

Tingkat Kesejahteraan Ditinjau Berdasarkan Analisis Fuzzy C-Means Clustering

Dyah Ayu Purwaniningtyas^{1,3*}, Haryanto^{2,3}

1 Departemen Psikologi, Fakultas Ilmu Pendidikan dan Psikologi, UNY, Indonesia

2 Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, UNY, Indonesia

3 Departemen Penelitian dan Evaluasi Pendidikan, Sekolah Pascasarjana, UNY, Indonesia

* dyahayu061291@gmail.com, dyahayu.purwaniningtyas@uny.ac.id

Abstrak

Masalah sosial di Indonesia memiliki implikasi yang signifikan terhadap kesejahteraan di suatu wilayah. Namun, masalah yang ada terletak pada ketidakmampuan pemerintah untuk memahami masalah di setiap wilayah, yang mengakibatkan tingkat kesejahteraan masyarakat pada tiap-tiap wilayah menjadi tidak merata. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi tingkat kesejahteraan masyarakat yang tinggal di Provinsi Jawa Tengah. Harapannya, studi ini dapat memberikan informasi kepada pemerintah dan masyarakat secara luas mengenai intervensi seperti apa yang dianggap tepat untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat di Provinsi Jawa Tengah berdasarkan tingkat homogenitasnya menggunakan metode pengelompokan *fuzzy c-means*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah algoritma *Fuzzy C-Means Clustering* pada data tingkat kesejahteraan di 35 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah. Data yang digunakan adalah data sekunder berdasarkan hasil Survey Ekonomi Nasional (Susenas), Survey Angkatan Kerja (Sakernas), serta Profil Kesehatan Indonesia dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kesejahteraan masyarakat Provinsi Jawa Tengah terbagi menjadi dua klaster sebagaimana terlihat dari nilai *pseudo F-statistics*. Cluster pertama terdiri atas 26 kabupaten dan 1 kota yang memiliki tingkat kesehatan baik, tingkat pendidikan memadai, tingkat ekonomi yang baik, dan tingkat pencapaian hidup yang baik. Sementara pada Cluster kedua, ditemukan bahwa terdapat 3 kabupaten dan 5 kota, yang memiliki angka partisipasi kasar sedang, angka partisipasi murni sedang, angka partisipasi sekolah sedang, fasilitas sekolah belum optimal, dan tingkat kesejahteraan belum optimal. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kelompok kedua *fuzzy c-means* memberikan karakteristik yang berbeda berdasarkan komponen-komponen utamanya.

Kata Kunci : Kesejahteraan, *Fuzzy C-Means Clustering*, *R Programming*, Jawa Tengah

Abstract

Social problems in Indonesia have significant implications for the well-being of a region. However, the issue lies in the government's inability to understand the problems in each area, resulting in uneven levels of community welfare across regions. This study aims to explore the welfare levels of communities living in Central Java Province. The hope is that this study can provide information to the government and the public at large regarding what interventions are considered appropriate to improve community welfare in Central Java Province based on its homogeneity levels using the fuzzy c-means clustering method. The method used in this research is the Fuzzy C-Means Clustering algorithm on welfare level data from 35 districts/cities in Central Java Province. The data used is secondary data based on the results of the National Economic Survey (Susenas), Labor Force Survey (Sakernas), and Indonesia Health Profile from the Central Statistics Agency of Central Java Province. The results of this research show that the welfare levels of communities in Central Java Province are divided into two clusters as seen from the pseudo F-statistics value. The first cluster consists of 26 districts and 1 city with good health levels, adequate education levels, good economic levels, and good quality of life achievements. Meanwhile, in the

second cluster, it was found that there are 3 districts and 5 cities with moderate gross enrollment rates, moderate net enrollment rates, moderate school participation rates, schools that need optimization, and suboptimal welfare levels. The results of this research show that the second cluster of fuzzy c-means provides different characteristics based on its main components.

Keywords : *Well-being, Fuzzy C-Means Clustering, R Programming, Central Java*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara berkembang dengan tingkat pertumbuhan penduduk setiap tahunnya cukup tinggi dimana persebaran penduduk serta lahan untuk tinggal di Indonesia tidak merata. Hal ini mengakibatkan banyak masalah sosial terjadi di Indonesia sehingga perlu dilakukan perencanaan pembangunan agar terlepas dari permasalahan sosial. Sejalan dengan adanya pembangunan nasional, United Nation atau Perserikatan Bangsa-Bangsa pada tahun 2000 mendeklarasikan kesepakatan Tujuan Pembangunan Milenium (Millenium Development Goal/ MDG's).

Terdapat delapan poin tujuan MDG's yaitu menanggulangi kemiskinan dan kelaparan, upaya mencapai pendidikan dasar untuk semua, mendorong kesetaraan gender dan pemberdayaan perempuan, menurunkan angka kematian anak dan balita, meningkatkan angka kesehatan ibu, memerangi HIV/AIDS, malaria dan penyakit menular lainnya, memastikan kelestarian lingkungan hidup dan mengembangkan kemitraan global untuk pembangunan. Sehingga pada intinya menciptakan lingkungan yang memungkinkan masyarakat menikmati umur panjang, sehat, dan menjalankan kehidupan produktif yang mana pada intinya adalah untuk meningkatkan kesejahteraan hidup.

