

PERBANDINGAN PENGELOMPOKKAN PUSAT KESEHATAN MASYARAKAT DI KOTA BALIKPAPAN MENGGUNAKAN METODE *K-MEANS* DAN *FUZZY C-MEANS*

Comparison of Groupings of Community Health Centers in Balikpapan City Using K-Means and Fuzzy C-Means Methods

Farida Nur Hayati^{1*}, Mega Silfiani², Diana Nurlaily³

^{1,2,3}Jurusan Matematika dan Teknologi, Informasi, Institut Teknologi Kalimantan
Karang ITK Karang Joang, Balikpapan, 76127, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia

E-mail Corresponding Author: farida.nur@lecturer.itk.ac.id

Abstrak: Balikpapan merupakan salah satu daerah penyangga Ibu Kota Negara (IKN) yang diharapkan dapat mempersiapkan diri untuk menyambut kebijakan pemerintah dalam membangun ibu kota baru di Kalimantan Timur. Tingginya tarikan faktor pemerintahan, ekonomi, dan politik yang akan terjadi di IKN akan menyebabkan tingginya migrasi. Hal itu harus diimbangi dengan kemampuan kota dalam memfasilitasi kebutuhan penduduknya terlebih pada aspek kesehatan. Puskesmas merupakan fasilitas kesehatan tingkat pertama yang memberikan pelayanan masyarakat. Terdapat beberapa program yang dilakukan puskesmas untuk mencapai kesejahteraan masyarakatnya, antara lain kesejahteraan ibu dan anak (KIA), perawatan kesehatan masyarakat, kesehatan usia lanjut, dan lain-lain. Semua program pokok tersebut dikembangkan berdasarkan program pokok pelayanan kesehatan dasar seperti yang dianjurkan *World Health Organization* (WHO). Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis untuk mengelompokkan dan mengidentifikasi Puskesmas Balikpapan guna mengetahui wilayah-wilayah yang perlu dilakukan peningkatan dan menjadi perhatian khusus dalam hal layanan kesehatannya menggunakan *K-Means* dan *Fuzzy C-Means*. Hasil analisis yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa metode *cluster K-Means* menghasilkan pengelompokkan yang lebih baik dibandingkan dengan *Fuzzy C-Means*.

Kata Kunci: Cluster, C-Mean, *Fuzzy C-Means*, Ibu Kota Negara, Pengelompokkan.

Abstract: Balikpapan is one of the supporting areas for National Capital City (IKN) which is expected to be able to prepare itself to welcome the government's policy in building a new capital city in East Kalimantan. The high pull of government, economic, and political factors that will occur in IKN will cause high migration. This must be balanced with the city's ability to facilitate the needs of its population, especially in the health aspect. Puskesmas is the first level health facility that provides community services. There are several programs carried out by community health centers to achieve the welfare of the community, including maternal and child welfare (KIA), community health care, elderly health, etc. All of these main programs were developed based on the basic health service program as recommended by the *World Health Organization* (WHO). In this research, an analysis will be carried out to group and identify Balikpapan health centers to find out areas that need improvement and are of particular concern in terms of health services using *K-Means* and *Fuzzy C-Means*. The results of the analysis that have been carried out show that the *K-Means Cluster* method produces better grouping compared to *Fuzzy C-Means*.

Keywords: Cluster, C-Mean, *Fuzzy C Mean*, State Capital, Clustering.

1. PENDAHULUAN

Pemindahan ibukota negara (IKN) memiliki berbagai dampak, baik positif ataupun negatif. Dampak positif pemindahan IKN yang dapat diprediksi pemerintah adalah dapat menaikkan pertumbuhan ekonomi nasional dengan kenaikan Produk Domestik Bruto (PDB) riil sebesar 0,1% [1]. Kenaikan ini berasal dari pemanfaatan sumberdaya daya potensial seperti pembukaan lahan untuk keperluan infrastruktur produktif dan pembukaan lapangan kerja bagi Sumber Daya Manusia (SDM) terampil yang selama ini belum termanfaatkan [2]. Selain itu, pembangunan IKN juga memiliki dampak negatif jika tidak diimbangi dengan perencanaan dan pengelolaan yang baik di wilayah penyangga IKN [3]. Masalah yang timbul salah satunya adalah terjadinya ketimpangan.

Pembangunan kesehatan merupakan fondasi terwujudnya SDM yang berkualitas dan berdaya saing untuk menjadikan Indonesia unggul. Oleh karena itu, sangat penting bagi pemerintah untuk dapat terus memperbaiki pelayanan kesehatan yang ada di Indonesia. Derajat kesehatan yang optimal suatu wilayah dapat dilihat dari unsur kualitas hidup serta unsur-unsur mortalitas dan variabel yang mempengaruhinya. Balikpapan merupakan salah satu kota penyangga IKN yang diharapkan dapat mempersiapkan diri untuk menyambut kebijakan pemerintah dalam membangun ibu kota baru di Kalimantan Timur. [4]. Tingginya tarikan faktor pemerintahan, ekonomi, dan politik yang akan terjadi di IKN akan menyebabkan tingginya migrasi penduduk ke sekitar wilayah IKN. Hal itu tentunya harus diimbangi dengan kemampuan kota dalam memfasilitasi kebutuhan penduduknya terlebih pada aspek kesehatan yang menjadi salah satu kebutuhan utama. Perkembangan jumlah Puskesmas di Indonesia sejak tahun 2016, semakin meningkat, dari 9.767 menjadi 10.230 Puskesmas pada tahun 2020 [5]. Peningkatan jumlah Puskesmas tersebut menggambarkan upaya pemerintah dalam pemenuhan akses terhadap pelayanan kesehatan primer.

