

Grouping of Provinces in Indonesia Based on Active Family Planning Participants Using Modern Methods Using Fuzzy C-Means

Annisa Ramadhani, Tessy Octavia Mukhti*, Yenni Kurniawati, dan Zamahsary Martha

Departemen Statistika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Corresponding author: tessyoctaviam@fmipa.unp.ac.id

Submitted : 08 Mei 2025

Revised : 23 Mei 2025

Accepted : 30 Mei 2025

ABSTRACT

Indonesia's rapid population growth presents a significant challenge to national welfare and public health. One of the key strategies implemented by the government to address this issue is the Family Planning (FP) program, which emphasizes the use of modern contraceptive methods. However, the utilization of these methods remains uneven across provinces. This study aims to cluster Indonesian provinces based on the number of active participants using modern contraceptive methods in 2023 by applying the Fuzzy C-Means (FCM) clustering algorithm. FCM was selected due to its ability to handle overlapping data characteristics, allowing for a more flexible and representative analysis. The clustering results reveal two main clusters: Cluster 1, which consists of provinces with high levels of active modern contraceptive users, and Cluster 2, which includes provinces with low participation levels. These findings are expected to serve as a reference for more targeted policy formulation to enhance the equity and effectiveness of the FP program across the country.

Keywords: Family Planning Program, Modern Contraceptives, Indonesia, Fuzzy C-Means



This is an open access article under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2022 by author and Universitas Negeri Padang.

I. PENDAHULUAN

Indonesia menduduki peringkat keempat sebagai negara dengan jumlah penduduk terbesar di dunia setelah China, India, dan Amerika Serikat, dengan total penduduk mencapai 281,6 juta jiwa dan laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,13%. (BPS, 2023). Diperkirakan bahwa jumlah penduduk Indonesia akan terus meningkat, dengan prediksi terjadi ledakan populasi penduduk pada tahun 2030. Situasi ini menjadi permasalahan utama dalam aspek kependudukan di Indonesia (Yulianti, 2021).

Untuk menangani pertumbuhan penduduk yang cepat, pemerintah telah menerapkan strategi dengan bantuan program Keluarga Berencana (KB). Program ini yaitu usaha untuk mengatur jumlah serta jarak kelahiran anak, dengan tujuan mencapai kesejahteraan bagi keluarga dan masyarakat secara keseluruhan. Prioritas dari program ini adalah peningkatan kualitas hidup, yang dicapai melalui pendidikan serta kemudahan akses terhadap layanan kesehatan reproduksi. Selain, program KB juga memiliki kontribusi signifikan dalam mengurangi angka kematian ibu dan bayi. Berdasarkan informasi dari Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN), program KB juga Memberikan edukasi dan kemudahan akses kepada masyarakat terhadap beragam pilihan kontrasepsi yang aman dan efektif, sehingga keluarga dapat merencanakan dengan lebih baik (Purwowicaksono, 2023).

Pasangan usia subur (PUS) merupakan istilah yang digunakan dalam bidang kesehatan reproduksi dan program keluarga berencana untuk menggambarkan pasangan yang telah menikah secara sah dan berada pada usia di mana perempuan dapat hamil. Umumnya, usia subur ini meliputi wanita yang berumur antara 15 hingga 49 tahun (Rosita & Meiliani, 2020). Dalam program kesehatan masyarakat, terutama yang berkaitan dengan kesehatan reproduksi dan perencanaan keluarga, pasangan usia subur menjadi perhatian utama karena mereka memiliki kemungkinan untuk memiliki anak, sehingga mereka membutuhkan informasi serta akses ke layanan yang dapat membantu mereka mengatur kehamilan dan menjaga kesehatan reproduksi.

Peserta KB Aktif Metode Modern mengacu pada pasangan yang berada dalam rentang usia subur dan terus menggunakan alat kontrasepsi modern tanpa jeda untuk hamil (Yulianti, 2023). Pasangan yang menggunakan metode modern ini memanfaatkan berbagai jenis kontrasepsi, termasuk Metode Operasi Wanita (MOW), Metode Operasi Pria

(MOP), *Intrauterine Device* (IUD), Implan, Suntikan, Pil, Kondom, dan Metode Amenorea Laktasi (MAL) (Nurullah, 2021).

