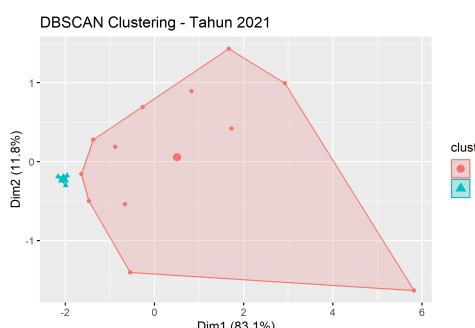
- Klaster 0

Daerah yang masuk ke dalam klaster 0 meliputi: Lampung Barat, Tanggamus, Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Tengah, Lampung Utara, Way Kanan, Pringsewu, Kota Bandar Lampung,dll

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Tulangbawang, Pesawaran, Mesuji, Tulang Bawang Barat, dan Pesisir Barat

2) Tahun 2021



Hasil klasterisasi *DBSCAN* untuk *tahun 2021* membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **dua klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 0

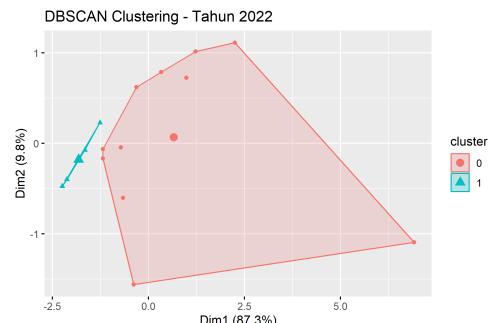
Daerah yang masuk ke dalam klaster 0 meliputi: Lampung Barat, Tanggamus, Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Tengah, Lampung

Utara, Way Kanan, Tulangbawang, Pesawaran, dll

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Mesuji, Tulang Bawang Barat, dan Pesisir Barat

3) Tahun 2022



Hasil klasterisasi *DBSCAN* untuk *tahun 2022* membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **dua klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

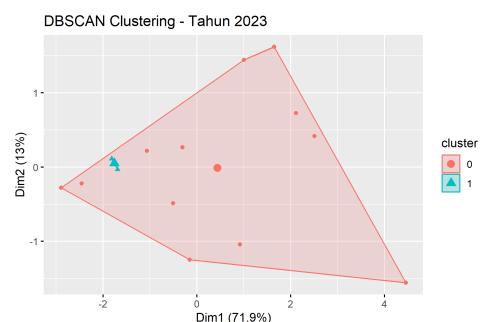
- Klaster 0

Daerah yang masuk ke dalam klaster 0 meliputi: Tanggamus, Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Tengah, Lampung Utara, Way Kanan, Tulangbawang, Pringsewu, Tulang Bawang Barat, dll.

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Lampung Barat, Pesawaran, Mesuji, dan Pesisir Barat

4) Tahun 2023



Hasil klasterisasi *DBSCAN* untuk *tahun 2023* membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **dua klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

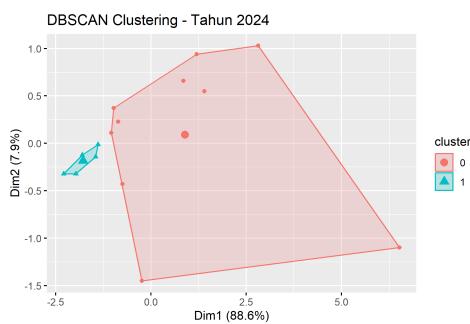
- Klaster 0

Daerah yang masuk ke dalam klaster 0 meliputi: Lampung Barat, Tanggamus, Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Tengah, Lampung Utara, Way Kanan, Pringsewu, Mesuji, Pesisir Barat, dll.

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Tulangbawang, Pesawaran, dan Tulang Bawang Barat.

