

**KLASTERISASI WILAYAH BERDASARKAN INDIKATOR
KESEJAHTERAAN RAKYAT KABUPATEN/KOTA DI PULAU
SUMATERA MENGGUNAKAN *FUZZY C-MEANS***



RAHMA DANA PUTRI

NIM.21030022

**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2025**

**KLASTERISASI WILAYAH BERDASARKAN INDIKATOR
KESEJAHTERAAN RAKYAT KABUPATEN/KOTA DI PULAU
SUMATERA MENGGUNAKAN *FUZZY C-MEANS***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains



Oleh:

RAHMA DANA PUTRI

NIM. 21030022/2021

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2025**

PERSETUJUAN SKRIPSI

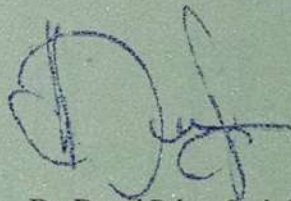
KLASTERISASI WILAYAH BERDASARKAN INDIKATOR KESEJAHTERAAN RAKYAT KABUPATEN/KOTA DI PULAU SUMATERA MENGGUNAKAN *FUZZY C-MEANS*

Nama : Rahma Dana Putri
NIM : 21030022
Program Studi : Matematika
Departemen : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 31 Juli 2025

Disetujui oleh,

Pembimbing



Dr. Devni Prima Sari, S.Sc., M.Sc
NIP. 198412202010122006

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Rahma Dana Putri
NIM : 21030022
Program Studi : Matematika
Departemen : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

KLASTERISASI WILAYAH BERDASAKAN INDIKATOR KESEJAHTERAAN RAKYAT KABUPATEN/KOTA DI PULAU SUMATERA MENGGUNAKAN *FUZZY C-MEANS*

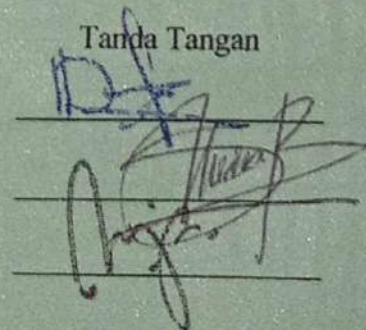
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 31 Juli 2025

Tim Penguji

	Nama
Ketua	: Dr. Devni Prima Sari S.Sc., M.Sc
Anggota	: Dra. Media Rosha, M.Si
Anggota	: Meira Parma Dewi, S.Si., M.Kom

Tanda Tangan



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahma Dana Putri
NIM : 21030022
Program Studi : Matematika
Departemen : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul **“Klasterisasi Wilayah Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat Kabupaten/Kota di Pulau Sumatera Menggunakan *Fuzzy C-Means*”** adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam tradisi keilmuan. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, September 2025

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Matematika,



Dr. Suherman, S.Pd, M.Si
NIP. 196808301999031002

Saya yang menyatakan,



Rahma Dana Putri
NIM. 21030022

Klasterisasi Wilayah Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat Kabupaten/Kota di Pulau Sumatera Menggunakan *Fuzzy C- Means*

Rahma Dana Putri

ABSTRAK

Kesejahteraan didefinisikan sebagai kondisi di mana setiap individu memiliki kecukupan dalam memenuhi kebutuhan jasmani dan rohani. Kesejahteraan rakyat menjadi tujuan setiap negara termasuk Indonesia. Pulau Sumatera, meskipun dikenal dengan kekayaan sumber daya alamnya, namun ketimpangan kesejahteraan masih menjadi masalah serius. Pulau ini memiliki tingkat ketimpangan pembangunan tertinggi di Indonesia yang tentunya juga menimbulkan ketimpangan kesejahteraan. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Pulau Sumatera berdasarkan indikator kesejahteraan rakyat menggunakan metode *Fuzzy C-Means* (FCM), serta menganalisis karakteristik dari masing-masing klaster yang terbentuk.

Metode FCM digunakan karena metode ini mampu mengelompokkan data dengan memungkinkan data menjadi anggota lebih dari satu klaster dengan derajat keanggotaan tertentu. FCM cocok untuk permasalahan yang tidak tegas (Fuzzy). Proses validitasi hasil klasterisasi dilakukan menggunakan Partition Coefficient (PC) untuk menentukan jumlah klaster yang optimal dan kualitas klaster.

