

DATA VISUALIZATION USING TABLEAU WITH K-MEAN CLUSTERING METHOD FOR IDENTIFICATION OF POOR AREAS IN NORTH SUMATERA

VISUALISASI DATA MENGGUNAKAN TABLEAU DENGAN METODE CLUSTERING K-MEAN UNTUK IDENTIFIKASI DAERAH MISKIN DI SUMATERA UTARA

Andrian Syahputra¹, Muhammad Ikhsan²

¹Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Sains Dan Teknologi

²Pusat Teknologi Informasi dan Pangkalan Data

^{1,2}Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, Indonesia

andriancodings@gmail.com¹, mhdikhsan@uinsu.ac.id²

Abstract - This study aims to identify and visualize poverty-prone areas in North Sumatra Province using a data mining approach with the K-Means clustering method. Unlike previous studies that often relied on a single indicator or lacked spatial visualization, this study integrates three key indicators: Poverty Rate (P0), Poverty Depth Index (P1), and Poverty Severity Index (P2), and utilizes Tableau software to present the results through interactive geo-mapping. Data were obtained from the Central Statistics Agency (BPS) of North Sumatra for the period 2018–2022. The clustering results indicate that North Nias and West Nias Regencies consistently fall into Cluster 3 with the highest poverty indicators, while Medan City, Deli Serdang, and Binjai are in Cluster 1 with the lowest indicators. Cluster quality evaluation using the Silhouette Score method shows that the P0 indicator yields the best cluster separation with a score of 0.71, followed by P1 at 0.50 and P2 at 0.40. These findings confirm that P0 is the most effective indicator for representing interregional poverty levels, while P1 and P2 serve as supporting variables. The resulting visualizations provide a comprehensive, data-driven overview that can serve as a strategic reference for policymakers in designing more targeted and effective poverty reduction programs.

Keywords - Data Visualization, Tableau, Clustering, K-Means, Poverty, North Sumatra, Silhouette Score.

Abstrak - Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memvisualisasikan wilayah-wilayah miskin di Provinsi Sumatera Utara melalui pendekatan data mining dengan metode clustering K-Means. Berbeda dari penelitian sebelumnya yang umumnya terbatas pada satu indikator atau tanpa visualisasi spasial, studi ini menggabungkan tiga indikator utama: Persentase Penduduk Miskin (P0), Indeks Kedalaman Kemiskinan (P1), dan Indeks Keparahan Kemiskinan (P2), serta memanfaatkan perangkat lunak Tableau untuk menyajikan hasil dalam bentuk geo-mapping interaktif. Data diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Sumatera Utara untuk periode 2018–2022. Hasil clustering menunjukkan bahwa Kabupaten Nias Utara dan Nias Barat secara konsisten tergolong dalam klaster 3 dengan indikator kemiskinan tertinggi, sedangkan Kota Medan, Deli Serdang, dan Binjai berada di klaster 1 dengan indikator terendah. Evaluasi kualitas klaster menggunakan metode Silhouette Score menunjukkan bahwa indikator P0 memiliki pemisahan klaster terbaik dengan nilai 0,71, disusul oleh P1 sebesar 0,50 dan P2 sebesar 0,40. Temuan ini menegaskan bahwa indikator P0 paling efektif dalam menggambarkan kondisi kemiskinan antardaerah, sementara P1 dan P2 dapat digunakan sebagai indikator pendukung. Hasil visualisasi ini memberikan gambaran menyeluruh berbasis data dan dapat dimanfaatkan oleh pemangku kebijakan dalam merancang program penanggulangan kemiskinan yang lebih tepat sasaran dan terarah.

Kata Kunci - Visualisasi Data, Tableau, Clustering, K-Means, Kemiskinan, Sumatera Utara, Silhouette Score.

I. PENDAHULUAN

Visualisasi data berperan penting dalam menyederhanakan data kompleks agar lebih mudah dipahami dan dianalisis. Data yang berupa angka-angka mentah dapat diubah ke dalam bentuk visual seperti grafik, diagram, dan peta untuk membantu pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat [1]. Dengan visualisasi, tren dan pola tersembunyi dalam data menjadi lebih terlihat, serta memungkinkan pengambilan keputusan berbasis fakta yang lebih akurat. Salah satu perangkat lunak visualisasi yang umum digunakan adalah Tableau, sebuah platform Business Intelligence (BI) yang mampu menampilkan data secara interaktif, intuitif, dan mudah dianalisis [2][3].

Di sisi lain, eksplorasi data dalam jumlah besar sering dilakukan dengan metode *data mining*. Data mining adalah proses menganalisis kumpulan data besar untuk menemukan pola tersembunyi dan informasi bermakna secara otomatis menggunakan pendekatan *machine learning* [4][5]. Salah satu metode populer dalam data mining adalah *clustering*, yaitu pengelompokan data berdasarkan kemiripan karakteristik. Dalam penelitian ini digunakan algoritma K-Means, yaitu metode klustering non-hierarkis yang mengelompokkan data ke dalam sejumlah kluster berdasarkan kedekatan nilai [6][7][8]. Metode ini sangat cocok untuk mengidentifikasi pola distribusi wilayah berdasarkan kategori tertentu, seperti tingkat kemiskinan. Kemiskinan merupakan persoalan sosial yang kompleks dan masih menjadi tantangan besar di Indonesia, termasuk di Provinsi Sumatera Utara. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2022 jumlah penduduk miskin di Sumatera Utara mencapai 1,28 juta jiwa, atau sekitar 8,03% dari total penduduk. Beberapa kabupaten/kota memiliki tingkat kemiskinan yang jauh lebih tinggi dari rata-rata provinsi, seperti Kabupaten Nias Utara dan Nias Barat, yang keduanya berada di atas 20% [9]. Ketimpangan ini menuntut adanya pemetaan dan pengelompokan wilayah miskin secara akurat agar kebijakan penanggulangan kemiskinan dapat difokuskan pada daerah prioritas.