5) Tahun 2024



Hasil klasterisasi DBSCAN untuk tahun 2024 membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **dua klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

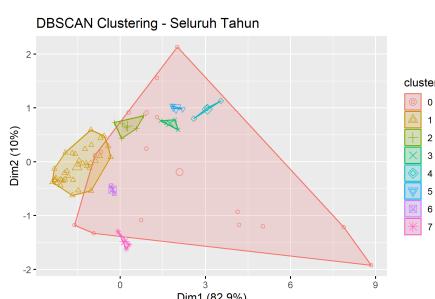
- Klaster 0

Daerah yang masuk ke dalam klaster 0 meliputi: Tanggamus, Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Tengah, Lampung Utara, Way Kanan, Pesawaran, Pringsewu, Kota Bandar Lampung, dll

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Lampung Barat, Tulangbawang, Mesuji, Tulang Bawang Barat, dan Pesisir Barat

6) Tahun 2020-2024



Hasil klasterisasi DBSCAN untuk tahun 2020-2024 membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **tujuh klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 0

Daerah yang masuk ke dalam klaster 0 meliputi: Lampung Tengah, Lampung Utara, Kota Bandar Lampung, Kota Metro, dan Lampung Selatan

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Lampung Barat, Tanggamus, Way Kanan, Tulangbawang, Pesawaran, dan Pringsewu

- Klaster 2

Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Timur, Lampung Timur, dan Way Kanan

- Klaster 3

Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 meliputi: Lampung Tengah, Lampung Selatan, Lampung Selatan, dan Lampung Timur

- Klaster 4

Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 meliputi: Lampung Tengah, Lampung Tengah, dan Lampung Tengah

- Klaster 5

Daerah yang masuk ke dalam klaster 5 meliputi: Lampung Utara, Lampung Utara, dan Lampung Utara

- Klaster 6

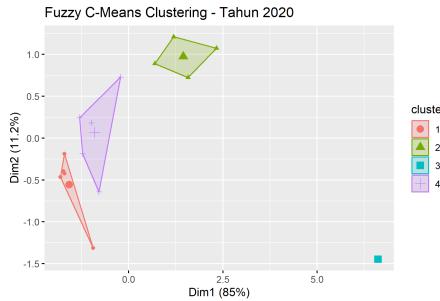
Daerah yang masuk ke dalam klaster 6 meliputi: Pringsewu, Pringsewu, dan Pringsewu

- Klaster 7

Daerah yang masuk ke dalam klaster 7 meliputi: Kota Metro, Kota Metro, dan Kota Metro

4. Fuzzy C-Means

1) Tahun 2020



Hasil klasterisasi *Fuzzy C-Means* untuk *tahun 2020* membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Lampung Barat, Mesuji, Tulang Bawang Barat, Pesisir Barat, dan Kota Metro.

- Klaster 2

Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Tengah, dan Lampung Utara.

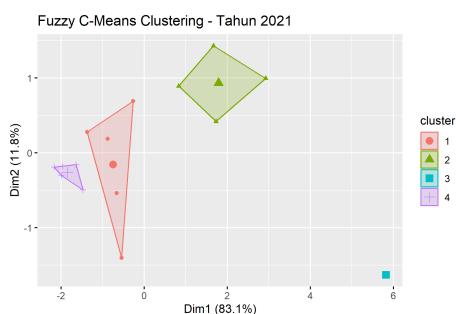
- Klaster 3

Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 yaitu Kota Bandar Lampung

- Klaster 4

Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 yaitu Tanggamus, Way Kanan, Tulangbawang, Pesawaran, dan Pringsewu

2) Tahun 2021



Hasil klasterisasi *Fuzzy C-Means* untuk *tahun 2021* membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster

dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Tanggamus, Way Kanan, Tulangbawang, Pringsewu, dan Kota Metro.

- Klaster 2

Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Tengah, dan Lampung Utara.

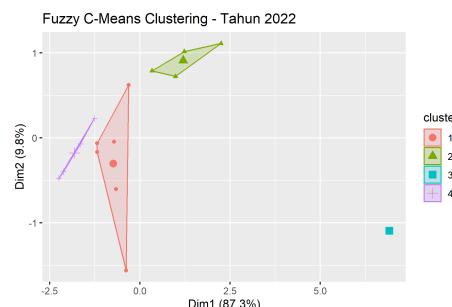
- Klaster 3

Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 yaitu Kota Bandar Lampung.

- Klaster 4

Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 yaitu Lampung Barat, Pesawaran, Mesuji, Tulang Bawang Barat, dan Pesisir Barat.

3) Tahun 2022



Hasil klasterisasi *Fuzzy C-Means* untuk *tahun 2022* membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Tanggamus, Way Kanan, Tulangbawang, Pringsewu, dan Kota Metro.

- Klaster 2

Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Tengah, dan Lampung Utara.