Mengukur tercapai tidaknya pembangunan di suatu wilayah dibutuhkan indikator-indikator yang mampu mengukur kesejahteraan masyarakat dan dijadikan landasan ukuran keberhasilan. Indikator kesejahteraan masyarakat terdiri dari indikator pendidikan, indikator ketenagakerjaan, indikator demografi, indikator kesehatan, dan indikator sosial lainnya (Badan Pusat Statistik, 2022). Penelitian ini mengambil indikator ekonomi, pendidikan, kesehatan, dan pencapaian hidup. Ketiga indikator ini diambil berdasarkan pemilihan poin pada tujuan MDG's dari United Nation dikarenakan indikator ini merupakan dimensi yang cukup dekat dengan kesejahteraan masyarakat dimana metode yang digunakan adalah pengelompokan dengan fuzzy c-means clustering.

Analisis kelompok (cluster analysis) merupakan salah satu teknik dalam analisis multivariat yang mempunyai tujuan utama untuk mengelompokkan objek-objek sehingga objek paling dekat kesamaannya dengan objek yang paling dekat kesamaannya berada dalam kelompok yang sama dan yang memiliki karakteristik berbeda berada pada kelompok lainnya (Johnson, 2002). Metode c-means clustering adalah suatu metode pengelompokan non hirarki yang mencoba mempartisi data menjadi suatu kelompok sehingga data yang memiliki karakteristik yang sama akan berada dalam satu kelompok yang sama dan memiliki karakteristik berbeda dengan data yang berada pada kelompok lain sedangkan metode fuzzy c-means adalah suatu metode pengelompokan objek yang memanfaatkan dasar pembobotan dengan teori himpunan fuzzy. Pengelompokan dengan fuzzy sering digunakan

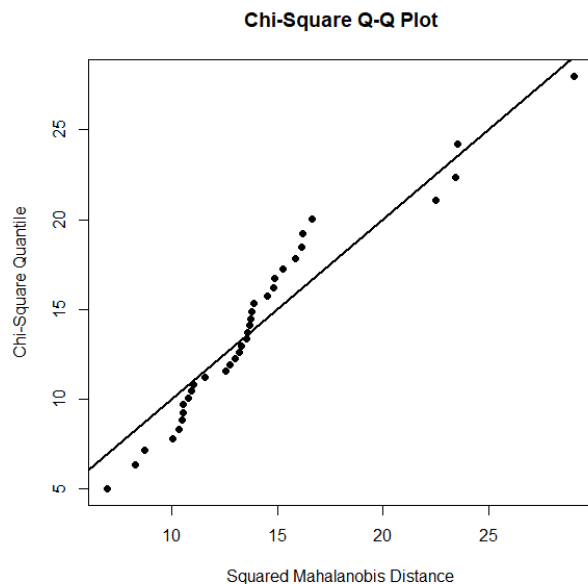
karena memberikan hasil yang cukup baik dalam hal meningkatkan homogenitas tiap kelompok yang dihasilkan (Shihab, 2000).

Sebagian besar penelitian saat ini adalah tentang proses pembelajaran, evaluasi pembelajaran, media pembelajaran, dan masih sedikit penelitian tentang tingkat kesejahteraan antar daerah di Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Berdasarkan data yang relevan tentang kesejahteraan di Provinsi Jawa Tengah. Artikel ini menggunakan algoritma Fuzzy C-Means Clustering untuk mengelompokkan dan membagi tingkat kesejahteraan saat ini di setiap kabupaten/kota. Artikel ini didasarkan pada data yang relevan di Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Terdapat beberapa kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah, Indonesia, untuk membangun sistem indeks evaluasi tingkat kesejahteraan, dan untuk mengeksplorasi tingkat perbedaan tingkat kesejahteraan antar kabupaten/kota. Artikel ini menggunakan algoritma Fuzzy C-means clustering untuk mengelompokkan dan membagi tingkat kesejahteraan masyarakat di setiap kabupaten/kota, memberikan saran yang relevan untuk tingkat pendidikan yang seimbang, dan memberikan referensi untuk mempromosikan pembangunan kesejahteraan yang seimbang di daerah di Provinsi Jawa Tengah, Indonesia.

METODE

Penelitian ini menggunakan algoritma Fuzzy C- means clustering pada data tingkat kesejahteraan di 35 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Data yang relevan didasarkan pada data indikator kesehatan, pendidikan, ekonomi, dan pencapaian hidup pada tahun 2021 yang diambil pada data Survey Ekonomi Nasional (Susen), Survey Angkatan Kerja (Sakernas), Profil Kesehatan Indonesia dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Secara detail, variabel indikator dalam artikel ini mencakup Pemberian Asi Eksklusif (X1), Angka Kesakitan Malaria (X2), Imunisasi Anak Sekolah (X3), Rumah Tangga Air Minum Layak (X4), Rumah Tangga Sanitasi Layak (X5), Angka Melek Huruf (X6), Angka Partisipasi Sekolah (X7), Angka Lama Sekolah (X8), Indeks Gini (X9), Penduduk Miskin (X10), Tingkat Pengangguran Terbuka (X11), Tingkat Pendidikan (X12), Tingkat Kebahagiaan (X13), Tingkat Kesejahteraan Psikologis (X14).