Namun, pengambilan kebijakan sering kali terkendala karena keterbatasan dalam pengolahan dan visualisasi data kemiskinan. Pemerintah membutuhkan alat bantu yang mampu memetakan wilayah berdasarkan indikator kemiskinan secara menyeluruh dan interaktif. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode *clustering* K-Means dengan dukungan visualisasi data Tableau untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Sumatera Utara berdasarkan tiga indikator utama kemiskinan makro, yaitu Persentase Penduduk Miskin (P0), Indeks Kedalaman Kemiskinan (P1), dan Indeks Keparahan Kemiskinan (P2) [10]. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengelompokkan, dan memvisualisasikan wilayah-wilayah dengan tingkat kemiskinan tinggi di Provinsi Sumatera Utara, sehingga dapat menjadi dasar rekomendasi kebijakan penanggulangan kemiskinan yang lebih efektif dan berbasis data.

II. SIGNIFIKASI STUDI

A. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan dalam upaya pemanfaatan metode *clustering* dan visualisasi data untuk menganalisis kondisi sosial ekonomi masyarakat, khususnya dalam konteks kemiskinan. Penelitian oleh [3] membahas penerapan platform Tableau dalam visualisasi data kasus virus corona di Indonesia. Meskipun fokus utama penelitian ini bukan pada kemiskinan, penggunaan Tableau berhasil memberikan gambaran interaktif dan komprehensif terhadap data spasial dan temporal, yang menjadi dasar penting bagi penelitian ini dalam menyajikan peta kemiskinan yang lebih informatif dan mendukung proses pengambilan kebijakan berbasis Lokasi Sementara itu [6] melakukan analisis *clustering* terhadap data kemiskinan di Provinsi Aceh menggunakan algoritma K-Means dan X-Means. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa metode K-Means mampu mengelompokkan wilayah-wilayah berdasarkan tingkat kemiskinan secara signifikan. Penelitian ini menjadi rujukan dalam membangun pendekatan statistik-spasial

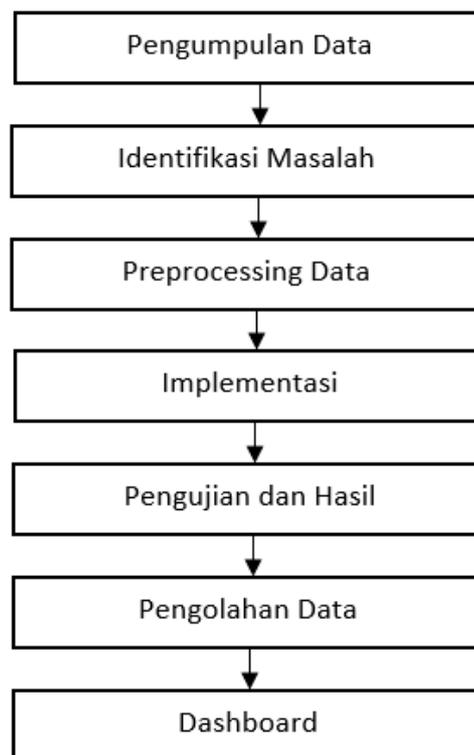
yang dapat diadaptasi dalam konteks Provinsi Sumatera Utara, khususnya untuk mengidentifikasi kabupaten/kota prioritas dalam intervensi program penanggulangan kemiskinan.

Selanjutnya[4], menerapkan data mining menggunakan algoritma K-Means untuk mengelompokkan jumlah penduduk miskin berdasarkan provinsi. Penelitian ini menegaskan keandalan metode K-Means dalam mengolah data kemiskinan makro, terutama ketika data telah melalui tahap preprocessing yang baik. Hal ini memperkuat dasar metodologis penelitian ini yang menggunakan pendekatan non-hierarkis untuk mengelompokkan 33 kabupaten/kota di Sumatera Utara berdasarkan data kemiskinan tahun 2018-2022[2] membahas penggunaan Tableau dalam membangun dashboard visualisasi data penjualan. Walaupun tidak membahas isu kemiskinan secara langsung, penelitian ini menyoroti potensi Tableau dalam menggabungkan data numerik dan spasial secara interaktif. Dalam konteks penelitian ini, Tableau digunakan tidak hanya untuk visualisasi, tetapi juga untuk mendukung pemetaan wilayah berdasarkan kluster kemiskinan, yang berperan penting dalam penyusunan kebijakan berbasis wilayah administratif. Akhirnya, penelitian oleh [11] dalam buku Teknik Visualisasi Data menambahkan dimensi konseptual mengenai metode visualisasi seperti heatmap, geo mapping, dan dashboard interaktif. Konsep-konsep ini diimplementasikan secara langsung dalam penelitian ini untuk memetakan kemiskinan lintas kabupaten/kota di Sumatera Utara, yang berkontribusi pada penguatan literatur visualisasi dalam konteks Business Intelligence (BI) berbasis data mining.

