

PENGUNAAN *HIERARCHICAL AGGLOMERATIVE CLUSTERING* DALAM PENGELOMPOKAN KABUPATEN/KOTA BERDASARKAN TINGKAT KESEJAHTERAAN DI SULAWESI SELATAN

Irwan¹, Ahmad Talib², Ayu Lestari³

Universitas Negeri Makassar^{1,2,3}

Email: irwanthaha@unm.ac.id¹, matalibunm@yahoo.com²,
ayulestarisultan05@gmail.com³

Coressponding Author: Irwan email: irwanthaha@unm.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan mengelompokkan Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Selatan berdasarkan indikator kesejahteraan dengan analisis *cluster*. Analisis *cluster* merupakan teknik pengelompokan objek-objek berdasarkan kemiripan karakteristik yang dimiliki. Metode yang digunakan adalah *hierarchical agglomerative clustering* dengan pendekatan *average linkage*, yaitu metode pengelompokan yang dilakukan secara bertahap dengan menggabungkan dua objek yang memiliki jarak paling dekat hingga terbentuk satu *cluster* tunggal. Metode *average linkage* menentukan jarak antar *cluster* berdasarkan rata-rata jarak seluruh objek di dalam satu *cluster* dengan seluruh objek di *cluster* lainnya. Sebelum proses pengelompokan, dilakukan uji kecukupan sampel, uji korelasi, dan *Principal Component Analysis (PCA)* untuk mengatasi multikolnieritas. Selanjutnya perhitungan matriks jarak *euclidean*, pembentukan dendrogram, dan penentuan jumlah *cluster* optimal dengan memotong dendrogram pada selisih jarak terpanjang antar penggabungan, yang menunjukkan perubahan signifikan pada struktur *cluster*. Hasil penelitian ini memperoleh 2 *cluster*. *Cluster* 1 dengan tingkat kesejahteraan rendah terdiri dari Selayar, Bulukumba, Bantaeng, Jeneponto, Takalar, Gowa, Sinjai, Maros, Pangkep, Barru, Bone, Soppeng, Wajo, Sidrap, Pinrang, Enrekang, Luwu, Tana Toraja, Luwu Utara, Luwu Timur, Toraja Utara, Parepare, dan Palopo. *Cluster* 2 dengan tingkat kesejahteraan tinggi yaitu Kota Makassar. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam penerapan metode *hierarchical clustering* untuk mengidentifikasi pola pengelompokan objek berdasarkan karakteristik variabel yang diamati. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam analisis data multivariat serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data.

Kata Kunci: *Agglomerative Clustering, Average linkage, Principal Component Analysis (PCA), Euclidean, Kesejahteraan.*

Abstract. This study aims to classify regencies/municipalities in South Sulawesi Province based on welfare indicators using cluster analysis. Cluster analysis is a technique for grouping objects according to the similarity of their characteristics. The method employed is hierarchical agglomerative clustering with the average linkage approach, which is a stepwise clustering procedure that merges two objects with the shortest distance until a single cluster is formed. The average linkage method defines the distance between clusters as the average distance between all objects in one cluster and all objects in another cluster. Prior to clustering, a sampling adequacy test, correlation test, and Principal Component Analysis (PCA) were conducted to address multicollinearity. Subsequently, the Euclidean distance matrix was calculated, a dendrogram was constructed, and the optimal number of clusters was determined by cutting the dendrogram at the largest difference between successive fusion distances, which indicates a significant change in the cluster structure. The results show that two clusters were obtained. Cluster 1, representing regions with lower welfare levels, consists of Selayar, Bulukumba, Bantaeng, Jeneponto, Takalar, Gowa, Sinjai, Maros, Pangkep, Barru, Bone, Soppeng, Wajo, Sidrap, Pinrang, Enrekang, Luwu, Tana Toraja, Luwu Utara, Luwu Timur, Toraja Utara, Parepare, and Palopo. Cluster 2, representing regions with higher welfare levels, consists of Makassar.

