



SKEWNESS

Jurnal Statistika, Aktuaria dan Sains Data

Volume 1, No. 2, Oktober 2024

Pemetaan Wilayah Makmur di Provinsi Sumatera Utara Tahun 2023 Menggunakan *Hierarchical Clustering*

Ghiffari Ahnaf Danarwindu ^{1*}, Glagah Eskacakra Setyowisnu ^{2*}

¹ Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

² Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

E-mail korespondensi: ghiffari.ahnaf@uii.ac.id

Abstrak. Pengangguran menjadi masalah yang dihadapi oleh setiap negara, termasuk Indonesia. Dampak dari pengangguran sangat banyak, salah satunya adalah kemiskinan. Pemerintah menjadi komponen penting dalam hal ini, karena memiliki kemampuan untuk membuat peraturan/keputusan yang dapat diterapkan pada masyarakat luas. Tentunya, penentuan aturan tersebut harus disesuaikan dengan keadaan populasi dalam suatu wilayah. Salah satu wilayah dengan angka kemiskinan yang tinggi terdapat di Sumatera Utara. Oleh karena itu, diperlukan metode untuk mengelompokkan populasi yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam membuat keputusan yang tepat untuk mengatasi masalah pengangguran di Sumatera Utara. Dalam penelitian ini, akan digunakan metode *Hierarchical Clustering* untuk mengelompokkan data populasi di wilayah Sumatera Utara.

Kata kunci: Pengangguran, *Hierarchical clustering*, Sumatera Utara.

1 Pendahuluan

Pada era digital, atau disebut juga sebagai era informasi, masyarakat dituntut untuk dapat beradaptasi dengan tempo perubahan yang begitu cepat. Tentunya hal ini memerlukan kualitas sumber daya manusia yang tinggi, karena tanpa pengetahuan atau kemampuan yang cukup, seseorang akan segera tertinggal oleh perubahan yang terjadi setiap waktu. Salah satu perubahan yang sangat dinamis terjadi dalam bidang ekonomi. Saat ini, yang sedang sering diperbincangkan adalah ekonomi digital, dengan kegiatan ekonomi untuk efisiensi bisnis dilakukan dengan *personal computer* dan akses internet sebagai teknologi kunci [1]. Namun, ekonomi digital ini memerlukan pengetahuan yang mumpuni dalam beberapa bidang, terutama bidang teknologi. Sehingga, hal ini belum dapat dicapai oleh sebagian masyarakat di setiap negara. Berkaitan dengan masalah di bidang ekonomi, pengangguran dan ketenagakerjaan cenderung menjadi perhatian utama di setiap negara, termasuk Indonesia. Keduanya merupakan masalah yang menjadi akar dari banyak permasalahan lainnya. Pengangguran merupakan suatu keadaan seseorang atau kelompok orang yang tidak memiliki pekerjaan atau tidak memiliki penghasilan tetap.

Ketika seseorang tidak bekerja atau tidak memiliki penghasilan tetap, kemungkinan orang tersebut tidak dapat memenuhi kebutuhan dasarnya sangat tinggi. Menurut penelitian yang dilakukan Adawiyah [2], kemiskinan diderivasikan menjadi tiga jenis: kemiskinan relatif, kemiskinan absolut, dan kemiskinan subyektif. Kemiskinan relatif dirumuskan dengan dimensi tempat dan waktu. Kemudian kemiskinan absolut diorientasikan pada kebutuhan hidup dasar minimal masyarakat dan dirumuskan menggunakan ukuran yang konkret. Sedangkan kemiskinan subyektif dirumuskan berdasarkan kelompok kemiskinan itu sendiri. Beberapa dampak kemiskinan disebutkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Riswanto [2] antara lain pendidikan rendah, tidak selesainya kegiatan pendidikan yang dijalani (karena lebih mementingkan mencari uang), hingga praktik kejahatan dan timbulnya berbagai kriminalitas. Hal-hal tersebut mengarah pada kehancuran suatu bangsa. Oleh karena itu, angka pengangguran harus terus ditekan, sehingga masyarakat dengan penghasilan tetap menjadi lebih banyak. Untuk mencapai kondisi tersebut, pemerintah perlu membuat kebijakan yang sesuai dengan wilayah tertentu, karena kondisi masyarakat di suatu wilayah pastinya memiliki perbedaan dengan kondisi masyarakat di wilayah yang lain. Sehingga, perlu dilakukan analisis yang tepat agar kebijakan yang dibuat tidak salah sasaran.