Sebelum dilakukan analisis clustering, data penelitian ini diuji multikolinieritas dengan hasil nilai korelasi mendekati 0,5 dan lebih kecil dari 0,5 maka terdapat multikolinieritas antar variabel independen. Uji bartlet menghasilkan nilai p-value < 0,05, sehingga data perlu dianalisis untuk principal component analysis. Nilai KMO adalah 0,44 yang berarti sampel data sudah mencukupi, Selanjutnya, dilakukan analisis normalitas multivariat dengan Uji Henze-Zirkler Test. Selanjutnya dilakukan analisis normalitas multivariat dengan Uji Henze-Zirkler Test dengan hasil bahwa data tidak berdistribusi normal namun secara univariat terdapat data yang berdistribusi normal, yaitu Asi_Eks (X1; p value = 0,6551); Malaria (X2; p value = 0,9427); Imunisasi (X3; p value = 0,3278); Sanitasi (X5; p value = 0,3192); Melek_Huruf (X6; p value = 0,5075); Part_skhl (X7; p value = 0,8968); Lama_Sklh (X8; p value = 0,7372); Gini (X9; p value = 0,128); Pengangguran (X11; p value = 0,3539); dan Happiness (X13; p value = 0,1399). Terdapat 4 variabel yang tidak terdistribusi secara normal. Adapun output dari program R adalah sebagai berikut :

Gambar 1*Hasil Analisis Normalitas Multivariat dengan Uji Henze-Zirkler Test*

Clustering merupakan metode untuk mengelompokkan data ke dalam kelas-kelas yang memiliki karakteristik yang sama dimana kemiripan intra-kelasnya maksimum atau minimum dan membentuk klaster-klaster data (Varghese, 2011; Suerni, Hayati, & Goejantoro, 2020). Ada banyak metode clustering dalam bidang penelitian di antara sekian banyak algoritma clustering yang berbasis fungsi objektif, algoritma Fuzzy C-means clustering adalah algoritma yang paling populer (Krastev & Georgiev, 2015).

Algoritma pengelompokan Fuzzy C-means mengambil jarak kuadrat terbobot minimum dari sampel data ke titik-titik pusat klaster sebagai tujuan pengoptimalan. Dengan menentukan jumlah pusat cluster, derajat keanggotaan setiap sampel data relatif terhadap pusat cluster dihitung, dan klasifikasi fuzzy dari data asli direalisasikan berdasarkan algoritma pengelompokan. Algoritma pengelompokan fuzzy adalah metode pengelompokan yang lembut. Algoritma fuzzy C-means clustering didasarkan pada ukuran kemiripan yang tinggi ke dalam kelompok yang sama dan sampel dengan kemiripan yang rendah ke dalam kelompok yang berbeda. Keuntungan dari metode ini adalah dapat melakukan analisis cluster yang efektif pada objek yang akan diklasifikasikan dengan batas-batas fuzzy di antara mereka. Selain itu, metode ini dapat dengan jelas mencerminkan hubungan dan distribusi antara kelas-kelas yang berbeda dan secara efektif dapat memecahkan masalah perbedaan kemiripan yang kecil antar data. Algoritma clustering Fuzzy C-means ini sederhana dan cepat serta hasil clustering lebih fleksibel.

Algoritma Fuzzy C-means clustering menurut (Bezdek, Ehrlich & Wull, 1984) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$J_m = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^C (u_{ij})^m x_i - c_j^2 \quad (1) \text{ wherein,}$$

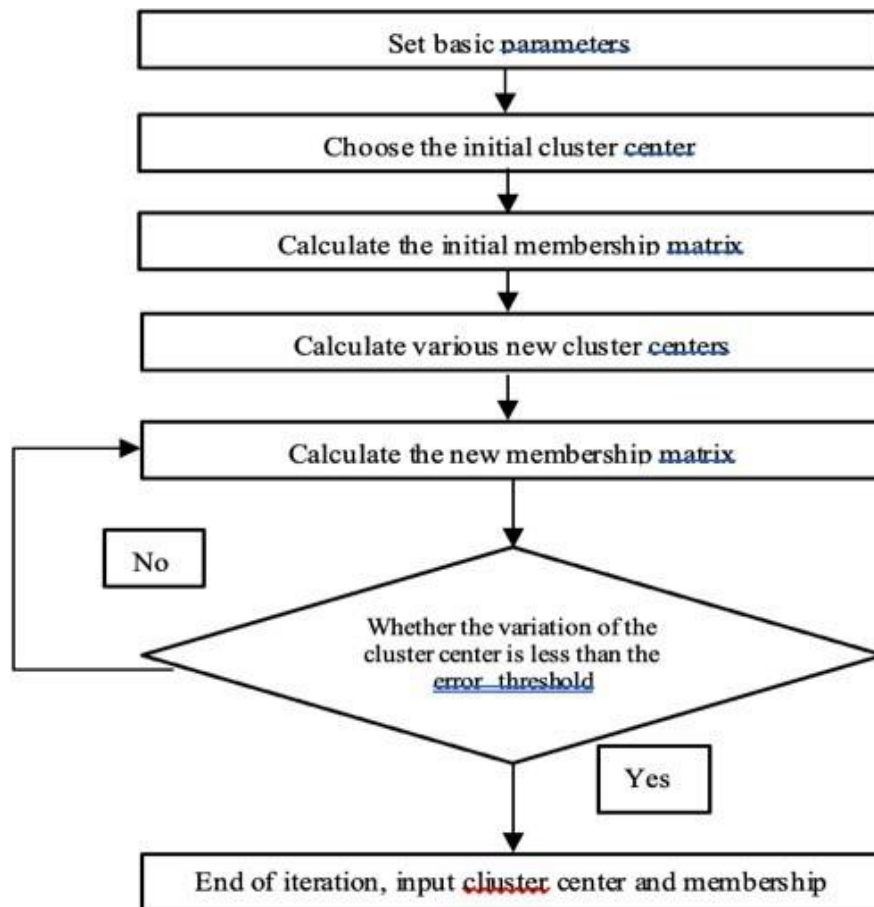
$$\sum_{i=1}^C (u_{ij})^m = 1, 0 \leq u_{ij} \leq 1, 0 \leq m < \infty \quad (2)$$

Derajat keanggotaan yang berbeda dari objek yang akan diklasifikasikan untuk menyelesaikan tujuan klasifikasi data. Algoritma Fuzzy C-means clustering merupakan varian dari k-means.

