

KLASIFIKASI KABUPATEN/ KOTA SEJAHTERA DAN TIDAK SEJAHTERA DENGAN METODE SPECTRAL CLUSTERING PADA PROVINSI SUMATERA UTARA

Annisa Rajaq Lumban Batu¹, Riri Syafitri Lubis², Silvia Harleni³
Program Studi Matematika, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara^{1,2}
STKIP Budidaya³
Email: anisarajaq9@gmail.com¹, riri_syafitri@uinsu.ac.id², harlenisilvia@gmail.com³

Corresponding Author: Annisa Rajaq Lumban Batu email: anisarajaq9@gmail.com

Abstrak. Kesejahteraan rakyat pada dasarnya merupakan suatu kondisi yang bentuknya dinamis atau dengan kata lain nilai kuantitatifnya tidak akan pernah berhenti karna akan terus berubah seiring dengan perkembangan kebutuhan hidup manusia. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Provinsi Sumatera Utara, pemerintah berusaha untuk mewujudkan kehidupan masyarakat yang maju dan sejahtera. Undang-Undang No 11 Tahun 2019 pasal 3 ayat 1, juga di tuliskan bahwa tujuan penyelenggara kesejahteraan sosial adalah untuk meningkatkan taraf kesejahteraan, kualitas dan kelangsungan hidup. Sebagaimana menurut Badan Pusat Statistika Sumatera Utara tahun 2021 tentang indikator kesejahteraan rakyat yaitu, kependudukan, kesehatan, pendidikan, ketenagakerjaan, konsumsi dan pengeluaran rumah tangga, perumahan dan lingkungan, serta partisipasi kegiatan sosial. Untuk membuat strategi dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat Sumatera Utara, Pemerintah perlu menentukan daerah kabupaten atau kota yang sejahtera dan tidak sejahtera. Penelitian ini menggunakan metode spectral clustering yang dimana metode ini membentuk cluster cluster yang didapat sesuai data yang diambil di Badan Pusat Statistik yang dilaksanakan pada tahun 2022 data yang diambil tahun 2021. Hasil Penelitian ini menunjukkan penerapan metode spectral clustering untuk pengklasifikasian kabupaten kota sejahtera dan tidak sejahtera di provinsi Sumatera Utara serta cluster yang didapat sebanyak 2 cluster dari data 33 kabupaten kota di provinsi Sumatera Utara yaitu cluster 1 merupakan kabupaten atau kota yang sejahtera adalah Medan dan Deli Serdang, dan cluster 2 merupakan kabupaten atau kota yang tidak sejahtera yaitu, selain Medan dan Deli Serdang.

Kata Kunci: *Klasifikasi, Spectral Clustering*

Abstract. People's welfare is basically a condition whose form is dynamic or in other words its quantitative value will never stop because it will continue to change along with the development of human life needs. In the Regional Medium Term Development Plan (RPJMD) of North Sumatra Province, the government is trying to realize an advanced and prosperous community life. Law No. 11 of 2019 article 3 paragraph 1, it is also written that the purpose of administering social welfare is to increase the level of welfare, quality and survival. As according to the Central Statistics Agency for North Sumatra in 2021 regarding indicators of people's welfare, namely, population, health, education, employment, household consumption and expenditure, housing and the environment, and participation in social activities. To make a strategy to improve the welfare of the people of North Sumatra, the Government needs to determine which districts or cities are prosperous and which are not. This study uses the spectral clustering method in which this method forms clusters obtained according to data taken at the Central Bureau of Statistics which will be carried out in 2022 data taken in 2021. The results of this study indicate the application of the spectral clustering method for classifying prosperous and less prosperous city districts in North Sumatra province and clusters obtained as many as 2 clusters from data from 33 urban districts in North Sumatra province, namely cluster 1 is a prosperous district or city, namely Medan and Deli Serdang, and cluster 2 is a district or city that is not prosperous, namely, apart from Medan and Deli Serdang.

Keywords: *Classification, Spectral Clustering*



A. Pendahuluan

Pembangunan manusia bertujuan untuk memperbesar kebebasan manusia, membantu manusia dalam mendapatkan dan menikmati lebih banyak kesempatan dalam menggunakan kemampuan tersebut, sehingga manusia merasakan kehidupan yang layak, berpengetahuan, dan memiliki akses menuju kehidupan yang lebih baik. Pembangunan manusia didukung berdasarkan empat pilar pokok yaitu produktivitas dimana penduduk harus produktif dan berpartisipasi dalam menciptakan pendapatan, pemerataan dimana semua penduduk berkesempatan mendapatkan akses dalam penggunaan sumber daya di bidang ekonomi dan sosial yang berkesinambungan yaitu pembaharuan terhadap akses sumber daya ekonomi dan sosial, dan pemberdayaan dimana penduduk harus selalu berpartisipasi dalam pengambilan keputusan pada proses pembangunan (Farida, 2021)

Angka harapan hidup merupakan salah satu indikator atau penilaian derajat kesehatan suatu negara dan digunakan sebagai acuan dalam berhasilnya perencanaan program-program kesehatan pemerintah. Angka harapan hidup (AHH) merupakan alat untuk mengevaluasi kinerja pemerintah dalam meningkatkan kesejahteraan penduduk pada umumnya, dan meningkatkan derajat kesehatan pada khususnya. Angka harapan hidup menggambarkan umur rata-rata yang dicapai seseorang dalam situasi mortalitas yang berlaku di lingkungan masyarakatnya. Untuk angka harapan hidup yang rendah di suatu daerah menunjukkan pembangunan kesehatan belum berhasil, dan semakin tinggi AHH semakin menunjukkan keberhasilan pembangunan kesehatan di daerah tersebut (Riyan et al., 2019)

Bidang keuangan dan ekonomi juga dapat mempengaruhi angka harapan hidup masyarakat. Semakin tinggi tingkat ekonomi masyarakat dapat mendukung masyarakat dalam menjalankan hidup sehat dan memelihara kesehatan. Tingkat ekonomi masyarakat dapat dilihat dari berbagai variabel salah satunya pengeluaran per kapita masyarakat. Hal ini pun memacu timbulnya dugaan bahwa tingkat pengeluaran perkapita masyarakat dapat mempengaruhi angka harapan hidup masyarakat di daerah tersebut.

