Implementasi *K-Means Clustering* Ujian Nasional Sekolah Menengah Pertama di Indonesia Tahun 2018/2019

Agil Aditya, Ivan Jovian, Betha Nurina Sari

Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia

Email: ¹ agil.16017@student.unsika.ac.id, ² ivan.16122@student.unsika.ac.id, ³ betha.nurina@staff.unsika.ac.id

Abstrak—Klastering merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mengelompokkan suatu data yang memiliki sebuah kemiripan antara satu data dengan data lainnya. *K-Means clustering* merupakan salah satu metode data *clustering non* hirarki yang berusaha mempartisi data yang ada ke dalam bentuk satu atau lebih *cluster*/kelompok. Pada penelitian ini dilakukan *clustering* dengan menggunakan algoritma *K-Means* menggunakan data capaian Ujian Nasional Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2018/2019 yang diperoleh dari *website* resmi Pusat Penilaian Pendidikan dan Kebudayaan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Hasil *cluster* dengan algoritma *K-Means* didapatkan untuk *cluster* 1 terdapat 14 provinsi, *cluster* 2 terdapat 5 provinsi, dan *cluster* 3 terdapat 15 provinsi. Tingkatan *cluster* 1 adalah *cluster* dengan nilai ujian nasional Tinggi, *cluster* 2 adalah *cluster* dengan nilai ujian nasional Rendah dan *cluster* 3 adalah *cluster* dengan nilai ujian nasional Sedang. Sedangkan hasil evaluasi dari algoritma *K-Means* dengan jumlah kluster 3 menghasilkan nilai evaluasi *Connectivity* 11.916, *Dunn* 0.246 dan *Silhouette* 0.464.

Kata Kunci: Klastering, Data Mining, *K-Means*, Pengukuran Jarak Euclidean, Ujian Nasional

Abstract—Clustering is an activity that aims to group a data that has a similarity between one data with another data. *K-Means clustering* is a non-hierarchical data clustering method that attempts to partition existing data into one or more clusters / groups. In this study clustering was conducted using the *K-Means* algorithm using data on the achievements of the National Middle School National Examination in 2018 obtained from the official website of the Center for Education and Culture Assessment of the Ministry of Education and Culture of the Republic of Indonesia. The results of the cluster with the *K-Means* algorithm are obtained for cluster 1 there are 14 provinces, cluster 2 there are 5 provinces, and cluster 3 there are 15 provinces with cluster 1 level is a cluster with a high national test score, cluster 2 is a cluster with a low national test score and a cluster 3 is a cluster with moderate national examination scores. While the results of the evaluation of the *K-Means* algorithm with the number of clusters 3 produce an evaluation value of *Connectivity* 11.916, *Dunn* 0.246 and *Silhouette* 0.464.

Keywords: Clustering, Data Mining, *K-Means*, Euclidean Distance, National Exam

1. PENDAHULUAN

Clustering merupakan aktivitas (*task*) yang bertujuan mengelompokkan data yang memiliki kemiripan antara satu data dengan data lainnya ke dalam klaster atau kelompok sehingga data dalam satu klaster memiliki tingkat kemiripan (*similarity*) yang maksimum dan data antar klaster memiliki kemiripan yang minimum. *Clustering* juga dapat diartikan metode segmentasi data yang diimplementasikan dalam beberapa bidang, di antaranya *marketing*, analisa masalah bisnis segmentasi pasar dan prediksi, pola dalam bidang *computer vision*, zonasi wilayah hingga identifikasi obyek dan pengolahan citra.

Analisis klaster bertujuan menemukan kelompok objek sedemikian rupa sehingga objek-objek dalam grup akan sama (atau terkait) satu sama lain dan berbeda dari (atau tidak terkait) objek-objek dalam grup lain [1]. *K-Means Clustering* merupakan salah satu metode data *clustering non* hirarki yang berusaha mempartisi data yang ada ke dalam bentuk satu atau lebih *cluster*/kelompok [2]. *K-Means* yaitu salah satu dari metode pengelompokan data *nonhierarki* (sekatan) yang dapat mempartisi data ke dalam bentuk dua kelompok ataupun lebih. Metode tersebut akan mempartisi data ke dalam suatu kelompok dimana data yang berkarakteristik sama akan dimasukkan ke dalam satu kelompok sama sedangkan data yang memiliki karakteristik yang berbeda akan dikelompokkan ke dalam kelompok lainnya [3].