Dalam rumus tersebut, N mewakili dataset; C mewakili jumlah cluster; u_{ij} mewakili derajat keanggotaan sampel x_i ke pusat cluster c_j , adalah probabilitas bahwa x_i termasuk dalam kelas j ; m mewakili koefisien fuzzy derajat keanggotaan u_{ij} , dengan rentang nilai $[1, \infty)$. Semakin besar nilai m , semakin kabur efek pengelompokannya. x_i merepresentasikan objek sampel ke- i ; c_j merepresentasikan pusat cluster ke- j ; $x_i - c_j$ merupakan ukuran kemiripan antar sampel j (Chen, Pei, Chu, & Song, 2022). Fuzzy c-means clustering ditunjukkan pada diagram alir Gambar 1 di bawah ini. Selanjutnya, analisis Fuzzy C-means clustering pada penelitian ini menggunakan program R.

Gambar 2

Diagram Alir Algoritma Pengelompokan Fuzzy C-Means



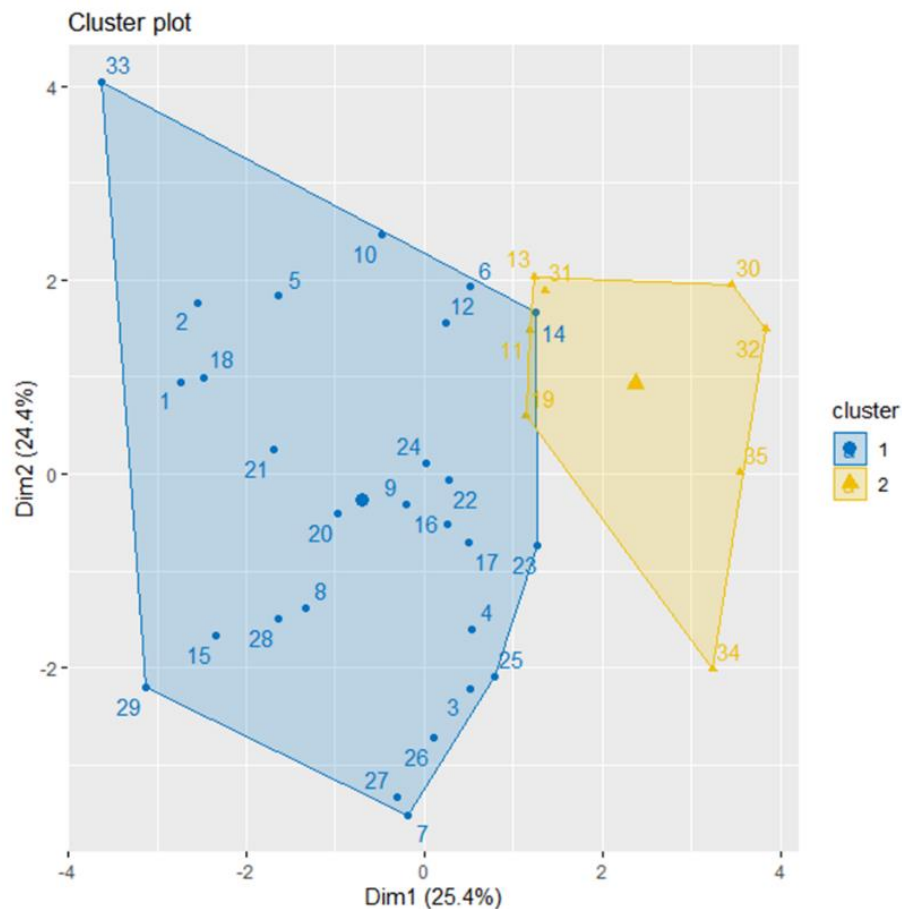
HASIL & DISKUSI

Hasil algoritma Fuzzy C-means clustering diawali dengan parameter dasar yang ditetapkan, dan algoritma tersebut diulang hingga kondisi penghentian iteratif terpenuhi. Pusat-pusat cluster dan matriks derajat keanggotaan dari berbagai tipe merupakan output untuk menentukan hasil clustering, merealisasikan klasifikasi tingkat kesejahteraan di berbagai kabupaten, dan menganalisis persamaan dan perbedaan karakteristik tingkat kesejahteraan di berbagai kabupaten. Jumlah pusat cluster

sebanyak 2 buah dengan pembagian wilayah masing-masing tipe yang ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil matriks derajat keanggotaan kemudian diklasifikasikan dan dibagi ke dalam klaster-klaster yang memiliki kesamaan tingkat kesejahteraan. Hasil pengelompokan ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4 seperti berikut di bawah ini.