Pengaplikasian metode kontrasepsi modern di Indonesia masih menunjukkan ketidakmerataan yang cukup besar di antara provinsi-provinsi. Beberapa wilayah, terutama yang jauh dari pusat, menghadapi tantangan dalam memperoleh informasi serta layanan kesehatan reproduksi, yang berkontribusi pada rendahnya tingkat pemanfaatan metode kontrasepsi modern. BKKBN mengidentifikasi bahwa faktor budaya, stigma sosial, dan kurangnya dukungan dari pemerintah daerah semakin memperburuk keadaan ini, sehingga menghalangi usaha untuk mencapai kesejahteraan reproduksi yang lebih baik (BKKBN, 2024). Dengan demikian, langkah-langkah strategis diperlukan untuk memperbaiki pendidikan dan distribusi alat kontrasepsi di seluruh wilayah Indonesia.

Selain itu, memahami lebih dalam mengenai sifat-sifat peserta program keluarga berencana (KB) bisa membantu dalam menciptakan program yang lebih sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Contohnya, dengan menemukan kelompok tertentu yang kurang berpartisipasi, langkah-langkah yang lebih spesifik bisa diambil untuk meningkatkan kesadaran dan akses terhadap layanan KB. Ini sangat penting karena keberhasilan program KB tidak hanya bergantung pada adanya layanan, tetapi juga pada sejauh mana masyarakat menerima dan berperan aktif dalam program itu (BKKBN, 2024). Metode yang dapat digunakan untuk mengelompokkan sifat-sifat peserta KB adalah melalui analisis *cluster*, yang membantu mengelompokkan objek-objek berdasarkan kesamaan tertentu, sehingga lebih mudah untuk memahami karakteristik masing-masing peserta KB.

Analisis *cluster* adalah teknik untuk mengelompokkan sejumlah objek ke dalam beberapa kelompok, di mana objek-objek satu kelompok tersebut memiliki tingkat kesamaan yang tinggi, namun sangat berbeda dibandingkan dengan objek-objek di kelompok lainnya (Han et al., 2011). Sebagai tambahan, analisis *cluster* juga bisa dibedakan berdasarkan beberapa pendekatan atau metode, diantaranya *hierarchical clustering* dan *non-hierarchical clustering*. Pada penelitian ini menggunakan salah satu bagian dari analisis *cluster non hierarki*, yaitu *Fuzzy C-Means*.

Fuzzy C-Means (FCM) merupakan metode *clusterinng*, di mana setiap data memiliki tingkat keanggotaan dalam setiap kelompok. Hal ini memungkinkan suatu data untuk menjadi bagian dari beberapa *cluster* sekaligus dengan tingkat keanggotaan yang berbeda. Metode ini sangat bermanfaat untuk menganalisis peserta KB, di mana individu sering memiliki karakteristik yang saling tumpang tindih dan tidak mudah dimasukkan ke dalam satu kelompok saja. Dengan penerapan FCM, analisis bisa memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pola partisipasi dalam program KB dan juga faktor-faktor yang memengaruhi keputusan individu untuk ikut serta (King et al., 2015).

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh ketimpangan pemanfaatan metode kontrasepsi modern antar provinsi di Indonesia, yang menjadi tantangan dalam upaya pengendalian laju pertumbuhan penduduk dan peningkatan kesejahteraan keluarga. Meskipun program KB telah dijalankan secara nasional, masih banyak wilayah yang menghadapi hambatan dalam akses informasi dan layanan kesehatan reproduksi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan provinsi di Indonesia berdasarkan jumlah peserta KB aktif metode modern tahun 2023 dengan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means*. Pendekatan *Fuzzy C-Means* dipilih karena mampu menangkap karakteristik peserta KB yang bersifat tumpang tindih antar kelompok, sehingga memberikan pemahaman yang lebih mendalam dibanding metode *clustering* konvensional. Keterbaruan dari penelitian ini terletak pada penerapan *Fuzzy C-Means* dalam konteks analisis kependudukan, yang belum banyak dilakukan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara akademis maupun praktis, khususnya dalam membantu pemerintah menyusun strategi dan kebijakan yang lebih tepat sasaran untuk pemerataan akses dan efektivitas program KB di seluruh wilayah Indonesia. Berdasarkan pemaparan diatas, maka penelitian ini akan melakukan mengelompokkan provinsi di Indonesia berdasarkan peserta KB aktif metode modern tahun 2023 menggunakan algoritma *cluster Fuzzy C-Means*.