Hasil klasterisasi menghasilkan dua klaster optimal. Klaster 2 terdiri dari 64 kabupaten/kota dengan tingkat kesejahteraan relatif tinggi, ditandai dengan indikator pendidikan, kesehatan, ekonomi, dan akses air bersih yang baik. Sementara itu, Klaster 1 terdiri dari 90 kabupaten/kota dengan kesejahteraan yang rendah, ditandai dengan rendahnya kualitas pendidikan, kesehatan, serta tingginya ketergantungan terhadap bantuan pemerintah.

Kata Kunci: Kesejahteraan, Pulau Sumatera, *Fuzzy C-Means*, *Partition Coefficient*

Clustering of Regions Based on People's Welfare Indicators of Regencies/Cities in Sumatera Island Using Fuzzy C-Means

Rahma Dana Putri

Abstract

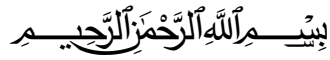
Welfare is defined as a condition in which every individual has sufficient capacity to meet both physical and spiritual needs. People's welfare is a fundamental goal for every nation, including Indonesia. Sumatera Island, although is known for its abundant natural resources, welfare inequality remains a serious issue. This island has the highest level of development disparity in Indonesia. This study aims to cluster regencies/cities in Sumatera Island based on people's welfare indicators using the *Fuzzy C-Means* (FCM) method, and to analyze the characteristics of each resulting cluster.

The FCM method is used because it allows data to belong to more than one cluster with a certain degree of membership. FCM is suitable for problems characterized with uncertainty (fuzziness). The validity of the clustering results is evaluated using the Partition Coefficient (PC) to determine the optimal number of clusters and their quality.

The results of the clustering show that two clusters are optimal. Cluster 2 consists of 64 regencies/cities with relatively high welfare levels, indicated by good performance in education, health, economy, and access to clean water. Meanwhile, Cluster 1 consists of 90 regencies/cities with lower welfare levels, marked by poor quality in education and health, and a high dependency on government assistance.

Keywords: Welfare, Sumatera Island, Fuzzy C-Means, Partition Coefficient

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah rabbil`alamin segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Klasterisasi Wilayah Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat Kabupaten/Kota di Pulau Sumatera menggunakan *Fuzzy C-Means*”**. Shalawat beriringan salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa iman dan ilmu pengetahuan kepada umat manusia.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S. Si) pada Program Studi Matematika Departemen Matematika Universitas Negeri Padang. Dalam menyelesaikan skripsi ini, peneliti mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini peneliti menggunakan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Devni Prima Sari, S. Si, M. Sc, sebagai Dosen Pembimbing Skripsi sekaligus Dosen Pembimbing Akademik.
2. Ibu Dra. Media Rosha, M. Si dan Ibu Meira Parma Dewi, S. Si, M. Kom sebagai Dosen Penguji.
3. Ibu Dr. Riry Sriningsih, S. Si, M. Sc sebagai Koordinator Program Studi Matematika FMIPA UNP.
4. Bapak Dr. Suherman, S. Sd, M. Si sebagai Kepala Departemen Matematika FMIPA UNP.
5. Segenap karyawan dan staf pengajar Departemen Matematika FMIPA UNP.

6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu-persatu dalam membantu proses penyelesaian skripsi ini.

Semoga Bantuan dan bimbingan yang telah diberikan pada penulis dapat menjadi amal ibadah di sisi-Nya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna akan tetapi penulis telah berusaha dengan sungguh-sungguh untuk menyelesaikan penelitian ini. Oleh karena itu, kritik dan saran pembaca sangat berarti bagi penulis agar menjadikan skripsi ini menjadi lebih baik kedepannya. Dengan demikian, penulis berharap karya ini dapat bermanfaat bagi penulis dan menambah khasanah ilmu pengetahuan kita semua.

