



Pengelompokan Kabupaten/Kota di Jawa Tengah Berdasarkan Kepadatan Penduduk Menggunakan Metode Hierarchical Clustering

Yusrisma Asyfani¹, Indah Manfaati Nur², Ihsan Fathoni Amri³, Novia Yunanita⁴, Febrian Hikmah Nur Rohim⁵, Zahra Aura Hisani⁶, Febi Anggun Lestari⁷,
1,2,3,4,5,6,7 Universitas Muhammadiyah Semarang, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.26714/jodi>

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Disubmit 7 Agustus 2023
Direvisi 20 Juni 2024
Disetujui 30 Juni 2024

Keywords:

Population Density; Grow rate; Clustering; Hierarchical Clustering;

Abstrak

Provinsi Jawa Tengah, dengan kepadatan penduduk yang signifikan, menduduki posisi kelima di Indonesia berdasarkan jumlah penduduk per kilometer persegi pada tahun 2020. Kepadatan yang tinggi ini menyebabkan berbagai masalah sosial dan infrastruktur, menjadikannya penting untuk memahami dan mengelola distribusi penduduk secara efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Jawa Tengah berdasarkan kepadatan penduduk menggunakan metode Hierarchical Clustering Ward untuk memberikan wawasan yang dapat memandu kebijakan publik. Data dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah tahun 2020 digunakan, melibatkan variabel kepadatan penduduk, kelahiran, kematian, dan laju pertumbuhan. Analisis mendalam dilakukan menggunakan R Studio, dengan normalisasi data diikuti oleh uji metode elbow untuk menentukan jumlah kluster yang optimal. Hasil analisis menunjukkan pembagian kabupaten/kota ke dalam empat kluster berdasarkan kepadatan penduduk. Kluster ini mencerminkan variasi signifikan dalam kepadatan penduduk, dari yang sangat tinggi hingga rendah, memungkinkan identifikasi area yang membutuhkan intervensi spesifik. Penelitian ini memberikan kontribusi penting pada pemahaman pola demografis regional dan mendukung perencanaan strategis berbasis data untuk pemerintah provinsi.

Abstract

Central Java, with its significant population density, ranks fifth in Indonesia in terms of population per square kilometer as of 2020. This high density leads to various social and infrastructure issues, making it crucial to understand and effectively manage population distribution. This study aims to cluster districts/cities in Central Java based on population density using the Hierarchical Clustering Ward method to provide insights that can guide public policy. Data from the Central Java Provincial Statistics Office for 2020 was used, involving variables of population density, birth rates, death rates, and growth rates. An in-depth analysis was conducted using R Studio, with data normalization followed by the elbow method test to determine the optimal number of clusters. The results of the analysis show that the districts/cities were divided into four clusters based on population density. These clusters reflect significant variations in population density, from very high to low, allowing for the identification of areas that require specific interventions. This research contributes important insights into regional demographic patterns and supports strategic data-driven planning for the provincial government.

PENDAHULUAN

Kepadatan penduduk adalah jumlah penduduk rata-rata per kilometer persegi di setiap wilayah. Jumlah penduduk di setiap wilayah tidak sama. Dua faktor mempengaruhi kepadatan penduduk: faktor *intern* daerah, seperti pertumbuhan penduduk yang relatif tinggi (kelahiran lebih tinggi daripada kematian), dan wilayah yang strategis; dan faktor *eksternal*, seperti banyaknya penduduk yang berpindah dan wilayah yang kurang produktif di sekitarnya[1]. Ketimpangan pembagian penduduk adalah salah satu masalah kependudukan yang masih dihadapi provinsi Jawa Tengah. Pembagian wilayah yang tidak seimbang menyebabkan masalah kepadatan penduduk dan himpitan penduduk di suatu wilayah. Sebagai provinsi dengan kepadatan penduduk nomor 5 di Indonesia, Jawa Tengah memiliki kepadatan penduduk 1.113 jiwa/km², di bawah DKI Jakarta (15.907 jiwa/km²), Jawa Barat (1.365 jiwa/km²), Banten (1.232 jiwa/km²), dan DIY (1.171 jiwa/km²). Tiga kota di Jawa Tengah dengan kepadatan penduduk yang tinggi yaitu Kota Surakarta (11.353 jiwa/km²), Kota Magelang (7.567 jiwa/km²) dan Kota Tegal (6.901 jiwa/km²). Kota Semarang sendiri sebagai ibukota provinsi Jawa Tengah menempati urutan ke lima dengan kepadatan penduduk sebanyak 4.424 jiwa/km².