Keberadaan puskesmas menjadi sangat penting karena Puskesmas menjadi fasilitas kesehatan yang paling terjangkau oleh berbagai kalangan masyarakat. Oleh sebab itu, penting bagi pemerintah Kota Balikpapan untuk mengidentifikasi bagaimana cakupan fasilitas kesehatan khususnya puskesmas terhadap pelayanan kesehatan masyarakat Balikpapan. Identifikasi kesiapan Puskesmas Kota Balikpapan untuk mendukung IKN bukan hal yang mudah. Selain jumlah puskesmas yang banyak menjadi salah satu kendalanya, data puskesmas yang ada pada Dinas Kesehatan Kota Balikpapan memiliki banyak atribut. Sehingga diperlukan suatu proses untuk mengelompokkan puskesmas tersebut agar nantinya dapat mempermudah mengidentifikasi kecakupan pelayanan kesehatan Puskesmas Kota Balikpapan. Metode yang dapat digunakan untuk tujuan tersebut salah satunya adalah dengan metode *cluster*.

Cluster merupakan salah satu metode analisis multivariat yang digunakan untuk mengelompokkan suatu objek berdasarkan keamatan dari atributnya [6]. Beberapa metode *cluster* yang dapat digunakan antara lain kluster *K-Means* dan *Fuzzy C-Means*. *Cluster K-Means* merupakan teknik pengelompokan nonhierarki yang dirancang untuk mengelompokkan item, ke dalam kumpulan *cluster* K. Jumlah *cluster* sebanyak K, dapat ditentukan terlebih dahulu atau ditentukan sebagai bagian dari prosedur *clustering* [7]. Metode *Fuzzy C-Means* merupakan metode perkembangan dari *cluster K-Means* yang menerapkan sifat fuzzy keanggotaannya. Metode tersebut mengalokasikan kembali data ke dalam masing-masing kelompok [8]. Metode *cluster K-Means* dan *Fuzzy C-Means* telah diaplikasikan di berbagai bidang misalnya, bidang ekonomi [9], cuaca dan iklim [10] dan kesehatan [11]. Metode *Fuzzy C-Means* memiliki keunggulan dibandingkan metode *cluster* yang lain karena keberadaan tiap titik data dalam suatu kelompok (*cluster*) ditentukan oleh derajat keanggotaan [6]. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki tujuan untuk membandingkan pengelompokkan Puskesmas Balikpapan berdasarkan tingkat cakupan pelayanan kesehatan menggunakan metode *cluster K-Means* dan *cluster Fuzzy C-Means*.

2. METODOLOGI

2.1 *K-Means*

K-Means merupakan salah satu metode *cluster* nonhierarki yang mempartisi data yang ada dalam bentuk satu atau lebih *cluster*. Hal ini menyebabkan data dengan karakteristik yang sama akan dikelompokkan dalam satu *cluster* yang sama, data dengan karakteristik yang berbeda akan dikelompokkan dalam kelompok yang lain.

metode *K-Means* ini menggunakan basis jarak dalam membagi data kedalam sejumlah *cluster* dan hanya bekerja pada atribut numerik. Algoritma metode *K-Means* sebagai berikut:

1. Tentukan jumlah *cluster*.
2. Alokasikan data ke dalam kelompok secara acak.
3. Hitung pusat *cluster* dari sata yang ada di setiap kelompok. Lokasi *centroid* setiap kelompok diambil dari rata-rata semua nilai data dari setiap fiturnya. Jika M adalah jumlah data dalam kelompok, i adalah fitur ke- i dalam sebuah kelompok, dan p menyatakan dimensi data. Persamaan untuk menghitung *centroid* fitur ke- i sebagai berikut:

$$c^1 = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M X_j \quad (1)$$

4. Alokasikan masing-masing data ke *centroid*/rata-rata terdekat. Jarak antara data ke pusat kelompok menggunakan Euclidean. Berikut adalah persamaan mencari jarak Euclidean.

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (2)$$

2.2 Fuzzy C-Means

Metode *Fuzzy C-Means* ditemukan pertama kali oleh Dunn pada tahun 1973, kemudian dikembangkan lagi oleh Bezdek pada tahun 1981. Ide dasar dari metode ini mirip dengan metode *K-Means*. *Fuzzy C-Means* didasarkan pada logika fuzzy. Setiap titik data dimasukkan ke suatu kelompok berdasarkan nilai keanggotaannya pada kelompok tersebut [12]. Metode FCM merupakan suatu teknik pengelompokan data yang keberadaan tiap-tiap data dalam suatu *cluster* ditentukan oleh nilai keanggotaannya dan nilai derajat keanggotaan yang jangkauan nilainya 0 sampai 1 [13]. Algoritma FCM sebagai berikut:

1. Menentukan banyak kelompok (c), fuzzifier (m), maksimum iterasi (*MaxIter*) perubahan nilai fungsi objektif terkecil yang diharapkan (c), fungsi objektif awal ($P_0 - 0$), dan iterasi awal ($t = 1$)
2. Membangkitkan bilangan random u_{ik} dengan i merupakan banyak data dan k merupakan banyak kelompok sebagai elemen-elemen awal matriks keanggotaan awal U .
3. Menghitung pusat kelompok ke- i dengan persamaan:

$$p_i = \frac{\sum_{k=1}^N (u_{ik})^m x_k}{\sum_{k=1}^N (u_{ik})^m} \quad (3)$$

dengan u_{ik} adalah nilai keanggotaan objek ke- k dengan pusat kelompok ke- i , x_k adalah objek data ke- k , N adalah banyaknya objek penelitian, dan m adalah fuzzifier.