Sebagai suatu negara yang mempunyai cita-cita untuk mencapai bangsa yang makmur secara merata, Indonesia terus melakukan pembenahan dan Inovasi. Pembenahan tersebut dilakukan di seluruh provinsi di Indonesia, Sumatera Utara salah satunya. Sumatera Utara adalah sebuah provinsi di Indonesia yang terletak di bagian Utara Pulau Sumatera. Provinsi ini ibukotanya di kota Medan, dengan luas wilayah 72.981,23 *km*² serta terdiri dari 25 kabupaten dan 8 kota. Sumatera Utara merupakan provinsi dengan jumlah penduduk terbesar keempat di Indonesia, setelah provinsi Jawa Barat, Jawa Timur, dan Jawa Tengah (Sagita et al., 2021)

Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Provinsi Sumatera Utara, pemerintah berusaha untuk mewujudkan kehidupan masyarakat yang maju dan sejahtera. Kesejahteraan rakyat pada dasarnya merupakan suatu kondisi yang bentuknya dinamis atau dengan kata lain nilai kuantitatifnya tidak akan pernah berhenti karna akan terus berubah seiring dengan perkembangan kebutuhan hidup manusia (Dini et al., 2022)

Dalam Undang-Undang No 11 Tahun 2019 pasal 3 ayat 1, juga di tuliskan bahwa tujuan penyelenggara kesejahteraan sosial adalah untuk meningkatkan taraf kesejahteraan, kualitas dan kelangsungan hidup. Sebagaimana menurut Badan Pusat Statistika Sumatera Utara tahun 2021 tentang indikator kesejahteraan rakyat yaitu, kependudukan, kesehatan, pendidikan, ketenagakerjaan, konsumsi dan pengeluaran rumah tangga, perumahan dan lingkungan, serta kemiskinan (BPS, 2021)

Indikator kesejahteraan rakyat menurut BPS berkesinambungan dengan Undang Undang No 11 Tahun 2019 pasal 3 ayat 1, dimana kependudukan, ketenagakerjaan, dan kemiskinan termasuk dalam taraf kesejahteraan. Kesehatan, pendidikan termasuk kedalam kualitas, serta konsumsi dan pengeluaran rumah tangga, perumahan dan lingkungan termasuk dalam kelangsungan hidup.



Berdasarkan data Badan Pusat Statistik angka pengangguran di provinsi Sumatera Utara mengalami kenaikan dari tahun sebelumnya. Sesuai data tahun 2020 angka pengangguran terbuka mencapai 508.000 orang atau sebesar 6,91% dibandingkan tahun sebelumnya 414.000 orang atau sebesar 5,56% dengan tingkat pengangguran terbuka yang berarti meningkat 1,52% atau sebesar 109.000 orang (BPS, 2020)

Ketenagakerjaan merupakan salah satu indikator tingkat kesejahteraan rakyat, implikasi tingkat pengangguran terbuka akan terus meningkat jika tidak ada perubahan strategi dalam meningkatkan kesejahteraan rakyat. Maka untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat Sumatera Utara, perlu dilakukan pengklasifikasian kabupaten atau kota yang sejahtera dan tidak sejahtera berdasarkan 7 indikator kesejahteraan rakyat yaitu kependudukan, kesehatan, pendidikan, ketenagakerjaan, konsumsi dan pengeluaran rumah tangga, perumahan dan lingkungan, dan kemiskinan.

Analisis kelompok (cluster analysis) adalah pengelompokan data (objek) yang didasarkan hanya pada informasi yang ditemukan dalam data yang menggambarkan objek tersebut dan hubungan antar data tujuan analisis kelompok adalah agar objek-objek yang bergabung dalam sebuah kelompok merupakan objek-objek yang mirip atau berhubungan satu sama lain dan berbeda atau tidak berhubungan dengan objek dalam kelompok yang lain (Risman et al., 2019)

Analisis Cluster termasuk dalam analisis statistik multivariate metode interdependen, sebagai alat analisis interdependen maka tujuan analisis cluster tidak untuk menghubungkan ataupun membedakan dengan sample ataupun variable yang lain. Analisis cluster merupakan salah satu alat analisis yang berguna dalam meringkas data atau sejumlah variabel untuk menjadi lebih sedikit.

Dalam melakukan proses meringkas data ini dapat dilakukan dengan jalan mengelompokkan objek - objek berdasarkan kesamaan karakteristik tertentu di antara objek-objek yang hendak diteliti. Pembentukan kelompok - kelompok observasi/kasus ini berdasarkan jarak, observasi yang mirip seharusnya berada dalam kelompok yang sama, dan data observasi yang jauh seharusnya berada dalam kelompok yang berbeda (Hamdani et al., 2017)

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam melakukan analisis cluster adalah:

1. Lakukan beberapa kali analisis cluster
2. Pastikan data yang didapatkan adalah data yang valid, baik secara validitas maupun validitas konten.
3. Berikan justifikasi logika pada output analisis cluster yang telah dikeluarkan SPSS, jika output yang dihasilkan jauh dari logika, kemungkinan terjadi berbagai kesalahan baik pengukuran maupun sample

Analisis cluster mempunyai beberapa istilah penting, antara lain:

1. Agglomeration schedule, ialah jadwal yang memberikan informasi tentang objek atau kasus yang akan dikelompokkan pada setiap tahap pada suatu proses analisis cluster yang hierarkis. Cluster Centroid, ialah titik awal di mulainya pengelompokan di dalam cluster nonhierarki, cluster di bentuk / di bangun di sekitar titik titik atau Seeds. Cluster Membership, ialah keanggotaan yang menunjukkan cluster, untuk setiap objek/kasus yang menjadi anggotanya.
2. Dendogram adalah output SPSS yang memvisualisasikan hasil Seminar Nasional Strategi Pengembangan Infrastruktur analisis cluster yang dilakukan peneliti. Garis vertical (Y) menunjukkan cluster yang di gabung bersama, posisi garis pada skala (X) menunjukkan jarak (Distance), dimana cluster di gabung, dendogram harus di baca mulai dari kiri ke kanan. Salah satu cara yang digunakan dalam mengukur, yang menggunakan jarak euclidean, yaitu jarak berupa akar jumlah kuadrat nilai untuk tiap variabel.