Keywords: *Agglomerative Clustering, Average linkage, Principal Component Analysis (PCA), Euclidean, Welfare.*

A. Pendahuluan

Analisis *cluster* merupakan salah satu teknik dalam statistika multivariat yang digunakan untuk mengelompokkan objek berdasarkan kemiripan karakteristiknya. *Clustering* adalah proses



pengelompokan data ke dalam beberapa *cluster* atau kelompok, sehingga data dalam satu *cluster* memiliki tingkat kemiripan yang maksimum dan data antar *cluster* memiliki kemiripan yang minimum (Irwan dkk., 2022). Proses analisis *cluster* yaitu menghitung jarak antar titik data untuk menentukan kesamaan, di mana dua objek terdekat akan digabungkan dalam satu *cluster*. Semakin kecil jarak antar objek, semakin tinggi tingkat homogenitasnya (Fikri, 2022).

Terdapat dua pendekatan utama dalam analisis *cluster*, yaitu metode hierarchical dan non-hierarchical. Metode hierarchical terbagi menjadi dua yaitu yaitu agglomerative (penggabungan) dan divisive (pemisahan). Salah satu teknik dalam metode agglomerative adalah *average linkage*, yaitu metode yang menentukan jarak antar *cluster* berdasarkan rata-rata jarak semua pasangan objek antar dua *cluster* (Sabara, 2022). Pendekatan ini sering digunakan dalam penelitian sosial karena kemampuannya dalam menghasilkan kelompok yang interpretatif dan stabil (Suraya & Wijayanto, 2022).

Data multivariat banyak digunakan dalam berbagai bidang penelitian karena mampu menggambarkan karakteristik objek melalui beberapa variabel sekaligus. Salah satu metode yang sering digunakan untuk menganalisis data multivariat tersebut adalah hierarchical clustering, yang bertujuan untuk mengelompokkan objek berdasarkan kemiripan karakteristiknya. Analisis *cluster* dapat digunakan untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan kemiripan karakteristik faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kesejahteraan masyarakat. Kemiskinan merupakan persoalan pembangunan yang sangat penting dan kompleks, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia. Permasalahan ini tidak hanya mencerminkan ketidakmampuan individu dalam memenuhi kebutuhan dasar, tetapi juga menandakan kesenjangan dalam akses terhadap pendidikan, kesehatan, dan kesempatan ekonomi (Iskandar & Subekan, 2016). Oleh karena itu, analisis *cluster* dapat menjadi alat bantu yang berguna untuk memetakan wilayah berdasarkan karakteristik kemiskinannya, sehingga kebijakan penanggulangan kemiskinan dapat dirancang lebih tepat sasaran (Simar, dkk, 2020).

Kesejahteraan masyarakat merupakan salah satu indikator penting dalam menilai keberhasilan pembangunan suatu daerah. Meskipun angka kemiskinan masih digunakan sebagai salah satu ukuran dasar, berbagai indikator sosial ekonomi seperti pendidikan, kesehatan, pengeluaran per kapita, dan kapasitas ekonomi daerah memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai tingkat kesejahteraan masyarakat. Selain itu, hasil pengelompokan wilayah juga dapat membantu pemerintah daerah dalam menentukan prioritas pembangunan, perencanaan program pembangunan yang lebih terarah, serta evaluasi kebijakan pembangunan antar wilayah. Data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023 menunjukkan bahwa masih terdapat 25,90 juta penduduk miskin di Indonesia. Di Provinsi Sulawesi Selatan sendiri, persentase penduduk miskin mencapai 8,70% atau sekitar 788,85 ribu jiwa. Angka ini menggambarkan bahwa kesejahteraan masyarakat di berbagai daerah belum merata. Tingkat kesejahteraan pada penelitian ini dianalisis berdasarkan sejumlah indikator kuantitatif yang dikeluarkan oleh BPS, seperti pendidikan, kesehatan, kondisi ekonomi, serta karakteristik demografis yang menjadi dasar pengelompokan wilayah.

Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode *Hierarchical agglomerative clustering* menggunakan pendekatan *average linkage* pada 24 Kabupaten/Kota di Sulawesi Selatan dengan mengelompokkan wilayah berdasarkan delapan indikator kesejahteraan. Pengelompokan tersebut dilakukan berdasarkan delapan indikator kesejahteraan untuk mengidentifikasi kesamaan karakteristik kesejahteraan antar wilayah.

B. Metodologi Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian deskriptif kuantitatif. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data indikator kesejahteraan yang diperoleh secara online dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2023 melalui laman <https://sulsel.bps.go.id/id>. Unit observasi mencakup 24 Kabupaten/Kota di Sulawesi Selatan dan pengolahan data menggunakan software *R-Studio*. Variabel yang digunakan yaitu Kepadatan penduduk, rata-rata pengeluaran perkapita, tingkat pengangguran terbuka, tingkat partisipasi angkatan kerja, rata-rata lama sekolah, angka melek huruf, angka harapan hidup, produk domestik regional bruto.



Penelitian ini diawali dengan pengumpulan indikator kesejahteraan Kabupaten/Kota di Sulawesi Selatan, yang kemudian distandarisasi menggunakan Z-score. Selanjutnya dilakukan uji asumsi berupa uji kecukupan sampel menggunakan Koefisien Mayer Olkin (KMO) dan uji multikolinieritas, apabila terdapat korelasi antar variabel maka dilakukan *Principal Component Analysis (PCA)* untuk mereduksi dan menghilangkan korelasi tersebut. Setelah data memenuhi asumsi, analisis dilanjutkan dengan menghitung jarak *euclidean* tiap Kabupaten/Kota, kemudian melakukan pengelompokan menggunakan metode *Hierarchical agglomerative clustering* dengan *Average linkage*. Penentuan jumlah *cluster* dilakukan berdasarkan pemotongan dendrogram, kemudian hasil *cluster* diinterpretasikan melalui perbandingan nilai rata-rata variabel pada masing-masing kelompok.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Deskriptif Data

Tabel 1 menyajikan statistik deskriptif data yang digunakan dalam penelitian ini. Statistik tersebut bertujuan untuk memberikan gambaran umum mengenai karakteristik variabel kesejahteraan di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2023 yang meliputi nilai rata-rata, nilai minimum, nilai maksimum, dan standar deviasi.

Tabel 1. Analisis Deskriptif Data Variabel Tingkat Kesejahteraan Tahun 2023

Variabel	Keterangan	Mean	Maksimum	Minimum	Standar Deviasi
X_1	Kepadatan Penduduk	666,83	8227	45	1613,41
X_2	Rata-rata Pengeluaran Perkapita	11684,67	17889	8017	2046,64
X_3	Tingkat Pengangguran Terbuka	3,840	10,6	1,31	2,08
X_4	Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja	66,985	82,35	55,49	5,99
X_5	Rata-rata Lama Sekolah	8,518	11,56	7,00	1,11
X_6	Angka Melek Huruf	93,206	99,15	83,72	3,44
X_7	Angka Harapan Hidup	72,159	75,95	69,01	1,87
X_8	Produk Domestik Regional Bruto	27270,05	226902,79	7986,24	42656,82

Berdasarkan Tabel 1, tingkat kesejahteraan masyarakat di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2023 menunjukkan capaian yang relatif beragam antar kabupaten/kota. Hal ini terlihat dari rata-rata Angka Harapan Hidup sebesar 72,16 tahun dan Angka Melek Huruf mencapai 93,21%, yang mengindikasikan kualitas kesehatan dan pendidikan dasar yang cukup baik secara umum. Namun demikian, masih terdapat variasi yang cukup tinggi antar daerah, terutama pada variabel Rata-rata Pengeluaran Perkapita, dan Produk Domestik Regional Bruto yang menunjukkan adanya kesenjangan kondisi sosial-ekonomi antar wilayah. Sementara itu, Tingkat Pengangguran Terbuka memiliki rata-rata 3,84% dengan rentang 1,31–10,6%, serta Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja rata-rata 66,99 persen (55,49–82,35), mengindikasikan perbedaan kondisi ketenagakerjaan antar kabupaten/kota di Sulawesi Selatan.

2. Uji Data Outlier

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan *R-Studio* diperoleh hasil pada tabel 2.