Dengan demikian, penelitian ini memperkaya literatur terkait integrasi Tableau dan K-Means dalam konteks visualisasi dan pengelompokan kemiskinan tingkat kabupaten/kota, serta memberikan landasan praktis bagi pemerintah daerah untuk menetapkan kebijakan berbasis data secara terarah dan responsif.

B. Metode Penelitian

Kerangka penelitian adalah tahapan yang digunakan dalam penelitian. Hal ini dilakukan sehingga tahapan penelitian terstruktur. Berikut merupakan tahapan yang akan dilakukan pada penelitian :



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Metode Penelitian Berdasarkan Alur Diagram

1. Pengumpulan Data
Data dikumpulkan dari sumber resmi yaitu Badan Pusat Statistik (BPS) Sumatera Utara. Dalam rentang waktu data dari tahun 2018 hingga tahun 2022. Dengan indikator yang digunakan berupa :
 - a. Persentase Penduduk Miskin (P0),
 - b. Indeks Kedalaman Kemiskinan (P1),
 - c. Indeks Keparahan Kemiskinan (P2).
2. Identifikasi Masalah
 - a. Mengidentifikasi wilayah dengan tingkat kemiskinan tinggi.
 - b. Mengelompokkan kabupaten/kota berdasarkan indikator kemiskinan.
3. Preprocessing Data
Pada tahap ini, data yang telah dikumpulkan terlebih dahulu dibersihkan dari nilai-nilai kosong, duplikat, atau inkonsistensi yang dapat memengaruhi hasil analisis. Selanjutnya, data diubah ke dalam format numerik yang sesuai agar dapat diolah oleh algoritma K-Means.
4. Implementasi
Tahap ini merupakan proses inti di mana algoritma *clustering* K-Means diterapkan untuk mengelompokkan wilayah kabupaten/kota di Sumatera Utara berdasarkan tiga indikator utama kemiskinan.
5. Pengujian dan Hasil
Setelah implementasi algoritma dilakukan, hasil pengelompokan dianalisis untuk menilai seberapa baik data terbagi dalam masing-masing klaster. Evaluasi dilakukan dengan memperhatikan distribusi wilayah dalam tiap klaster serta kesesuaian antara hasil clustering dengan kondisi riil daerah berdasarkan indikator kemiskinan.
6. Pengolahan Data
Data hasil clustering yang diperoleh kemudian diolah lebih lanjut agar siap untuk divisualisasikan. Proses ini melibatkan integrasi data numerik dengan elemen spasial, seperti nama kabupaten/kota dan koordinat wilayah, guna menghasilkan tampilan data yang dapat dibaca secara visual.
7. Dashboard
Tahap akhir dari penelitian adalah membangun dashboard interaktif menggunakan aplikasi Tableau. Pada dashboard ini ditampilkan hasil clustering dalam bentuk grafik batang, diagram lingkaran, dan peta geografis (geo-mapping). Visualisasi ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas dan informatif mengenai tingkat kemiskinan di setiap wilayah, sehingga dapat dimanfaatkan oleh pemangku kebijakan untuk pengambilan keputusan yang lebih tepat sasaran.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sumatera Utara periode 2018–2022, mencakup tiga indikator utama kemiskinan, yaitu: Persentase Penduduk Miskin (P0), Indeks Kedalaman Kemiskinan (P1), dan Indeks Keparahan Kemiskinan (P2). Data ini digunakan untuk mengidentifikasi pola distribusi kemiskinan dan mengelompokkan kabupaten/kota ke dalam tiga kategori klaster: miskin, sedang, dan makmur dengan pendekatan K-Means Clustering yang divisualisasikan melalui Tableau. Masing-masing tabel data dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 1
Data (P0)