Padang, Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN TEORI.....	7
A. Kesejahteraan Rakyat.....	7
B. Indikator Kesejahteraan rakyat	9
C. Data Mining	13
D. Analisis Korelasi	14
E. Analisis Klaster	15
F. Standarisasi Data	19
G. Himpunan <i>Fuzzy</i>	19
H. <i>Fuzzy C-Means</i>	21
I. Uji Klaster Optimal	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	26
A. Jenis Penelitian.....	26
B. Data dan Sumber Data	26
C. Teknis Analisis Data	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
A. Pengumpulan Data	28
B. Korelasi Antar variabel	28
C. Standarisasi Data	29
D. Klasterisasi Menggunakan Metode <i>Fuzzy C-Means</i>	31
E. Menentukan Jumlah Klaster Optimal Menggunakan <i>Partition</i> <i>Coefficient (PC)</i>	37
F. Anggota Klaster Optimal	39
G. Karakteristik Klaster	41
H. Visualisasi Klaster.....	45
BAB V PENUTUP.....	47
A. Kesimpulan	47
B. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Visualisasi Hasil Klasterisasi.....	45
---	----

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data Awal	28
Tabel 2 Korelasi Antarvariabel.....	29
Tabel 3. Data Hasil Standarisasi	31
Tabel 4. Akurasi Nilai Error	32
Tabel 5. Derajat Keanggotaan untuk $c = 2$	38
Tabel 6. Nilai Partition Coefficient.....	38
Tabel 7. Derajat Keanggotaan Akhir $c = 2$	39
Tabel 8. Anggota Klaster Optimal.....	40
Tabel 9. Pusat Klaster $c = 2$	41
Tabel 10. Rata-rata Variabel.....	41
Tabel 11. Rata-rata Variabel Setiap Klaster	42
Tabel 12. Karakteristik Hasil Klasterisasi	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Awal.....	52
Lampiran 2. Data Hasil Standarisasi.....	55
Lampiran 3. Derajat Keanggotaan Awal $c = 2$	58
Lampiran 4. Pusat klaster $c = 2$ pada Iterasi 1	62
Lampiran 5. Derajat Keanggotaan Baru $c = 2$ pada iterasi 1	63
Lampiran 6. Derajat keanggotaan Akhir $c = 3$	67
Lampiran 7. Derajat keanggotaan Akhir $c = 4$	68
Lampiran 8. Derajat keanggotaan Akhir $c = 5$	69
Lampiran 9. Derajat keanggotaan Akhir $c = 6$	70
Lampiran 10. Derajat keanggotaan Akhir $c = 7$	71
Lampiran 11. Derajat Keanggotaan akhir $c = 8$	72
Lampiran 12. Derajat Keanggotaan Akhir $c = 2$	73
Lampiran 13. Pusat Klaster Akhir $c = 2$	77
Lampiran 14. Program <i>RStudio Fuzzy C-Means</i>	78

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kesejahteraan berarti adanya rasa aman dan terpenuhi kebutuhan dasar maupun sosial dalam kehidupan seseorang seperti pendidikan, kesehatan, pekerjaan, hubungan sosial, agama, harga diri dan lain-lain (Said dkk., 2013). Dilihat dari konteks rakyat, kesejahteraan rakyat didefinisikan sebagai pemenuhan hak-hak dasar warga negara di berbagai multidimensi seperti pangan, pendidikan, kesehatan, dan lain-lain oleh pemerintahan atau negara. Semakin meningkat pembangunan di suatu negara, kesejahteraan rakyat/masyarakat pun semakin meningkat (Faturachman, 2019). Kedua hal tersebut memiliki keterkaitan yang sangat erat, sebab pembangunan suatu negara dapat dinilai dari meningkat atau tidaknya kesejahteraan rakyatnya. Pembangunan infrastruktur seperti jalan, sekolah, dan rumah sakit berkontribusi langsung terhadap peningkatan kualitas hidup. Dengan demikian, pembangunan yang berkelanjutan menjadi kunci terciptanya kesejahteraan yang merata.

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan lebih dari 17.000 pulau yang terbentang dari Sabang hingga Merauke. Namun, sebagai negara berkembang, Indonesia memiliki tantangan dalam menciptakan kesejahteraan rakyat yang merata. Pulau Sumatera adalah pulau terbesar ketiga di Indonesia yang terletak di bagian barat negara ini dan dikenal dengan kekayaan sumber daya alamnya, seperti minyak bumi, batu bara, gas alam, serta hasil pertanian dan perkebunan.