4. Menghitung fungsi objektif pada iterasi ke- t dengan persamaan:

$$J(P, U, X, c, m) = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N (u_{ik})^m d_{ik}^2(x_k, p_i) \quad (4)$$

dengan c adalah banyak kelompok yang diinginkan, N adalah banyak objek penelitian, u_{ik} adalah nilai keanggotaan objek ke- k pada kelompok ke- i yang merupakan bagian dari matriks U , m adalah fuzzifier, dan $d_{ik}^2(x_k, p_i)$ adalah jarak antara vektor pengamatan ke- k dengan pusat kelompok ke- i .

5. Menghitung perubahan matriks keanggotaan dengan persamaan:

$$u_{ik} = \frac{1}{\sum_{j=1}^c \left(\frac{d_{ik}^2}{d_{jk}^2}\right)^{\frac{1}{m-1}}} \tag{5}$$

dengan u_{ik} adalah nilai keanggotaan objek ke- k dengan pusat kelompok ke- i , d_{ik}^2 adalah jarak antara objek ke- k dengan pusat kelompok ke- i , d_{jk}^2 adalah jarak antara objek ke- k dengan pusat kelompok ke- j , dan m adalah fuzzifier.

6. Cek kondisi berhenti:

- Jika $|J_t - J_{t-1}| < \varepsilon$ atau $t > MaxIter$ maka berhenti;
- Jika tidak: $t = t + 1$, ulangi langkah ke-3.

2.3 Koefisien Silhouette

Nilai Koefisien Silhouette dapat digunakan untuk mengukur tingkat kepercayaan dalam pengelompokan suatu pengamatan. Nilai Silhouette berada pada rentang -1 sampai 1. Nilai yang mendekati 1 dikategorikan baik dan nilai yang mendekati -1 dikategorikan tidak baik. Berikut merupakan persamaan untuk menghitung Nilai Silhouette [14]:

$$S(i) = \frac{b_i - a_i}{\max(b_i, a_i)} \tag{6}$$

$$a_i = \frac{1}{n(C(i))} \sum_{j \in C(i)} dist(i, j) \tag{7}$$

$$b_i = \min_{C_k \in C} \sum_{j \in C_k} \frac{dist(i, j)}{n(C_k)} \tag{8}$$

dimana a_i merupakan rata-rata jarak antar objek i di semua objek dalam *cluster* yang sama, b_i merupakan jarak rata-rata antar objek i dengan objek *cluster* tetangga terdekat, $dist(i, j)$ merupakan jarak antara objek i dan j , $n(C)$ merupakan kardinalitas *cluster* C , $C(i)$ merupakan *cluster* dengan pengamatan ke- i .

2.4 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari dinas Kesehatan Balikpapan pada tahun 2021 [15]. Data tersebut terdiri dari beberapa variabel menurut Puskesmas Kota Balikpapan yang dapat diketahui pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	
X ₁	Persentase Bayi baru Lahir Yang Mendapatkan layanan Kesehatan
X ₂	Persentase Balita yang Mendapat Layanan Kesehatan
X ₃	Persentase Cakupan Pelayanan Pada Ibu Hamil K1
X ₄	Persentase Cakupan Pelayanan Pada Ibu Hamil K4
X ₅	Persentase Pelayanan Kesehatan Usia Produktif Menurut Kecamatan, dan Puskesmas Usia 15-59 Tahun
X ₆	Persentase Cakupan Pelayanan Usia Lanjut 60 Tahun Ke atas
X ₇	Persentase Penderita Demam Berdarah yang Mendapat Pelayanan Kesehatan Sesuai Standar
X ₈	Persentase Pelayanan Kesehatan Penderita Hipertensi

2.5 Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan *preprocessing* data, meliputi:
 - a. Merekap data.