Tabel 2. Uji KMO dan Bartlett Test

No	Uji	Nilai
1	Kaiser Mayer Olkin (KMO)	0,663
2	Bartlett's Test Of Sphericity	Chi-Square
		152,15
		df
		28
		sig
		5,04e - 19

Berdasarkan Tabel 2, nilai KMO sebesar 0,063. Nilai tersebut lebih dari 0,5 yang menunjukkan bahwa data telah memadai dan layak untuk dianalisis *cluster*.

3. Uji Multikolinearitas

Dengan menggunakan matriks korelasi, diperoleh hasil seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Korelasi antar Variabel

Variabel	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
X_1	1	0,685	0,723	-0,287	0,643	0,369	0,277	0,941
X_2	0,685	1	0,716	-0,500	0,636	0,530	0,113	0,626
X_3	0,723	0,716	1	-0,327	0,785	0,612	0,367	0,656
X_4	-0,287	-0,500	-0,327	1	-0,168	-0,294	0,303	-0,333
X_5	0,643	0,636	0,785	-0,168	1	0,796	0,560	0,508
X_6	0,369	0,530	0,612	-0,294	0,796	1	0,423	0,369
X_7	0,277	0,113	0,367	0,303	0,560	0,423	1	0,191
X_8	0,941	0,626	0,656	-0,333	0,508	0,369	0,191	1

Tabel 3 menunjukkan adanya korelasi tinggi antara variabel X_1 dan X_8 sebesar 0,941. Hal ini mengindikasikan adanya multikolinieritas yang dapat mempengaruhi hasil analisis *cluster* sehingga perlu diatasi menggunakan *principal component analysis*, untuk mereduksi dimensi dan menghilangkan korelasi antar variabel.

4. Principal Component Analysis

Proses *principal component analysis* dilakukan menggunakan *R-Studio* untuk mengatasi masalah multikolinieritas antar variabel. Melalui transformasi ini, variabel-variabel awal direduksi menjadi sebuah komponen utama yang tidak saling berkorelasi dan digunakan sebagai input dalam analisis *cluster*. Tabel 4 menyajikan variabel baru hasil transformasi.

Tabel 4. Nilai Principal Component

No	Kabupaten/Kota	ZX_1	ZX_2	ZX_3	...	ZX_8
1	Kepulauan Selayar	-1,31687	0,37804	-0,00142	...	0,10790
2	Bulukumba	-1,21849	-0,18146	-0,39238	...	-0,08977
3	Bantaeng	-1,41339	0,44279	-1,66909	...	0,12013
4	Jeneponto	-2,64288	-1,75965	-1,48661	...	-0,05376
5	Takalar	-1,12767	-1,15538	-0,36881	...	0,17177
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
23	Pare-pare	2,44903	0,88585	1,09802	...	0,25907
24	Palopo	2,70511	1,11073	1,65372	...	-0,20038

5. Matriks Jarak Euclidean

Ukuran jarak menunjukkan kesamaan antar objek, semakin besar nilai jarak yang diperoleh. Menunjukkan bahwa objek-objek tersebut berbeda. Sebaliknya, semakin kecil nilai jarak maka objek



tersebut memiliki karakteristik yang mirip. Perhitungan matriks jarak dilakukan dengan menggunakan metode *euclidean* (Widodo, 2021).

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (X_{ik} - X_{jk})^2} \quad (1)$$

Dimana:

d_{ij} = jarak *euclidean* antar objek ke- i dengan objek ke- j

X_{ik} = objek ke- i pada variabel ke- k

X_{jk} = objek ke- j pada variabel ke- k

k = 1, 2, ..., p

p = banyaknya variabel

Dengan bantuan *R-Studio* diperoleh hasil pada Tabel 5.