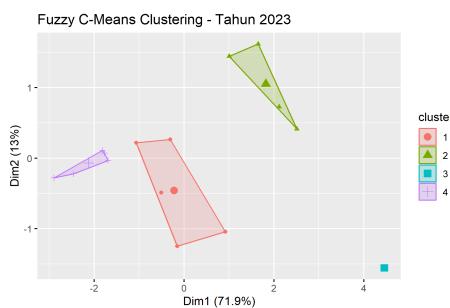
- Klaster 3

Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 yaitu Kota Bandar Lampung.

- Klaster 4

Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 yaitu Lampung Barat, Pesawaran, Mesuji, Tulang Bawang Barat, dan Pesisir Barat.

4) Tahun 2023



Hasil klasterisasi *Fuzzy C-Means* untuk *tahun 2023* membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Lampung Barat, Lampung Selatan, Lampung Timur, Pringsewu, dan Kota Metro

- Klaster 2

Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Tanggamus, Lampung Tengah, Lampung Utara, dan Way Kanan

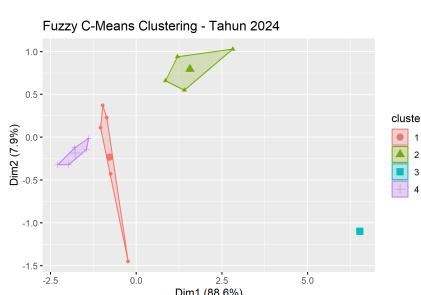
- Klaster 3

Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 yaitu Kota Bandar Lampung.

- Klaster 4

Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 yaitu Tulangbawang, Pesawaran, Mesuji, Tulang Bawang Barat, dan Pesisir Barat.

5) Tahun 2024



Hasil klasterisasi *Fuzzy C-Means* untuk *tahun 2024* membagi kabupaten/kota di

Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Tanggamus, Way Kanan, Pesawaran, Pringsewu, dan Kota Metro

- Klaster 2

Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Tengah, dan Lampung Utara

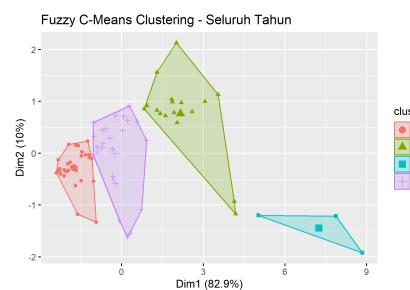
- Klaster 3

Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 yaitu Kota Bandar Lampung.

- Klaster 4

Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 yaitu Lampung Barat, Tulangbawang, Mesuji, Tulang Bawang Barat, dan Pesisir Barat

6) Tahun 2020-2024



Hasil klasterisasi *Fuzzy C-Means* untuk *tahun 2020-2024* membagi kabupaten/kota di Provinsi Lampung menjadi **empat klaster** berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Berikut adalah rincian tiap klaster dan daerah yang termasuk dalam klaster tersebut:

- Klaster 1

Daerah yang masuk ke dalam klaster 1 meliputi: Lampung Barat, Tanggamus, Tulangbawang, Pesawaran, Pringsewu, Mesuji, Tulang Bawang Barat, Pesisir Barat,dll

- Klaster 2

Daerah yang masuk ke dalam klaster 2 meliputi: Lampung Tengah, Lampung Tengah, Lampung Utara, Kota Bandar Lampung, Lampung Selatan, Lampung Timur, dll

- Klaster 3
Daerah yang masuk ke dalam klaster 3 yaitu Kota Bandar Lampung, Kota Bandar Lampung, Kota Bandar Lampung.
- Klaster 4
Daerah yang masuk ke dalam klaster 4 yaitu Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Utara, Way Kanan, Lampung Selatan, Lampung Timur, Way Kanan.

Pembahasan

Berdasarkan klasterisasi kabupaten/kota di Provinsi Lampung dari tahun 2020 hingga 2024 menggunakan metode K-Means, Hierarchical Clustering, DBSCAN, dan Fuzzy C-Means, terlihat pola distribusi tenaga kesehatan yang bervariasi antar wilayah, yang didukung oleh data statistik dan program pemerintah. Klasterisasi ini mengelompokkan 15 kabupaten/kota berdasarkan jumlah tenaga kesehatan, termasuk perawat, bidan, tenaga kefarmasian, tenaga kesehatan masyarakat, tenaga kesehatan lingkungan, dan tenaga gizi, dengan fokus pada tren peningkatan yang konsisten, kecuali untuk tenaga gizi yang menurun pada 2024.