Indonesia memiliki wilayah yang luas dengan keadaan masyarakat yang beragam. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik [3], jumlah penduduk yang berada di bawah garis kemiskinan di Indonesia pada bulan Maret 2023 mencapai angka 25,9 juta jiwa, atau hampir 9,36% dari total penduduk Indonesia. Di tahun 2023, sekitar 5,5 juta penduduk Pulau Sumatera termasuk dalam kategori miskin, dimana jumlah tertinggi berada di Sumatera Utara sebanyak 1,2 juta jiwa. Berdasarkan data Kementerian Ketenagakerjaan [4], sebanyak lebih dari 20 ribu orang mencari pekerjaan pada tahun 2023 di Provinsi Sumatera Utara. Dari jumlah tersebut, perlu dilakukan pemetaan agar pembuat kebijakan dapat menentukan keputusan untuk menyelesaikan masalah tersebut.

Analisis populasi yang tepat dapat memberikan dampak yang baik untuk perkembangan suatu wilayah. Salah satu metode yang dapat membantu dalam mengidentifikasi pola dalam suatu populasi adalah *data clustering* (pengelompokan data). Analisis *Clustering* terbagi menjadi dua jenis, yakni analisis hirarki dan non-hirarki. *Hierarchical Clustering* merupakan metode pengelompokan data yang cukup sering digunakan [5]. Penelitian yang menggunakan metode tersebut dilakukan oleh Nagari dan Inayati [6] untuk menentukan status gizi. Penelitian menggunakan metode yang sama

digunakan oleh Suhardjono et al. [7] untuk mengelompokkan tingkat semi-pengangguran di provinsi-provinsi Indonesia. Meskipun dapat digunakan secara umum, *Hierarchical Clustering* memiliki keterbatasan seperti kebutuhan untuk menentukan bilangan K lebih lanjut. Selain itu, metode ini bukan metode deterministik, sehingga bergantung pada inialisasi yang baik untuk aspek yang acak. Metode lain yang dapat menutupi kekurangan tersebut adalah *Hierarchical Clustering*, yang selanjutnya akan digunakan dalam penelitian ini, dengan cakupan wilayah Sumatera Utara.

2 Teori dan Metodologi Penelitian

Penentuan daerah makmur di kabupaten/kota provinsi Sumatera Utara merupakan penelitian eksperimental sehingga diperlukan analisis data dan pengolahan data yang akan disampaikan pada sub-bab berikut.

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini membahas terkait pengelompokan untuk memetakan wilayah makmur di kabupaten kota provinsi Sumatera Utara. Penelitian ini mengambil faktor-faktor yang diidentifikasi menjadi penentu kabupaten/kota makmur [8].

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian pemetaan wilayah makmur di daerah Provinsi Sumatera Utara ini dilakukan selama tiga bulan, terhitung dari akhir bulan Mei sampai dengan pertengahan bulan Agustus 2024.

2.3 Sumber dan Strategi Pengumpulan Objek

Data yang diolah merupakan data sekunder yang diambil dari survey Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. Data yang digunakan adalah data yang tercantum dalam buletin “Provinsi Sumatera Utara dalam Angka” terbitan tahun 2024 [9].

2.4 Variabel Data

Variabel yang digunakan dalam mengklasifikasi wilayah makmur di Sumatera Utara terdiri dari empat variabel yakni, Upah Minimum Kabupaten/Kota (UMK), Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT), Persentase Penduduk Miskin (PPM), dan Pengeluaran Per Kapita (PPK) merupakan beberapa data yang diambil sebagai variabel dalam kasus klastering seperti disajikan dalam **Tabel 1**.

Tabel 1. Data variabel klastering hirarki daerah makmur

Variabel	Deskripsi	Satuan	Ukuran
	Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT)		
X_1	Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Utara	Persen	Rasio
	Upah Minimum Provinsi (UMP) dan		
X_2	Upah Minimum Kabupaten/Kota (UMK) menurut Kabupaten/Kota	Rupiah	Nominal
	Persentase Penduduk Miskin (PPM)		
X_3	Menurut Kabupaten/Kota	Persen	Rasio
X_4	Pengeluaran per Kapita (PPK) Disesuaikan	Rupiah	Nominal