Pada penelitian ini dilakukan *clustering* dengan menggunakan algoritma *K-Means* menggunakan data capaian Ujian Nasional Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2018/2019 yang diperoleh dari *website* resmi Pusat Penilaian Pendidikan dan Kebudayaan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. *Clustering* dilakukan untuk mengelompokkan provinsi mana saja di Republik Indonesia yang memiliki nilai Ujian Nasional tingkat Sekolah Menengah Pertama yang rendah, sedang dan tinggi, sehingga nantinya dapat dijadikan bahan evaluasi terhadap hasil ujian di tiap-tiap provinsi.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Data Mining

Data Mining adalah proses yang menggunakan teknik statistik, matematika, kecerdasan buatan, dan *machine learning* untuk mengekstraksi dan mengidentifikasi informasi yang bermanfaat dan pengetahuan yang terkait dari berbagai database besar [2]. Menurut Kusriani *Data Mining* adalah suatu istilah yang digunakan untuk menguraikan penemuan pengetahuan di dalam *database*. *Data Mining* adalah proses yang menggunakan teknik statistik,

matematika, kecerdasan buatan dan *machine learning* untuk menginteraksi mengidentifikasi informasi yang bermanfaat dan pengetahuan yang terikat dari berbagai database besar [4].

2.2 Clustering

Clustering merupakan salah satu teknik dari salah satu fungsionalitas *data mining*, algoritma *clustering* merupakan algoritma pengelompokan sejumlah data menjadi kelompok-kelompok data tertentu (*cluster*) [4]. Pada proses *clustering*, tahapan menentukan atau mendeskripsikan nilai kuantitatif dari tingkat kemiripan atau ketidakmiripan data (*proximity measure*) memiliki peranan sangat penting, sehingga perlu dilakukannya perbandingan beberapa metode yang sering digunakan, yaitu jarak *euclidean*, *manhattan*, dan *minkowski* [1]. *Clustering* merupakan salah satu teknik pengelompokan data berdasarkan kesamaan karakteristik data. *Clustering-based* memiliki beberapa tipe penting, diantaranya *Partitional Clustering*. *Partitional Clustering* merupakan pembagian data ke dalam sebuah himpunan data (*cluster*) yang tidak *overlap* sedemikian setiap data berada dalam satu *cluster* saja [5].

2.3 K-Means

K-Means pertama kali dipublikasikan oleh Stuart Lloyd pada tahun 1984 dan merupakan algoritma *clustering* yang banyak digunakan. *K-Means* bekerja dengan mensegmentasi objek yang ada ke dalam kelompok atau yang disebut dengan segmen sehingga objek yang berada dalam masing-masing kelompok lebih serupa satu sama lain dibandingkan dengan objek dalam kelompok yang berbeda [6]. *K-means* menggunakan ukuran *Euclidean distance* dan secara iteratif menentukan tiap *record* dari *cluster* asal. Prosedur dimulai dengan memilih *k* dengan *initial records* sebagai pusat *cluster* (*initial seed*) dan menentukan setiap *record* yang paling dekat dengan *cluster*. *Record* baru ditambahkan ke *cluster*, *cluster* center dihitung ulang untuk mencerminkan anggota baru mereka. Prosedur iterasi ini diulang sampai *konvergen* dan migrasi *record* dengan *cluster* tidak lagi menyaring solusinya [7]. *K-Means* merupakan algoritma heuristik yang memisah kumpulan data ke dalam kluster *K* dengan meminimalkan jumlah jarak kuadrat di setiap kluster [1]. Prinsip utama dari teknik ini adalah menyusun *K* buah partisi/pusat massa (*centroid*)/rata-rata (*mean*) dari sekumpulan data. Algoritma *K-Means* dimulai dengan pembentukan partisi kluster diawal kemudian secara iteratif partisi *cluster* ini diperbaiki hingga tidak terjadi perubahan yang signifikan pada partisi *cluster* [4].

2.4 Euclidean Distance

Euclidean distance adalah metode yang digunakan untuk mengukur jarak antara 2 titik yang berbeda [8].