II. METODE PENELITIAN

A. Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari situs web SIGA BKKBN, yaitu mengenai jumlah Peserta KB Aktif Metode Modern di Indonesia untuk tahun 2023 berdasarkan provinsi. Berdasarkan data tersebut, akan dilakukan pengelompokan provinsi-provinsi di Indonesia sesuai dengan jumlah peserta KB aktif metode modern. Di sisi lain, variabel yang digunakan pada penelitian ini tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Indeks	Variabel	Penjelasan
X_1	MOW	Persentase peserta KB yang menggunakan alat kontrasepsi MOW

X_2	MOP	Persentase peserta KB yang menggunakan alat kontrasepsi MOP
X_3	IUD	Persentase peserta KB yang menggunakan alat kontrasepsi IUD
X_4	Implan	Persentase peserta KB yang menggunakan alat kontrasepsi Implan
X_5	Suntik	Persentase peserta KB yang menggunakan alat kontrasepsi suntik
X_6	Pil	Persentase peserta KB yang menggunakan alat kontrasepsi pil
X_7	Kondom	Persentase peserta KB yang menggunakan alat kontrasepsi kondom
X_8	MAL	Persentase peserta KB yang menggunakan alat kontrasepsi MAL

B. Teknik Analisis Data

Fuzzy C-Means adalah algoritma clustering yang memungkinkan data memiliki keanggotaan di lebih dari satu *cluster*, sehingga cocok untuk data yang tidak memiliki batas tegas. Metode ini dipilih karena lebih fleksibel dalam menangani ketidakpastian data. Dalam studi ini, analisis data dilaksanakan dengan memanfaatkan perangkat lunak RStudio. Proses pengelompokan diterapkan melalui analisis *Fuzzy C-Means* yang dioperasikan sesuai dengan langkah-langkah berikut:

1. Ukuran jarak (*similarity*)

Tingkat kemiripan antara objek bisa diukur menggunakan jarak *Euclidean*, yang dihitung dengan rumus berikut:

$$d_{ik} = \left[\sum_{j=1}^p (x_{kj} - x_{ij})^2 \right]^{1/2} \quad (1)$$

Keterangan :

d_{ik} : Jarak *Euclidean* objek ke-i dan objek ke-k

x_{kj} : Objek ke-k pada variabel ke-j

x_{ij} : Objek ke-i pada variabel ke-j

p : banyak variabel yang digunakan (James et al., 2013)

2. Menentukan *cluster* optimal

Dalam penelitian ini, metode elbow digunakan untuk menentukan jumlah *cluster* yang paling optimal. Metode ini dilakukan dengan mengamati persentase perbandingan jumlah *cluster* hingga membentuk pola menyerupai siku pada titik tertentu. Perbandingan tersebut diperoleh dengan menghitung nilai *Sum of Square Error* (SSE) untuk setiap jumlah cluster. Semakin besar nilai K (jumlah cluster), maka nilai SSE akan cenderung menurun (Dewi & Pramita, 2019). Persamaan SSE adalah sebagai berikut:

$$SSE = \sum_{i=1}^k \sum_{x_i \in C_k} |x_i - C_k|^2 \quad (2)$$

Keterangan:

k : jumlah *cluster*

$x_i \in C_k$: nilai keanggotaan titik data x_i ke pusat kelompok C_k

C_k : pusat *cluster* ke-k

x_i : data pada objek ke-i

3. *Fuzzy C-Means*

Fuzzy C-Means (FCM) adalah algoritma *cluster* yang membuka peluang setiap titik data untuk memiliki keanggotaan dalam beberapa *cluster* dengan derajat keanggotaan yang berbeda. Dengan FCM, setiap titik data memiliki nilai keanggotaan yang menunjukkan seberapa besar keterkaitannya dengan masing-masing *cluster*, sehingga memberikan fleksibilitas dalam pengelompokan data yang memiliki batasan yang tidak jelas. Proses FCM melibatkan inisialisasi *centroid*, perhitungan derajat keanggotaan berdasarkan jarak ke *centroid*, dan pembaruan *centroid* hingga konvergensi tercapai (Bezdek, 1981). Tahapan dalam algoritma *Fuzzy C-Means* dapat dijelaskan sebagai berikut:

a) Menentukan banyaknya *cluster* (c), parameter pembobot keanggotaan (m') dan tingkat akurasi ϵ_L dan banyaknya iterasi (r). Nilai m' memiliki rentang $m' \in [1, \infty]$. Jika nilai $m' = 1$ maka *algoritma Fuzzy C-Means* mendekati algoritma K-Means. m' mengontrol tingkat pembagian keanggotaan *cluster*. Nilai m' disarankan bernilai 2. Menurut Bezdek (1981) pada nilai 2 dalam *Fuzzy C-Means* memberikan sifat yang diinginkan dari keanggotaan fuzzy, di mana setiap titik data dapat berkontribusi pada lebih dari satu *cluster* dengan cara yang terukur. Tingkat akurasi (ϵ_L) adalah batas toleransi untuk menghentikan iterasi jika perubahan nilai keanggotaan sangat kecil, menandakan konvergensi. Sementara itu, jumlah iterasi (r) adalah batas maksimum proses perhitungan untuk mencegah proses berulang tanpa akhir.

b) Menentukan matriks partisi awal $U^{(0)}$. Matriks $U^{(0)}$ terdiri dari nilai derajat keanggotaan yang dibangkitkan secara acak. Matriks partisi awal $U^{(0)}$ digunakan sebagai titik awal dalam proses iterasi *Fuzzy C-Means*, berisi nilai keanggotaan acak yang memungkinkan algoritma mulai mengelompokkan data secara bertahap hingga mencapai hasil akhir yang stabil.

$$U_{g \times n}^r = \begin{bmatrix} \mu_{11} & \mu_{12} & \dots & \mu_{1n} \\ \mu_{21} & \mu_{22} & \dots & \mu_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu_{g1} & \mu_{g2} & \dots & \mu_{gn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Keterangan:

$U_{g \times n}^r$ = matriks partisi ukuran $g \times n$ pada iterasi ke- r

g : ukuran *cluster* yang diinginkan

n : banyaknya objek

μ_{ik} : derajat keanggotaan objek ke- i pada *cluster* ke- l (Bezdek, 1981).

c) Menghitung pusat *cluster* (*centroid*) menggunakan rumus berikut :

$$v_{ij}^{(r)} = \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_{k=1}^{(r)})^{m'} \times x_{kj}}{\sum_{k=1}^n (\mu_{k=1}^{(r)})^{m'}} \quad (4)$$

Keterangan :

v_{ij} : pusat *cluster* ke- i pada variabel ke- j

μ_{il} : derajat keanggotaan objek ke- i pada *cluster* ke- l

r : iterasi

m' : parameter pembobot keanggotaan (Bezdek, 1981).

d) Menghitung jarak objek ke pusat *cluster*. Langkah berikutnya, lakukan *updating* elemen matriks partisi $U^{(0)}$ dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\mu_{ik}^{(r+1)} = \left[\sum_{i=1}^g \left(\frac{d_{ik}^{(r)}}{d_{ik}^{(r)}} \right)^{\frac{2}{m'-1}} \right]^{-1} \quad (5)$$

$d_{il}^{(r)}$ adalah jarak objek ke- k pada pusat *cluster* ke- l .

e) Konvergensi hasil *clustering* dapat diukur menggunakan parameter berikut.

$$\max_{i,k} |\mu_{ik}^{(r+1)} - \mu_{ik}^{(r)}| \leq \epsilon_L \quad (6)$$

Dengan ϵ_L merupakan tingkat akurasi yang ditentukan. Apabila kriteria konvergensi telah tercapai, maka iterasi dihentikan. Namun, jika belum tercapai maka hitung kembali pusat *cluster* sampai kriteria konvergensi tercapai (Suraya & Wijayanto, 2022).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Statistika Deskriptif

Tujuan analisis statistik deskriptif adalah untuk memberikan gambaran mengenai ciri-ciri data, seperti rata-rata, standar deviasi, median, nilai terendah, tertinggi, dan total data. Hasil analisis ini dapat dilihat pada Tabel 2.