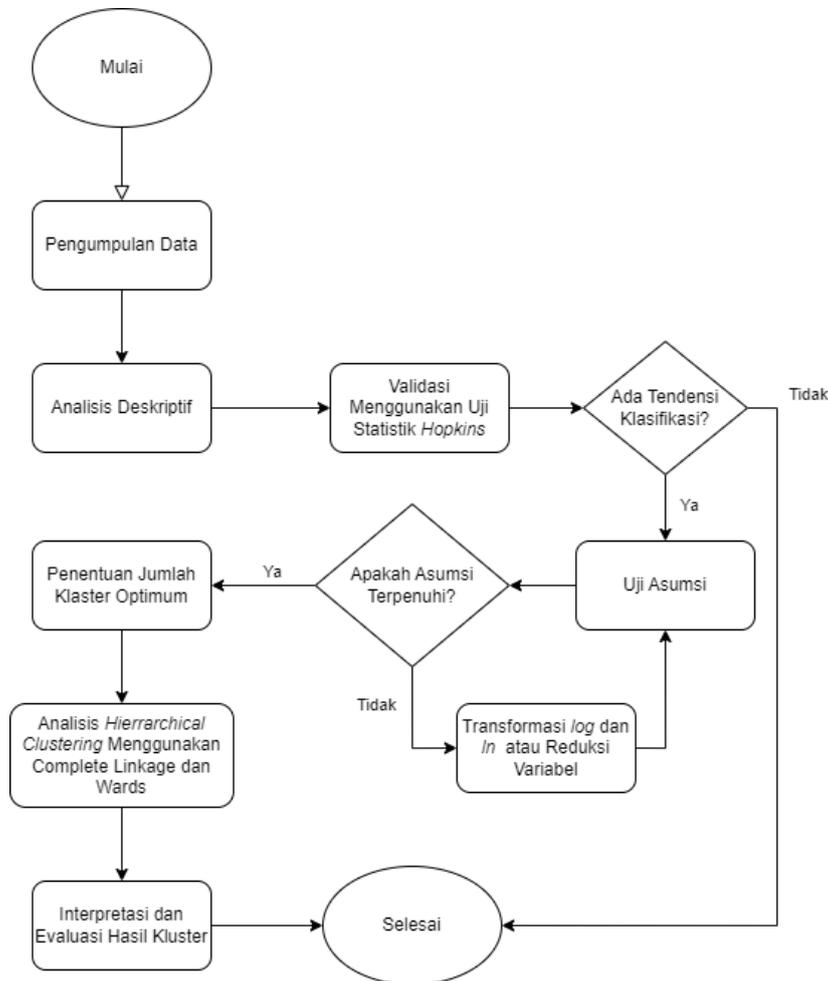
2.5 Definisi Variabel Operasional

Definisi operasional mengenai variabel dalam model dijelaskan dalam **Tabel 2.**

Tabel 2. Data variabel klastering hirarki daerah makmur

Variabel	Deskripsi
Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Utara	Persentase jumlah pengangguran terhadap jumlah angkatan kerja.
Upah Minimum Kabupaten/Kota (UMK) menurut Kabupaten/Kota	Upah Minimum Kabupaten/Kota, standar gaji minimum yang ditetapkan oleh pemerintah daerah sesuai kondisi ekonomi dan biaya hidup di wilayah tersebut.
Persentase Penduduk Miskin Menurut Kabupaten/Kota	Persentase penduduk yang pengeluaran per kapita per bulannya di bawah garis kemiskinan.
Pengeluaran per Kapita Disesuaikan	Tingkat kesejahteraan yang dinikmati oleh penduduk sebagai dampak semakin membaiknya ekonomi.

2.6 Prosedur Riset dan Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir Klasifikasi Hirarki Daerah Makmur di Kabupaten Kota Provinsi Sumatera Utara

Langkah-langkah riset yang dilakukan untuk melakukan klastering hirarki terhadap wilayah makmur di provinsi Sumatera Utara diuraikan sebagai berikut:

1. Mencari, melakukan observasi, dan mengumpulkan data mengenai aspek dan faktor yang berhubungan dengan wilayah makmur di Provinsi Sumatera Utara tahun 2023.
2. Melaksanakan pengujian analisis statistik deskriptif terhadap data mentah yang telah diperoleh dari hasil data yang telah dikumpulkan.
3. Menghitung statistik *Hopkins* untuk mengidentifikasi kecenderungan pengelompokan pada data yang telah diperoleh.
4. Melakukan uji asumsi pada analisis kluster, yakni uji *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) untuk mengidentifikasi ketercukupan sampel dan uji *Variance Inflation Factor* (VIF) untuk

mengidentifikasi keadaan non-multikolinearitas pada data. Jika tidak memenuhi asumsi, dapat dilakukan penanganan seperti transformasi *log* dan *ln* atau reduksi variabel dengan KMO rendah dan variabel yang memiliki kecenderungan multikolinearitas.