Adapun rumus yang digunakan adalah :

$$d(i, j) = \sqrt{|X_{i1} - X_{j1}|^2 + |X_{i2} - X_{j2}|^2 + \dots + |X_{ip} - X_{jp}|^2} \quad (1)$$

Dengan *D* adalah jarak antara titik pada data *x* dan titik data *y*, dimana *x* = *x*₁, *x*₂, ..., *x*_i dan *y* = *y*₁, *y*₂, ..., *y*_j dan *j* mempresentasikan nilai atribut serta *p* merupakan dimensi atribut.

Keterangan :

d(i, j) = jarak *euclidean*

X_i = nilai titik 1

X_j = nilai titik 2

2.5 Elbow Method

Elbow Method adalah metode yang digunakan untuk menginterpretasikan dan uji performa tingkat konsistensi jumlah *cluster* yang tepat dengan melihat nilai *SSE* [9]. Pada titik tertentu akan terjadi grafik penurunan secara drastis dengan sebuah lekukan yang disebut dengan kriteria siku. Nilai itu kemudian menjadi nilai *k* atau jumlah *cluster* yang terbaik [9]. Untuk mendapatkan perbandingannya adalah dengan menghitung *SSE* (*Sum of Square Error*) dari masing-masing nilai *cluster*. Karena semakin besar jumlah *cluster* *K* maka nilai *SSE* akan semakin kecil. Rumus *SSE* pada *K-Means* dapat dilihat pada formula 2.

$$SSE = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (2)$$

2.6 Cluster Validation

Untuk mengatasi kesulitan algoritma *K-Means* dalam menentukan jumlah kluster yang tepat berdasarkan data yang digunakan, maka digunakan indeks validitas yang merupakan metode untuk mengevaluasi hasil algoritma *clustering* dengan tujuan mendapatkan jumlah kluster terbaik [10]. Pada penelitian ini digunakan tiga indeks validitas yaitu *Silhouette*, *Dunn*, dan *Connectivity*. Adapun penjelasan mengenai validitas tersebut disebutkan di bawah ini :

a. Silhouette

Indeks validitas *Silhouette* menghitung rata-rata nilai setiap titik pada himpunan data. perhitungan nilai setiap titik adalah selisih nilai *separation* dan *compactness* yang dibagi dengan maksimum antara keduanya. Jumlah

klaster yang terbaik ditunjukkan dengan nilai *Silhouette* yang semakin mendekati 1 [10]. dapat dilihat rentang nilai dan interpretasi pada tabel I [11].

Tabel 1. Rentang nilai *Silhouette* dan interpretasi

Rentang nilai	Interpretasi
0.71 – 1.0	Struktur yang kuat
0.51 – 0.70	Struktur yang beralasan
0.26 – 0.50	Struktur lemah
<0.25	Tidak ditemukan struktur yang substansial

b. Dunn

Indeks validitas Dunn (DN) menghitung nilai minimum dari perbandingan antara nilai fungsi dissimilaritas antara dua klaster sebagai separation dan nilai maksimum dari diameter klaster sebagai compactness. Jumlah klaster terbaik ditunjukkan dengan semakin besar nilai DN [10].

c. Connectivity

Dalam jurnalnya mengatakan “Connectivity is calculated by finding the n closest pathways to each pathway, then adding $1/n$ to the total connectivity value if the n th closest pathway is in a different cluster than the first pathway” [12]. Nilai ini berkisar dari nol hingga tak terhingga, di mana nilai yang lebih kecil menunjukkan kluster kualitas yang lebih baik [12].

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Dataset

Data yang digunakan adalah data hasil Ujian Nasional tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) yang didapat dari website resmi Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia [13]. Data yang digunakan adalah data tahun 2018/2019 dengan jumlah data 34 dengan 10 Atribut yaitu Nama Provinsi, Jumlah Satuan Pendidikan, Jumlah peserta, Rata-Rata Nilai Matematika, Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris, IPA, dan Rata-Rata Nilai Provinsi.

3.1. Metode

Untuk melakukan *clustering* menggunakan algoritma *K-Means* pada penelitian ini, digunakan tahapan-tahapan dari metode KDD (*Knowledges Discovery in Databases*). Adapun tahapan dari metode KDD adalah *data selection*, *data pre-processing*, *data integration*, *data transformation*, *data mining*, dan *evaluation* [14][3]. Berikut alur penelitian penerapan algoritma *K-Means* untuk *clustering* provinsi mana saja di Republik Indonesia hasil nilai Ujian Nasional tingkat Sekolah Menengah Pertama yang rendah dan tinggi. Adapun alur penelitian terdapat pada gambar 1.