- b. Menghapus atau melakukan inputasi data yang kosong/hilang.
2. Mendiskripsikan data cakupan pelayanan kesehatan di Puskesmas Balikpapan.
3. Menyusun matrik dengan ukuran $N \times k$ dimana N merupakan ukuran yang menunjukkan banyak observasi sedangkan k merupakan banyaknya variabel.
4. Melakukan standarisasi/transformasi pada variabel yang digunakan.
5. Melakukan pengelompokkan dengan menggunakan *K-Means* dan *Fuzzy C-Means*
6. Mendeskripsikan karakteristik setiap anggota *cluster* yang terbentuk.
7. Melakukan interpretasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini akan dibahas tentang pengelompokkan Puskesmas berdasarkan cakupan kesehatan di Kota Balikpapan tahun 2021 menggunakan metode *cluster K-Means* dan *Fuzzy C-Means*. Sebelum dilakukan analisis tersebut, terlebih dahulu dilakukan analisis statistika deskriptif untuk mengetahui karakteristik dari data Puskesmas berdasarkan cakupan pelayanannya. Karakteristik dari data cakupan pelayanan Puskesmas di Balikpapan dapat disajikan sebagai berikut:

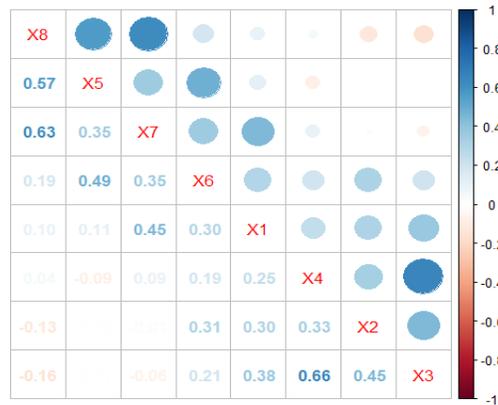
Tabel 2. Statistika Deskriptif Data Pelayanan Puskesmas

Variabel	Mean	Variance	Minimum	Maximum
Persentase Bayi baru Lahir yang Mendapatkan layanan Kesehatan	102,43	220,36	74,18	161,63
Persentase Balita yang Mendapat Layanan Kesehatan	87,13	460,85	46,16	134,92
Persentase Cakupan Pelayanan Pada Ibu Hamil K1	101,15	23,95	90,63	119
Persentase Cakupan Pelayanan Pada Ibu Hamil K4	97,909	18,549	85,41	106,102
Persentase Pelayanan Kesehatan Usia Produktif Menurut Kecamatan, Dan Puskesmas Usia 15-59 Tahun	39,51	662,62	4,6	99,69
Persentase Cakupan Pelayanan Usia Lanjut 60 Tahun Ke atas	47,55	531,08	8,91	105,12
Persentase Penderita DB yang Mendapat Pelayanan Kesehatan Sesuai Standar	63,06	1107,17	18,75	161,39
Persentase Pelayanan Kesehatan Penderita Hipertensi	25,56	502,22	6,05	100

Sumber: data diolah (2023)

Berdasarkan analisis statistika deskriptif, diketahui bahwa nilai rata-rata terendah cakupan pelayanan kesehatan terdapat pada variabel presentase pelayanan kesehatan penderita hipertensi, dan kesehatan usia produktif. Sedangkan rata-rata yang paling tinggi adalah persentase bayi baru lahir yang mendapat pelayanan kesehatan sebesar 102,43%. Hal ini menunjukkan bahwa pelayanan kesehatan pada bayi baru lahir di Balikpapan sudah baik. Namun persentase pelayanan kesehatan penderita hipertensi, dan pelayanan kesehatan usia produktif merupakan variabel yang perlu ditingkatkan karena memiliki rata-rata persentase yang rendah yaitu sebesar 25,56% dan 39,51%. Dari hasil statistika deskriptif tersebut, dapat diketahui bahwa Puskesmas yang persentase pelayanan usia produktifnya paling rendah adalah Puskesmas Baru Ulu, yaitu sebesar 4,6%, dan persentase pelayanan kesehatan penderita hipertensi yang paling rendah adalah di Puskesmas Kariangau sebesar 6,05%. Selanjutnya dilakukan perhitungan korelasi untuk mengetahui apakah data yang digunakan memiliki korelasi yang

tinggi antar variabelnya. Berdasarkan nilai koefisien korelasi pada Gambar 1, diperoleh informasi bahwa variabel yang digunakan untuk analisis tidak menghasilkan nilai korelasi yang terlalu tinggi antar variabelnya sehingga analisis dapat dilakukan lebih lanjut.



Gambar 1. Korelasi Variabel yang Digunakan

Gambar 1 menunjukkan nilai korelasi antar variabel yang digunakan. Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa nilai korelasi paling tinggi terdapat pada variabel X₄ dan X₃ yaitu sebesar 0,66. Selanjutnya, dilakukan analisis *cluster* untuk mengetahui pengelompokan Puskesmas menggunakan analisis *K-Means* dan *Fuzzy C-Means*.

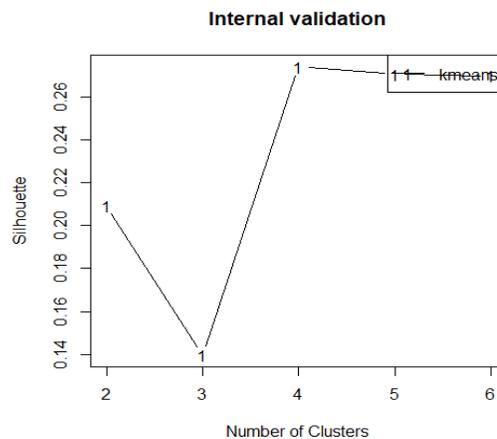
3.1 Cluster K-Means

Cluster K-Means merupakan metode yang mengelompokkan observasi data sebanyak K kelompok. *Cluster* optimal metode *K-Means* untuk mengelompokkan 27 Puskesmas di Balikpapan diperoleh dari nilai Index Silhouette yang dapat diketahui sebagai berikut:

Tabel 3. Kluster Terbaik *K-Means* Menggunakan Silhouette

Klaster	2	3	4	5	6
Dunn	0,1919	0,1783	0,4050	0,2643	0,3183
Silhouette	0,2093	0,1397	0,2740	0,2705	0,2698

Tabel 3 menunjukkan Index Silhouette yang dihasilkan pada metode *K-Means* yang mendekati 1 merupakan *cluster* optimal yang akan dipilih. Index Silhouette metode *K-Means* dapat digambarkan dengan menggunakan grafik yang disajikan pada Gambar 2 berikut.