Salah satu metode dalam cluster analysis adalah spectral clustering merupakan teknik yang populer karena kesederhanaan, intuisi dan kemampuannya untuk mengelompokkan titik data yang tidak dapat diakses secara linier. Disamping itu juga dapat memberikan hasil perhitungan yang sebanding atau lebih baik dari metode lainnya (Hatta et al., 2021)

Secara umum, metode cluster dalam ilmu matematika digunakan untuk memberikan pengelompokan dalam suatu data, dimana di dalam data yang bersangkutan ini kemudian nantinya akan dicari kesamaan dari karakteristik yang ada yang ditemukan bersandingan dengan data lainnya. Sedangkan disatu sisi, analisis cluster sendiri berarti metode data mining yang digunakan untuk suatu kepentingan tertentu. Dalam hal ini, tujuan yang ingin dicapai ialah agar kemudian objek yang ada di dalam suatu data yang ada ini dapat mirip satu sama lain paska mengalami pengelompokan data yang telah dilakukan. Dalam hal ini, semakin besar homogenitas yang ada dalam kelompok yang ada, maka akan makin jelas pengelompokannya yang ada (Hatta et al., 2021).

Pengelompokan spektral adalah pengelompokan multi-arah teknik yang menggunakan vektor eigen dari sebuah matriks afinitas diinduksi dari data untuk melakukan pengelompokan. Pengelompokan Spektral adalah teknik yang populer dikarenakan kesederhanaan, intuisi dan kemampuan untuk pengelompokan titik data yang tidak dapat dipisahkan secara linear. Selain itu juga dapat memberikan hasil perhitungan yang sebanding atau lebih baik dibandingkan metode metode lainnya (Hatta et al., 2021).

Matriks jarak yang didefinisikan sebagai :

$$D_{(i,j)} = \sum (x_{ij} - x_{jk})^2 \quad (1)$$

Dimana:

$D_{(i,j)}$ = Jarak antara i dan j

Terdapat beberapa terminologi dasar yang digunakan di dalam spectral clustering, diantaranya ialah:

1. Matriks Adjacency (A). Grafik (atau kumpulan titik data) dapat direpresentasikan sebagai Matriks Adjacency, dimana indeks baris dan kolom mewakili node, dan entri mewakili tidak adanya atau adanya tepi antara node (yaitu jika entri pada baris 0 dan kolom 1 adalah 1, itu akan menunjukkan bahwa node 0 terhubung ke node 1). Matriks Adjacency seperti matriks ketetanggaan, kecuali nilai untuk sepasang titik menyatakan seberapa mirip titik-titik tersebut satu sama lain. Jika pasangan titik sangat berbeda maka Adjacency harus 0. Jika titik identik, maka Adjacency mungkin 1. Dengan cara ini, afinitas bertindak seperti bobot untuk tepi pada grafik.
2. Matriks Derajat (D). Matriks Derajat adalah matriks diagonal, dimana derajat suatu simpul (yaitu nilai) dari diagonal diberikan oleh jumlah sisi yang terhubung dengannya. Kita juga dapat memperoleh derajat simpul dengan menjumlahkan setiap baris dalam matriks ketetanggaan.
3. Matriks Laplace (L). Ini adalah representasi lain dari grafik atau titik data, yang dikaitkan dengan properti indah yang dimanfaatkan oleh spectral clustering. Salah satu representasi tersebut diperoleh dengan mengurangi matriks ketetanggaan dari matriks derajat yaitu;

$$L = D - A \quad (2.2)$$

Dimana:

L= Matriks Laplace

D= Matriks Derajat

A= Matriks Adjacency

Oleh karena itu peneliti tertarik melakukan penelusuran tentang penerapan metode spectral clustering dalam pengklasifikasian kabupaten atau kota sejahtera dan tidak sejahtera di provinsi Sumatera Utara, sehingga peneliti mengangkat penelitian dengan judul klasifikasi



kabupaten atau kota sejahtera dan tidak sejahtera dengan metode spectral clustering pada provinsi Sumatera Utara.

B. Metode Penelitian

Jenis pada penelitian ini yaitu kuantitatif yang bertujuan untuk menguji hipotesa melalui data-data yang terkumpul sesuai dengan konsep sebelumnya. Penelitian ini dilaksanakan di Badan Pusat Statistik Sumatera Utara pada tahun 2022. Lamanya penelitian berlangsung dari bulan September sampai dengan bulan Februari 2023.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yakni:

X_1 = Kabupaten atau kota dengan jumlah penduduk

X_2 = Kabupaten atau kota dengan Derajat kesehatan masyarakat yaitu, angka harapan hidup

X_3 = Kabupaten atau kota dengan kemampuan baca tulis

X_4 = Kabupaten atau kota dengan partisipasi angkatan kerja

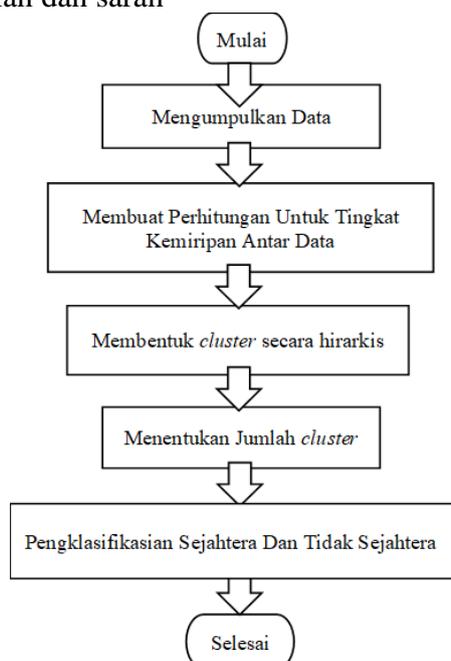
X_5 = Kabupaten atau kota dengan pendapatan rumah tangga