Tabel 5. Matriks Jarak Euclidean Kabupaten/Kota

d_{ij}	1	2	3	4	5	6	7	8	...	24
1	0	1,064	2,951	3,326	1,975	1,405	1,369	2,194	...	4,694
2	1,064	0	2,535	2,863	1,598	1,595	1,078	1,948	...	4,883
3	2,951	2,535	0	3,006	2,565	2,417	2,883	3,098	...	5,601
4	3,326	2,863	3,006	0	2,107	3,461	2,180	3,259	...	6,886
5	1,975	1,598	2,565	2,107	0	1,993	1,096	1,412	...	4,957
6	1,405	1,595	2,417	3,461	1,993	0	1,928	1,742	...	4,153
7	1,369	1,078	2,883	2,180	1,096	1,928	0	1,805	...	5,336
8	2,194	1,948	3,098	3,259	1,412	1,742	1,805	0	...	4,151
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
24	4,694	4,883	5,601	6,886	4,957	4,153	5,336	4,151	...	0

6. Analisis Hierarchical Agglomerative dengan Pendekatan *Average linkage*

Metode *average linkage* menghitung jarak antar dua kluster sebagai rata-rata jarak antara semua pasangan objek dari masing-masing kluster. Rumus perhitungan jarak antar cluster UV dengan cluster W dapat dilihat pada persamaan (6) (Johnson & Wichern, 1992).

$$d_{(UV)W} = \frac{\sum_i \sum_j d_{ij}}{n_{(UV)} n_W} \quad (6)$$

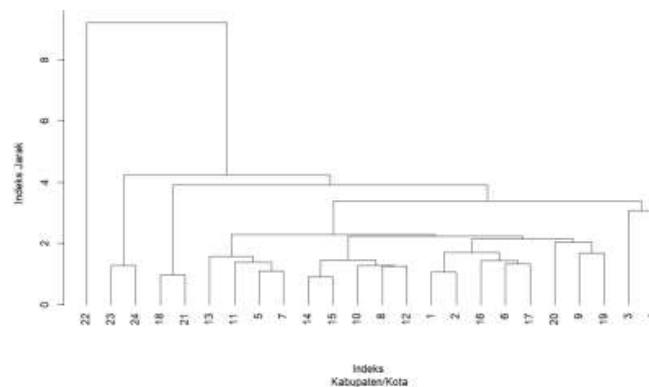
Dimana:

d_{ij} = Jarak antara objek i pada cluster (UV) dan objek j pada cluster W .

$n_{(UV)}$ = banyaknya anggota dalam cluster UV

n_W = banyaknya anggota dalam cluster W

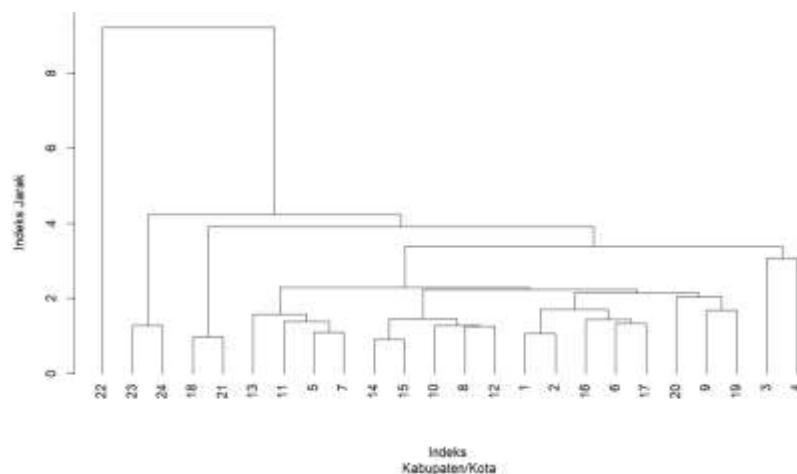
Pengelompokan ditampilkan dalam bentuk dendogram, yang menggambarkan proses penggabungan kluster secara hierarkis dari 24 kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan berdasarkan delapan variabel penyebab kemiskinan. Setiap percabangan dalam dendogram menunjukkan tingkat kemiripan antar wilayah. Semakin rendah titik penggabungan dua wilayah, maka semakin mirip karakteristik kemiskinannya. Berdasarkan hasil analisis menggunakan *R-Studio* diperoleh hasil pengelompokan yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Dendrogram Analisis *Cluster* Metode Hierarchical Agglomerative