Gambar 1. Alur Penelitian

3.2.1 Data Selection

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan data Ujian Nasional Republik Indonesia tingkat SMP/MTS/ sederajat tahun 2018/2019 yang bersumber dari Puspendik Kemendikbud . Data ini memiliki 34 data yang terdiri dari 10 atribut. Keterangan data dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2. Keterangan *dataset* awal

Atribut	Tipe data	Keterangan
No	Numerik	Nomer urut
Kode	Numerik	Kode Provinsi
Nama Provinsi	Nominal	Nama Provinsi
Jumlah Satuan Pendidikan	Numerik	Banyaknya satuan pendidikan di Provinsi
Jumlah Peserta	Numerik	Banyaknya peserta ujian tiap Provinsi
Rerata Nilai Bahasa Indonesia	Numerik	Hasil nilai Bahasa Indonesia tiap Provinsi
Rerata Nilai Bahasa Inggris	Numerik	Hasil nilai Bahasa Inggris tiap Provinsi
Rerata Nilai Matematika	Numerik	Hasil nilai Bahasa Matematika tiap Provinsi
Rerata Nilai IPA	Numerik	Hasil nilai Bahasa IPA tiap Provinsi
Rerata Nilai	Numerik	Hasil rerata nilai keseluruhan

Dari *dataset* awal yang didapat dilakukan proses seleksi, dimana atribut-atribut yang digunakan yaitu : Nama provinsi, Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris, Matematika, dan Ipa. Maka akan terlihat perubahannya seperti tabel 2 dibawah ini:

Tabel 3. *Dataset* hasil seleksi

Atribut	Tipe data	Keterangan
Nama Provinsi	Nominal	Nama Provinsi
Rerata Nilai Bahasa Indonesia	Numerik	Hasil nilai Bahasa Indonesia tiap Provinsi
Rerata Nilai Bahasa Inggris	Numerik	Hasil nilai Bahasa Inggris tiap Provinsi
Rerata Nilai Matematika	Numerik	Hasil nilai Bahasa Matematika tiap Provinsi
Rerata Nilai IPA	Numerik	Hasil nilai Bahasa IPA tiap Provinsi

3.2.2 Data pre-processing/cleaning

Dalam penelitian ini tidak ditemukan *null* maka dilakukan langkah selanjutnya. Karena tidak terdapat *missing values* maka dilakukan langkah untuk mencegah *outlier* menggunakan normalisasi dengan teknik scalling [15].

Tabel 4. *Dataset* nilai ujian nasional 2018/2019

NAMA PROVINSI	RERATA NILAI PADA MATA UJI			
	BAHASA INDONESIA	BAHASA INGGRIS	MATEMATIKA	IPA
DKI JAKARTA	72.88	60.98	53.26	55.71
JAWA BARAT	64.24	50.64	46.14	47.74
JAWA TENGAH	70.85	50.83	49.28	52.54
DI YOGYAKARTA	78.15	58.73	60.22	61.16
JAWA TIMUR	67.25	51.15	48.03	50.89

ACEH	54.57	43.12	38.79	40.95
SUMATERA UTARA	59.17	47.12	43.6	44.87
SUMATERA BARAT	68.83	47.85	46.76	49.31
RIAU	65.16	48.45	46.06	47.67
JAMBI	60.12	45.14	41.26	43.45
SUMATERA SELATAN	58.12	43.86	40.34	41.85
LAMPUNG	62	44.39	40.03	42.88
KALIMANTAN BARAT	62.32	45.05	40.52	42.78
KALIMANTAN TENGAH	63.65	48.51	45.04	46.29
KALIMANTAN SELATAN	66.59	48.85	42.05	47.08
KALIMANTAN TIMUR	68.82	51.32	44.12	47.92
SULAWESI UTARA	57.71	47.46	40.84	43.72
SULAWESI TENGAH	60.33	44.48	41.12	43.71
SULAWESI SELATAN	59.97	46.33	42.47	45.26
SULAWESI TENGGARA	61.8	45.75	44.47	45.65
MALUKU	60.3	51.69	50.47	48.98
BALI	69.42	52.19	43.87	49.03
NUSA TENGGARA BARAT	56.87	43.26	38.76	41.79
NUSA TENGGARA TIMUR	64.75	45.9	46.29	45.78
PAPUA	58.76	48.46	46.23	47.63
BENGKULU	62.61	43.81	39.74	42.78
MALUKU UTARA	58.49	52.6	49.15	50.07
BANGKA BELITUNG	67.89	48.33	44.34	47.9
GORONTALO	56.04	44.69	40.74	43.51
BANTEN	60.29	48.1	41.91	43.98
KEPULAUAN RIAU	70.19	54.25	47.5	50.18
SULAWESI BARAT	55.4	42.09	39.68	40.45
PAPUA BARAT	61.11	49.51	48.28	48.96
KALIMANTAN UTARA	64.45	47.55	42.4	45.04