Kabupaten Kota	Persentase Penduduk Miskin Menurut Kab/Kota (Persen)				
	2022	2021	2020	2019	2018
Sumatera Utara	08.42	09.01	0,385416667	0,390972222	09.22
Nias	16.00	0,723611111	0,708333333	0,690277778	16.37
Mandailing Natal	0,397222222	09.49	09.18	09.11	09.58
Tapanuli Selatan	08.07	0,388888889	08.47	0,375	09.16
Tapanuli Tengah	0,507638889	0,546527778	12.38	12.53	13.17
Tapanuli Utara	0,397916667	0,425	09.37	09.48	0,427083333
Toba Samosir	0,395138889	0,402083333	0,382638889	0,375	0,379861111
Labuhan Batu	08.26	0,384722222	08.44	08.44	0,375694444
Asahan	0,377777778	09.35	09.04	0,422222222	10.25
Simalungun	08.26	0,389583333	08.46	0,389583333	09.31
Dairi	0,352777778	08.31	08.04	0,340277778	08.20
Karo	08.17	0,388194444	0,381944444	08.23	0,379861111
Deli Serdang	0,168055556	04.01	0,186111111	0,186805556	04.13
Langkat	09.49	10.12	0,425694444	0,438194444	10.20
Nias Selatan	16.48	0,730555556	0,718055556	16.45	0,711805556
Humbang	0,393055556	0,420138889	09.36	0,385416667	09.00
Hasundutan	0,379166667	09.35	09.28	09.27	0,426388889
Pakpak Bharat	0,379166667	09.35	09.28	09.27	0,426388889
Samosir	0,511805556	0,547222222	12.48	12.52	13.38
Serdang Bedagai	0,348611111	08.30	0,359027778	0,354166667	08.22
Batu Bara	11.53	12.38	0,519444444	12.14	12.57
Padang Lawas Utara	0,398611111	0,438888889	0,423611111	0,416666667	10.06
Padang Lawas	08.05	0,38125	08.37	08.28	08.41
Labuhanbatu Selatan	08.09	08.53	08.34	0,398611111	10.00
Labuanbatu Utara	09.09	10.02	09.53	09.57	10.12
Nias Utara	23.40	25.66	25.07.00	24.99	26.56.00
Nias Barat	24.75	26.42.00	25.69	25.51.00	26.72
Sibolga	11.47	12.33	0,524305556	12.36	12.38
Tanjungbalai	12.45	13.40	13.33	14.04	0,627777778
Pematangsiantar	0,352777778	08.52	08.27	0,377083333	0,381944444
Tebing Tinggi	09.59	10.30	0,434027778	0,440277778	10.27
Medan	08.07	08.34	08.01	08.08	08.25
Binjai	05.10	0,264583333	0,257638889	0,254166667	0,269444444
Padangsidempuan	0,311805556	07.53	07.40	07.26	0,339583333
Gunungsitoli	0,639583333	16.45	16.41	16.23	18.44

(Sumber : Badan Pusat Statistik Sumatera Utara)

Tabel 2
Data (P1)

Kabupaten Kota	Indeks Kedalaman Kemiskinan (P1) Menurut Kabupaten/Kota				
	2022	2021	2020	2019	2018
Sumatera Utara	01.36	01.52	01.51	01.37	01.56
Nias	02.53	02.21	0,104861111	02.53	02.45
Mandailing Natal	01.15	01.44	01.14	01.01	01.48
Tapanuli Selatan	0,063194444	01.53	0,060416667	0,060416667	01.29
Tapanuli Tengah	0,106944444	02.04	0,1	0,086111111	01.56
Tapanuli Utara	01.22	01.21	01.18	0,083333333	01.08
Toba Samosir	01.23	01.34	01.00	01.21	01.25
Labuhan Batu	0,047916667	01.32	0,068055556	0,060416667	01.01
Asahan	01.22	0,104166667	01.37	01.24	01.51
Simalungun	0,089583333	01.12	01.47	0,06875	01.59
Dairi	0,045138889	01.24	01.09	0,066666667	0,095138889
Karo	01.13	01.23	01.39	0,061111111	0,065972222
Deli Serdang	0,043055556	00.56	00.55	00.47	0,041666667
Langkat	01.33	01.17	01.52	0,0625	0,088888889
Nias Selatan	0,132638889	02.38	0,140277778	02.28	02.49
Humbang	01.40	01.25	01.29	0,066666667	01.00
Hasundutan	01.37	01.05	01.38	0,063888889	01.54
Pakpak Bharat	0,085416667	02.20	0,1	0,085416667	0,090277778
Samosir	0,085416667	02.20	0,1	0,085416667	0,090277778
Serdang Bedagai	01.11	0,060416667	0,068055556	01.32	01.10
Batu Bara	01.34	0,110416667	0,084027778	0,085416667	02.22
Padang Lawas Utara	0,050694444	01.29	01.20	01.18	01.41
Padang Lawas	0,064583333	01.33	01.19	0,086111111	01.07
Labuhanbatu Selatan	01.04	01.22	0,06875	01.12	01.42
Labuanbatu Utara	01.17	01.07	0,102083333	0,0875	0,092361111
Nias Utara	04.54	04.24	04.12	04.38	05.10
Nias Barat	03.10	03.32	03.21	03.34	04.36
Sibolga	01.40	02.04	01.49	01.26	02.23
Tanjungbalai	0,097916667	0,091666667	0,089583333	0,089583333	02.25
Pematangsiantar	01.00	01.12	01.10	0,048611111	0,089583333
Tebing Tinggi	01.14	01.37	0,093055556	01.47	0,104861111
Medan	01.13	01.10	01.08	01.16	01.50
Binjai	00.49	00.59	00.59	00.27	0,05
Padangsidempuan	0,055555556	01.17	01.26	0,045138889	01.41
Gunungsitoli	02.24	0,129166667	0,093055556	02.59	02.40

(Sumber : Badan Pusat Statistik Sumatera Utara)

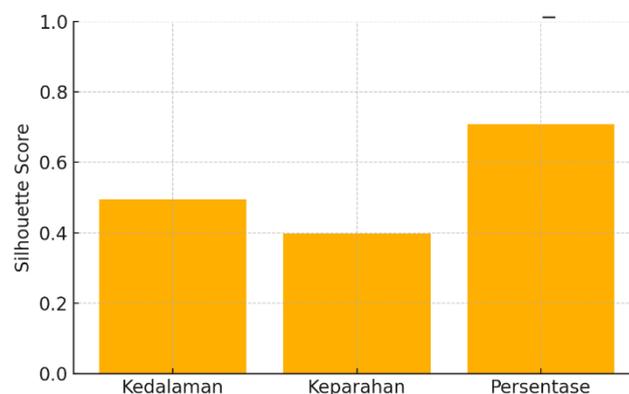
Tabel 3
Data (P2)