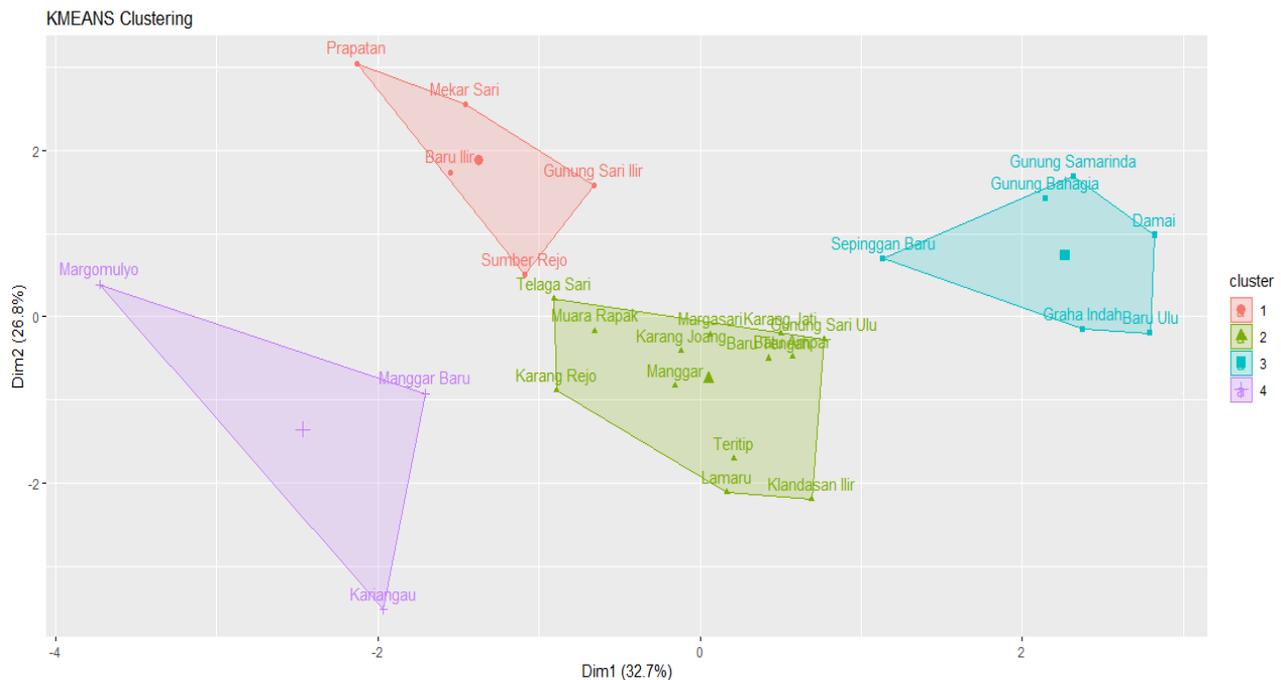
Gambar 2. Grafik Jumlah Kluster *K-Means* Terbaik

Pada Gambar 2 dapat diketahui bahwa jumlah *cluster* terbaik dari data cakupan pelayanan Puskesmas adalah sebanyak 4 *cluster* dengan Nilai Sillouette 0,2740. Hasil yang sama juga dapat diketahui dari nilai *Dunn* yang dihasilkan pada Tabel 3, dengan nilai *dunn* paling tinggi terdapat yang pada *cluster* 4 yaitu sebesar 0,4050. Berdasarkan hasil analisis *cluster* 4 kelompok diperoleh jumlah anggota tiap *cluster* yang dapat diketahui sebagai berikut.

Tabel 4. Jumlah Member *K-Means* Menggunakan Sillhouette

<i>Cluster</i>	Jumlah Member
1	5
2	13
3	6
4	3

Dari analisis dengan metode *K Means*, diketahui bahwa jumlah *cluster* pertama ada sebanyak 5 anggota, *cluster* kedua ada sebanyak 13 anggota, *cluster* ketiga ada sebanyak 6 anggota, dan *cluster* 4 ada sebanyak 3 anggota yang pembagiannya wilayahnya dapat diketahui pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pembagian Cluster *K-Means*

Berdasarkan Gambar 3, diketahui bahwa Puskesmas yang termasuk dalam *cluster* pertama adalah Puskesmas yang digambarkan pada daerah yang berwarna merah. Puskesmas yang termasuk dalam *cluster* kedua digambarkan dengan daerah yang berwarna hijau. *Cluster* ketiga digambarkan dengan wilayah yang berwarna biru. Sedangkan *cluster* keempat digambarkan pada wilayah yang berwarna ungu.