Kapasitas jalan dan volume lalu lintas dipengaruhi secara signifikan oleh jumlah penduduk dan kepadatan. Masalah muncul karena penduduk tidak memperhatikan lingkungan mereka dan seringkali membuang sampah atau limbah ke sungai, menyebabkan pemukiman kumuh dan berdampak pada kualitas air. Kepadatan penduduk juga terkait erat dengan tingkat pengangguran dan pekerjaan yang tidak menetap, yang dapat mempengaruhi kualitas hidup penduduk dan menyebabkan tingkat tindak kriminal yang tinggi. Salah satu dampak negatif dari tingginya kepadatan penduduk adalah penyebaran penyakit yang cepat, seperti demam berdarah dengue (DBD). Oleh karena itu, keputusan individu atau kelompok untuk tinggal di provinsi Jawa Tengah dapat memiliki konsekuensi besar, karena masalah-masalah tersebut saling berhubungan dan berpotensi membentuk lingkaran masalah yang kompleks[2,3].

Untuk menghadapi tingkat kepadatan penduduk, langkah pertama yang diperlukan adalah mengenali faktor-faktor penyebab utama kepadatan penduduk di suatu wilayah. Faktor-faktor tersebut kemudian diklasifikasikan menjadi berbagai variabel yang dianggap sebagai penyebab utama dari kepadatan penduduk. Selanjutnya, variabel-variabel ini perlu disederhanakan untuk menghasilkan beberapa faktor yang mencerminkan keragaman dari berbagai variabel tersebut. Beberapa faktor umum yang mempengaruhi kepadatan penduduk yaitu kelahiran, kematian serta laju pertumbuhan penduduk. Pada penelitian ini variabel yang akan digunakan yaitu kepadatan penduduk tahun 2020, kelahiran tahun 2020, kematian tahun 2020 serta persentase laju pertumbuhan 2020[4].

Menurut Badan Pusat Statistik(BPS) Kepadatan penduduk adalah banyaknya orang yang tinggal di satu satuan luas.Sangat berguna untuk program transmigrasi yang berfokus pada pemerataan penduduk. Kepadatan penduduk kasar (CPD) adalah ukuran jumlah penduduk untuk setiap kilometer persegi luas wilayah. Luas wilayah yang dimaksud adalah luas seluruh wilayah suatu administrasi. Kelahiran adalah salah satu variabel yang berpengaruh terhadap jumlah penduduk suatu wilayah. Kelahiran merupakan proses di mana bayi baru lahir dari rahim ibu, dan merupakan bagian dari aspek demografi yang mencakup kelahiran, kematian, dan migrasi. Faktor-faktor demografi ini memiliki potensi untuk mempengaruhi kepadatan penduduk di suatu daerah. Jika jumlah kelahiran di suatu daerah meningkat, maka akan terjadi peningkatan jumlah bayi dalam populasi tersebut[5].

Kematian adalah proses di mana seseorang meninggal dunia. Dalam konteks kependudukan, kematian merupakan salah satu faktor demografi yang dapat mempengaruhi jumlah penduduk suatu daerah. Tingkat kematian atau mortalitas dapat dihitung dengan membandingkan jumlah kematian dalam suatu periode tertentu dengan jumlah penduduk pada periode tersebut. Tingkat kematian dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi kesehatan, aksesibilitas pelayanan kesehatan, tingkat kemiskinan, dan faktor lingkungan. Tingkat kematian juga merupakan salah satu unsur dalam perhitungan pertumbuhan alami penduduk, yang merupakan selisih antara jumlah kelahiran dan jumlah kematian dalam suatu daerah pada periode tertentu[6,7]. Laju pertumbuhan penduduk adalah

angka yang menunjukkan persentase penambahan populasi dalam jangka waktu tertentu. Angka ini ditunjukkan sebagai persentase dari populasi dasar. Untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, sangat penting untuk mengontrol peningkatan populasi. Pertumbuhan penduduk yang cepat dan tidak terkendali dapat menyebabkan tujuan pembangunan ekonomi tidak tercapai, yang mengakibatkan penurunan kesejahteraan rakyat[8,9].