Adapun tahap proses yang dilakukan dalam tahap normalisasi ini yaitu:

- Mencari nilai maksimum dan minimum dari masing-masing kolom atau *variable*.
Contoh kita akan mengambil *variable* rerata nilai pada mata uji Bahasa Indonesia maka didapat:
Nilai maksimum (X_{maks}) = 78.18
Nilai minimum (X_{min}) = 54.79
- Menghitung nilai normalisasi menggunakan persamaan :

$$\text{Normalisasi} = \frac{(\text{Nilai awal} - \text{Nilai minimal})}{(\text{Nilai maksimal} - \text{Nilai Minimal})} \quad (2)$$

- Menghitung nilai normalisasi menggunakan persamaan diatas:

$$\begin{aligned} XF6 &= (XF6 - X_{min}) / (X_{maks} - X_{min}) \\ &= (72.88 - 54.79) / (78.18 - 54.79) = 0.77 \end{aligned}$$

Lakukan langkah yang sama hingga nilai normalisasi sudah terisi pada kolom mata pelajaran Bahasa Indonesia, lakukan hal yang sama juga pada kolom atau *variable* nilai Bahasa Inggris, Matematika dan IPA. Maka didapat hasil seperti gambar 3.

Tabel 5. Dataset hasil scaling

X1	X2	X3	X4
0.78	1	0.68	0.74
0.41	0.45	0.34	0.35
0.69	0.46	0.49	0.58
1	0.88	1	1
0.54	0.48	0.43	0.5
0	0.05	0	0.02
0.2	0.27	0.23	0.21
0.6	0.3	0.37	0.43
0.45	0.34	0.34	0.35
0.24	0.16	0.12	0.14

0.15	0.09	0.07	0.07
0.32	0.12	0.06	0.12
0.33	0.16	0.08	0.11
0.39	0.34	0.29	0.28
0.51	0.36	0.15	0.32
0.6	0.49	0.25	0.36
0.13	0.28	0.1	0.16
0.24	0.13	0.11	0.16
0.23	0.22	0.17	0.23
0.31	0.19	0.27	0.25
0.24	0.51	0.55	0.41
0.63	0.53	0.24	0.41
0.1	0.06	0	0.06
0.43	0.2	0.35	0.26
0.18	0.34	0.35	0.35
0.34	0.09	0.05	0.11
0.17	0.56	0.48	0.46
0.56	0.33	0.26	0.36
0.06	0.14	0.09	0.15
0.24	0.32	0.15	0.17
0.66	0.64	0.41	0.47
0.04	0	0.04	0
0.28	0.39	0.44	0.41
0.42	0.29	0.17	0.22

3.2.3 Data Integration

Setelah proses data *cleaning* dilakukan maka selanjutnya adalah melakukan data *integration* yaitu dengan menggabungkan semua dataset ke dalam satu tabel. Dikarenakan data hanya menggunakan satu tabel maka tahap ini tidak dilakukan.