Selanjutnya akan dilakukan analisis menggunakan *cluster Fuzzy C-Means* sebagai perbandingan untuk mengelompokkan data cakupan Puskesmas di Balikpapan. Analisis *cluster* menggunakan *cluster Fuzzy C-Means* dapat diketahui pada sub bab 3.2 berikut.

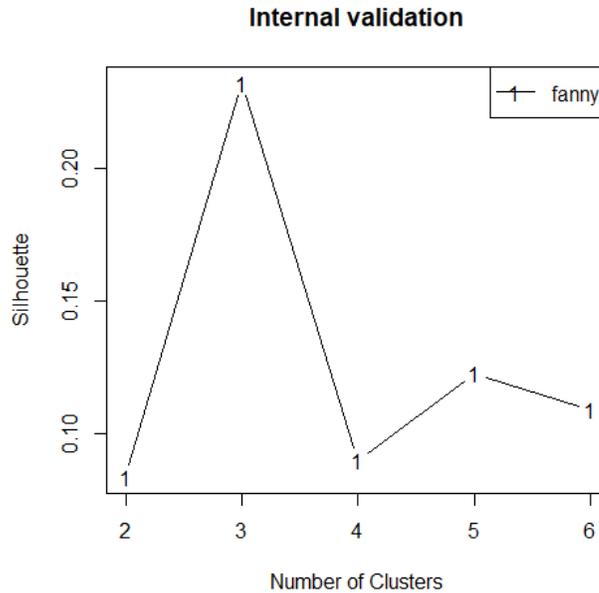
3.2 Cluster Fuzzy C-Means

Pada metode *Fuzzy C-Means*, penentuan jumlah *cluster* untuk mengetahui jumlah yang optimal yang dapat diketahui dari Index Silhouette yang dapat disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Cluster Terbaik Fuzzy C-Means Menggunakan Silhouette

Cluster	2	3	4	5	6
Dunn	0,1779	0,2056	0,1419	0,1413	0,1672
Silhouette	0,0833	0,2322	0,0897	0,1224	0,1087

Tabel 5 menunjukkan Index Silhouette yang dapat digambarkan pada Gambar 4 berikut.



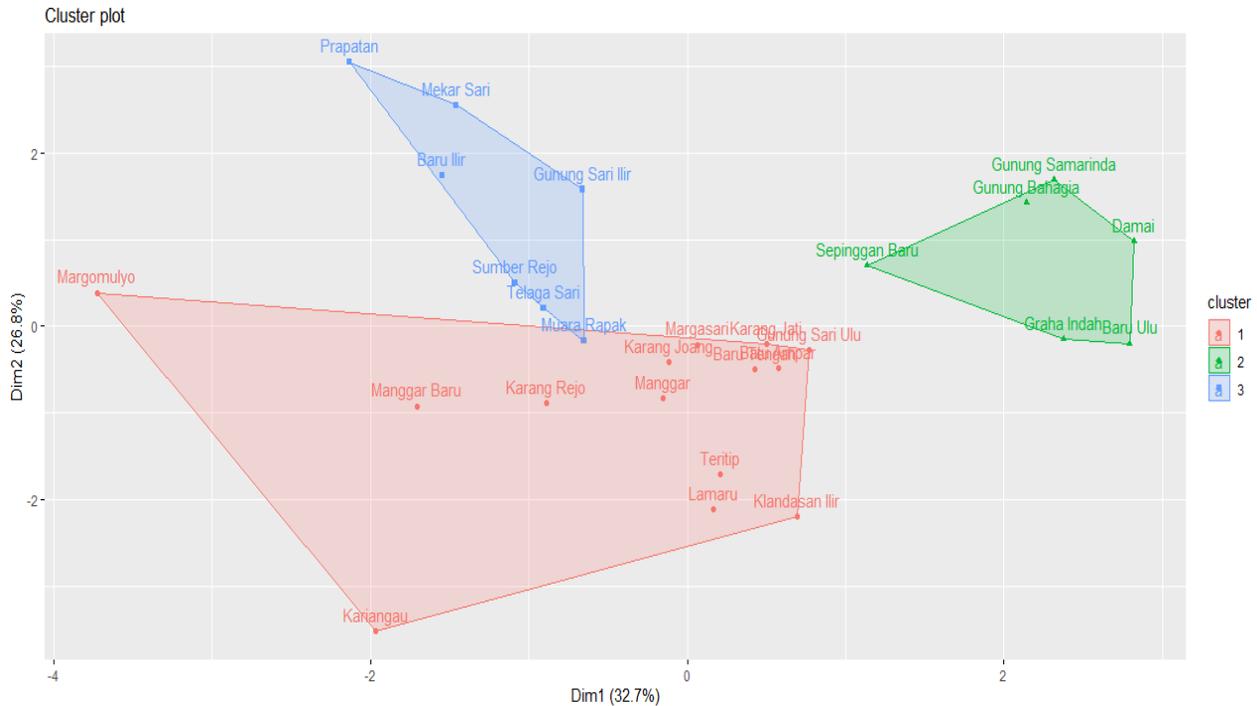
Gambar 4. Grafik Pembagian Cluster Fuzzy C-Means

Berdasarkan Gambar 4, diketahui bahwa jumlah *cluster* optimal dari metode *Fuzzy C-Means* adalah sebanyak 3 *cluster* dengan nilai Index Silhouette sebesar 0,2322. Hasil yang sama juga dapat diketahui dari nilai *Dunn* analisis *Fuzzy C-Means* yang menghasilkan nilai terbesar pada *cluster* 3 sebesar 0,2056. Sehingga dari 3 kelompok yang terbentuk, jumlah member/anggota masing-masing *cluster* menggunakan metode *Fuzzy C-Means* adalah sebagai berikut.