Untuk mengevaluasi kemajuan pemerataan penduduk di Indonesia, khususnya di Provinsi Jawa Tengah, kita perlu mengklasifikasikan kabupaten atau kota berdasarkan tingkat kepadatan penduduk. Oleh karena itu, studi ini akan dilakukan untuk memahami bagaimana setiap wilayah di Provinsi Jawa Tengah dikelompokkan berdasarkan variabel-variabel seperti angka kelahiran, angka kematian, dan persentase laju pertumbuhan penduduk. *Clustering* tidak sama dengan klasifikasi; klasifikasi adalah penempatan data baru ke salah satu kategori (kelas) yang telah didefinisikan sebelumnya[10]. Analisis *cluster* digunakan untuk mengkategorikan objek ke dalam kelompok yang relatif serupa, di mana objek-objek dalam setiap kelompok cenderung mirip satu sama lain dan berbeda dari objek-objek dalam kelompok lain. Analisis *cluster* memiliki berbagai aplikasi, seperti dalam bidang bisnis, pengenalan pola citra, pencarian web, ilmu biologi, dan keamanan. Analisis *cluster* dapat digunakan untuk mengelompokkan berdasarkan karakteristik yang serupa. Dalam analisis *cluster*, objek-objek yang memiliki karakteristik yang mirip berada dalam satu kelompok, sedangkan karakteristik antar kelompok berbeda[11].

Dalam analisis kelompok, ada dua kategori: kelompok hirarkis dan kelompok *non-hierarchical*. Untuk kelompok hirarkis, ada dua pendekatan: *agglomerative* dan *divisive*. Dalam pendekatan *agglomerative*, setiap objek terletak pada kelompok yang berbeda. Selanjutnya, objek yang semakin bertambah pada setiap cluster akan membentuk *cluster*. Sampai semua objek menjadi anggota *cluster* tunggal, proses berakhir[12]. Untuk mendapatkan kelompok dengan varian internal sekecil mungkin, metode *Ward* menggunakan *agglomerative clustering hirarki*. *Agglomerative* adalah pengelompokan hirarki di mana setiap objek berasal dari *cluster* yang terpisah. *Cluster* dibentuk dengan mengelompokkan objek ke dalam *cluster* yang semakin banyak anggotanya. Sampai semua objek menjadi anggota dari *cluster* tunggal, proses dihentikan[13].

Beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan mengenai analisis terkait dampak kepadatan penduduk terhadap kualitas hidup masyarakat di provinsi Jawa Tengah[14]. Selain itu, Salsabilla B sebelumnya telah melakukan penelitian mengenai pengelompokan provinsi di Indonesia menggunakan metode *ward's hierarchical clustering* berdasarkan produksi tanaman pangan pada tahun 2018[15]. Serta Hestuningtyas F juga telah melakukan penelitian pengelompokan kecamatan di kabupaten Merangin berdasarkan produksi tanaman pangan menggunakan metode *Agglomerative Hierarchical Clustering*[16]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peranan *Fuzzy Possibilistic C Means Clustering* dalam mengelompokkan kabupaten/kota di Jawa Tengah. Data yang sudah dikelompokkan maka diharapkan data tersebut akan mempermudah penduduk dalam memilih tempat tinggal berdasarkan kepadatannya serta bagi pemerintah untuk mengetahui persebaran penduduk di provinsi Jawa Tengah.

METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data sekunder mengenai kepadatan penduduk di Provinsi Jawa Tengah tahun 2020, yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. Penelitian ini menggunakan beberapa variabel, antara lain kepadatan penduduk, angka kematian, jumlah kelahiran, dan laju pertumbuhan. Variabel-variabel ini dipilih berdasarkan relevansinya dalam menganalisis dinamika demografis di tingkat kabupaten/kota di wilayah tersebut (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, 2020). Struktur variabel yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Variabel Penelitian

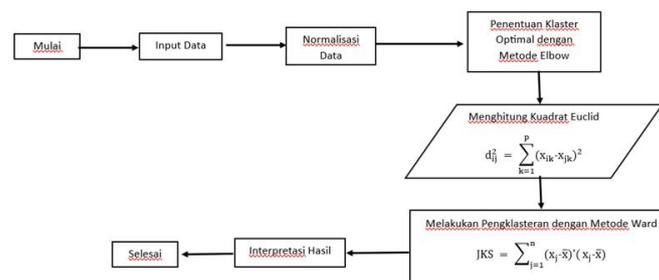
Variabel	Keterangan
	Kepadatan
X1	Penduduk
X2	Kematian
X3	Kelahiran
X4	Laju Pertumbuhan

Sumber: BPS Provinsi Jawa Tengah

Objek penelitian terdiri dari seluruh kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah, yang berjumlah 35 entitas. Pemilihan semua kabupaten/kota ini penting untuk memastikan representasi yang komprehensif dalam analisis kluster (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, 2020).

Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak R Studio, sebuah *platform* yang dikenal luas dalam analisis data statistik dan pengolahan data (R Studio, 2020). Penggunaan R Studio memberikan fleksibilitas dan kemampuan untuk mengimplementasikan berbagai algoritma analisis data, termasuk metode klusterisasi hierarkis yang digunakan dalam penelitian ini.

Proses analisis menggunakan algoritma *Hierarchical Clustering Ward* (R Studio, 2020). Algoritma ini dipilih karena kemampuannya dalam mengelompokkan data berdasarkan kedekatannya secara hierarkis, sesuai dengan tujuan untuk mengidentifikasi pola dalam data kepadatan penduduk di Jawa Tengah. Untuk Langkah – Langkah yang dilakukan dalam *Hierarchical Clustering Ward* diperlihatkan dalam diagram alir pada gambar 1 berikut ini:



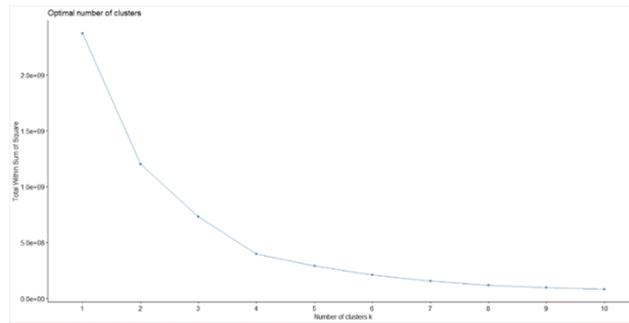
Gambar 1. Diagram alir Algoritma *Hierarichal Clustering Ward*

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menghasilkan klusterisasi yang optimal untuk data kepadatan penduduk di Jawa Tengah, tetapi juga memberikan wawasan yang berharga dalam memahami pola dan struktur demografis di tingkat kabupaten/kota di wilayah tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengaplikasikan metode *Hierarchical Clustering* untuk mengelompokkan kabupaten/kota di provinsi Jawa Tengah berdasarkan kepadatan penduduk mereka. Kepadatan penduduk merupakan indikator penting yang bisa mempengaruhi berbagai aspek kehidupan sosial, ekonomi, dan infrastruktur. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang distribusi kepadatan penduduk dapat sangat membantu dalam perencanaan dan pengembangan kebijakan yang lebih efektif.

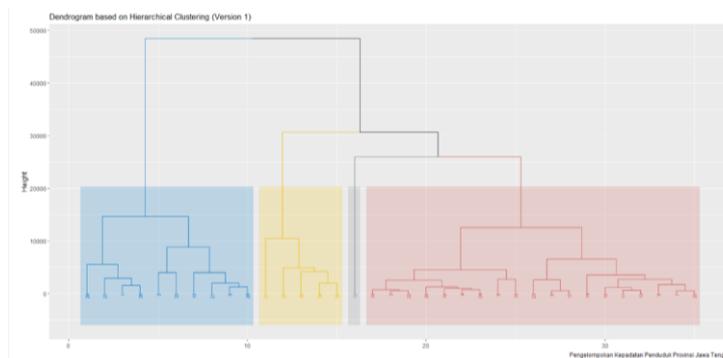
Sebelum melakukan analisis kluster, langkah awal yang dilakukan adalah normalisasi data. Proses normalisasi ini esensial untuk memastikan bahwa setiap variabel memiliki skala yang seragam, sehingga tidak ada satu variabel pun yang dominan yang bisa mempengaruhi hasil analisis secara tidak proporsional. Data yang dinormalisasi ini kemudian diuji dengan menggunakan metode *elbow*, yang merupakan teknik yang digunakan untuk menentukan jumlah kluster yang optimal dalam analisis kluster.