X_6 = Kabupaten atau kota dengan rumah tinggal fasilitas yang tinggi

X_7 = Kabupaten atau kota dengan akses dan informasi kegiatan sosial budaya yaitu, kemiskinan

Adapun prosedur penelitian yang harus dilakukan dengan menyelesaikan penelitian ini yaitu:

1. Mengumpulkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Sumatera Utara
2. Melakukan analisi deskriptif
3. Melakukan olah data pre-processing
4. Melakukan perhitungan untuk mengetahui tingkat kemiripan antar data
5. Membentuk cluster secara hirarkis
6. Melakukan pengelompokan bertingkat
7. Perincian jumlah cluster
8. Menentukan cluster sejahtera dan tidak sejahtera
9. Membuat kesimpulan dan saran



Gambar 1. Prosedur Penelitian

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data penelitian ini adalah sebagai berikut:

Untuk data $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$, dapat dilihat pada tabel-tabel berikut.

Tabel 1 Data kabupaten atau kota dengan jumlah penduduk (x_1) tahun 2021

| Kabupaten Kota | x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | x_5 | x_6 | x_7 |
|---------------------|-----------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| Nias | 147.794 | 69,23 | 99,07 | 81,79 | 882.975 | 87,68 | 89,23 |
| Mandailing Natal | 478.062 | 69,78 | 98,81 | 69,79 | 986.963 | 66,91 | 89,27 |
| Tapanuli Selatan | 303.685 | 62,65 | 98,65 | 74,38 | 1.034.242 | 67,63 | 89,24 |
| Tapanuli Tengah | 369.300 | 64,97 | 98,88 | 75,05 | 1.049.092 | 66,78 | 85,02 |
| Tapanuli Utara | 315.222 | 67,24 | 99,17 | 82,63 | 967.405 | 75,27 | 87,28 |
| Toba Samosir | 208.754 | 68,76 | 98,78 | 80,38 | 1.451.542 | 61,61 | 78,45 |
| Labuhan Batu | 499.982 | 70,29 | 98,92 | 61,84 | 1.721.190 | 68,38 | 79,37 |
| Asahan | 777.626 | 69,95 | 98,09 | 63,02 | 1.492.908 | 73,23 | 84,05 |
| Simalungun | 1.003.727 | 68,37 | 98,84 | 72,55 | 1.373.018 | 70,34 | 87,13 |
| Dairi | 311.665 | 71,37 | 99,31 | 85,73 | 1.200.969 | 75,98 | 89,55 |
| Karo | 409.077 | 69,19 | 99,08 | 84,56 | 1.633.511 | 56,45 | 86,42 |
| Deli Serdang | 1.941.374 | 71,58 | 99,01 | 66,78 | 1.730.132 | 70,09 | 89,44 |
| Langkat | 1.034.519 | 71,77 | 98,62 | 69,12 | 1.410.699 | 79,15 | 89,08 |
| Nias Selatan | 366.163 | 68,97 | 98,19 | 72,25 | 1.969.033 | 86,43 | 97,69 |
| Humbang Hasundutan | 199.719 | 68,86 | 98,73 | 84,17 | 1.067.690 | 79,02 | 91,93 |
| Pakpak Bharat | 53.315 | 69,51 | 99 | 87,7 | 860.344 | 81,59 | 92,44 |
| Samosir | 137.696 | 65,96 | 99,06 | 84,38 | 1.384.012 | 65,89 | 96,04 |
| Serdang Bedagai | 662.076 | 71,41 | 96,1 | 66,75 | 1.267.358 | 76,33 | 93,79 |
| Batu Bara | 413.171 | 68,82 | 98,68 | 70 | 1.606.809 | 77,37 | 90,9 |
| Padang Lawas Utara | 263.351 | 67,13 | 98,46 | 76,82 | 1.287.810 | 76,66 | 79,06 |
| Padang Lawas | 263.719 | 67,22 | 98,96 | 75,23 | 1.272.588 | 76,95 | 89,44 |
| Labuhanbatu Selatan | 316.798 | 67,13 | 98 | 66,38 | 1.520.427 | 58,02 | 98,74 |
| Labuhanbatu Utara | 385.869 | 68,81 | 98,75 | 65,73 | 1.450.269 | 73,36 | 88,84 |
| Nias Utara | 148.790 | 69,56 | 97,99 | 74,27 | 827.395 | 87,39 | 84,96 |
| Nias Barat | 90.585 | 69,55 | 99,26 | 82,08 | 521.160 | 82,37 | 89,53 |
| Sibolga | 89.932 | 69,08 | 99,1 | 71,19 | 1.534.186 | 42,3 | 89,16 |
| Tanjungbalai | 177.640 | 69,25 | 98,2 | 66,57 | 1.354.023 | 65,08 | 88,76 |
| Pematangsiantar | 270.768 | 63,44 | 98,46 | 68,8 | 1.619.833 | 56,19 | 87,97 |
| Tebing Tinggi | 174.969 | 73,77 | 98 | 67,19 | 1.342.261 | 63,56 | 89,12 |
| Medan | 2.460.858 | 70,95 | 98,12 | 62,16 | 1.980.907 | 59,35 | 98,86 |
| Binjai | 295.361 | 73,23 | 99,15 | 62,77 | 1.849.798 | 69,22 | 91,58 |
| Padangsidempuan | 227.674 | 72,45 | 99,32 | 68,69 | 1.424.720 | 53,54 | 96,13 |
| Gunungsitoli | 136.707 | 69,5 | 98,32 | 62,95 | 1.164.397 | 74,07 | 96,11 |

1. Analisis Deskriptif

Data yang didapatkan mempunyai variabilitas satuan, maka perlu dilakukan standarisasi atau transformasi terhadap variable yang relevan ke bentuk zscore.