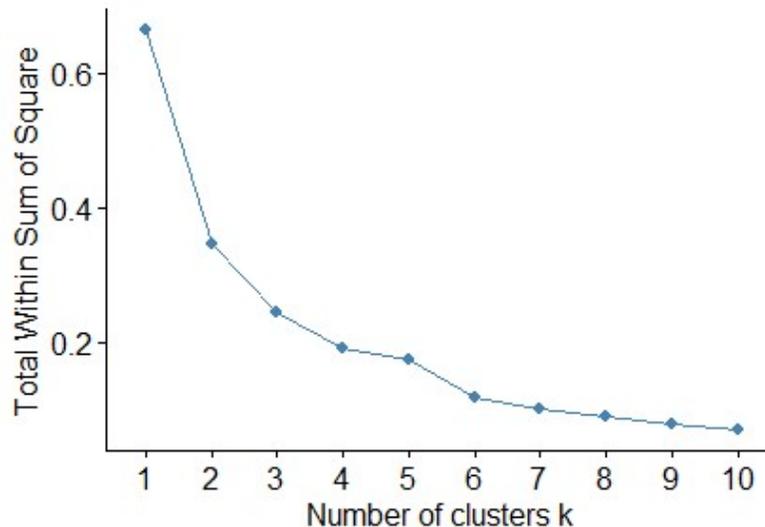
Tabel 2. Hasil Statistika Deskriptif

Variabel	Minimum	Rataan	Maksimum
MOW	0.0002242	0.0181953	0.0430861
MOP	0.000009747	0.0008139	0.003075
IUD	0.001741	0.034565	0.189545
Implan	0.001735	0.068549	0.161727
Suntik	0.01038	0.29000	0.44249
Pil	0.01149	0.08084	0.25363
Kondom	0.0006171	0.0115839	0.0863291
MAL	0.000005456	0.0003739	0.0003739

Merujuk pada Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa variabel suntik memiliki rata-rata tertinggi yaitu 29%. Suntik menjadi KB metode modern paling banyak digunakan oleh peserta KB aktif, yaitu menunjukkan angka 44.249%, sedangkan MAL paling sedikit digunakan dengan angka 0.0005456%.

B. Fuzzy C-Means

Tahap pertama dalam proses pengelompokan adalah menentukan jumlah *cluster* optimal dengan menggunakan metode elbow.



Gambar 1. Grafik Elbow

Plot di atas memperlihatkan total kuadrat dalam kelompok, yang dikenal sebagai *Within Sum of Squares* (WSS). Idealnya, nilai WSS diharapkan serendah mungkin. Namun, WSS akan mencapai nol, menandakan tidak adanya variasi jika jumlah *cluster* sama dengan jumlah observasi. Oleh karena itu, metode ini fokus pada penurunan nilai WSS yang tidak terlalu signifikan. Berdasarkan grafik, terlihat penurunan WSS dari $k = 1$ ke $k = 2$ mulai menunjukkan perlambatan. Ini menunjukkan bahwa penambahan satu *cluster* pada $k = 2$ tidak memberikan pengurangan WSS yang berarti. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa jumlah *cluster* yang paling ideal dalam penelitian ini adalah $k = 2$.