Kabupaten Kota	Indeks Keparahan Kemiskinan (P2) Menurut Kabupaten/Kota				
	2022	2021	2020	2019	2018
Sumatera Utara	00.34	00.38	00.39	00.31	00.41
Nias	0,041666667	00.43	00.32	00.59	00.55
Mandailing Natal	00.26	00.37	00.19	00.17	00.33
Tapanuli Selatan	00.14	00.40	00.16	00.18	00.32
Tapanuli Tengah	00.43	00.47	00.44	00.41	00.40
Tapanuli Utara	00.24	00.23	00.21	00.47	00.16
Toba Samosir	00.25	00.31	00.18	00.26	00.31
Labuhan Batu	00.11	00.29	00.18	00.15	00.20
Asahan	00.27	00.59	00.33	00.21	00.33
Simalungun	00.52	00.23	00.35	00.18	00.41
Dairi	00.08	00.28	00.20	00.22	00.54
Karo	00.27	00.29	00.38	00.14	00.22
Deli Serdang	00.20	00.13	00.16	00.11	00.14
Langkat	00.31	00.23	00.33	00.14	00.41
Nias Selatan	0,049305556	00.52	0,052777778	00.50	0,045833333
Humbang	00.33	00.26	00.30	00.21	00.22
Hasundutan					
Pakpak Bharat	00.38	00.20	00.38	00.12	00.42
Samosir	00.39	0,041666667	00.46	00.34	00.35
Serdang Bedagai	00.24	00.13	00.20	00.31	00.22
Batu Bara	00.27	00.51	00.37	00.34	00.57
Padang Lawas Utara	00.11	00.24	00.22	00.26	00.26
Padang Lawas Selatan	00.17	00.34	00.29	00.47	00.23
Labuhanbatu Selatan	00.26	00.26	00.20	00.23	00.32
Labuanbatu Utara	00.26	00.22	0,041666667	00.38	00.40
Nias Utara	01.31	01.10	0,067361111	01.14	01.40
Nias Barat	0,048611111	0,052777778	0,042361111	0,049305556	0,067361111
Sibolga	00.22	00.31	00.26	00.21	00.56
Tanjungbalai	00.42	00.32	00.32	00.28	00.49
Pematangsiantar	00.22	00.24	00.26	00.10	00.53
Tebing Tinggi	00.25	00.28	00.56	00.31	00.51
Medan	00.23	00.23	00.23	00.25	00.39
Binjai	00.08	00.09	00.11	00.02	00.18
Padangsidempuan	00.12	00.28	00.32	00.09	00.37
Gunungsitoli	00.55	0,047222222	00.30	00.54	00.50

(Sumber : Badan Pusat Statistik Sumatera Utara)

B. Silhouette Score

Untuk mengevaluasi kualitas pemisahan kluster, dilakukan perhitungan Silhouette Score terhadap masing-masing indikator kemiskinan (P0, P1, dan P2). Nilai ini menggambarkan seberapa baik data dalam setiap kluster terpisah secara jelas dari kluster lainnya. Hasilnya ditampilkan pada grafik berikut :



Gambar 2. Grafik Silhouette Score

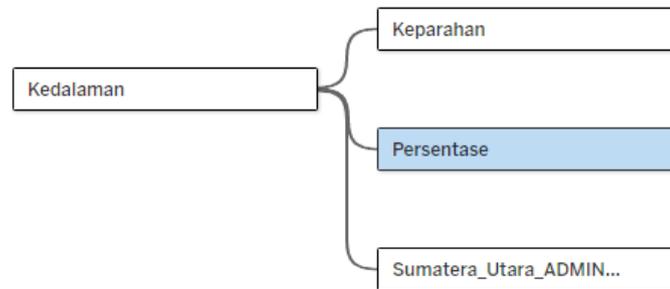
Berdasarkan grafik Silhouette Score, indikator Persentase Penduduk Miskin (P0) menghasilkan nilai tertinggi sebesar 0,71, yang menunjukkan bahwa pembentukan kluster pada indikator ini memiliki pemisahan yang sangat baik dan struktur yang jelas antarwilayah. Indeks Kedalaman Kemiskinan (P1) memperoleh skor 0,50, mengindikasikan bahwa kualitas klasternya cukup baik meskipun masih terdapat tumpang tindih antar wilayah. Sementara itu, Indeks Keparahan Kemiskinan (P2) memiliki skor terendah, yaitu 0,40, yang menunjukkan bahwa pembentukan kluster kurang optimal dan pemisahan antarwilayah masih lemah. Secara keseluruhan, hasil ini memperkuat bahwa indikator P0 paling representatif dalam mengelompokkan wilayah berdasarkan

tingkat kemiskinan, sedangkan P1 dan P2 sebaiknya digunakan sebagai pelengkap dalam analisis yang lebih komprehensif.