Gambar 2. Grafik Metode Elbow

Penggunaan grafik *elbow* dalam penelitian ini sangat kritis karena membantu dalam visualisasi dan penentuan jumlah kluster yang efektif. Grafik ini menampilkan hubungan antara jumlah kluster dan variabilitas data yang dijelaskan oleh kluster tersebut. Titik siku pada grafik ini, seperti yang terlihat pada Gambar 2, merupakan titik di mana penambahan kluster lebih lanjut tidak lagi menyebabkan penurunan signifikan dalam jumlah kuadrat jarak dalam kluster (*inertia*). Pada penelitian ini, titik siku teridentifikasi ketika jumlah kluster adalah empat, yang menandakan bahwa empat kluster adalah jumlah yang ideal untuk mengkategorikan kabupaten/kota di Jawa Tengah berdasarkan kepadatan penduduk mereka.

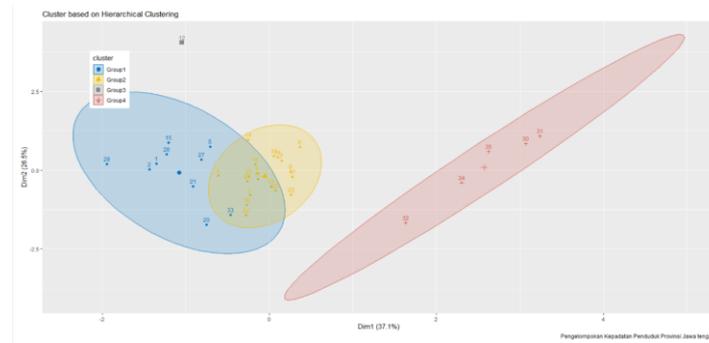
Selanjutnya untuk melihat *cluster* yang terbentuk dari metode hierarki kita melihat pada output dendrogram. Pada penelitian ini menggunakan dendrogram untuk menunjukkan proses penggabungan atau pemisahan kluster pada setiap tahap analisis kluster. Dendrogram ini adalah diagram dua dimensi yang menunjukkan hubungan antara kluster dan jarak antara mereka, dengan panjang garis vertikal yang menghubungkan dua kluster.



Gambar 3. Gambar Dendrogram *cluster*

Dendrogram, yang ditampilkan pada Gambar 3, merupakan salah satu output kunci dalam analisis *Hierarchical Clustering*. Ini adalah diagram yang menggambarkan proses penggabungan atau pemisahan kluster, memberikan gambaran visual mengenai bagaimana objek atau data dikelompokkan dalam *hierarki*. Dalam penelitian ini, dendrogram berhasil mengidentifikasi empat kluster utama dari kabupaten/kota di provinsi Jawa Tengah.

Proses pembentukan kluster ini dimulai dengan setiap kabupaten/kota yang dianggap sebagai kluster terpisah. Pada setiap langkah dari analisis, dua kluster yang memiliki jarak (disebut jarak *Euclidean*) terkecil satu sama lain digabungkan, sehingga membentuk hierarki dari kluster yang semakin besar. Pada Gambar 3, jarak *Euclidean* diwakilkan oleh panjang garis vertikal yang menghubungkan kluster. Garis yang lebih panjang menunjukkan penggabungan yang terjadi pada tingkat heterogenitas yang lebih tinggi, menandakan perbedaan yang lebih besar antara kluster yang digabungkan. Selain untuk melihat hasil pengelompokan, grafik dendrogram juga dapat digunakan untuk melihat jarak *Euclid* pada kluster. Jarak Euclid terbesar berada pada kluster pertama (plot berwarna biru).



Gambar 4. Hasil *Hierarchical Clustering*

Dalam gambar 4 yang dihasilkan, dapat dilihat bahwa kluster pertama, yang diwakilkan dengan plot berwarna biru, memiliki jarak *Euclidean* terbesar dibandingkan kluster lain. Hal ini menunjukkan bahwa kluster ini terdiri dari kabupaten/kota dengan karakteristik kepadatan penduduk yang sangat berbeda dari kluster lainnya. Ini bisa berarti bahwa kluster biru mencakup kabupaten/kota yang mungkin memiliki kepadatan penduduk yang sangat tinggi atau sangat rendah, dibandingkan dengan rata-rata provinsi.