Walaupun sumber daya ini berkontribusi terhadap perekonomian dan kesejahteraan masyarakat, ketimpangan kesejahteraan di Pulau Sumatera masih tinggi dan menjadi masalah serius. Ridho dkk. (2022) menyebutkan bahwa Pulau Sumatera memiliki nilai ketimpangan pembangunan paling tinggi dibandingkan dengan pulau-pulau lain di Indonesia. Laju pertumbuhan ekonomi provinsi di Pulau Sumatera berfluktuatif, terutama terjadi penurunan yang cukup drastis di provinsi Aceh dan Riau (Febriyanda, 2022). Menurut Firmansyah dkk. (2022), konsentrasi kegiatan ekonomi di daerah tertentu menyebabkan ketimpangan pendapatan antarwilayah.

Daerah yang menjadi pusat kegiatan ekonomi cenderung menghasilkan pendapatan lebih tinggi, sehingga masyarakatnya lebih makmur. Sebaliknya, daerah non-pusat ekonomi memiliki pendapatan yang lebih rendah, yang berdampak pada kesejahteraan masyarakatnya. Hal ini dapat dilihat di beberapa kota, seperti Kota Batam yang memiliki infrastruktur lebih baik dibandingkan kabupaten/kota lainnya. Disebutkan Batam merupakan salah satu daerah di Pulau Sumatera yang tidak pernah mengalami krisis ekonomi (Zaenuddin, 2023). Namun, kondisi ini berbanding terbalik dengan Kepulauan Mentawai, Kesenjangan ekonomi antar wilayah kabupaten/kota di Pulau Sumatera menghambat kemajuan daerah yang tertinggal.

Pemerintah telah melakukan berbagai upaya dalam meningkatkan pemerataan pembangunan dan meningkatkan kesejahteraan rakyat. Prasyarat keberhasilan program pemerintah dalam meningkatkan kesejahteraan rakyatnya adalah ketetapan pengidentifikasi target, salah satu program pemerintah untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat adalah melalui Program

Keluarga Harapan (PKH). Program ini tidak hanya memberikan bantuan berupa uang tetapi juga dalam bentuk kesehatan dan pendidikan. PKH berdampak positif dalam meningkatkan layanan kesehatan dan meningkatnya partisipasi sekolah (World Bank Office Jakarta, 2011). Selain itu, ada Program Bantuan Non Tunai (BPNT) yang berfokus pada peningkatan kesejahteraan masyarakat miskin di bidang pangan. Menurut Yulianti (2020), efektivitas sasaran program ini masih rendah dalam mencapai sasaran yang tepat. Ketidaktepatan sasaran bantuan ini semakin memperparah ketimpangan dan menyebabkan ketidakefektifan peningkatan kesejahteraan oleh pemerintah. Ketimpangan ini menyebabkan kesulitan dalam perencanaan dan pengalokasian sumber daya yang optimal serta kebijakan yang kurang efektif.

Untuk mengatasi hal ini, diperlukan metode analisis yang dapat mengklasterkan wilayah kabupaten/kota di Pulau Sumatera berdasarkan indikator kesejahteraan rakyat secara objektif dan menyeluruh. Dalam beberapa penelitian di bidang kependudukan, pendidikan, kesehatan, pekerjaan, dan sosial lainnya, sering diperoleh data dalam jumlah besar dengan banyak variabel. Tentunya, data ini sulit untuk diinterpretasikan secara langsung. Dalam data mining, salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengklasterkan variabel atau objek adalah analisis kluster, yang memungkinkan identifikasi pola kesejahteraan di setiap wilayah. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy C-Means* (FCM).

Analisis kluster merupakan salah satu metode unsupervised learning yang digunakan untuk mengklasterkan variabel menjadi beberapa kluster variabel yang jumlahnya lebih kecil, di dalam satu kluster tersebut, terdapat kesamaan

karakteristik, sedangkan antar klaster memiliki perbedaan (Han dkk., 2022). Analisis klaster dapat mengetahui jumlah klaster baru dengan tujuan mengklasterkan objek berdasarkan variabel yang memiliki kesamaan karakteristik diantara objek-objek tersebut (Latuhimallo dkk., 2021). Secara umum, analisis klaster dibedakan menjadi 3 yaitu metode hierarki, metode partisi dan metode berbasis kepadatan dan berbasis grid. Salah satu metode partisi adalah FCM.