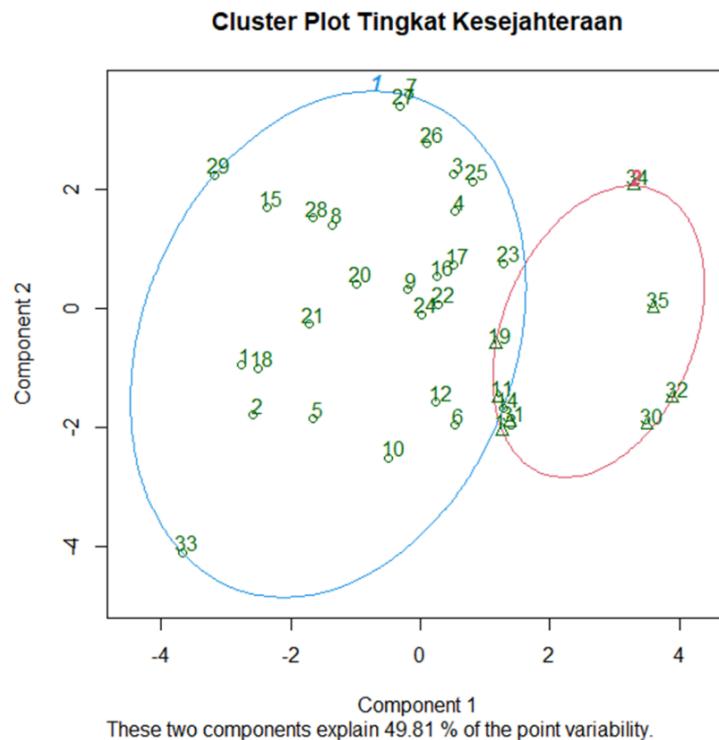
Gambar 3

Hasil Algoritma Fuzzy C-means clustering Plot Klaster



Gambar 4

Hasil Plot Kaster dari Set Data Kesejahteraan



Berdasarkan pengelompokan tersebut, terdapat beberapa kesamaan dan perbedaan di antara 35 kabupaten dalam evaluasi tingkat kesejahteraan berdasarkan indikator Pemberian ASI Eksklusif (Asi_Eks), Angka Kesakitan Malaria (Malaria), Imunisasi Anak Sekolah (Imunisasi), Rumah Tangga Air Minum Layak (Air Layak), Rumah Tangga Sanitasi Layak (Sanitasi), Angka Melek Huruf (Melek_Huruf), Angka Partisipasi Sekolah (Part_sklh), Angka Lama Sekolah (Lama_Sklj), Indeks Gini (Gini), Penduduk Miskin (Kemiskinan), Tingkat Pengangguran Terbuka (Pengangguran), Tingkat Pendidikan (*Education*), Tingkat Kebahagiaan (*Happiness*), Tingkat Kesejahteraan Psikologis (SWB). Berdasarkan hal tersebut, tingkat kesejahteraan di 35 kabupaten/kota Provinsi Jawa Tengah terbagi menjadi dua klaster.

Cluster pertama terdiri atas 26 kabupaten dan 1 kota, yang meliputi Kabupaten Cilacap, Kabupaten Banyumas, Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Banjarnegara, Kabupaten Kebumen, Kabupaten Purworejo, Kabupaten Wonosobo, Kabupaten Magelang, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Klaten, Kabupaten Wonogiri, Kabupaten Sragen, Kabupaten Grobogan, Kabupaten Blora, Kabupaten Rembang, Kabupaten Pati, Kabupaten Jepara, Kabupaten Demak, Kabupaten Semarang, Kabupaten Temanggung, Kabupaten Kendal, Kabupaten Batang, Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Pemalang, Kabupaten Tegal, Kabupaten Brebes, Kota Semarang. Kabupaten dan kota tersebut memiliki tingkat kesejahteraan masyarakat yang tinggi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa 26 kabupaten dan 1 kota yang berada dalam cluster pertama memiliki tingkat kesehatan yang

baik, tingkat pendidikan yang memadai, tingkat ekonomi yang baik, dan tingkat pencapaian hidup yang baik pula.

Hal ini dipengaruhi oleh lokasi kabupaten dan kota yang strategis dan didukung oleh perkembangan ekonomi. Kabupaten dan kota di klaster ini memiliki angka partisipasi kasar yang tinggi, angka partisipasi murni yang tinggi, angka partisipasi sekolah yang tinggi, dan fasilitas sekolah yang memadai. Pada variabel kesehatan, 26 kabupaten dan 1 kota yang berada dalam cluster pertama merupakan daerah yang memiliki persentase ASI eksklusif tertinggi. Hal ini terjadi karena ternyata kabupaten dan kota tersebut merupakan daerah yang mengeluarkan peraturan pemerintah daerah tentang pemberian air susu eksklusif dimana dalam peraturan tersebut mengatur mengenai tugas dan tanggung jawab pemerintah dalam pengembangan program ASI Eksklusif. Selain itu, Indikator kesejahteraan masyarakat yang mampu mengindikasikan masyarakat tersebut sejahtera adalah dengan melihat mutu pendidikannya. Terdapat beberapa variabel yang merupakan indikator mutu pendidikan suatu daerah, yakni Tingkat Pendidikan, Angka Melek Huruf (Melek_huruf), Angka Partisipasi Sekolah, dan Angka Lama Sekolah. Kabupaten dan kota yang berada pada cluster pertama berada pada tingkat pencapaian hidup, seperti tingkat kebahagiaan dan kesejahteraan psikologis yang baik pula.