Selain itu, dendrogram dan hasil gambar pengelompokan juga memberikan wawasan penting mengenai struktur data dan hubungan antar-kluster. Kluster yang lebih jauh secara visual pada dendrogram menunjukkan perbedaan yang lebih signifikan dalam karakteristik yang dianalisis. Oleh karena itu, melalui visualisasi dendrogram, kita dapat menginterpretasi dan memahami pengelompokan geografis dan demografis dari kabupaten/kota di Jawa Tengah dengan lebih baik.

Dari gambar 4 diatas dapat kita lihat bahwa plot cluster 1 dan 2 beririsan. Untuk mengetahui anggota dari tiap kelompok dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2. Anggota Hasil *Hierarchical Clustering*

Kelompok	Anggota
1	Kabupaten Cilacap, Kabupaten Banyumas, Kabupaten Kebumen, Kabupaten Grobogan, Kabupaten Jepara, Kabupaten Demak, Kabupaten Pemalang, Kabupaten Tegal, Kabupaten Brebes, Kota Semarang
2	Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Banjarnegara, Kabupaten Purworejo, Kabupaten Wonosobo, Kabupaten Magelang, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Klaten, Kabupaten Sukoharjo, Kabupaten Karanganyar, Kabupaten Sragen, Kabupaten Blora, Kabupaten Rembang, Kabupaten Pati, Kabupaten Kudus, Kabupaten Semarang, Kabupaten Temanggung, Kabupaten Kendal, Kabupaten Batang, Kabupaten Pekalongan
3	Kabupaten Wonogiri
4	Kabupaten Wonogiri, Kota Magelang, Kota Surakarta, Kota Salatiga, Kota Pekalongan, Kota Tegal

Dengan mengidentifikasi dan memahami karakteristik masing-masing kluster, dapat dilakukan analisis lebih lanjut untuk menentukan kebijakan yang tepat sesuai dengan kebutuhan dan tantangan spesifik yang dihadapi oleh masing-masing kluster. Informasi ini sangat berharga bagi pembuat kebijakan dalam mengalokasikan sumber daya, merencanakan infrastruktur, dan merumuskan strategi pembangunan regional yang sesuai dengan kondisi demografis dan geografis setiap kabupaten/kota.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengaplikasikan metode Hierarchical Clustering Ward untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Jawa Tengah berdasarkan kepadatan penduduk. Dari analisis yang dilakukan, empat klaster utama telah diidentifikasi, masing-masing dengan karakteristik kepadatan yang berbeda-beda. Klaster pertama mencakup daerah dengan kepadatan penduduk sangat tinggi, sementara klaster lainnya menampung kombinasi dari daerah dengan kepadatan sedang hingga rendah. Hasil ini menunjukkan adanya variasi signifikan dalam distribusi kepadatan penduduk di seluruh provinsi, yang dapat dijadikan dasar untuk pengambilan keputusan dan formulasi kebijakan yang lebih tepat sasaran.

Kesimpulan utama dari penelitian ini adalah pentingnya menggunakan pendekatan analisis klaster dalam perencanaan dan pengembangan kebijakan publik, terutama dalam konteks pengelolaan sumber daya dan infrastruktur. Dengan memahami pola kepadatan penduduk dan mengelompokkan wilayah berdasarkan karakteristik tersebut, pemerintah dapat lebih efektif dalam mengalokasikan sumber daya, merencanakan pembangunan infrastruktur, dan merumuskan strategi intervensi yang sesuai untuk masing-masing klaster.