Fuzzy C-Means (FCM) adalah bagian dari metode klasterisasi berbasis partisi yang mengklasterkan data kedalam jumlah klaster yang telah ditentukan. FCM merupakan varians dari *k-means*. *K-means* menetapkan setiap titik data ke tepat satu klaster dan fungsi keanggotaannya bersifat biner yaitu 1 untuk masuk dalam klaster dan 0 jika tidak termasuk dalam klaster (Bezdek, 1981). Menurut Dunn (1973), metode FCM menggabungkan gagasan logika fuzzy, memungkinkan titik data memiliki keanggotaan parsial dalam berbagai kelompok. Metode ini sangat berguna untuk menangani data yang kompleks karena memberikan metode klasterisasi yang lebih fleksibel dibandingkan dengan algoritma klasterisasi tegas seperti *k-means*. Dengan menerapkan metode FCM dapat diperoleh pemahaman yang mendalam mengenai kelompok kesejahteraan di Pulau Sumatera. Informasi yang diperoleh dari analisis ini dapat digunakan untuk membuat kebijakan yang lebih efektif dan optimal dalam meningkatkan pemerataan kesejahteraan di Pulau Sumatera.

Penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa metode FCM relevan untuk klasterisasi wilayah yaitu penelitian oleh Nurmin dkk. (2022)

menerapkan FCM untuk mengklasterkan kabupaten/kota di Pulau Kalimantan dan memperoleh 3 klaster optimal berdasarkan indeks validitas Partition Coefficient (PC). Bahtiyar dkk. (2024) juga menggunakan FCM untuk mengklasterkan kabupaten di Jawa Timur dan menghasilkan 3 klaster berdasarkan nilai silhouette coefficient. Penelitian lainnya oleh Wijayanti dkk. (2021) juga mengklasterkan provinsi di Indonesia menggunakan FCM berdasarkan indikator lingkungan dan memperoleh 2 klaster. Klaster 1 memiliki indikator kesehatan yang lebih baik dibandingkan klaster 2.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul **“Klasterisasi Wilayah Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat Kabupaten/Kota di Pulau Sumatera Menggunakan *Fuzzy C-Means*”**

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil klasterisasi kabupaten/kota di Pulau Sumatera berdasarkan indikator kesejahteraan rakyat menggunakan *Fuzzy C-Means* (FCM)?
2. Bagaimana menentukan jumlah klaster optimal dengan uji Partition Coefficient (PC) serta bagaimana karakteristik setiap klaster yang terbentuk?

C. Tujuan Penelitian

1. Klasterisasi kabupaten/kota di Pulau Sumatera berdasarkan indikator kesejahteraan rakyat menggunakan FCM.
2. Menentukan jumlah klaster optimal dengan uji Partition Coefficient (PC) dan menganalisis karakteristik setiap klaster yang terbentuk.