Sementara pada Cluster kedua, ditemukan hasil bahwa terdapat 3 kabupaten dan 5 kota, yang meliputi Kabupaten Sukoharjo, Kabupaten Karanganyar, Kabupaten Kudus, Kota Magelang, Kota Surakarta, Kota Salatiga, Kota Pekalongan, Kota Tegal. Kinerja utama dari kabupaten dan kota di klaster ini adalah angka partisipasi kasar sedang, angka partisipasi murni sedang, angka partisipasi sekolah sedang, dan fasilitas sekolah yang berbagai terobosan untuk meningkatkan masyarakat agar mendapatkan pendidikan yang berkualitas dengan adanya rintisan sekolah nasional (SSN). Selain itu, persentase rumah tangga akses air minum dan sanitasi layak merupakan indikator kesehatan yang perlu diperhatikan. Oleh karenanya, Pemerintah Kabupaten setempat dapat memberikan perhatian lebih kepada daerah yang memiliki akses sanitasi dan air minum yang kurang layak demi kesejahteraan masyarakat yang lebih baik, sehingga pembangunan nasional tercapai dengan baik. memadai. Kota Surakarta merupakan kota pariwisata dan budaya di Provinsi Jawa Tengah. Hal ini juga memiliki pengaruh terhadap pendidikan. Maka, berdasarkan fakta ini sebaiknya pemerintah memberikan perhatian lebih di bidang pendidikan kepada Pemerintah Kabupaten/ Kota setempat agar memiliki mutu pendidikan yang lebih baik. Pemerintah dapat menggalakkan wajib membaca dan menggalakkan

Indikator lain yang mampu menggambarkan kesejahteraan masyarakat adalah banyak nya penduduk miskin yang ada pada suatu daerah. Menurut BPS dari tahun 2010 hingga 2015 Indonesia mengalami tren menurun selama periode tersebut. Jika diukur dari tempat tinggal penduduk miskin lebih banyak berada di daerah pedesaan dibandingkan dengan daerah perkotaan. Indikator lain yang menggambarkan kesejahteraan rakyat suatu daerah adalah banyaknya penduduk usia kerja yang tidak memiliki pekerjaan yang digambarkan dengan tingkat pengangguran terbuka. Validasi dari hasil pengelompokan pada artikel ini adalah nilai entropi partisi = 0.2749959. Nilai Koefisien Partisi = 0.840325. Nilai Modified Partition Coefficient = 0.68065. Nilai indeks fuzzy silhouette = 0.8052858.

Penelitian menggunakan Fuzzy c-means clustering yang sesuai dengan penelitian ini dilakukan oleh Purnomo & Sukemi (2022). Penelitian mengenai pemeringkatan perguruan tinggi

khususnya yang ada di Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah II Palembang didasarkan pada salah satu komponen kriteria unit kerja. Hal ini membuat hasil pemeringkatan perguruan tinggi menjadi unggul pada satu kriteria namun rendah pada kriteria lainnya. Hasil clustering menggunakan sistem pengambilan keputusan algoritma topsis dengan bobot yang ditentukan oleh jumlah dosen yang memiliki jabatan fungsional, akreditasi perguruan tinggi, jumlah dosen yang tersertifikasi, dan tingkat persentase laporan pangkalan data perguruan tinggi digunakan sebagai acuan pemeringkatan perguruan tinggi. Berdasarkan nilai rata-rata hasil algoritma fuzzy c means dan hasil clustering, terpilihlah tujuh universitas. Dengan menggunakan metode pengambilan keputusan.

Algoritma fuzzy c-means pernah digunakan untuk seleksi karyawan seperti yang telah dilakukan oleh Desrianti & Wijaya (2020). Berdasarkan hasil penelitian data mining, diperoleh 4 klaster tingkat jabatan karyawan, yaitu klaster dasar, junior, menengah, dan senior. Pengelompokan data kemiskinan menggunakan metode Fuzzy c-means clustering juga pernah dilakukan oleh Mustakim, Saputa, Mutasir, Nuryanti, & Salmiah (2021). Algoritma ini dapat mengidentifikasi kualitas pelayanan di sekolah serta menentukan tingkat keberhasilan pelayanan pendidikan dengan menggunakan acuan standar pelayanan minimal (SPM) (Utomo, Arbain, Suminto, 2020).

Riana (2021) pernah melakukan Analisis Cluster untuk mengetahui tingkat kesejahteraan sosial masyarakat di Kabupaten Deli Serdang menggunakan Fuzzy C-Mean Clustering saat pandemi covid-19. Penelitian ini menggunakan metode fuzzy c-mean clustering karena pengelompokan kesejahteraan sosial dapat dengan tepat dikelompokkan. Berdasarkan hasil analisis *fuzzy c-mean clustering* akan menghasilkan tiga cluster yang memiliki karakteristik berbeda. Kecamatan yang termasuk di cluster 1 yaitu Kecamatan Hamparan Perak, Percut Sei Tuan, Sunggal, Tanjung Morawa merupakan kecamatan yang memiliki tingkat kesejahteraan yang kurang saat masa pandemi Covid-19 karena pada kecamatan tersebut jumlah penduduk lebih banyak dari pada Kecamatan lain yang ada di Kabupaten Deli Serdang.