Tabel 2 Deskriptif

| | <i>N</i> | <i>Minimum</i> | <i>Maximum</i> | <i>Mean</i> | <i>Std. Deviation</i> |
|---|----------|----------------|----------------|-------------|-----------------------|
| Jumlah Penduduk | 33 | 53315 | 2460858 | 452610.55 | 512593.201 |
| Angka Harapan Hidup | 33 | 62.65 | 73.77 | 69.1467 | 2.51064 |
| Dapat Membaca dan Menulis | 33 | 96.10 | 99.32 | 98.6388 | .61360 |
| Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja | 33 | 61.84 | 87.70 | 72.8394 | 7.84786 |
| Rata Rata Pendapatan Bersih Sebulan Bekerja | 33 | 521160 | 1980907 | 1340595.94 | 339290.262 |
| Milik Sendiri | 33 | 423.00 | 8768.00 | 6927.6364 | 1480.99329 |
| Kemiskinan | 33 | 78.45 | 98.86 | 89.5327 | 5.11670 |
| Valid N (listwise) | 33 | | | | |

Cara menghitung *mean*.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n}$$



Dimana

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 147.794 + 478.062 + 303.685 + 369.300 + 315.222 + 208.754 \\ + 499.982 + 777.626 + 1.003.727 + 311.665 + 409.077 + 1.941.374 \\ + 1.034.519 + 366.163 + 199.719 + 53.315 + 137.696 + 662.076 \\ + 413.171 + 263.551 + 263.719 + 316.798 + 385.869 + 148.790 \\ + 90.585 + 89.932 + 177.640 + 270.768 + 174.969 + 2.460.858 \\ + 295.361 + 227.674 + 136.707$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 14.936.148$$

$$\bar{x} = \frac{14.936.148}{33}$$

$$\bar{x} = 452610.55$$

Nilai minimum adalah nilai yang terkecil yaitu 53.515

Nilai maximum adalah nilai yang terbesar yaitu 2.460.858

Standar deviasinya adalah:

$$SD = \sqrt{254.789.613.782} = 512593.201$$

Berdasarkan Tabel di atas diperoleh informasi yaitu:

1. Kabupaten atau kota dengan jumlah penduduk paling rendah di Sumatera Utara yaitu kabupaten Pakpak Barat, sedangkan kabupaten atau kota dengan jumlah penduduk paling tinggi di Sumatera Utara yaitu kota Medan.
2. Kabupaten atau kota dengan jumlah angka harapan hidup paling rendah di Sumatera Utara yaitu, kabupaten Mandailing Natal, sedangkan kabupaten atau kota dengan jumlah angka harapan hidup paling tinggi di Sumatera Utara yaitu, kota Pematangsiantar
3. Kabupaten atau kota dengan jumlah dapat membaca dan menulis paling rendah di Sumatera Utara yaitu, kabupaten Serdang Bedagai, sedangkan kabupaten atau kota dengan jumlah dapat membaca dan menulis paling tinggi di Sumatera Utara yaitu, kota Padangsidempuan
4. Kabupaten atau kota dengan jumlah tingkat partisipasi Angkatan kerja paling rendah di Sumatera Utara yaitu, kabupaten Labuhan Batu, sedangkan kabupaten atau kota dengan jumlah tingkat partisipasi Angkatan kerja paling tinggi di Sumatera Utara yaitu, kabupaten Pakpak Barat
5. Kabupaten atau kota dengan jumlah rata-rata pendapatan bersih sebulan paling rendah di Sumatera Utara yaitu, kabupaten Nias Barat, sedangkan kabupaten atau kota dengan jumlah rata-rata pendapatan bersih sebulan paling tinggi di Sumatera Utara yaitu, kota Medan
6. Kabupaten atau kota dengan jumlah rumah milik sendiri paling rendah di Sumatera Utara yaitu, kota Sibolga sedangkan kabupaten atau kota dengan jumlah rumah milik sendiri paling tinggi di Sumatera Utara yaitu, kabupaten Nias
7. Kabupaten atau kota dengan jumlah kemiskinan paling tinggi di Sumatera Utara yaitu, kabupaten Toba, sedangkan kabupaten atau kota dengan jumlah kemiskinan paling rendah di Sumatera Utara yaitu, kota Medan.



2. Data Pre Processing

Tahap *preprocessing* dilakukan untuk mempersiapkan data sehingga siap digunakan. Preprocessing yang dilakukan yaitu, *scaling* data dengan metode standarisasi

Cara menghitung Zscore:

$$\begin{aligned} Z &= \frac{x-\mu}{\sigma} \\ &= \frac{147.794 - 452610.55}{512593.201} \\ &= \frac{-304816,55}{512593.201} \\ &= -0.59465586 \end{aligned}$$

3. Data Pre Processing

Semakin kecil jarak *euclidean*, maka semakin mirip kedua *variable* tersebut sehingga akan membentuk *cluster*.