3.2.4 Data Transformation

Pada tahap ini dilakukan perubahan nama variabel untuk memudahkan proses data mining seperti yang terlihat pada tabel 6 di bawah ini:

Tabel 6. Pengantian nama variabel data

Nama Variabel Lama	Nama Variabel baru
Nama Provinsi	X
Rerata Nilai Bahasa Indonesia	X1
Rerata Nilai Bahasa Inggris	X2
Rerata Nilai Matematika	X3
Rerata Nilai IPA	X4

3.3 Data Mining

Untuk skenario yang digunakan algoritma yang digunakan adalah algoritma *K-Means*, dengan jumlah *cluster* hasil penentuan metode *elbow* [9] sejumlah 3 dapat dilihat pada gambar 4. Hasil cluster dengan algoritma *K-Means* didapatkan untuk *cluster* 1 terdapat 14 provinsi, *cluster* 2 terdapat 5 provinsi, dan *cluster* 3 terdapat 15 provinsi dengan tingkatan *cluster* 1 adalah *cluster* dengan nilai ujian nasional Tinggi, *cluster* 2 adalah *cluster* dengan nilai ujian nasional Rendah dan *cluster* 3 adalah *cluster* dengan nilai ujian nasional Sedang, dapat dilihat digambar 5 dan tabel 4, 5 dan 6. Diharapkan adalah nilai evaluasi dengan menggunakan *cluster validation* menunjukan nilai evaluasi yang tertinggi. Pada tahap ini dilakukan dengan bantuan *tools R-Studio* [16].

Gambar 4. Metode *elbow*

Gambar 4. Hasil *clustering*

Tabel 7. Hasil *clustering*

Cluster	Anggota	Jumlah	Karakteristik	Kriteria
Cluster 1	DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Sumatera Barat, Riau, Kalimantan Timur, Maluku, Bali, Maluku Utara, Bangka Belitung, Kepulauan Riau, Papua Barat	14	51,54 - 64,67	Tinggi
Cluster 2	Aceh, Sumatera Selatan, Nusa Tenggara Barat, Gorontalo, Sulawesi Barat	5	44,36 – 46,25	Rendah
Cluster 3	Sumatera Utara, Jambi, Lampung, Kalimantan Barat, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Nusa Tenggara Timur, Bengkulu, Banten, Sulawesi Tenggara, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Papua, Kalimantan Utara	15	47,24 – 51,14	Sedang

3.4 Evaluasi

Hasil dari algoritma *K-Means* dengan jumlah kluster 3 menghasilkan nilai evaluasi *Connectivity* 11.916, *Dunn* 0.246 dan *Silhouette* 0.464 (struktur data lemah).

4. KESIMPULAN

Penerapan algoritma *K-Means* dalam *clustering* nilai ujian nasional dapat diterapkan. Penerapan algoritma *K-Means* dengan metode KDD yang terdiri dari beberapa tahapan yaitu *data cleaning*, *data integration*, *data selection*, *transformation*, *data mining*, *evaluation*. Kemudian dilakukan validasi *cluster* untuk mengetahui hasil evaluasi *cluster*. Hasil cluster dengan algoritma *K-Means* didapatkan untuk cluster 1 terdapat 14 provinsi, cluster 2 terdapat 5 provinsi, dan cluster 3 terdapat 15 provinsi dengan tingkatan cluster 1 adalah cluster dengan nilai ujian nasional Tinggi, cluster 2 adalah cluster dengan nilai ujian nasional Rendah dan cluster 3 adalah cluster dengan nilai ujian nasional Sedang. Sedangkan hasil evaluasi dari algoritma *K-Means* dengan jumlah kluster 3 menghasilkan nilai evaluasi *Connectivity* 11.916, *Dunn* 0.246 dan *Silhouette* 0.464 (struktur data lemah). Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode evaluasi lain seperti *external measure* dan menggunakan algoritma berbeda sehingga mendapatkan hasil yang lebih baik dan kesimpulan yang baru.