7. Penentuan Jumlah *Cluster*

Menentukan banyaknya *cluster* dilakukan dengan cara memotong garis yang memiliki selisih terpanjang. Pemotongan dendrogram hasil pengelompokan 24 Kabupaten/Kota di Sulawesi Selatan pada selisih jarak terpanjang terbentuk 2 *cluster*, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Pemotongan Dendrogram untuk 2 *Cluster*

Berdasarkan hasil pemotongan dendrogram tersebut, Tabel 6 berikut menunjukkan hasil pengelompokan untuk 2 *cluster* beserta anggotanya.

Tabel 6. Matriks Jarak *Euclidean* Kabupaten/Kota

<i>Cluster</i>	Kabupaten/Kota
<i>Cluster 1</i>	Kepulauan Selayar, Bulukumba, Bantaeng, Jeneponto, Takalar, Gowa, Sinjai, Maros, Pangkep, Barru, Bone, Soppeng, Wajo, Sidrap, Pinrang, Enrekang, Luwu, Tana Toraja, Luwu Utara, Luwu Timur, Toraja Utara, Parepare, Palopo
<i>Cluster 2</i>	Makassar

Visualisasi hasil pengelompokan ditampilkan pada peta *cluster* tingkat kesejahteraan di Provinsi Sulawesi Selatan pada Gambar 3.



Gambar 2. Hasil Pengelompokan Tingkat Kesejahteraan Kabupaten/Kota di Sulawesi Selatan

8. Interpretasi *Cluster*

Setelah menentukan banyak anggota *cluster*, tahap selanjutnya adalah karakterisasi hasil *cluster*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik setiap *cluster*, untuk menginterpretasikan hasil *cluster* digunakan nilai-nilai *centeroid* tiap *cluster*. Tabel 7 menunjukkan nilai *centeroid* setiap *cluster*.

Tabel 7. Rata-rata Variabel (*Centeroid*) Setiap *Cluster*

Variabel	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	Satuan
Kepadatan Penduduk (X_1)	338,13	8827	Jiwa/km ²
Rata-rata Pengeluaran Perkapita (X_2)	11414,9	17889	Ribu Rupiah
Tingkat Pengangguran Terbuka (X_3)	3,54	10,6	%
Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (X_4)	67,34	58,72	%
Rata-rata Lama Sekolah (X_5)	8,38	11,56	Tahun
Angka Melek Huruf (X_6)	92,94	99,15	%
Angka Harapan Hidup (X_7)	72,05	74,66	Tahun
Produk Domestik Regional Bruto (X_8)	18590,4	226903	Miliar Rupiah

Berdasarkan Tabel 7, dapat dilihat bahwa *cluster 1* merupakan wilayah dengan tingkat kesejahteraan yang relatif lebih rendah. Hal ini ditunjukkan oleh kepadatan penduduk yang rendah, pengeluaran perkapita yang masih terbatas, serta rata-rata lama sekolah, angka melek huruf, dan angka harapan hidup yang lebih rendah dibandingkan *cluster 2*. Selain itu, nilai PDRB yang rendah menunjukkan terbatasnya kapasitas ekonomi daerah. *Cluster 2* merupakan wilayah dengan tingkat kesejahteraan yang tinggi, yaitu Kota Makassar yang merupakan ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan. Sebagai pusat pemerintahan, pendidikan, dan ekonomi, Makassar menunjukkan capaian yang tinggi dalam berbagai indikator sosial ekonomi. Daya beli masyarakat di wilayah ini tergolong kuat, tercermin dari tingginya rata-rata pengeluaran perkapita, angka melek huruf yang mencapai 99,15%, serta angka harapan hidup tertinggi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pola pengelompokan kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Selatan berdasarkan karakteristik variabel yang diamati. Informasi tersebut dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah dalam merumuskan kebijakan pembangunan yang lebih tepat sasaran sesuai dengan kondisi masing-masing wilayah. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan metode analisis pengelompokan wilayah.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis *cluster* diperoleh dua *cluster* Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Selatan berdasarkan tingkat kesejahteraan masyarakat. *Cluster* 1 dengan tingkat kesejahteraan rendah terdiri dari 23 Kabupaten/Kota. *Cluster* 2 dengan tingkat kesejahteraan tinggi terdiri dari satu Kabupaten/Kota.