Cara menghitung tingkat kemiripan antar data

$$\begin{aligned} D_{(i,j)} &= \sum(x_{ij} - x_{jk})^2 \\ D_{(i,j)} &= (-0,59466 - 0,04965)^2 + (0,25226 - (-2,58766))^2 + (0,70275 - 0,27903)^2 + (1,14051 - 0,38856)^2 + (-1,34876 - (-1,04272))^2 + (1,24265 - (-0,15978))^2 + (0,05916 - 0,05135)^2 \\ D_{(i,j)} &= (-0,64431)^2 + (2,83992)^2 + (0,42372)^2 + (1,52907)^2 + (-0,30649)^2 + (1,40243)^2 + (-0,00781)^2 \\ D_{(i,j)} &= (0,415135376) + (8,065145606) + (0,179539) + (2,338055065) + (0,09393612) + (1,966809905) + (6,09961E - 05) \\ D_{(i,j)} &= 13,05868171 \\ D_{(i,j)} &= 13,059 \end{aligned}$$

4. Pengclusteran Dengan Spectral Clustering

(a) Pengelompokan Bertingkat

Tabel 3 Hasil dari proses *clustering*

| Stage | Cluster Combined | Coefficients | | Stage Cluster First Appears | Next Stage | | |
|-------|------------------|--------------|-----------|-----------------------------|------------|-----------|--|
| | | Cluster 1 | Cluster 2 | | Cluster 1 | Cluster 2 | |
| 1 | 5 | 10 | .910 | 0 | 0 | 4 | |
| 2 | 1 | 15 | 1.338 | 0 | 0 | 4 | |
| 3 | 2 | 3 | 1.402 | 0 | 0 | 8 | |
| 4 | 1 | 5 | 1.592 | 2 | 1 | 10 | |
| 5 | 19 | 23 | 1.697 | 0 | 0 | 12 | |
| 6 | 4 | 21 | 1.714 | 0 | 0 | 16 | |
| 7 | 9 | 13 | 1.748 | 0 | 0 | 12 | |
| 8 | 2 | 27 | 2.841 | 3 | 0 | 16 | |
| 9 | 28 | 29 | 2.868 | 0 | 0 | 18 | |
| 10 | 1 | 25 | 3.053 | 4 | 0 | 13 | |
| 11 | 6 | 20 | 3.264 | 0 | 0 | 26 | |
| 12 | 9 | 19 | 3.278 | 7 | 5 | 14 | |
| 13 | 1 | 16 | 3.390 | 10 | 0 | 22 | |
| 14 | 8 | 9 | 3.846 | 0 | 12 | 20 | |
| 15 | 22 | 33 | 4.126 | 0 | 0 | 19 | |
| 16 | 2 | 4 | 4.175 | 8 | 6 | 24 | |
| 17 | 11 | 17 | 4.768 | 0 | 0 | 28 | |
| 18 | 28 | 31 | 5.361 | 9 | 0 | 21 | |
| 19 | 22 | 32 | 5.755 | 15 | 0 | 25 | |



| Stage | Cluster Combined | | Stage Cluster First Appears | Next Stage | | |
|-------|------------------|-----------|-----------------------------|------------|-----------|----|
| | Cluster 1 | Cluster 2 | | Cluster 1 | Cluster 2 | |
| 20 | 7 | 8 | 6.088 | 0 | 14 | 21 |
| 21 | 7 | 28 | 6.547 | 20 | 18 | 25 |
| 22 | 1 | 24 | 7.187 | 13 | 0 | 24 |
| 23 | 12 | 30 | 8.277 | 0 | 0 | 32 |
| 24 | 1 | 2 | 8.456 | 22 | 16 | 26 |
| 25 | 7 | 22 | 8.509 | 21 | 19 | 27 |
| 26 | 1 | 6 | 9.456 | 24 | 11 | 29 |
| 27 | 7 | 14 | 10.095 | 25 | 0 | 28 |
| 28 | 7 | 11 | 10.909 | 27 | 17 | 29 |
| 29 | 1 | 7 | 12.360 | 26 | 28 | 30 |
| 30 | 1 | 18 | 25.170 | 29 | 0 | 31 |
| 31 | 1 | 26 | 27.557 | 30 | 0 | 32 |
| 32 | 1 | 12 | 28.092 | 31 | 23 | 0 |

Setelah jarak antar *variable* di ukur dengan jarak Euclidean, maka dilakukan pengelompokan secara bertingkat

Penjelasan Tabel 3

1. Stage 1 : terbentuk 1 *cluster* yang beranggotakan Tapanuli Utara dan Dairi dengan jarak 0,910. *Clustering* selanjutnya dengan melihat stage 4.
2. Stage 8 terlihat objek ke-1 Nias membentuk *cluster* dengan Tapanuli Utara . Dengan demikian *cluster* terdiri dari 3 objek yaitu Nias, Tapanuli Utara dan Dairi. Sedangkan jarak sebesar 1,592 merupakan jarak rata-rata objek terakhir yang bergabung dengan 2 objek sebelumnya

(b) Perincian Jumlah Cluster

Tabel 4 Cluster Membership

| Case | 4 Clusters | 3 Clusters | 2 Clusters | Case | 4 Clusters | 3 Clusters | 2 Clusters |
|-------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|
| 1:Nias | 1 | 1 | 1 | 18:Serdang | 3 | 1 | 1 |
| 2:Mandaili | 1 | 1 | 1 | 19:Batubara | 1 | 1 | 1 |
| 3:Tapanuli | 1 | 1 | 1 | 20:Padang L | 1 | 1 | 1 |
| 4:Tapanuli | 1 | 1 | 1 | 21:Padang L | 1 | 1 | 1 |
| 5:Tapanuli | 1 | 1 | 1 | 22:Labuhanb | 1 | 1 | 1 |
| 6:Toba | 1 | 1 | 1 | 23:Labuhanb | 1 | 1 | 1 |
| 7:Labuhanb | 1 | 1 | 1 | 24:Nias Uta | 1 | 1 | 1 |
| 8:Asahan | 1 | 1 | 1 | 25:Nias Bar | 1 | 1 | 1 |
| 9:Simalung | 1 | 1 | 1 | 26:Sibolga | 4 | 3 | 1 |
| 10:Dairi | 1 | 1 | 1 | 27:Tanjungb | 1 | 1 | 1 |
| 11:Karo | 1 | 1 | 1 | 28:Pematang | 1 | 1 | 1 |
| 12:Deli Ser | 2 | 2 | 2 | 29:Tebing T | 1 | 1 | 1 |
| 13:Langkat | 1 | 1 | 1 | 30:Medan | 2 | 2 | 2 |
| 14:Nias Sel | 1 | 1 | 1 | 31:Binjai | 1 | 1 | 1 |
| 15:Humbang | 1 | 1 | 1 | 32:Padangsi | 1 | 1 | 1 |
| 16:Pakpak B | 1 | 1 | 1 | 33:Gunungsi | 1 | 1 | 1 |
| 17:Samosir | 1 | 1 | 1 | | | | |