D. Manfaat Penelitian

1. Memberi data yang akurat dan terklaster tentang kondisi kesejahteraan rakyat di berbagai wilayah kabupaten/kota di Pulau Sumatera untuk digunakan dalam pembuatan kebijakan yang lebih efisien.
2. Menambah pemahaman dan pengetahuan penulis mengenai klasterisasi menggunakan FCM.
3. Memberikan pengetahuan dan wawasan bagi pembaca tentang kondisi kesejahteraan rakyat di Pulau Sumatera serta memahami bagaimana metode FCM dalam menganalisis dan mengklasterkan kabupaten/kota di Pulau Sumatera berdasarkan indikator kesejahteraan rakyat.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Klasterisasi kabupaten/kota di Pulau Sumatera menggunakan *Fuzzy C-Means* (FCM) dengan 8 indikator kesejahteraan rakyat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis FCM dan pengujian validitas klaster menggunakan Partition Coefficient (PC) pada klasterisasi wilayah kabupaten/kota di Pulau Sumatera berdasarkan indikator kesejahteraan rakyat pada tahun 2024, diperoleh dua klaster optimal yang memiliki karakteristik kesejahteraan rakyat yang berbeda. Klaster 1 sebanyak 90 kabupaten/kota dan klaster 2 memiliki anggota sebanyak 64 kabupaten/kota.
2. Berdasarkan analisis *centroid* diperoleh, karakteristik masing-masing klaster sebagai berikut: Klaster 2 mencerminkan wilayah dengan tingkat kesejahteraan rakyat yang lebih tinggi, ditunjukkan oleh nilai yang lebih besar pada indikator seperti kepadatan penduduk (X1), angka harapan hidup (X2), rata-rata lama sekolah (X3), pengeluaran per kapita sebulan (X5), dan akses terhadap air minum layak (X6). Rata-rata kepadatan penduduk pada klaster 2 sebesar 1.365,695 jiwa/km² menunjukkan wilayah dengan infrastruktur dan akses layanan publik yang lebih baik seperti akses pendidikan dan kesehatan. Selain itu, rendahnya persentase penduduk miskin dan jumlah keluarga penerima manfaat menunjukkan kemandirian ekonomi wilayah dalam klaster ini.

Sebaliknya, Klaster 1 menunjukkan karakteristik wilayah dengan kesejahteraan rakyat yang lebih rendah, yang ditandai dengan lemahnya indikator ekonomi, pendidikan, dan kesehatan, serta tingginya ketergantungan terhadap bantuan pemerintah dengan rata-rata jumlah keluarga penerima manfaat bantuan tunai pada klaster 1 sebesar 100.096. Meskipun tingkat pengangguran pada klaster 1 lebih rendah, namun hal ini mencerminkan karakteristik wilayah pedesaan sehingga banyak masyarakat bekerja di sektor pertanian, bukan kesejahteraan yang lebih tinggi.

Hasil penelitian ini mengindikasikan adanya kesenjangan kesejahteraan antarwilayah di Pulau Sumatera yang perlu menjadi perhatian pemerintah.

Klasterisasi ini dapat digunakan sebagai dasar penyusunan kebijakan yang lebih terarah, dengan prioritas peningkatan akses dasar, pengurangan kemiskinan, dan pemerataan infrastruktur untuk klaster 1, serta penguatan kualitas layanan publik dan pemerataan hasil pembangunan di klaster 2

B. Saran

Berdasarkan analisis yang telah diuraikan, penulis memberikan saran untuk penelitian selanjutnya agar dapat melakukan klasterisasi menggunakan lebih banyak variabel indikator kesejahteraan rakyat agar lebih memahami kondisi kesejahteraan rakyat di Pulau Sumatera. Serta melakukan uji klaster optimal dan klasterisasi menggunakan metode lain dan membandingkan hasil yang diperoleh dengan metode yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alcock, P., Glennerster, H., Oakley, A., & Sinfield, A. (2001). *Welfare and Wellbeing: Richard Titmuss's Contribution to social Policy*. Policy Press.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2024). *Indikator Kesejahteraan Rakyat 2024*. <https://www.bps.go.id/id/publication/2024/11/06/3ef10d3d82ed93f616ba9113/indikator-kesejahteraan-rakyat-2024.html>
- Bahtiyar, R., Lestanti, S., & Nur Budiman, S. (2024). Penerapan Metode Fuzzy C-Means Cluster Ing Untuk Pengelompokan Kabupaten Di Jawa Timur Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(5), 3701–3710. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i5.7812>
- Bezdek, J. C. (1981). Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms. In *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-0450-1>
- Bezdek, J. C., Ehrlich, R., & Full, W. (1984). FCM: The Fuzzy c-Means Clustering Algorithm. *Computers & Geosciences*, 10(2–3), 191–203. <https://doi.org/00983004849000207>
- Carr, D. (2009). *Encyclopedia of the Life Course and Human Development* (3rd ed.). Cengage Learning.
- Cohen, B. (2006). Urbanization in developing countries: Current trends, future projections, and key challenges for sustainability. *Technology in Society*, 28(1–2), 63–80. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2005.10.005>
- Faturochman. (2019). *Kesejahteraan dan Pembangunan Kualitas Manusia*.
- Febriyanda, A. (2022). *Analisis Ketimpangan Pembangunan Ekonomi di Pulau Sumatera* [Universitas Islam Negeri Ar-Raniry]. [https://repository.ar-raniry.ac.id/20754/1/Andri Febriyanda_180604012_FEBI_IE_082363618625.pdf](https://repository.ar-raniry.ac.id/20754/1/Andri%20Febriyanda_180604012_FEBI_IE_082363618625.pdf)
- Firmansyah, U., Junaidi, & Achmad, E. (2022). *View of Pengaruh nilai tukar petani, indeks pembangunan manusia dan PDRB sektor pertanian terhadap ketimpangan distribusi pendapatan provinsi-provinsi di Pulau Sumatera.pdf*. 11(1), 9–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.22437/pdpd.v11i1.16777>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate Data Analysis* (8th ed.). Cengage.
- Han, J., Jian, P., & Tong, H. (2022). *Data Mining: Concepts and Techniques* (4th ed.). Morgan Kaufmann.
- Han, J., Kamber, M., & Jian, P. (2012). *Data Mining: Concepts and Techniques* (third). Elsevier.
- Health, O. W. (2000). *Health Systems: Improving Performance*. <https://www.who.int/publications/i/item/924156198X>
- Jusuf, M. (1985). *Pengaruh Timbal Balik Antara Kependudukan dengan Berbagai Aspek Kehidupan Manusia*. Fakultas Pasca Sarjana IKIP Jakarta.
- Khulaidah, E. Z., & Irsalinda, N. (2020). FCM using squared euclidean distance for e-commerce classification in Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*,