5. Menentukan jumlah kluster optimum dengan metode *silhouette*.
6. Melakukan analisis kluster dengan metode *Complete Linkage* dan *Wards*.
7. Mengevaluasi hasil kluster dengan membandingkan simpangan baku masing-masing metode.
8. Memilih analisis kluster terbaik berdasarkan evaluasi hasil kluster.
9. Profilisasi hasil kluster.

2.7 Statistik Hopkins

Statistik *Hopkins* diuraikan sebagai suatu ukuran yang digunakan untuk identifikasi pada sekumpulan data yang memiliki kecenderungan pengelompokan sebelum dilakukan analisis kluster [10]. Rumus yang digunakan untuk menghitung statistik *Hopkins* dinyatakan sebagai berikut:

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n w_i}{\sum_{i=1}^n (w_i + u_i)} \quad (1)$$

dengan:

n = jumlah sampel,

w_i = jarak terkecil dari titik acak ke titik terdekat pada sekumpulan data asli,

u_i = jarak terkecil dari titik acak ke titik terdekat pada sekumpulan data acak.

Jika $H > 0,5$ atau semakin dekat dengan 1, maka terdapat kecenderungan pengelompokan yang kuat dan adanya kluster dalam sekumpulan data [11].

2.8 Uji Asumsi Analisis Kluster

2.8.1 Uji Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)

Uji *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) adalah suatu indeks yang digunakan untuk mengidentifikasi ketercukupan sampel. Ketepatan dalam faktor ketercukupan sampel terpenuhi apabila nilai uji berada di antara 0,5 hingga 1,0, sebaliknya jika nilai uji kurang dari 0,5 maka disimpulkan bahwa ketercukupan sampel tidak teridentifikasi [12].

$$KMO = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p r_{ij}^2}{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p r_{ij}^2 + \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p a_{ij}^2} \quad (2)$$

dengan:

r_{ij} = koefisien korelasi antara variabel i dan j

a_{ij} = koefisien korelasi parsial antara variabel i dan j .

2.8.2 Asumsi Non-Multikolinearitas

Pemeriksaan terjadi indikasi multikolinearitas antar variabel dalam data dilakukan dengan uji *Variance Inflation Factor* (VIF) [13]. Multikolinearitas terjadi apabila nilai VIF > 10.

2.9 Metode Gap-Statistics

Metode *Gap-Statistics* mengestimasi ukuran pengelompokan terbaik dengan melihat nilai \log dari ukuran sampel (E) dan rata-rata (W) untuk setiap jumlah kluster [14]. *Gap-Statistics* akan menentukan jumlah kluster optimum dengan melihat pada grafik. Berikut merupakan perumusan *Gap-Statistics* untuk nilai k tertentu,

$$Gap_n(k) = E_n^* \log(W_k) - \log(W_k) \quad (3)$$

dengan:

E_n^* = ukuran sampel n

W_k = \log rata-rata

2.10 Hierarchical Clustering

2.10.1 Metode Complete Linkage

Complete Linkage merupakan prosedur pengelompokan *agglomerative* dengan mengelompokkan objek yang memiliki jarak terjauh atau diversitas [15]. Berikut perhitungan jarak yang digunakan

$$d_{(UV)W} = \max(d_{UW}, d_{VW}) \quad (4)$$

dengan:

$d_{(UV)W}$ = jarak minimum antara kelompok (UV) dan kelompok W

d_{UW} = jarak antara tetangga terdekat dari kluster U dan W

d_{VW} = jarak antara tetangga terdekat dari kluster V dan W

2.10.2 Metode Ward's

Metode *Ward's* menawarkan perhitungan *interval* antar dua kelompok yang diestimasi dengan jumlah kuadrat antara dua kelompok terhadap seluruh variabel. Meminimumkan hasil variansi dalam grup merupakan hal yang dieksplorasi dan cenderung digunakan untuk melakukan kombinasi kelompok-kelompok dengan jumlah yang kecil [15].

$$ESS = \sum_{i=1}^N (x_j - \bar{x})(x_j - \bar{x}). \quad (5)$$

3 Hasil Dan Pembahasan

Sub-bab ini akan membahas terkait hasil yang telah diperoleh dalam analisis kluster hirarki terhadap produktivitas wilayah yang ada di provinsi Sumatera Utara.