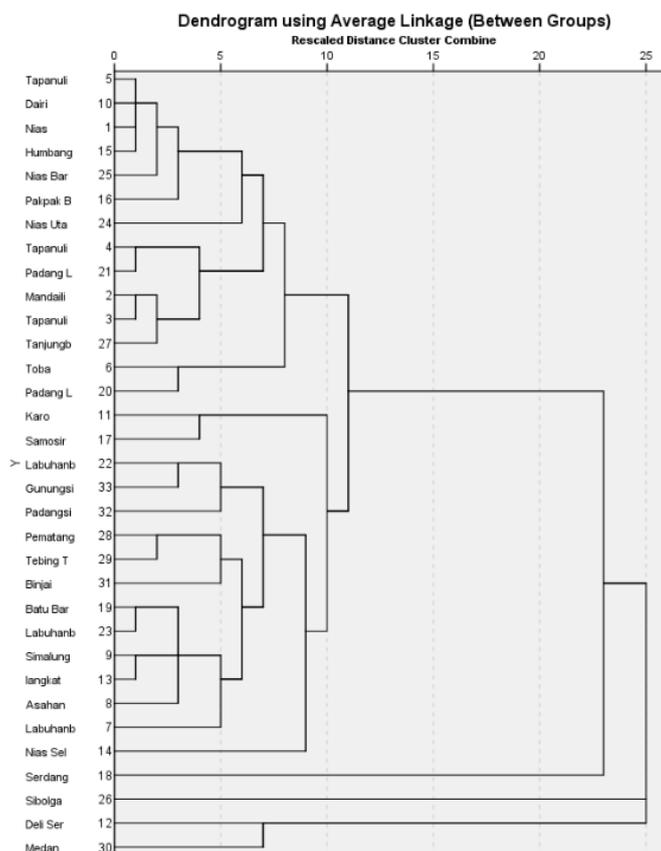
Berdasarkan Tabel 4 dapat dijabarkan bahwa:

1. Apabila diinginkan dibentuk 4 *cluster*, maka:
 - a Anggota *cluster* 1 adalah Nias, Mandailing Natal, Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Tapanuli Utara, Toba Samosir, Labuhan Batu, Asahan, Simalungun, Dairi, Karo, Langkat, Nias Selatan, Humbang Hasunudutan, Pakpak Barat, Samosir, Batu Bara, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan,



- Labuhan Batu Utara , Nias Utara, Nias Barat, Tanjung Balai, Pematang Siantar, Tebing Tinggi, Binjai, Padang Sidempuan, Gunung Sitoli.
- b Anggota *cluster* 2 adalah Medan dan Deli Serdang
 - c Anggota *cluster* 3 adalah Serdang Bedagai
 - d Anggota *cluster* 4 adalah Sibolga
2. Apabila diinginkan dibentuk 3 *cluster*, maka:
- a Anggota *cluster* 1 adalah Nias, Mandailing Natal, Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Tapanuli Utara, Toba Samosir, Labuhan Batu, Asahan, Simalungun, Dairi, Karo, Langkat, Nias Selatan, Humbang Hasunudutan, Pakpak Barat, Samosir, Serdang Bedagai, Batu Bara, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan, Labuhan Batu Utara , Nias Utara, Nias Barat, Tanjung Balai, Pematang Siantar, Tebing Tinggi, Binjai, Padang Sidempuan, Gunung Sitoli.
 - b Anggota *cluster* 2 adalah Medan dan Deli Serdang
 - c Anggota *cluster* 3 adalah Sibolga
3. Apabila diinginkan di bentuk 2 *cluster*, maka:
- a Anggota *cluster* 1 adalah Nias, Mandailing Natal, Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Tapanuli Utara, Toba Samosir, Labuhan Batu, Asahan, Simalungun, Dairi, Karo, Langkat, Nias Selatan, Humbang Hasunudutan, Pakpak Barat, Samosir, Serdang Bedagai, Batu Bara, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan, Labuhan Batu Utara , Nias Utara, Nias Barat, Sibolga, Tanjung Balai, Pematang Siantar, Tebing Tinggi, Binjai, Padang Sidempuan, Gunung Sitoli.
 - b Anggota *cluster* 2 adalah: Medan dan Deli Serdang.

(c) *Perincian Jumlah Cluster*



Gambar 2 Jumlah cluster dengan anggota yang terbentuk



Berdasarkan Gambar 2 dapat dijabarkan bahwa:

- 1 Apabila diinginkan dibentuk 4 *cluster*, maka:
 - a Anggota *cluster* 1 adalah Medan dan Deli Serdang, dimana di nyatakan sebagai Sangat Sejahtera
 - b Anggota *cluster* 2 adalah Sibolga, dimana dinyatakan sejahtera
 - c Anggota *cluster* 3 adalah Serdang Bedagai, dimana dinyatakan cukup Sejahtera
 - d Anggota *cluster* 4 adalah Nias, Mandailing Natal, Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Tapanuli Utara, Toba Samosir, Labuhan Batu, Asahan, Simalungun, Dairi, Karo, Langkat, Nias Selatan, Humbang Hasunudutan, Pakpak Barat, Samosir, Batu Bara, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan, Labuhan Batu Utara, Nias Utara, Nias Barat, Tanjung Balai, Pematang Siantar, Tebing Tinggi, Binjai, Padang Sidempuan, Gunung Sitoli, dimana dinyatakan tidak sejahtera
- 2 Apabila diinginkan dibentuk 3 *cluster*, maka:
 - a Anggota *cluster* 1 Medan dan Deli Serdang, dimana dinyatakan sejahtera
 - b Anggota *cluster* 2 adalah Sibolga, dimana dinyatakan cukup sejahtera
 - c Anggota *cluster* 3 adalah Nias, Mandailing Natal, Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Tapanuli Utara, Toba Samosir, Labuhan Batu, Asahan, Simalungun, Dairi, Karo, Langkat, Nias Selatan, Humbang Hasunudutan, Pakpak Barat, Samosir, Serdang Bedagai, Batu Bara, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan, Labuhan Batu Utara, Nias Utara, Nias Barat, Tanjung Balai, Pematang Siantar, Tebing Tinggi, Binjai, Padang Sidempuan, Gunung Sitoli, dimana dinyatakan tidak sejahtera
- 3 Apabila diinginkan di bentuk 2 *cluster*, maka:
 - a Anggota *cluster* 1 adalah Medan dan Deli Serdang, dimana dinyatakan sejahtera
 - b Anggota *cluster* 2 adalah Nias, Mandailing Natal, Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Tapanuli Utara, Toba Samosir, Serdang Bedagai, Labuhan Batu, Asahan, Simalungun, Dairi, Karo, Langkat, Nias Selatan, Humbang Hasunudutan, Pakpak Barat, Samosir, Batu Bara, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan, Labuhan Batu Utara, Nias Utara, Nias Barat, Sibolga, Tanjung Balai, Pematang Siantar, Tebing Tinggi, Binjai, Padang Sidempuan, Gunung Sitoli, dimana dinyatakan tidak sejahtera

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan terhadap data *variable* yang diambil untuk menentukan klasifikasi kabupaten atau kota sejahtera dan tidak sejahtera di BPS Sumatera Utara, data tahun 2021 dapat diambil kesimpulan, yaitu:

1. Pengklasifikasian kabupaten atau kota sejahtera dan tidak sejahtera pada provinsi Sumatera Utara dilakukan dengan menggunakan metode *spectral clustering*.
2. *Cluster* yang didapat sebanyak 2 *cluster* yaitu *cluster* 1 merupakan kabupaten atau kota yang sejahtera adalah Medan dan Deli Serdang, dan *cluster* 2 merupakan kabupaten atau kota yang tidak sejahtera, adalah Nias, Mandailing Natal, Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Tapanuli Utara, Toba Samosir, Labuhan Batu, Asahan, Simalungun, Dairi, Karo, Langkat, Nias Selatan, Humbang Hasunudutan, Pakpak Barat, Samosir, Serdang Bedagai, Batu Bara, Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan, Labuhan Batu Utara, Nias Utara, Nias Barat, Sibolga, Tanjung Balai, Pematang Siantar, Tebing Tinggi, Binjai, Padang Sidempuan, Gunung Sitoli.



DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, W. A., Hidayat, M., & Darwin, R. (2017). Pengaruh Investasi, Tenaga Kerja dan Pertumbuhan Penduduk Terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Kabupaten Pelalawan. *Jurnal Akuntansi Dan Ekonomika*, 7(2), 140-147.
- BPS. (2020). Indeks pembangunan manusia. Retrieved Februari, 18.
- Dini, Andini dkk. (2020). Analisis Teknik Non Hierarki Untuk Pengelompokkan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat. *Jurnal riset matematika dan sains terapan*.
- Farida, Yuniar. (2021). Peramalan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Kabupaten Bojonegoro Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Brown. *Teori dan riset matematika*, 6(2), 173-183.
- Ginting, A. L. (2020). Dampak Angka Harapan Hidup dan Kesempatan Kerja Terhadap Kemiskinan. *EcceS (Economics, Social, and Development Studies)*, 7(1), 42-61.
- Hamdeni, Medriosa dkk. (2017). Study Potensi Penyebab Masalah Lalu Lintas Dengan Metode Cluster Analysis. *Seniman Nasional Strategi Pembangunan*.
- Hatta, M. S., Azmi, F., & Setianingsih, C. (2021). Clustering Pada Data Sentimen Penggunaan Transportasi Online Menggunakan Algoritma Spectral clustering. *Proceedings of Engineering*, 8(6).
- Nuraini, I. (2017). Kualitas pertumbuhan ekonomi daerah kabupaten/kota di jawa timur. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 15, 79-93.
- Nurmasyitah, dkk. (2018). Analisis Dan Implementasi Community Detection Menggunakan Spectral Clustering Method Dalam Sosial Network. *Vol 5 No 2*.
- Putri, Millennia Widya dkk. (2022). Implementasi Spectral Clustering Algorithm Untuk Pengelompokkan Sasaran Vaksinasi Covid-19 Di Indonesia. *Jurnal Statistika*, vol.10, No.1.
- Risman, dkk. (2019). Implementasi Metode DBSCAN Pada Pengelompokan Kabupaten Atau Kota Di Pulau Kalimantan Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat. *Jurnal matematika*. Terbitan 1.
- Riyan, Muda dkk. (2019). Pengaruh Angka Harapan Hidup, Tingkat Pendidikan Dan Pengeluaran Perkapita Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Sulawesi Utara Pada Tahun 2003-2017. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi Volume 19 No. 01 Tahun 2019*.
- Sagita, Charolina Sihombing dkk. (2021). Pengelompokan Tingkat Kesejahteraan Masyarakat Di Sumatera Utara Dengan Metode K-Means Clustering. *Jurnal Matematika Integratif*. Volume 17 No. 02 Tahun 2021.
- Septian, Wulandari dkk. (2021). Analisis Clustering Virus MERS-Cov Menggunakan Metode Spectral Clustering Dan Algoritma K-Means. *Vol 5. No 3*.



Sodiq, Amirus. (2022) Konsep Kesejahteraan Dalam Islam. STAIN, Kudus.

Sunarti, E. (2022). Indikator Kesejahteraan Kota di Indonesia.

Sukmasari, Dahliana. (2020). Konsep Kesejahteraan Masyarakat Dalam Perspektif Al-Qur'an.
Journal Of Qur'an and Hadis