Klasifikasi tingkat pendidikan juga pernah dilakukan oleh Rumiati, Rif'an, Harwanti, & Chusna (2021) dengan menggunakan metode Fuzzy c-means. Penelitian ini dilakukan untuk mengklasifikasikan sekolah dasar dan menengah di Indonesia berdasarkan Standar Nasional Pendidikan (SNP) dengan menggunakan metode Fuzzy C- Means. Berdasarkan hasil pengelompokan menggunakan C-Means, jumlah cluster yang optimum adalah empat cluster dengan anggota terbanyak pada cluster 1 (cluster terbaik). Rustiawan (2018) juga pernah melakukan penelitian tentang pemilihan jurusan untuk mahasiswa baru menggunakan algoritma fuzzy c-means yang bertujuan untuk melihat pola hubungan antara latar belakang jurusan di SMA dengan prestasi akademik mahasiswa.

Hatzichristos, Darra, Kostellou (2022) melakukan klasifikasi tanpa supervisi melalui algoritma Fuzzy C-Means. Penelitian tersebut dilakukan di wilayah Attica, Yunani dengan menggunakan data sosio-ekonomi dari Hellenic Statistical Office. Terdapat 10 kelas sosial ekonomi yang dihasilkan dan hasil analisisnya dapat diakses oleh semua orang melalui situs resmi Athens Chamber of Commerce and Industry.

Penelitian dengan menggunakan pendekatan Fuzzy Clustering juga pernah dilakukan oleh Alghamdi, Hu, Haider, Hewage, & Sadiq (2020). Penelitian ini menggunakan pendekatan fuzzy

clustering untuk mengklasifikasikan bangunan berdasarkan kinerja lingkungannya. Melalui penelitian ini, diharapkan hasilnya dapat digunakan sebagai tolak ukur bagi institusi pendidikan tinggi untuk membandingkan dan mengurangi dampak operasional bangunan akademik.

Salah satu penelitian di bidang pendidikan yang menggunakan Fuzzy C-means clustering dilakukan oleh Basorudin (2015). Penelitian tersebut mengelompokkan data siswa SMP berdasarkan nilai mata pelajaran inti untuk proses penjurusan. Penelitian ini juga menguji keakuratan algoritma Fuzzy C-Means dalam menentukan penjurusan di Sekolah Menengah Kejuruan. Hasil dari penelitian ini adalah terdapat 4 cluster yang terdiri dari 4 jurusan di SMK Negeri 1 Rambah yaitu Teknik Komputer Jaringan (TKJ), Teknik Audio Video (TAV), Akuntansi (AK) dan Mekanisasi Pertanian (MP).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tingkat kesejahteraan masyarakat yang tinggal di 35 kabupaten/ kota di Provinsi Jawa Tengah terbagi menjadi dua kluster. Cluster pertama terdiri atas 26 kabupaten dan 1 kota, yang meliputi Kabupaten Cilacap, Kabupaten Banyumas, Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Banjarnegara, Kabupaten Kebumen, Kabupaten Purworejo, Kabupaten Wonosobo, Kabupaten Magelang, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Klaten, Kabupaten Wonogiri, Kabupaten Sragen, Kabupaten Grobogan, Kabupaten Blora, Kabupaten Rembang, Kabupaten Pati, Kabupaten Jepara, Kabupaten Demak, Kabupaten Semarang, Kabupaten Temanggung, Kabupaten Kendal, Kabupaten Batang, Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Pemalang, Kabupaten Tegal, Kabupaten Brebes, Kota Semarang. Kabupaten dan kota tersebut memiliki tingkat kesejahteraan masyarakat yang tinggi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa 26 kabupaten dan 1 kota yang berada dalam cluster pertama memiliki tingkat kesehatan yang baik, tingkat pendidikan yang memadai, tingkat ekonomi yang baik, dan tingkat pencapaian hidup yang baik pula.

Sementara pada Cluster kedua, ditemukan hasil bahwa terdapat 3 kabupaten dan 5 kota, yang meliputi Kabupaten Sukoharjo, Kabupaten Karanganyar, Kabupaten Kudus, Kota Magelang, Kota Surakarta, Kota Salatiga, Kota Pekalongan, Kota Tegal. Kinerja utama dari kabupaten dan kota di kluster ini adalah angka partisipasi kasar sedang, angka partisipasi murni sedang, angka partisipasi sekolah sedang, dan fasilitas sekolah yang memadai. Kota Surakarta merupakan kota pariwisata dan budaya di Provinsi Jawa Tengah. Hal ini juga memiliki pengaruh terhadap pendidikan. Maka, berdasarkan fakta ini sebaiknya pemerintah memberikan perhatian lebih di bidang pendidikan kepada Pemerintah Kabupaten/ Kota setempat agar memiliki mutu pendidikan yang lebih baik. Pemerintah dapat menggalakkan wajib membaca dan menggalakkan berbagai terobosan untuk meningkatkan masyarakat agar mendapatkan pendidikan yang berkualitas dengan adanya rintisan sekolah nasional (SSN). Selain itu, persentase rumah tangga akses air minum dan sanitasi layak merupakan indikator kesehatan yang perlu diperhatikan. Oleh karenanya, Pemerintah Kabupaten setempat dapat memberikan perhatian lebih kepada daerah yang memiliki akses sanitasi dan air minum yang kurang layak demi kesejahteraan masyarakat yang lebih baik, sehingga pembangunan nasional tercapai dengan baik.