C. Impelementasi K-Means Pada Tableau

1. Preprocessing

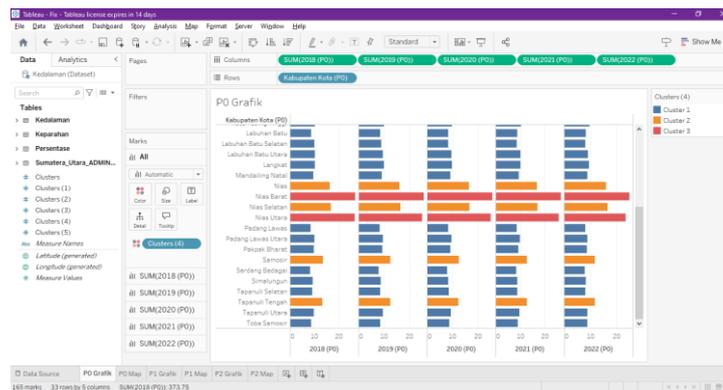
Tahap *preprocessing* data di Tableau dilakukan untuk menyiapkan tiga tabel indikator kemiskinan (P0, P1, dan P2) agar siap digunakan dalam visualisasi dan analisis K-Means. Proses ini memastikan data dalam format yang konsisten dan optimal, sehingga mendukung visualisasi yang efektif dan analisis yang akurat. Relasi Antar Tabel:



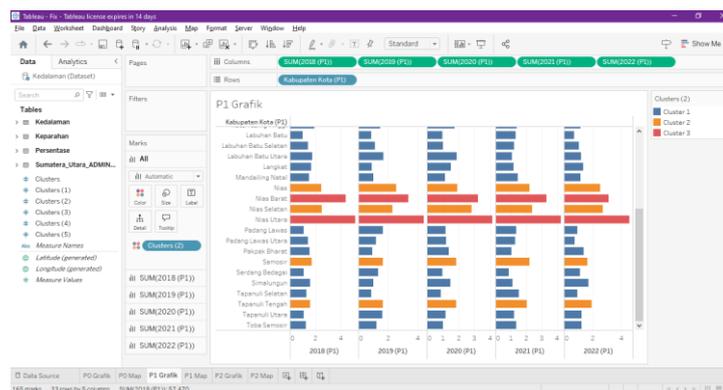
Gambar 3. Relasi Antar Tabel

2. Clustering

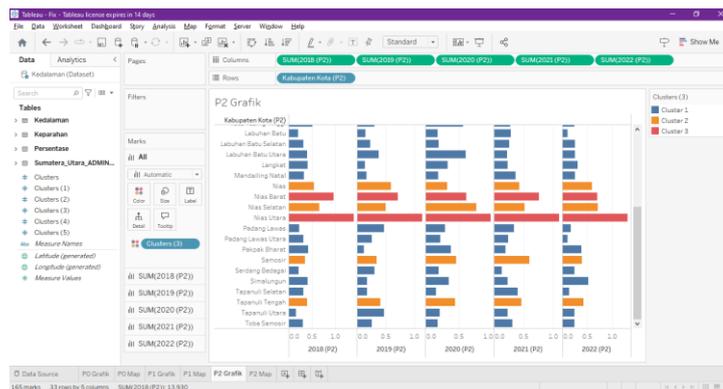
Implementasi *K-Means Clustering* di Tableau bertujuan untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Sumatera Utara berdasarkan indikator kemiskinan (P0, P1, dan P2) dari data BPS. Penelitian ini menggunakan tiga kluster : wilayah makmur, sedang, dan miskin. Tableau kemudian menampilkan visualisasi masing-masing kluster dengan warna berbeda. Berikut ini adalah tampilan dari masing-masing *K-Means Clustering* yang dihasilkan :



Gambar 4. K-Means Clustering Tingkat Persentase Kemiskinan (P0) Pada Tabelau



Gambar 5. K-Means Clustering Tingkat Kedalaman Kemiskinan (P1) Pada Tabelau



Gambar 6. K-Means Clustering Tingkat Keparahan Kemiskinan (P2) Pada Tabelau

Berdasarkan hasil clustering, diperoleh tiga kluster utama. Kluster 1 merepresentasikan daerah dengan indikator kemiskinan paling rendah (kategori *makmur*), kluster 2 memiliki tingkat kemiskinan sedang, sedangkan kluster 3 menunjukkan wilayah dengan indikator kemiskinan tertinggi (kategori *miskin*). Daerah yang secara konsisten berada pada kluster 3 (*miskin*) antara lain Kabupaten Nias Barat dan Nias Utara. Kedua wilayah ini memiliki nilai P0 di atas 20%, bahkan mendekati 25% pada beberapa tahun, serta nilai P1 dan P2 yang relatif tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa tidak hanya jumlah penduduk miskin yang besar, tetapi juga kondisi kemiskinan yang dalam dan parah. Fenomena ini dapat dikaitkan dengan keterbatasan akses infrastruktur, keterpencilan geografis, serta rendahnya tingkat pendidikan dan partisipasi ekonomi formal di wilayah-wilayah tersebut.

Kluster 2 (*sedang*) mencakup wilayah seperti Gunungsitoli, Tapanuli Tengah, Nias Selatan, Samosir, dan Batu Bara. Wilayah ini cenderung memiliki indikator kemiskinan yang tidak setinggi kluster 3 namun masih menunjukkan tantangan dalam aspek pemerataan kesejahteraan. Beberapa wilayah dalam kluster ini merupakan daerah pesisir atau kepulauan yang masih dalam proses pengembangan infrastruktur, seperti Gunungsitoli, atau daerah yang sedang mengalami transisi ekonomi dari agraris ke sektor jasa dan industri. Sementara itu, kluster 1 (*makmur*) meliputi Kota Medan, Binjai, dan Deli Serdang, yang merupakan wilayah metropolitan dan penyangga ibu kota provinsi. Indikator kemiskinan di wilayah-wilayah ini berada di bawah rata-rata provinsi. Faktor yang memengaruhi antara lain tingginya aktivitas ekonomi, kemudahan akses terhadap layanan pendidikan dan kesehatan, serta peluang kerja di sektor formal.