3.1 Analisis Deskriptif

Uji statistik deskriptif yang dibawa dalam penelitian bertujuan untuk mendeskripsikan dan menginterpretasikan keadaan data untuk mengidentifikasi data yang digunakan baik untuk dianalisis lebih lanjut. Statistik deskriptif yang digunakan difungsikan untuk mencari nilai *mean*, *median*, maksimum dan minimum data.

Tabel 3. Statistik Deskriptif Indikator Wilayah Makmur

Variabel	Mean	Median	Minimum	Maksimum
Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Utara	4,5533	4,8361	0,4485	8.6713
Upah Minimum Kabupaten/Kota (UMK) menurut Kabupaten/Kota	2946034	2885309	2710493	3624117
Persentase Penduduk Miskin Menurut Kabupaten/Kota	9,925	8,540	3,440	22.810
Pengeluaran per Kapita Disesuaikan	10911	11632	6382	15674

Berdasarkan **Tabel 3**, persentase tingkat pengangguran terbuka berada pada rentang 0,45% hingga 8,6%. Kemudian rentang upah minimum kabupaten/kota berada pada kisaran Rp 2.710.493 hingga Rp 3.624.117. Persentase penduduk miskin menurut kabupaten/kota

berada pada rentang 3,4% hingga 22,8%. Terakhir, rentang pada pengeluaran per kapita disesuaikan berkisar antara Rp 6.382 hingga Rp 15.674.

3.2 Uji Statistik Hopkins

Langkah selanjutnya adalah melakukan validasi terhadap pengelompokan wilayah makmur kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara. Uji statistik *Hopkins* digunakan untuk memvalidasi terkait kecenderungan pengelompokan pada tiap variabel.

Tabel 4. Uji Statistik Hopkins

H Test
0,971989

Berdasarkan **Tabel 4**, statistik *Hopkins* yang dihasilkan sebesar 0.5732664. Karena nilai uji *Hopkins* lebih dari 0,5 maka dapat diindikasikan terdapat tendensi pengelompokan pada faktor-faktor yang mendasari pemetaan wilayah makmur di Provinsi Sumatera Utara tahun 2023. Analisis dapat dilanjutkan ke uji asumsi.

3.3 Asumsi pada Analisis Klaster

3.1.1. Asumsi Ketercukupan Sampel

Selanjutnya, akan diuji ketercukupan sampel dari faktor-faktor pemetaan wilayah makmur di Provinsi Sumatera Utara. Berdasarkan uji *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) nilai masing-masing faktor disajikan dalam **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil nilai uji KMO

Variabel Prediktor	Uji KMO
Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Utara	0,84
Upah Minimum Kabupaten/Kota (UMK) menurut Kabupaten/Kota	0,72
Persentase Penduduk Miskin Menurut Kabupaten/Kota	0,62
Pengeluaran per Kapita Disesuaikan	0,63
Uji Keseluruhan	0,68

Berdasarkan **Tabel 5**, nilai-nilai KMO yang dihasilkan untuk tiap-tiap variabel, maupun secara keseluruhan, bernilai lebih dari 0,5 yang berarti sampel sudah mewakili populasi. Disimpulkan bahwa asumsi ketercukupan sampel terpenuhi.

Selanjutnya akan diuji multikolinearitas antar variabel-variabel yang memetakan wilayah makmur di provinsi Sumatera Utara.

3.1.2. Asumsi Non-Multikolinearitas

Uji asumsi yang akan dilaksanakan selanjutnya, merupakan uji asumsi non-multikolinearitas. Asumsi non-multikolinearitas dilihat berdasarkan nilai *Variance Inflating Factor* (VIF). Hasil uji VIF antar variabel disajikan pada **Tabel 6**.