KETERBATASAN PENELITIAN

Penelitian ini hanya melakukan analisis pada satu Provinsi saja, yaitu Provinsi Jawa Tengah dan hanya melakukan evaluasi tingkat kesejahteraan hanya berdasarkan indikator kesehatan, pendidikan, ekonomi, dan pencapaian hidup. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan lebih banyak indikator evaluasi tingkat kesejahteraan untuk memberikan perspektif analisis baru dan dukungan data untuk evaluasi tingkat kesejahteraan yang lebih komprehensif di tingkat nasional dan internasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahnaf, A., Purnama, H., Syahbudin, I., & dkk. (2012). *Pemantauan Perkembangan Kesejahteraan Rakyat*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Anwar, A. (2013). *Masalah Jumlah Penduduk Indonesia*. Padang, Sumbar: Mahasiswa Fakultas Sastra, Universitas Andalas.
- Alghamdi, A., Hu, G., Haider, H., Hewage, K., Sadiq, R. (2020). Benchmarking of Water, Energy, and Carbon Flows in Academic Buildings: A Fuzzy Clustering Approach. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/su12114422>
- Badan Pusat Statistik. (2014). *Indeks Pembangunan Manusia Metode Baru*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Basorudin. (2015). *Penerapan Algoritma Fuzzy Clustering Untuk Penentuan Jurusan Sekolah Menengah Kejuruan*. [Online]. Available: <https://ejournal.upp.ac.id/index.php/RJOCS/article/view/1265>
- Bezdek, J.C., Ehrlich, R. & Full, W. (1984). FCM: The fuzzy c-means clustering algorithm. *Comput. Geosci.*, vol. 10, no. 2–3, pp. 191–203. Doi: 10.1016/0098-3004(84)90020-7.
- Desrianti, R., & Wijaya, H.D. (2020). Implementasi Algoritma Fuzzy C-Means Pada Aplikasi Seleksi Karyawan Digital Talent di PT Telekomunikasi Indonesia. [Online]. Available: <https://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/mib/article/view/2267>
- G. Krastev and T. Georgiev. (2015). *Fuzzy Clustering Using C-Means Method*. Vol. 4, No. 2.
- Hatzichristos, T., Darra, A., & Kostellou, A. (2022). Development of a Geodemographic System for Attica, Greece. *European Journal of Geography*, Vol. 13, no. 5. *European Association of Geographers*, 2022. Doi: 10.48088/ejg.t.cha.13.5.001.014.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2007). *Nonhierarchical Clustering Methods*. In *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 7th Edition (p. 696). USA: Prentice Hall.
- Karti, H. S. (2013). Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur Berdasarkan Indikator Pendidikan SMA/SMK/MA dengan Metode C-Means dan Fuzzy C-Means. *SAINS DAN SENI POMITS*, Vol. 2, No.2
- Li, Z., Chen, S., Pei, L., Chu, J., & Song, J. (2022). Teacher Allocation and Evaluation Based on Fuzzy C-Means Clustering. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1155/2022/8465713>
- Mustakim, Saputa, H.E., Mutasir, Nuryanti, & Salmiah. (2021). The Implementation of Fuzzy-C Means to Categorize Poverty Data in Riau Province. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1088/17426596/1783/1/012013>
- Purnomo, J., Sukemi, S., & P. Parwito. (2022). Implementation of Fuzzy C-Means and Topsis in College Rankings. [Online]. Available: <https://doi.org/10.51519/journalisi.v4i4.409>
- Riana, D. S. (2021). Analisis Cluster Untuk Mengklasifikasi Tingkat Kesejahteraan Sosial Masyarakat Di Kabupaten Deli Serdang Menggunakan Fuzzy C-Mean Clustering Saat Pandemi Covid-19. *Skrripsi*. Program Studi Matematika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan



- Rumiati, A. T., Rif'an, M., Harwanti, N. A. S., & Chusna, H. A. . (2021). Clustering of Primary and Secondary School in Indonesia Using The Fuzzy C-Means Method Based on School Self-Evaluation With Imputation Data. [Online]. Available: <https://stratfordjournals.org/journals/index.php/journal-of-education/article/view/988>
- Rustiawan, A. (2018). Pemilihan Jurusan Bagi Calon Mahasiswa Baru dengan Algoritma Fuzzy C – Means (Studi Kasus Amik Bina Sarana Informatika). *Bina Sarana Informatika*. [Online]. Available: <https://www.neliti.com/publications/474396/pemilihan-jurusan-bagi-calon-mahasiswa-baru-dengan-algoritma-fuzzy-c-means-studi>
- Utomo, K.B., Arbain, P., & Suminto. (2020). Application of fuzzy C-means algorithm for basic school clustering in Samarinda city based on minimum educational service standard indicators. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899x/885/1/012002>
- Varghese, B.M. J. T. J, U. A, dan P. J. K, (2011). Mengelompokkan Data Siswa untuk Mengkarakterisasi Pola Kinerja. *The Science and Information (SAI) Organization* [Online]. Available: <https://doi.org/10.14569/SpecialIssue.2011.010322>
- Vijayarajan,R.,&Muttan.S. (2014). Fuzzy C-means clustering based principal component averaging fusion. *International Journal of Fuzzy System*
- W.-(Widya) Suerni, M. N. (Memi) Hayati, dan R. (Rito) Goejantoro. (2020). Penerapan Metode Subtraktif Fuzzy C-means Pada Tingkat Partisipasi Pendidikan Jenjang Sekolah Menengah Atas/ sederajat Di Kabupaten/ kota Pulau Kalimantan Tahun 2018. *Universitas Pattimura*, [Online]. Tersedia: <https://www.neliti.com/publications/545702/a-penerapan-metode-subtractive-fuzzy-c-means-pada-tingkat-partisipasi-pendidikan>