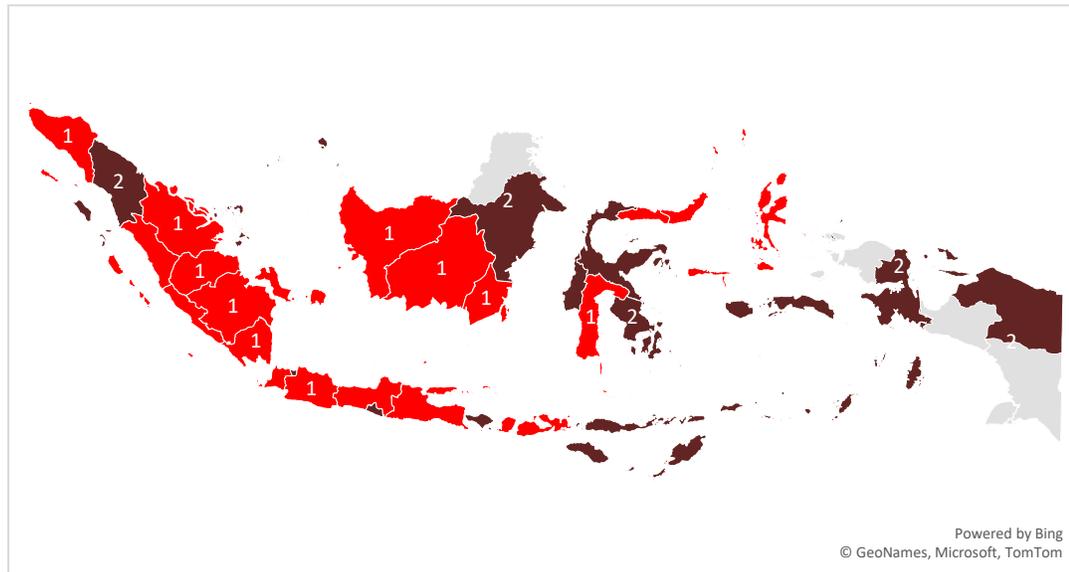
Tahap berikutnya adalah melaksanakan analisis *Fuzzy C-Means*. Karakteristik *cluster* ditentukan berdasarkan nilai rata-rata *cluster* yang ditampilkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata *cluster*

<i>Cluster</i>	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
----------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

1	0.017	0.0007	0.028	0.079	0.373	0.095	0.011	0.00035
2	0.019	0.0008	0.042	0.056	0.192	0.065	0.012	0.00039

Tabel 3 menunjukkan bahwa kelompok 2 memiliki rata-rata yang termasuk dalam kategori tinggi, sementara kelompok 2 tergolong dalam kategori rendah. Visualisasi sebaran *cluster* ditampilkan pada Gambar 2.



Keterangan : ■ Cluster 1 ■ Cluster 2

Gambar 2. Plot Sebaran *Cluster*

Berdasarkan plot, menjelaskan mengenai persebaran *cluster* provinsi di Indonesia berdasarkan peserta KB aktif metode modern. *Cluster* 1 terdiri 20 provinsi, sementara *cluster* 2 mencakup 17 provinsi pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengelompokan Provinsi Indonesia

<i>Cluster</i>	Provinsi
1	Aceh, Sumatra Barat, Riau, Jambi, Bengkulu, Sumatra Selatan, Lampung, Kepulauan Bangka Belitung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Banten, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Gorontalo, Maluku Utara
2	Sumatra Utara, Kepulauan Riau, DKI Jakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta, Bali, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Barat, Maluku, Papua, Papua Barat, Papua Selatan, Papua Tengah, Papua Pengunungan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, *cluster* 2 menunjukkan partisipasi masyarakat dalam program Keluarga Berencana (KB) masih tergolong rendah. Diharapkan masyarakat di provinsi ini dapat berperan aktif dalam merencanakan dan melaksanakan program KB, serta melakukan penyuluhan yang sesuai dengan budaya setempat, sehingga kesadaran akan pentingnya pengaturan jumlah anggota keluarga dapat meningkat. Peningkatan kapasitas kader kesehatan dan tokoh masyarakat sebagai agen perubahan merupakan hal yang krusial untuk mendorong partisipasi, disertai dengan penyebaran alat kontrasepsi modern yang merata, termasuk di daerah yang lebih terpencil.

Dalam *cluster* 1 menunjukkan bahwa program keluarga berencana dijalankan dengan baik dan berhasil mencapai tujuan yaitu meningkatkan kualitas keluarga. Kebijakan untuk keluarga berencana di daerah dengan tingkat penggunaan kontrasepsi modern yang tinggi adalah dengan menjaga ketersediaan alat dan obat serta menyediakan layanan

kontrasepsi yang mudah diakses oleh masyarakat sambil meningkatkan kualitas penggunaan kontrasepsi. Peningkatan kualitas penggunaan kontrasepsi mencakup kesesuaian antara tujuan kontrasepsi dan alat kontrasepsi yang digunakan.