REFERENCES

- [1] M. Nishom, "Perbandingan Akurasi Euclidean Distance, Minkowski Distance, dan Manhattan Distance pada Algoritma K-Means Clustering berbasis Chi-Square," *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 04, no. 01, pp. 20–24, 2019.
- [2] M. Anggara, H. Sujiani, and H. Nasution, "Pemilihan Distance Measure Pada K-Means Clustering Untuk Pengelompokan Member Di Alvaro Fitness," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2016.
- [3] M. H. Adiya and Y. Desnelita, "Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi Penerapan Algoritma K-Means Untuk Clustering Data Obat-Obatan Pada RSUD Pekanbaru," *J. Nas. Teknol. DAN Sist. INFORMAS*, vol. 05, no. 1, pp. 17–24, 2019.
- [4] F. L. Sibuea and A. Sapta, "PEMETAAN SISWA BERPRESTASI MENGGUNAKAN METODE K-MEANS CLUSTERING," *JURTEKSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol. IV, no. 1, 2017.
- [5] T. W. P. A.A.Ngr Wisnu Gautama, Yudha Purwanto, "Analisis Pengaruh Penggunaan Manhattan Distance Pada Algoritma Clustering Isodata (Self- Organizing Data Analysis Technique) Untuk Sistem Deteksi Anomali Trafik," *e-Proceeding Eng.*, vol. 2, no. 3, pp. 7404–7411, 2015.
- [6] R. Andrea, S. Palupi, and S. Qomariah, "CLUSTERING TIPE BELAJAR SISWA SMKN 2 PENAJAM PASER UTARA DENGAN PENERAPAN METODE DATA MINING K-MEANS DAN FUZZY C-MEANS (FCM) CLUSTER ANALYSIS FOR LEARNING STYLE OF VOCATIONAL HIGH SCHOOL STUDENT USING K-MEANS AND FUZZY C-MEANS (FCM)," *J. Penelit. Pos dan Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 121–128, 2017.
- [7] C. D. Rumiarti and I. Budi, "SEGMENTASI PELANGGAN PADA CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT DI PERUSAHAAN RITEL: STUDI KASUS PT GRAMEDIA ASRI MEDIA," *J. Sist. Inf. (J. Inf. Syst.)*, vol. 13, pp. 1–10, 2017.
- [8] R. Rizaldi, A. Kurniawati, and C. V. Angkoso, "Implementasi Metode Euclidean Distance untuk Rekomendasi Ukuran Pakaian pada Aplikasi Ruang Ganti Virtual," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 2, p. 129, 2018.
- [9] A. D. Savitri, F. A. Bachtiar, and N. Y. Setiawan, "Segmentasi Pelanggan Menggunakan Metode K-Means Clustering Berdasarkan Model RFM Pada Klinik Kecantikan (Studi Kasus : Belle Crown Malang)," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 9, pp. 2957–2966, 2018.
- [10] A. F. Khairati, A. A. Adlina, G. F. Hertono, and B. D. Handari, "Kajian Indeks Validitas pada Algoritma K-Means Enhanced dan K-Means MMCA," *Pros. Semin. Nas. Mat.*, vol. 2, pp. 161–170, 2019.
- [11] B. N. Sari and A. Primajaya, "Penerapan Clustering DbSCAN untuk Pertanian Padi di Kabupaten Karawang," *JIKO (Jurnal Inform. dan Komputer) STMIK AKAKOM*, vol. 4, no. 1, pp. 28–34, 2019.
- [12] S. M. Kim, M. I. Peña, M. Moll, G. Giannakopoulos, G. N. Bennett, and L. E. Kavraki, "An evaluation of different clustering methods and distance measures used for grouping metabolic pathways," *Proc. 8th Int. Conf. Bioinforma. Comput. Biol. BICOB 2016*, no. BICoB, pp. 115–122, 2016.
- [13] "Laporan Hasil Ujian Nasional," 2018. [Online]. Available: <https://hasilun.puspendik.kemdikbud.go.id/>.
- [14] A. E. Wicaksono, "Implementasi Data Mining Dalam Pengelompokan Peserta Didik di Sekolah untuk Memprediksi Calon Penerima Beasiswa Dengan Menggunakan Algoritma K-Means (Studi Kasus SMA N 6 Bekasi)," *Jur. Tek. Inform. Univ. Gunadarma*, vol. 21, no. 3, pp. 206–216, 2016.
- [15] N. Puspitasari, U. Mulawarman, H. Haviluddin, and U. Mulawarman, "PENERAPAN METODE K-MEANS DALAM PENGELOMPOKKAN CURAH HUJAN," *Proc. Semin. Nas. Ris. Ilmu Komput. (SNRIK 2016)*, vol. I, no. December, 2016.
- [16] S. F. Putra, R. Pradina, and I. Hafidz, "Feature Selection pada Dataset Faktor Kesiapan Bencana pada Provinsi di Indonesia Menggunakan Metode PCA (Principal Component Analysis)," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 5–9, 2016.