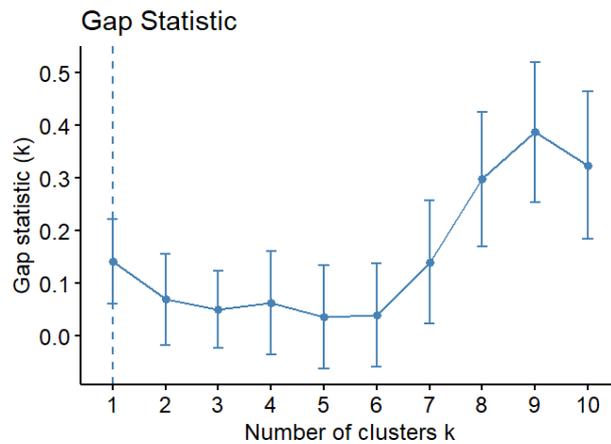
Tabel 6. Hasil nilai uji VIF

Variabel	Nilai VIF		
	UMK	PPM	PPK
Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Utara	1,644149	2,151049	3,021302
Upah Minimum Kabupaten/Kota (UMK) menurut Kabupaten/Kota	1,436269	2,090429	2,587544
Persentase Penduduk Miskin Menurut Kabupaten/Kota	1,536788	1,709639	1,818893
Pengeluaran per Kapita Disesuaikan	1,429217	1,204336	1,401191

Berdasarkan **Tabel 6**, nilai-nilai VIF antar variabel kurang dari 10 yang berarti memenuhi asumsi non-multikolinearitas antar variabel. Setelah memenuhi asumsi analisis klaster, akan dicari jumlah klaster optimum dari pengelompokan wilayah makmur di Provinsi Sumatera Utara.

3.4 Jumlah Klaster Optimum

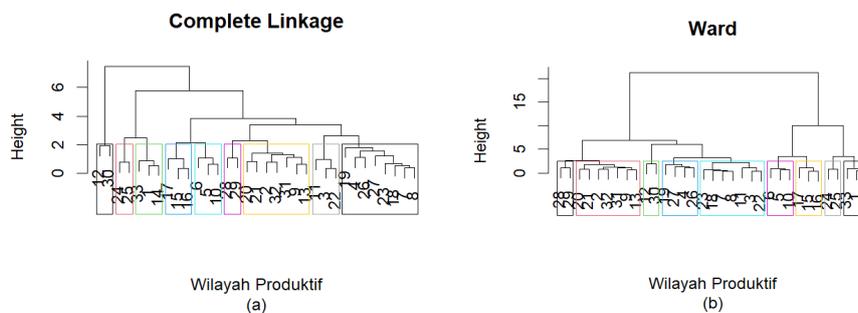
Langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah klaster optimum, metode yang digunakan adalah metode *gap-statistic*. Metode ini menentukan jumlah klaster optimum dengan menghitung nilai *gap* yang paling tinggi untuk mendasari jumlah klaster optimum. Hasil dari uji *gap-statistic* ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Penentuan Jumlah Kluster Optimum Menggunakan Metode *Gap-Statistics* Seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 2**, jumlah kluster optimum yang diperoleh dari metode *gap-statistics* sebanyak 9 kluster karena jumlah $k = 9$ dapat memaksimumkan nilai *gap-statistics*.

3.5 Analisis Hierarchical Clustering

Selanjutnya, dilakukan analisis klustering hirarki menggunakan metode *complete linkage* dan *Wards* dengan $k = 9$. *Cluster dendrogram* yang diperoleh disajikan dalam **Gambar 3**.



Gambar 3. *Cluster Dendrogram* (a) *Complete Linkage*; (b) *Ward's*

Berdasarkan **Gambar 3**, metode *Complete Linkage* mengelompokkan beberapa kabupaten/kota sebagian besar pada kluster 2 dan 4, sedangkan metode *Ward's* cenderung mengelompokkan beberapa kabupaten/kota sebagian besar pada kluster 2 dan 5.

3.6 Evaluasi Hasil Klaster

Evaluasi hasil klaster dilakukan untuk menentukan metode terbaik antara metode *complete linkage* dan *Ward's* dalam mengelompokkan kabupaten/kota di Provinsi

Sumatera Utara [16]. Perolehan hasil perhitungan rasio simpangan baku dari masing-masing indikator disajikan pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Evaluasi Hasil Analisis Klaster

Metode	TPT	UMK	PPM	PPK
<i>Complete Linkage</i>	2,706412172	265578,286	4,87998989	2423,18232
<i>Ward's</i>	2,70706119	264391,1897	4,868206245	2404,956801

Berdasarkan **Tabel 7**, dapat terlihat bahwa nilai simpangan baku masing-masing indikator pada metode *Ward's* lebih kecil. Hal ini berarti metode tersebut merupakan metode terbaik dalam pengelompokan daerah makmur di kabupaten/kota Provinsi Sumatera Utara tahun 2023.