DAFTAR PUSTAKA

- Azwar & Subekan, A. 2016. analisis determinan kemiskinan di sulawesi selatan (determinant analysis of poverty in south sulawesi). *Jurnal Tata Kelola & Akuntabilitas Keuangan Negara*, 2, 1-25.
- Badan Pusat Statistik, 2023. *Data dan Informasi Kemiskinan Provinsi Sulawesi Selatan*.
- Fadliana, A., 2015. Penerapan Metode Agglomerative Hierarchical Clustering untuk Klasifikasi Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur Berdasarkan Kualitas Pelayanan Keluarga Berencana. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Febrianti, H. 2020. *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kemiskinan di Jawa Barat Tahun 2020 (Studi Kasus 27 Kabupaten/Kota di Jawa Barat)* (Bachelor's thesis, Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Hasrul, M., 2018., Analisis Klaster Untuk Pengelompokan Kabupaten/Kota Di Provinsi Sulawesi Selatan Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat. Skripsi. Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
- Irwan, I., Sidjara, S., & Aryati, A. P. 2022. Pengelompokan Jenis Penerimaan Pajak di Kota Makassar Menggunakan Fuzzy Clustering. *Euler: Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi*, 10(1), 98-102.
- Johnson, R.A & Wichem, D.W. 1992. *Applied Multivariate Statistical Analysis Third Edition*. New Jersey: Prentice Hall International.
- Kevin, A. V., Bhinadi, A., & Syari'udin, A. 2022. Pengaruh Pdrb, Angka Harapan Hidup, Dan Rata Rata Lama Sekolah Terhadap Kemiskinan Di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Tengah Tahun 2013-2021. *SIBATIK JOURNAL: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, Dan Pendidikan*, 1(12), 2959-2968.
- Khulwana, F., 2021. *Analisis Hierarchical agglomerative clustering (HAC) untuk Pengelompokan Susu Formula bagi Bayi dibawah 6 Bulan Menggunakan Metode Median Linkage*. Malang: Universitas Maulana Malik Ibrahim.
- Sabara, I. N. 2022. *Analisis Agglomerative Hierarchical Clustering Berdasarkan Pengurutan Parsial Graf Hesse Terhadap Indikator Kemiskinan di Jawa Timur*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Simar, C., Gusriani, N., & Irianingsih, I. 2020. Pengelompokan Kabupaten/Kota di Jawa Barat Tahun 2018 Berdasarkan Indikator Kemiskinan dengan Polythetic Divisive Method. *Kubik: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika*, 5(1), 35-42.
- Sroyer, A. M., Mandowen, S. A., & Reba, F. 2022. Analisis Cluster Penyakit Malaria Provinsi Papua Menggunakan Metode Single Linkage Dan K-Means. *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, 7(3), 147-154.



- Suraya, G. F. & Wijayanto, A.W., 2022. Perbandingan Metode *Hierarchichal Clustering*, *K-Means*, *K-Medoids*, dan *Fuzzy C-Means* dalam Pengelompokan Provinsi di Indonesia Menurut Indeks Khusus Penanganan Stunting. *Indonesian Journal of Statistics Its Applications*, 6(2), 180-201.
- Utami, R. B. 2020. Analisis Pengaruh Angka Beban Ketergantungan, Kepadatan Penduduk, Garis Kemiskinan Terhadap Indeks Gini Di Indonesia. *Medical Technology and Public Health Journal*, 4(2), 212-223.
- Widodo, E., dkk. 2021. Pengelompokan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Tingkat Kemiskinan Menggunakan Analisis *Hierarchical agglomerative clustering*. *Seminar Nasional Official Statistic 2021*.
- Windasari, R. 2020. *Analisis Cluster Hirarki Metode Average linkage Berdasarkan Jumlah Kriminalitas di Indonesia Tahun 2019*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