Analisis Klaster dan Distribusi Tenaga Kesehatan

Hasil klasterisasi menunjukkan bahwa Kota Bandar Lampung sering kali terpisah sebagai klaster sendiri (Klaster 1 atau 3) pada berbagai metode dan tahun, seperti pada 2020, 2023, dan 2024 dengan K-Means, serta 2020-2024 dengan Hierarchical dan Fuzzy C-Means. Hal ini mencerminkan jumlah tenaga kesehatan yang lebih tinggi dibandingkan kabupaten lain, yang kemungkinan besar didukung oleh statusnya sebagai ibu kota provinsi dan pusat layanan kesehatan. Tren ini selaras dengan peningkatan rata-rata tenaga kesehatan, terutama perawat (dari 704,9 pada 2020 ke 861,2 pada 2024) dan bidan (dari 616,8 ke 744,8), yang menunjukkan outlier signifikan seperti 3480 untuk perawat pada 2024 dan 1395 untuk bidan pada 2023.

Klaster lain, seperti Klaster 2 dan 4, mencakup kabupaten dengan distribusi lebih merata, seperti Lampung Selatan, Lampung Timur, Lampung Tengah, dan Lampung Utara, yang konsisten muncul dalam berbagai metode (misalnya K-Means 2022 dan Hierarchical 2024). Outlier pada tahun-tahun tertentu, seperti tenaga kefarmasian (659 pada 2022) dan tenaga kesehatan masyarakat (194 pada 2024), menunjukkan adanya penempatan khusus atau kebutuhan lokal yang signifikan. Program Nusantara Sehat, yang menugaskan 33 tenaga kesehatan pada 2024 dibandingkan 17 pada 2019, kemungkinan besar berkontribusi pada peningkatan ini, terutama di daerah tertinggal seperti Mesuji dan Pesisir Barat [4].

DBSCAN menonjol dengan kemampuan mendeteksi outlier, membentuk dua klaster utama dengan wilayah seperti Tulangbawang dan Pesawaran terpisah pada 2020 dan 2024, yang mungkin mencerminkan distribusi rendah atau tidak seragam. Hal ini diperkuat oleh data boxplot yang menunjukkan variasi tinggi pada 2024, dengan outlier pada perawat (3480) dan tenaga kesehatan masyarakat (194),

menandakan ketidakseimbangan yang mungkin terkait dengan penugasan atau kebijakan kesehatan lokal.

Faktor Pendukung Peningkatan Tenaga Kesehatan

Peningkatan tenaga kesehatan di Lampung, sebagaimana tercermin dalam klasterisasi, kemungkinan besar didorong oleh Program Nusantara Sehat dan transformasi sumber daya manusia kesehatan. Pada 2021, total tenaga kesehatan mencapai 20.379 orang [12], dan peningkatan penugasan pada 2024 menunjukkan upaya pemerintah untuk meningkatkan akses layanan kesehatan di daerah terpencil. Transformasi ini juga ditunjang oleh capaian cakupan Universal Health Coverage (UHC) 97,78% pada 2023 dan fokus pada indikator kesehatan seperti harapan hidup 74,17 tahun [13]

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi Lampung berdasarkan jumlah tenaga kesehatan dari tahun 2020 hingga 2024. Empat metode klasterisasi yang digunakan—K-Means, Hierarchical Clustering, DBSCAN, dan Fuzzy C-Means—telah memberikan hasil yang berbeda dalam mengelompokkan wilayah berdasarkan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia. Hasil analisis menunjukkan beberapa poin penting:

1. Distribusi Tenaga Kesehatan
2. Hasil Klasterisasi
 - **K-Means** dan **Fuzzy C-Means** memberikan hasil yang lebih konsisten dan efektif dalam mengelompokkan kabupaten/kota berdasarkan jumlah tenaga kesehatan.
 - **Hierarchical Clustering** menunjukkan variasi klaster yang lebih kompleks, namun hasilnya kurang efektif dibandingkan dengan K-Means dan Fuzzy C-Means.
 - **DBSCAN** menunjukkan kemampuan untuk mendeteksi outliers (wilayah dengan distribusi tenaga kesehatan yang sangat rendah), tetapi kurang optimal dalam membentuk klaster yang jelas, terutama di tahun-tahun awal.
3. Silhouette Score