3.7 Hasil Pengelompokan Klaster Hirarki

Klasterisasi yang telah dievaluasi selanjutnya akan dikategorikan berdasarkan kelompok yang sudah disusun. Berdasarkan **Gambar 3**, terlihat terdapat sembilan pengelompokan untuk setiap metode. Pengelompokan dari variabel-variabel daerah makmur di kabupaten/kota Provinsi Sumatera Utara disajikan dalam **Tabel 8**.

Tabel 8. Hasil nilai uji KMO Metode *Ward's*

Kelompok	Kabupaten/Kota
1	Nias, Nias Selatan, Kota Gunungsitoli
2	Mandailing Natal, Simalungun, Langkat, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Kota Binjai, Kota Padangsidimpuan
3	Tapanuli Selatan, Labuhan Batu, Asahan, Karo, Serdang Bedagai, Labuhan Batu Selatan, Labuhan Batu Utara
4	Tapanuli Tengah, Batu Bara, Kota Sibolga, Kota Tanjung Balai
5	Tapanuli Utara, Toba Samosir, Dairi
6	Deli Serdang, Kota Medan
7	Humbang Hasundutan, Pakpak Bharat, Samosir
8	Nias Utara, Nias Barat
9	Kota Pematang Siantar, Kota Tebing Tinggi

3.8 Profilisasi Data Klaster

Setelah diperoleh pengelompokan klaster menggunakan metode *complete linkage* dan *Ward's*, selanjutnya dilakukan profilisasi data terhadap pengelompokan daerah makmur di provinsi Sumatera Utara berdasarkan empat variabel. Hasil pengelompokan dan profilisasi ditampilkan dalam **Tabel 9**.

Tabel 9. Profilisasi klaster daerah makmur kabupaten/kota Provinsi Sumatera Utara

Kelompok	TPT	UMK	PPM	PPK
1	3,16	2.736.729,33	15,42	7.745,00
2	6,14	2.884.557,57	7,75	10.965,43
3	4,50	3.115.786,00	7,97	12.021,00
4	6,24	3.162.436,00	11,63	11.415,25
5	1,19	2.777.624,67	8,02	11.920,00
6	8,65	3.512.066,00	5,72	14.282,00
7	0,78	2.712.382,33	9,30	8.799,33
8	1,69	2.710.493,00	22,30	6.585,00
9	7,43	2.720.821,50	8,37	13.184,50

Berdasarkan **Tabel 9**, tabel dengan warna hijau menunjukkan masing-masing nilai rerata tertinggi dari UMK kabupaten/kota di provinsi Sumatera Utara, nilai rerata terendah dari TPT, PPM, dan pengeluaran per kapita disesuaikan kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara. Hal ini didasari oleh semakin tinggi UMK yang dihasilkan dan semakin rendah TPT, PPM, dan pengeluaran per kapita disesuaikan di kelompok tersebut maka mengindikasikan kemakmuran dari kab/kota wilayah tersebut [9]. Di Tabel terlihat bahwa kelompok 6 memiliki UMK paling tinggi disusul kelompok 4 di urutan kedua. Kemudian di kelompok 7 memiliki tingkat pengangguran terbuka terendah disusul kelompok 5 di urutan kedua. Kelompok 6 juga memiliki persentase penduduk miskin terendah disusul dengan kelompok 2 di urutan kedua. Terakhir, kelompok 8 memiliki nilai pengeluaran per kapita disesuaikan paling rendah diikuti dengan kelompok 1 di urutan kedua.

4 Kesimpulan Dan Saran

Hasil analisis klaster menunjukkan bahwa jumlah klaster hirarki yang terbaik untuk mengklaster kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara tahun 2023 berdasarkan indikator tingkat pengangguran terbuka, upah minimum kabupaten/kota, persentase penduduk miskin, dan pengeluaran per kapita adalah 9 kelompok. Berdasarkan evaluasi

pemilihan klaster, dipilih metode *Ward's* yang merupakan metode pengelompokan terbaik. Berdasarkan hasil klastering, terlihat bahwa kelompok 6 (Deli Serdan dan Kota Medan) memiliki 2 indikator terbaik di antara kelompok lain yakni UMK tertinggi dan persentase penduduk miskin terendah. Hal ini menunjukkan bahwa kelompok 6 di antara kelompok lain merupakan daerah yang cukup makmur.

Saran untuk penelitian selanjutnya, diharapkan penulis lain dapat berkontribusi dengan memetakan daerah produktif di desa/kelurahan Kabupaten Sumatera Utara berdasarkan faktor yang sama atau faktor lain yang ditemukan dalam studi kajian literatur.