Cluster 1 maupun *cluster 2* menunjukkan bahwa suntik menjadi alat KB metode modern yang paling banyak digunakan oleh peserta KB aktif. Hal ini juga diharapkan agar tetap mengoptimalkan suntik sebagai alat KB metode modern yang digunakan oleh peserta KB aktif di masing-masing provinsi, dan tetap mengedukasi kepada masyarakat terkait alat KB metode modern lainnya.

IV. KESIMPULAN

Mengacu pada hasil analisis *cluster* yang telah dilakukan dengan menggunakan *Fuzzy C-Means*, terdapat 3 *cluster* dengan *cluster 1* dan 2 tergolong masih kurang partisipasi masyarakat akan program KB, sedangkan *cluster 3* sudah tergolong baik dalam keikutsertaan masyarakat untuk program KB ini. Diharapkan setiap daerah untuk saling meningkatkan dan mempertahankan program KB ini guna mengoptimalkan kualitas hidup keluarga dan masyarakat. Serta bagi pemerintah diharapkan melakukan kebijakan yang memfokuskan program KB ini sesuai dengan kebutuhan pada setiap daerah agar program KB ini berjalan optimal disetiap provinsi di Indonesia. Untuk penelitian lanjutan, dapat menggunakan persentase peserta KB aktif metode modern masing-masing kabupaten/kota agar hasil pengelompokan lebih terarah ke wilayah yang lebih terperinci.

DAFTAR PUSTAKA

- Bezdek, J. C. (1981). *Pattern recognition with fuzzy objective function algorithms*. Springer Science & Business Media.
- Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana (BKKBN). (2024). *Laporan Kependudukan Indonesia 2024*, Jakarta; BKKBN
- Dewi, D. A. I. C., & Pramita, D. A. K. (2019). Analisis Perbandingan Metode Elbow dan Sillhouette pada Algoritma Clustering K-Medoids dalam Pengelompokan Produksi Kerajinan Bali. *JURNAL MATRIX*, 9(3), 102–109.
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2011). *Data Mining Concepts and Techniques Third Edition*.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An introduction to statistical learning* (Vol. 112, No. 1). New York: springer.
- King, K. E., Darrah, T. H., Money, E., Meentemeyer, R., Maguire, R. L., Nye, M. D., Michener, L., Murtha, A. P., Jirtle, R., Murphy, S. K., Mendez, M. A., Robarge, W., Vengosh, A., & Hoyo, C. (2015). Geographic clustering of elevated blood heavy metal levels in pregnant women Environmental health. *BMC Public Health*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-015-2379-9>
- Kodinariya, T. M., & Makwana, P. R. (2013). Review on determining number of Cluster in K-Means Clustering. *International Journal*, 1(6), 90-95.
- Nurullah, F. A. (2021). Perkembangan Metode Kontrasepsi di Indonesia. *Continuing Medical Education*, 48(3), 166–172.
- Purwowicaksono, R., Akbar, F., & Rezza Fahlevvi, M. (2023). *Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Alat Kontrasepsi di BKKBN Kabupaten Cirebon Berbasis WEB Menggunakan Metode MABAC*. *Jurnal Kecerdasan Buatan dan Teknologi Informasi*, 2(1), 1-11.
- Suraya, G. R., & Wijayanto, A. W. (2022). Comparison of Hierarchical Clustering, K-Means, K-Medoids, and Fuzzy C-Means Methods in Grouping Provinces in Indonesia according to the Special Index for Handling Stunting. *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*, 6(2), 180–201. <https://doi.org/10.29244/ijsa.v6i2p180-201>

Yuliati, I. F. (2021). Peramalan Dan Analisis Hubungan Faktor Penggerakan Lini Lapangan Dalam Meningkatkan Peserta Kb Aktif MKJP. *Jurnal Keluarga Berencana*, 6(02), 35–48.