1613(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1613/1/012071>

- Latuhimallo, V. A., Talakua, M. W., & Leleury, Z. A. (2021). Analisis Clustering untuk Pengelompokan Kabupaten/Kota Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat di Wilayah Provinsi Maluku. *PARAMETER: Jurnal Matematika, Statistika Dan Terapannya*, 2(01), 01–12. <https://doi.org/10.30598/parameterv2i01pp01-12>
- Mattjik, A. A., & Sumertajaya, I. M. (2011). *Sidik Peubah Ganda dengan Menggunakan SAS*. IPB Press.
- Nelli, F. (2015). *Python Data Analytics: Data Analysis and science Using Pandas, Matplotlib, and the Python programming language*. Apress.
- Nugroho, S. (2008). *Statistika Multivariat Terapan*. UNIB Press.
- Nur, I. M., Syifa, A. N. L., Kharis, M., & Heidy Permatasari, S. (2023). Implementasi Metode Fuzzy C-Means Dalam Pengelompokkan Hasil Panen Padi di Provinsi Bali. *VARIANCE: Journal of Statistics and Its Applications*, 5(1), 13–24. <https://doi.org/10.30598/variancevol5iss1page13-24>
- Nurmin, D., Hayati, M. N., & Goejantoro, R. (n.d.). Penerapan Metode Fuzzy C-Means Pada Pengelompokan Kabupaten / Kota di Pulau Kalimantan Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat Tahun 2020 Application of the Fuzzy C-Means Method in the Grouping of Regencies / Cities in Kalimantan Island Based on People. *Jurnal EKSPONENSIAL*, 13, 189–196. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30872/eksponensial.v13i2.1068>
- Pape, U. J., & Ali, R. (2023). *Pathways Towards Economic Security - Indonesia Poverty Assessment: Ringkasan Eksekutif (Bahasa (Indonesian))*. World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099050223030020132>
- Prasetyo, E. (2014). *Data Mining: Mengolah Data Menjadi Informasi Menggunakan MATLAB*. ANDI.
- Prayitno, B., Fenat, A. S., & Mahditia, P. (2012). *Kesejahteraan Rakyat atas Papan: Akselerasi Pemenuhan Kebutuhan Papan*.
- Ridho, M., Zulgani, Z., & Achmad, E. (2022). Analisis ketimpangan pembangunan wilayah antar provinsi di Pulau Sumatera. *E-Jurnal Perspektif Ekonomi Dan Pembangunan Daerah*, 11(1), 47–58. <https://doi.org/10.22437/pdpd.v11i1.14005>
- Said, A., Saleh, C., Rochmah, A. H. dan S., Gani, A. Y. A., Trisnawati, Muluk, M. R. K., Hermawan, Domai, T., Noor, I., & Supriyono, B. (2013). *Peran Pemerintah Daerah Dalam Pembangunan Indonesia* (K. Muluk (ed.)). Universitas Briwijaya Press.
- Sari, U., Harianto, & Falatehan, A. faroby. (2019). Strategi Meningkatkan Angka Harapan Hidup (AHH) Melalui Alokasi Anggaran Kesehatan di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Manajemen Pembangunan Daerah*, 8(1), 29–41. https://doi.org/10.29244/jurnal_mpd.v8i1.24657
- Sen, A. (1999). *Development as freedom*. Oxford University Press. <https://dokumen.pub/welfare-and-wellbeing-richard-titmusss-contribution-to-social-policy-9781847425355.html>
- Setiawan, S. (2019). Analisis Korelasi dan Regresi Linier Sederhana Dengan SPSS Versi 24. In *Statistik*. PPNI Qatar.
- Setiawan, A., Yanto, B., & Yasdomi, K. (2018). Logika Fuzzy dengan Matlab (Contoh