Referensi

- [1] Kumala, S. L. (2021). Perkembangan Ekonomi Berbasis Digital di Indonesia. *Journal of Economics and Regional Science*, 109-117.
- [2] Adawiyah, E. S. (2020). Kemiskinan dan Faktor-Faktor Penyebabnya. *Journal of Social Work and Social Service*, 43-50.
- [3] Riswanto, A. (2016). Kemiskinan: Faktor Penyebab dan Analisis Pemecahan Masalah. *Jurnal Sosial Humaniora*, 59-72
- [4] Badan Pusat Statistik. (2023). *Profil Kemiskinan di Indonesia Maret 2023*. Retrieved from BADAN PUSAT STATISTIK: <https://webapi.bps.go.id/download.php?f=Jvnu2kA7DrajabfUAPgufUItZ250MkhWUnVzQIRsa0JReFV3MHBSQldETWFrjdfFU1dKVDloZjldqQkRMUmd2eWJ2dnRDQUYzNIVuSjZTVXBIcFdNeEIwTUI1Ky91WERaTDFiMTljSHZQaUQzQW5KR0JGTmVzZ0Q5Mm92U3J0OWIhL2E3U0pvWkdsUHBzZVBBZGlnbVB1R3BGa05xYIIrYm9>.
- [5] Kementerian Ketenagakerjaan. (2024). *Seputar Pasar Kerja Sumatera Utara 2023*. Retrieved from PASKER ID - Pusat Pasar Kerja: https://paskerid.kemnaker.go.id/storage/05532004-8ad7-4564-a16c-785cf56e0234_2_SPARK%20Sumatera%20Utara%202023.pdf.
- [6] Oti, E. U., Olusola, M. O., Eze, F. C., & Enogwe, S. U. (2021). Comprehensive Review of K-Means Clustering Algorithms. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 64-68.

- [7] Nagari, S. S., & Inayati, L. (2019). Implementation of Clustering Using K-Means Method to Determine Nutritional Status. *Jurnal Biometrika dan Kependudukan*, 62-68.
- [8] Suhardjono, Sugiarto, H., Yuliandri, D., Sudrajat, A., & Rohimah, L. (2023). Classifying Half-Unemployment Levels in Indonesian Provinces: A K-Means Approach for Informed Policy Decisions. *Penelitian Ilmu Komputer, Sistem Embedded and Logic*, 435-446.
- [9] Falah, M. A., & Rahmawati, F. (2024). The GRDP per Capita, Human Development Index, Open Unemployment Rate, Regional Expenditure, and Poverty in East Java Province. *Jurnal Ekonomi & Studi Pembangunan*, 25(1), 1–16. <https://doi.org/10.18196/jesp.v25i1.21327>.
- [10] Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. (2024). *Provinsi Sumatera Utara Dalam Angka*. Retrieved from: <https://sumut.bps.go.id/id/publication/2024/02/28/a2b9ed5089227612befc7827/rovinsi-sumatera-utara-dalam-angka-2024.html>
- [11] C. M. Bishop, *Pattern Recognition and Machine Learning*, 1st ed. New York: Springer, (2006). Accessed: Jun. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.microsoft.com/en-us/research/uploads/prod/2006/01/Bishop-Pattern-Recognition-and-Machine-Learning-2006.pdf>.
- [12] Banerjee, A. & Dave, R.N.. (2004). Validating Clusters Using The Hopkins Statistic. IEEE International Conference on Fuzzy Systems: 2004; Budapest, Hungary. 1. 149 - 153 vol.1. 10.1109/FUZZY.2004.1375706.
- [13] Johnson, R. A., & Wichern, D. W. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 6th ed. London: Pearson Education, 2007.
- [14] J. Stock and M. Watson, *Introduction to Econometrics*, 4th ed. London: Pearson Education, 2018.
- [15] Tibshirani, R., Walther, G., & Hastie, T. Estimating the Number of Clusters in a Data Set via the Gap Statistic. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Statistical Methodology)*, 63(2), 411–423. (2001). <http://www.jstor.org/stable/2680607>.
- [16] Irwan, Sanusi, W., & Hasanah, A. (2024). Perbandingan Analisis Cluster Metode Complete Linkage dan Metode Ward dalam Pengelompokkan Indeks

Pembangunan Manusia di Sulawesi Selatan. *Journal of Mathematics* (Vol. 7, Issue
1). <http://www.ojs.unm.ac.id/jmathcos>.