Tabel 6. Jumlah Member Fuzzy C Means Menggunakan Silhouette

Kluster	Jumlah Member
1	14
2	6
3	7

Hasil analisis Tabel 6 menunjukkan jumlah anggota *cluster* pertama menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means* ada sebanyak 14 anggota, *cluster* kedua ada sebanyak 6 anggota, sedangkan *cluster* ketiga ada sebanyak 7 anggota yang pembagiannya dapat diketahui pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Pembagian Kluster Fuzzy C-Means

Berdasarkan hasil *cluster Fuzzy C-Means* diketahui bahwa puskesmas yang termasuk dalam cluster pertama adalah puskesmas yang digambarkan pada daerah yang berwarna merah, puskesmas yang termasuk dalam cluster kedua digambarkan dengan daerah yang berwarna hijau, dan cluster ketiga digambarkan dengan wilayah yang berwarna biru. Selanjutnya dilakukan penentuan kluster terbaik berdasarkan perbandingan nilai *Index Silhouette*.

3.3 Cluster Terbaik

Perbandingan pengelompokan *cluster K-Means* dengan *Fuzzy C-Means* dapat ditentukan berdasarkan nilai *Silhouette* dapat dilihat pada Tabel 7.

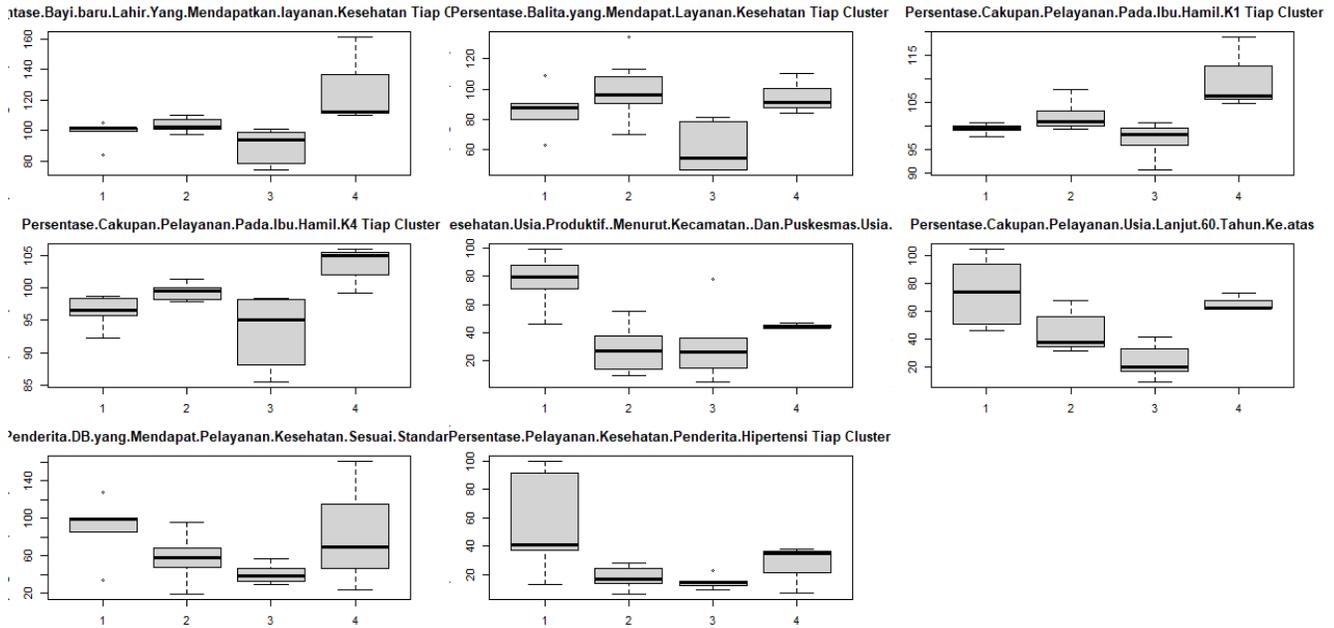
Tabel 7. Metode Cluster Terbaik

Metode	Cluster	Silhouette
K-Means	4	0,2740
Fuzzy C-Means	3	0,2322

Berdasarkan Tabel 7, diketahui bahwa metode terbaik untuk pengelompokan Puskesmas di Kota Balikpapan berdasarkan cakupan pelayanan adalah menggunakan metode *K-Means* dengan jumlah *cluster* sebanyak 4. Metode tersebut menghasilkan nilai *Silhouette* yang lebih tinggi (mendekati 1) dibandingkan dengan menggunakan metode *Fuzzy C-Means*. Selanjutnya, Karakteristik setiap variabel berdasarkan pengelompokan yang terbentuk dapat diketahui dengan *box plot* berikut pada Gambar 6.