- Kasus Penelitian Penyakit Bayi dengan Fuzzy Tsukamoto). In *Makalah If2091 Struktur Diskrit Tahun 2009*. Jayapangus Press. <https://agung73.com/wp-content/uploads/2018/12/Buku-Logika-Fuzzy.pdf>
- Shmueli, G., Bruce, P. C., & Patel, N. R. (2016). *Data Mining for Business Analytics: Concepts, techniques, and Applications with XLMiner* (3rd ed.). New Jersey.
- United Nations Development Programme. (2025). *Human Development Report 2025*. United Nations. <https://doi.org/10.18356/9789211542639>
- Wahyuni, I. (2021). *Logika Fuzzy Tahani*. Komojoyo Press. <http://digilib.uinkhas.ac.id/18226/1/Buku-Logika-Fuzzy-Tahani-turnitin.pdf>
- Wang, H. Y., Wang, J. S., & Wang, G. (2023). Multi-fuzzy clustering validity index ensemble: A Dempster-Shafer theory-based parallel and series fusion. *Egyptian Informatics Journal*, 24(4), 100417. <https://doi.org/10.1016/j.eij.2023.100417>
- Wang, W., & Zhang, Y. (2007). On fuzzy cluster validity indices. *Fuzzy Sets and Systems*, 158(19), 2095–2117. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2007.03.004>
- Watema, J. R. A., Siele, R. K., & Kimitei, E. (2025). Non-farm income and household welfare: Empirical evidence from a developing economy. *Wellbeing, Space and Society*, 8(October 2023), 100232. <https://doi.org/10.1016/j.wss.2024.100232>
- Wijayanti, W., Rahmi Hg, I., & Yanuar, F. (2021). Penggunaan Metode Fuzzy C-Means Untuk Pengelompokan Provinsi Di Indonesia Berdasarkan Indikator Kesehatan Lingkungan. *Jurnal Matematika UNAND*, 10(1), 129. <https://doi.org/10.25077/jmu.10.1.129-136.2021>
- World Bank. (2015). *World Development Report 2015: Mind, Society, and Behavior*. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0342-0>
- World Bank Office Jakarta. (2011). Main Findings from the Impact Evaluation of Indonesia's Pilot Household Conditional Cash Transfer Program. In *World Bank* (Vol. 72506, Issue June). <https://documents1.worldbank.org/curated/en/589171468266179965/pdf/725060WP00PUBL0luation0Report0FINAL.pdf>
- Xie, X. L., & Beni, G. (1991). A validity measure for fuzzy clustering. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 13(8), 841–847. <https://doi.org/10.1109/34.85677>
- Yulianti, R. (2020). *Efektivitas Program Keluarga Harapan (Pkh) Terhadap Kesejahteraan Masyarakat (Studi Kasus di Desa Bojongmalang Kecamatan Cimaragas Kabupaten Ciamis)*. 4(2), 114–121.
- Zaenuddin, M. (2023). Strategi Kebijakan Pembangunan di Kota Batam. *Elastisitas-Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 5(1), 13–20.