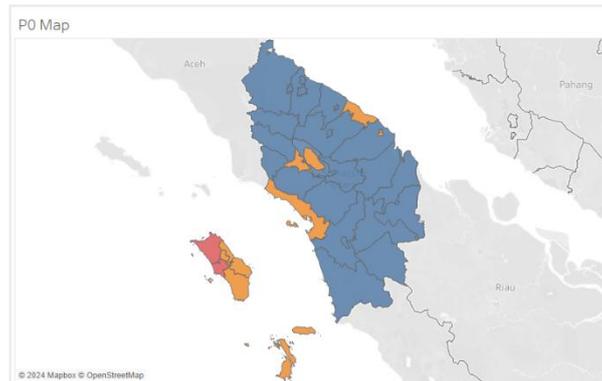
3. Perbandingan dengan Studi Sebelumnya

Temuan penelitian ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh Yusuf et al. (2022) di Provinsi Aceh, di mana wilayah terpencil dan kurang berkembang cenderung berada pada kluster dengan tingkat kemiskinan tinggi. Namun, berbeda dengan hasil penelitian di Riau oleh Sepriyanti et al. (2022), yang menunjukkan bahwa beberapa wilayah perkotaan masih dapat masuk ke dalam kluster miskin karena ketimpangan pendapatan, pada konteks Sumatera Utara daerah perkotaan seperti Medan dan Binjai justru konsisten berada di kluster makmur.

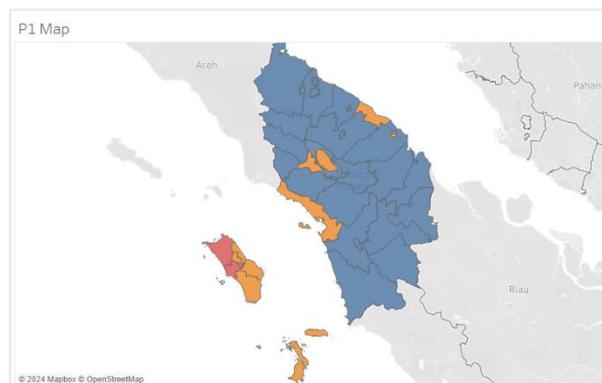
Hal ini menunjukkan bahwa di Sumatera Utara, peran urbanisasi dan pembangunan infrastruktur terbukti signifikan dalam menekan angka kemiskinan. Namun demikian, tetap perlu dikaji lebih lanjut apakah pertumbuhan ekonomi di wilayah makmur tersebut bersifat inklusif atau justru meningkatkan kesenjangan.

4. Visualisasi Clustering

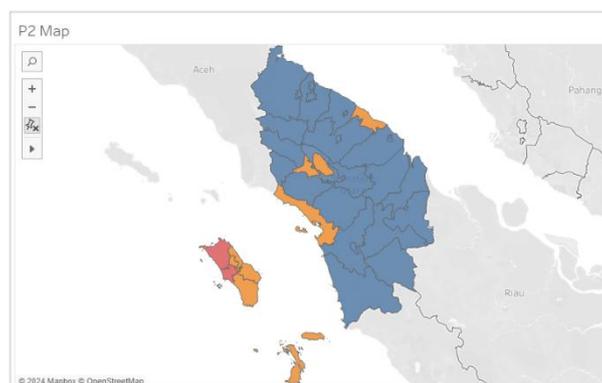
Dengan tiga klaster yang ditentukan (makmur, sedang, miskin), Tableau menampilkan peta Provinsi Sumatera Utara yang menunjukkan pembagian wilayah berdasarkan tingkat kemiskinan dengan warna berbeda sebagai berikut :



Gambar 7. Visualisasi *K-Means Clustering Map* Tingkat Persentase Kemiskinan (P0) Pada Tabelau



Gambar 8. Visualisasi *K-Means Clustering Map* Tingkat Kedalaman Kemiskinan (P1) Pada Tabelau



Gambar 9. Visualisasi *K-Means Clustering Map* Tingkat Keparahan Kemiskinan (P2) Pada Tabelau