Dari *box plot* keseluruhan variabel yang digunakan, dapat diketahui bahwa Puskesmas yang masuk pada *cluster 3* merupakan Puskesmas yang perlu dilakukan peningkatan pada pelayanan bayi baru lahir, pelayanan balita, pelayanan pada ibu hamil K1, pelayanan usia lanjut, dan penderita DB karena memiliki rentang nilai yang paling rendah dari *cluster* lainnya. Puskesmas-puskesmas yang masuk dalam *cluster 3* antara lain adalah Puskesmas Kecamatan Sepinggian Baru, Gunung Bahagia, Damai Gunung Samarinda, Graha Indah, dan Baru Ulu.

Oleh karena itu, perlu dilakukan peningkatan pada pelayanan bayi baru lahir, pelayanan balita, pelayanan usia lanjut, dan penderita DB pada anggota *cluster* tersebut.



Gambar 6. Grafik Boxplot Berdasarkan Cluster *K-Means*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan, diketahui bahwa metode yang baik untuk melakukan pengelompokan pusat kesehatan masyarakat (Puskesmas) di Balikpapan adalah menggunakan *K-Means* dengan Nilai Silhouette sebesar 0,2740. Hasil pengelompokan menunjukkan bahwa Puskesmas yang masuk pada *cluster* 3 merupakan Puskesmas yang perlu dilakukan peningkatan dalam hal pelayanan bayi baru lahir, pelayanan balita, cakupan pelayanan pada ibu hamil K1, pelayanan usia lanjut, dan penderita DB. Puskesmas yang masuk dalam *cluster* 3 antara lain adalah Puskesmas Kecamatan Sepinggian Baru, Gunung Bahagia, Damai Gunung Samarinda, Graha Indah, dan Baru Ulu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bappenas, Dampak Ekonomi dan Skema Pembiayaan Pemandahan Ibukota Negara. Dialog Nasional II, Menuju Ibu Kota Masa Depan, Smart, Green and Beautiful, 2019.
- [2] R. R. Hasibuan and S. Aisa, "Dampak Dan Resiko Perpindahan Ibu Kota Terhadap Ekonomi Di Indonesia," *Jurnal Ekonomi Islam*, pp. V(1) 183-203, 2020.
- [3] C. N. Madza, "Analisis Dampak Pemandahan Ibu Kota Negara (IKN) Terhadap Social Security," *Jurnal Enersia Publika*, pp. 6(1) 1-12, 2022.
- [4] U. W. Sarena, S. A. Febrianti, Amalnadiyah, Z. E. Habibah, R. A. Nugroho, M. Hasyim and M. D. Shariffuddin, "Edukasi Perempuan untuk Pelestarian Lingkungan melalui Bank Sampah di Kota Balikpapan sebagai Wilayah Penyangga IKN Nusantara," in *Prosiding Semnaskom 2022*, Universitas Mataram, 2022.
- [5] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Profil Kesehatan Indonesia, Jakarta: Kementerian Kesehatan RI, 2019.

- [6] D. R. Ningrat, D. A. Maruddani and T. Wuryandari, "Analisis Cluster Dengan Algoritma *K-Means* Dan *Fuzzy C-Means* Clustering Untuk Pengelompokan Data Obligasi Korporasi," *Jurnal Gaussian*, pp. 641-650, 2016.
- [7] R. Johnson and D. Winchern, *Applied Multivariate Statistical Analysis*, America: Pearson, 2014.
- [8] J. C. Bezdek, R. Ehrlich and W. Full, "FCM: The Fuzzy *CMeans* Clustering Algorithm," *Computers & Geoscience*, vol. 10, pp. 191-203, 1984.
- [9] R. Hidayat, R. Warsono and M. Y. Darsyah, "Pengelompokan Kabupaten/Kota Di Jawa Tengah Menggunakan Metode *K-Means* Dan *Fuzzy C-Means* Seminar Nasional Pendidikan,," in *Seminar Nasional Pendidikan, Sains dan Teknologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Muhammadiyah Semarang*, 2022.
- [10] A. W. Fadillah, A. Tejawati and N. Puspitasari, "Penerapan *Fuzzy C-Means* Pada Curah Hujan di Kalimantan Timur," *JURTI*, p. 2(1), 2018.
- [11] P. R. Saputra and A. Chusyairi, "Perbandingan Metode Clustering dalam Pengelompokan Data Puskesmas pada Cakupan Imunisasi Dasar Lengkap," *Jurnal RESTI (rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, p. 1077, 2020.
- [12] B. N. Haqiqi and R. Kurniawan, "Analisis Perbandingan Metode *Fuzzy C-Means* dan *Subtractive Fuzzy C-Means*," *Media Statistika*, pp. 59-67, 2015.
- [13] V. Herlinda, D. Darwis and Dartono, "Analisis CLustering untuk Recredesialing Fasilitas Kesehatan Menggunakan Metode *Fuzzy C-Means*," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, pp. 94-99, 2021.
- [14] G. Block, V. Pihur, S. Datta and S. Datta, "clValid, an R package for cluster validation," *Journal of Statistical Software*, pp. 1-30, 2021.
- [15] Dinas Kesehatan Kota Balikpapan, *Profil Kesehatan 2019*, Balikpapan, 2020.