Penelitian ini juga menyarankan perlunya studi lanjutan yang dapat menggabungkan lebih banyak variabel demografis dan sosioekonomi untuk analisis yang lebih komprehensif, serta penggunaan model prediktif untuk mengantisipasi perubahan demografis di masa depan. Dengan demikian, pemerintah provinsi Jawa Tengah dapat terus memperbarui dan meningkatkan efektivitas kebijakan publiknya sesuai dengan dinamika kependudukan yang terus berubah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Gultom, I. Gunawan, I. Purnamasari, S. R. Andani, and Z. A. Siregar, "Penerapan Algoritma K-Means Dalam Pengelompokan Kepadatan Penduduk Menurut Kecamatan di Kabupaten Simalungun," *TIN: Terapan Informatika Nusantara*, vol. 2, no. 10, pp. 622–628, Mar. 2022, doi: 10.47065/tin.v2i10.1375.
- [2] R. Kesuma Dinata and S. Retno, "Pengelompokan Daerah Padat Penduduk Untuk Penentuan Kawasan Perumahan di Kota Lhokseumawe Menggunakan K-Medoids Clustering," 2023.
- [3] P. Kepadatan, P. Berdasarkan, J. Penduduk, K. Medan, P. Marpaung, and R. F. Siahaan, "Penerapan Algoritma K-Means Clustering Untuk," 2021.
- [4] H. Mulyani Siregar, H. Rani Sitepu, and S. Siswoyo, "ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KEPADATAN PENDUDUK MENURUT PERSEPSI MASYARAKAT DI KOTAMADYA SIBOLGA," 2013.
- [5] W. A. Pascasarjana, F. Tarbiyah, and I. Keguruan, "PERKEMBANGAN PADA MASA PRENATAL DAN KELAHIRAN," 2020
- [6] JUNAIDI HARDIANI, 2009, "DASAR-DASAR TEORI EKONOMI KEPENDUDUKAN," Hamada prima
- [7] R. Salam, S. Tinggi, and I. Statistik, "VARIABEL VARIABEL YANG MEMPENGARUHI KEMATIAN BAYI DI INDONESIA MENGGUNAKAN ANALISIS DATA PANEL," *Jurnal Ilmiah WIDYA*, vol. 4, p. 315, 2017.
- [8] C. Aditya Wisnu Aji, M. Abdul Mukid, H. Yasin, M. Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika UNDIP, and S. Pengajar Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika UNDIP, "ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAJU PERTUMBUHAN PENDUDUK KOTA SEMARANG TAHUN 2011 MENGGUNAKAN GEOGRAPHICALLY WEIGHTED LOGISTIC REGRESSION," vol. 3, no. 2, pp. 161–171, 2014, [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>
- [9] R. Nur, F. Universitas, A. Tirtayasa, R. Kurnia, F. Universitas, and D. Desmawan, "PENGARUH LAJU PERTUMBUHAN PENDUDUK TERHADAP KEMISKINAN DI INDONESIA".
- [10] Sani Putriana, Emawati, "CLUSTERING DATA TITIK GEMPA DENGAN METODE FUZZY POSSIBILISTIC C-MEANS", 2021
- [11] J. Ilmu Matematika Dan Terapan and | Desember, "ANALISIS CLUSTER DENGAN MENGGUNAKAN METODE K-MEANS UNTUK PENGELOMPOKKAN KABUPATEN/KOTA

- DI PROVINSI MALUKU BERDASARKAN INDIKATOR INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA TAHUN 2014,” 2017.
- [12] L. Rahmawati, J. Informatika, S. W. Sahwi, and E. Suryani, “ANALISA CLUSTERING MENGGUNAKAN METODE K-MEANS DAN HIERARCHICAL CLUSTERING (STUDI KASUS : DOKUMEN SKRIPSI JURUSAN KIMIA, FMIPA, UNIVERSITAS SEBELAS MARET).”
- [13] Y. I. Hamanto, A. Sugiyono, and T. Wuryandari, “PENERAPAN ANALISIS CLUSTER METODE WARD TERHADAP KABUPATEN/KOTA DI JAWA TENGAH BERDASARKAN PENGGUNA ALAT KONTRASEPSI,” *JURNAL GAUSSIAN*, vol. 6, pp. 528–537, 2017, [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>
- [14] C. Christiani, P. Tedjo, and B. Martono, “ANALISIS DAMPAK KEPADATAN PENDUDUK TERHADAP KUALITAS HIDUP MASYARAKAT PROVINSI JAWA TENGAH 1.”
- [15] B. Salsabilla, A. Arif, A. Sugiyono, and A. Hoyyi, “PENGELOMPOKAN PROVINSI-PROVINSI DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE WARD (Studi Kasus: Produksi Tanaman Pangan di Indonesia Tahun 2018),” *JURNAL GAUSSIAN*, vol. 9, no. 1, pp. 112–121, 2020, [Online]. Available: <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian>
- [16] F. Hestuningtias and A. H. Primandari, “Pengelompokan Kecamatan Di Kabupaten Merangin Berdasarkan Produksi Tanaman Perkebunan Tahun 2021 Menggunakan Agglomerative Hierarchical Clustering,” 2023.