Nilai Silhouette Score menunjukkan bahwa K-Means adalah metode yang paling efektif dalam hal konsistensi klaster dan kualitas klasterisasi, diikuti oleh Hierarchical Clustering. Fuzzy C-Means juga memberikan hasil yang baik, meskipun sedikit lebih rendah dalam kualitas klaster dibandingkan dengan K-Means.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian kami ini, disarankan agar K-Means menjadi metode utama untuk pengelompokan kabupaten/kota dalam analisis distribusi tenaga kesehatan, karena kemampuannya dalam menghasilkan klaster yang stabil dan konsisten. Namun, untuk mendeteksi

daerah-daerah yang memerlukan perhatian lebih (outliers), metode seperti DBSCAN bisa digunakan sebagai pelengkap.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rachmawati, D., Prasodo, P., & Mubarok, W. (2024). "Analysis of Inequality in Lampung Province (2014–2021): Sectoral and Regional Approaches." *Journal of Economics Research and Social Sciences*, 8(1), pp 115–132.
- [2] "Profil kesehatan Indonesia Tahun 2023." <https://kemkes.go.id/id/profil-kesehatan-indonesia-2023>
- [3] World Health Organization. (2022). Global Strategy on Human Resources for Health: Workforce 2030. Report by the Director-General. Geneva: WHO.
- [4] "Jumlah Tenaga Kesehatan Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Lampung." <https://lampung.bps.go.id/id/statistics-table/3/YVdwSFJHRjRVVkJqWIRWRU9EOKhNVFY0UjB4VVVUMDkjMw%3D%3D/jumlah-tenaga-kesehatan-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-lampung--2023.html?year=2020>
- [5] "Statistik Sektoral Kota Bandar Lampung Tahun 2022." <https://satadata.bandarlampungkota.go.id/documents/download/4>
- [6] "Laporan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah (LAKIP) Lampung Tengah Tahun 2024." https://diskes.lampungtengahkab.go.id/upload/dokumen/LAKIP_660d4f57216a6.pdf
- [7] Çınaroglu, S. (2024). "Comparison of Hard and Fuzzy Clustering Techniques and Selection of Optimal Fuzzifier Parameter: An Application on Household Characteristics and Health Expenditures." *Optimum Ekonomi Ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 11(1), pp 17-31.
- [8] Harjanto, T. D., Vatresia, A., & Faurina, R. (2021). "Analisis Penetapan Skala Prioritas Penanganan Balita Stunting Menggunakan Metode DBSCAN Clustering (Studi Kasus Data Dinas Kesehatan Kabupaten Lebong)." *Rekursif: Jurnal Informatika*, 9(1).
- [9] Thamrin, D. R., & Murni, D. (2022). "Analisis Cluster Hierarki Metode Single Linkage Pada Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Barat Berdasarkan Indikator Kesehatan." *Journal of Mathematics UNP*, 7(3), p 45.
- [10] Azzahra, A., & Wijayanto, A. W. (2022). "Perbandingan Agglomerative Hierarchical dan K-Means dalam Pengelompokkan Provinsi Berdasarkan Pelayanan Kesehatan Maternal." *Jurnal Sistem Informasi SISTEMASI*, 11(2), pp 481–495.
- [11] Serah Terima dan Penempatan Penugasan Khusus Nusantara Sehat Berbasis Tim Periode I dan Individu Periode II Tenaga Kesehatan Tahun 2024 di Provinsi Lampung. Diakses dari <https://dinkes.lampungprov.go.id/serah-terima-dan-penempatan-penuh-gasan-khusus-nusantara-sehat-berbasis-tim-periode-i-dan-individu-periode-ii-tenaga-kesehatan-tahun-2024-di-provinsi-lampung/>
- [12] Pembangunan Bidang Kesehatan di Provinsi Lampung Terus Didorong Guna Meningkatkan Mutu Pelayanan Kesehatan. Diakses dari <https://lampungprov.go.id/detail-post/pembangunan-bidang-kesehatan-di-provinsi-lampung-terus-didorong-guna-meningkatkan-mutu-pelayanan-kesehatan>
- [13] <https://doi.org/10.17541/optimum.1269918>
- [14] <https://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/mat/article/view/12988/253>
- [15] <https://sistemas.org/index.php/stmsi/article/view/1829/454>
- [16] <https://dinkes.lampungprov.go.id/serah-terima-dan-penempatan-penuh-gasan-khusus-nusantara-sehat-berbasis-tim-periode-i-dan-individu-periode-ii-tenaga-kesehatan-tahun-2024-di-provinsi-lampung>