Visualisasi data menggunakan Tableau dalam bentuk geo-mapping sangat membantu dalam memahami pola sebaran wilayah miskin secara spasial. Dengan mengintegrasikan tiga indikator dalam satu tampilan visual, pemangku kebijakan dapat dengan mudah mengidentifikasi daerah prioritas untuk intervensi program. Hasil clustering ini dapat dijadikan sebagai dasar strategis untuk distribusi program bantuan sosial, pembangunan infrastruktur dasar, serta penguatan ekonomi lokal di wilayah-wilayah miskin. Intervensi tidak cukup dilakukan dengan program bantuan semata, namun perlu disertai dengan investasi pembangunan berkelanjutan di sektor pendidikan, transportasi, dan konektivitas digital, terutama di daerah seperti Nias Barat dan Nias Utara.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengelompokkan 33 kabupaten/kota di Sumatera Utara ke dalam tiga kluster kemiskinan berdasarkan indikator P0, P1, dan P2 menggunakan algoritma K-Means. Hasilnya menunjukkan bahwa Nias Barat dan Nias Utara termasuk dalam kluster dengan tingkat kemiskinan tertinggi, sementara wilayah seperti Medan, Binjai, dan Deli Serdang tergolong wilayah makmur. Temuan ini memberikan kontribusi metodologis melalui pemanfaatan K-Means yang terintegrasi dengan Tableau untuk menghasilkan visualisasi spasial yang interaktif dan informatif. Secara praktis, hasil clustering dapat digunakan sebagai dasar dalam perumusan kebijakan penanggulangan kemiskinan yang lebih terarah dan berbasis data. Namun, studi ini masih terbatas pada tiga indikator makro dan satu sumber data. Oleh karena itu, pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambahkan variabel sosial-ekonomi lainnya serta mengeksplorasi metode clustering alternatif untuk meningkatkan kualitas pemetaan.

REFERENSI

- [1] D. Fernando, "Visualisasi Data Menggunakan Google Data Studio," in *SNARTISI Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Informasi*, 2021.
- [2] T. Purwani, A. Wahyuni, A. P. Wicaksono, and H. D. Charunia, "Dashboard Untuk Visualisasi Data Penjualan Barang Pada Toko Puppets Skateboard Semarang Menggunakan Tableau," 2021.
- [3] P. Afikah, A. Avorizano, I. R. Afandi, and F. N. Hasan, "Implementasi Business Intelligence Untuk Menganalisis Data Kasus Virus Corona Di Indonesia Menggunakan Platform Tableau," *J. Pseudocode*, vol. 9, 2022, [Online]. Available: <http://www.ejournal.unib.ac.id/index.php/pseudocode>
- [4] Y. R. Sembiring and R. Winanjaya, "Implementasi Data Mining Dalam Mengelompokkan Jumlah Penduduk Miskin Berdasarkan Provinsi Menggunakan Algoritma K-Means," *J. Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 2, 2021, [Online]. Available: <https://www.bps.go.id>
- [5] Tedyyana, Agus, Osman Ghazali, and Onno W. Purbo. "Machine learning for network defense: automated DDoS detection with telegram notification integration." *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science* 34.2 (2024): 1102..
- [6] B. Yusuf, R. Mahara, H. Ahmadian, and S. Wahyuni, "Analisis Clustering Penduduk Miskin Di Provinsi Aceh Menggunakan Algoritma K-Means Dan X-Means," *J. Nas. Komputasi Dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 1, 2022.
- [7] D. T. Larose and C. D. Larose, *Discovering Knowledge In Data: An Introduction To Data Mining*, 2nd ed., vol. 1. John Wiley & Sons, Inc., 2014.
- [8] A. A. Aldino, D. Darwis, A. T. Prastowo, and C. Sujana, "Implementation of K-Means Algorithm for Clustering Corn Planting Feasibility Area in South Lampung Regency," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1751/1/012038.
- [9] K. Aprilia and F. Sembiring, "Analisis Garis Kemiskinan Makanan Menggunakan Metode Algoritma K-Means Clustering," 2021.
- [10] I. Nasution, A. P. Windarto, and M. Fauzan, "Penerapan Algoritma K-Means Dalam Pengelompokan Data Penduduk Miskin Menurut Provinsi," *Technol. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 76–83, 2020, [Online]. Available: <https://www.bps.go.id>
- [11] I. G. I. Sudipa *et al.*, *Teknik Visualisasi Data*, 1st ed. PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- [11] S. Santri and B. Brahma, "Analysis of Poverty Level Mapping in Riau Province Using the K-Means Method," *Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications*, vol. 3, no. 2, pp. 534–538, 2024.
- [12] S. Sepriyanti, R. Aulia, and S. Hendrawan, "Penerapan K-Means Clustering Untuk Mengelompokkan Tingkat Kemiskinan di Provinsi Riau," *Seminar Nasional SENTIMAS*, vol. 1, no. 1, pp. 59–65, 2022.
- [13] N. Andriyani, A. Syahputra, and R. Nasution, "Clustering Analysis of Poverty Levels in North Sumatra Province Using the Application of Data Mining with the K-Means Algorithm," *Jurnal Media Informasi Budidarma*, vol. 7, no. 4, pp. 1971–1979, 2023.
- [14] N. Saputri and R. Arianto, "Implementation of the K-Means Clustering Method in Clustering Poor Population in Bandar Kumbul Village, Labuhanbatu Regency," *International Journal of Science, Technology & Management*, vol. 6, no. 1, pp. 248–256, 2025.
- [15] D. Munthe, Y. Santoso, and H. Siregar, "Implementation Of The K-Means Method In Grouping Districts And Cities In North Sumatra On Social Welfare Problems," *Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications*, vol. 1, no. 2, pp. 168–173, 2022.
- [16] F. Sihombing, R. Rahmat, and S. Irawan, "Application of the K-Means Clustering Algorithm in Grouping Regencies/Cities in North Sumatra Province Based on Human Development Index Indicators," *Jurnal Mandiri IT*, vol. 11, no. 1, pp. 20–25, 2022.