

PENERAPAN ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING PADA PENGELOMPOKAN DAERAH PENYEBARAN DIARE DI PROVINSI JAWA BARAT

Maya Maesaroh, Tesa Nur Padilah, Jajam Haerul Jaman

Program Studi Informatika S1, Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Singaperbangsa Karawang, Jalan HS. Ronggowaluyo, Karawang, Indonesia

maya.maesaroh19028@student.unsika.ac.id

ABSTRAK

Penyakit diare adalah suatu gangguan pada saluran pencernaan yakni tinja ataupun feses berubah menjadi cair serta berlangsung 3 kali ataupun lebih dengan kurun waktu 24 jam dan bisa dibarengi muntah-muntah, sehingga penderita mengalami dehidrasi dan apabila tidak segera ditangani akan dapat menyebabkan kematian. Permasalahan diare tidak bisa dibiarkan dan harus ditangani karena diare dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan. Perlu dilakukan pengelompokan daerah dengan tujuan agar pemerintah Jawa Barat dapat melakukan pengambilan keputusan terhadap permasalahan diare di Provinsi Jawa Barat, seperti daerah mana saja yang perlu perhatian secara khusus. Algoritma yang digunakan adalah algoritma *k-means clustering* dengan beberapa langkah yaitu seleksi data, *pre-processing* data, transformasi data, *data mining*, dan interpretasi/evaluasi. Pengelompokan daerah penyebaran diare dengan bantuan dari metode *elbow* sebagai penentuan jumlah *cluster* terbaik dengan hasil *cluster* terbaik pada 4 (empat) *cluster* dalam setiap *dataset* pertahun dan hasil *clustering* dibuat visualisasi pemetaan menggunakan tools *Quantum GIS* (QGIS). Hasil evaluasi model pengelompokan tersebut dengan menggunakan *silhouette coefficient* pada tahun 2020 mendapatkan index nilai sebesar 0,62 dan index nilai sebesar 0,55 pada tahun 2021, hasil tersebut menunjukkan bahwa kriteria yang diterapkan merupakan struktur yang baik (*medium structure*).

Kata kunci: Algoritma K-Means, Diare, QGIS, *Silhouette Coefficient*

1. PENDAHULUAN

Diare adalah suatu gangguan pada saluran pencernaan yakni tinja ataupun feses berubah menjadi cair serta berlangsung 3 kali ataupun lebih dengan kurun waktu 24 jam dan bisa dibarengi muntah-muntah. Penyakit ini terjadi sebab pola konsumsi makanan yang dicemari sejumlah bakteri, virus serta parasit yang muncul pada lingkungan yang minim kebersihannya. Diare merupakan penyebab kematian kedua pada anak balita di dunia. Hampir satu dari lima kematian anak atau 1,5 juta per tahun disebabkan oleh diare. Setiap tahun, 40% kematian bayi di seluruh dunia disebabkan oleh diare [1]. Salah satu yang menjadi masalah kesehatan bagi masyarakat di Indonesia adalah diare. Setiap tahunnya ada sekitar 200-400 kasus penyakit diare diantara 1000 penduduk. Dengan demikian setiap tahunnya sekitar 60 juta peristiwa terjadi di Indonesia. Beberapa penderita (1-2%) akan mengalami kehilangan cairan, dan jika tidak segera ditangani 50-60% akan menyebabkan kematian [2].

Berdasarkan informasi Badan Pusat Statistik tentang penyakit menular di Provinsi Jawa Barat tahun 2021 menunjukkan bahwa permasalahan diare di Provinsi Jawa Barat menempati urutan pertama sebagai kasus penyakit paling tinggi. Berdasarkan masalah tersebut, diperlukan adanya suatu upaya penanganan yang efektif. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan mengelompokan daerah penyebaran diare di Provinsi Jawa Barat. Tujuan dari pengelompokan ini adalah untuk mengetahui kabupaten/kota mana saja yang memiliki kasus diare tingkat tinggi hingga rendah. Untuk mencari titik pusat

penyebaran diare dapat menggunakan *data mining* dengan algoritma *k-means clustering*.

Hasil *clustering* kemudian akan divisualisasikan dalam bentuk pemetaan menggunakan tools *Quantum GIS* (QGIS). Penelitian ini dirancang untuk membantu memberikan kontribusi positif untuk pemerintah dalam melakukan evaluasi dan penanganan terhadap daerah yang rawan penyakit diare sehingga jumlah kasus penyakit tersebut di Provinsi Jawa Barat dapat berkurang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Data Mining

Data mining adalah keilmuan yang mempelajari metode guna mengekstrak pengetahuan ataupun mengidentifikasi pola dari suatu data [3]. *Data mining* termasuk dalam bidang ilmu komputer dengan proses komputasi menggunakan algoritma matematika untuk mengekstrak data yang relevan dan menghitung kemungkinan mengambil tindakan di masa depan. Dikenal juga dengan *Knowledge Discovery in Database* (KDD) dan memuat sejumlah tahap yakni mengumpulkan, membersihkan data, mengkondisikan data, mengekstrak data serta menyajikan data [4].

Menurut [4] *Data mining* dapat dibagi ke dalam berbagai teknik sesuai fungsinya, yaitu:

1. Deskripsi
Deskripsi adalah cara memvisualisasikan pola serta kecenderungan pada data yang dimiliki.
2. Klasifikasi
Terdapat berbagai target variabel kategori dalam klasifikasi, contohnya seperti kategori tinggi,

sedang, dan rendah pada penggolongan nilai pada mahasiswa.

3. Estimasi
Hampir memiliki kesamaan dengan klasifikasi, perbedaan antara klasifikasi dengan estimasi yaitu variabel lebih mengarah ke numerik dibandingkan kategori.
4. Prediksi
Prediksi merupakan memperkiraan dan menerka suatu nilai di masa yang akan datang dan suatu nilai yang belum diketahui.
5. Pengelompokan
Pengelompokan atau *clustering* adalah pengelompokan data, pengamatan, dan pembentukan kelas yang mempunyai objek yang sama atau mirip.
6. Asosiasi
Pada sebuah metode *data mining*, asosiasi memiliki tugas untuk mendapatkan sebuah atribut yang keluar atau muncul dalam waktu yang sama

2.2 Clustering

Clustering adalah teknik analisis data yang digunakan untuk mengelompokkan data/objek ke dalam kelompok-kelompok dengan karakteristik umum tertentu [5]. Metode *clustering* ditujukan adalah guna mengkategorikan sejumlah data ataupun obyek ke dalam *cluster* (grup) hingga pada tiap klasternya mampu berisikan data yang semirip mungkin serta berbeda dengan obyek pada klaster lainnya [3].

2.3 Algoritma K-Means

Algoritma *K-Means* digunakan untuk mengelompokkan data secara partisi yang memisahkan data kedalam kelompok yang berbeda. Aturan dalam penggunaan algoritma *K-Means* yaitu menentukan terlebih dahulu jumlah klaster, atribut yang digunakan bersifat numerik [6]. Dalam setiap *cluster* memiliki karakter yang sama namun antar *cluster* diciptakan tingkat variasi yang kecil, sehingga memberikan karakteristik yang berbeda. Proses *clustering* mempergunakan algoritma *K-Means* secara umum mempunyai tahapan, yakni:

1. Menentukan jumlah *cluster* (k).
2. Tentukan *centroid* tiap *cluster* secara acak.
3. Kemudian hitung jarak setiap objek ke *centroid* yang sudah ditentukan Perhitungan jarak yang digunakan adalah dengan rumus jarak *Euclidean Distance*. Adapun rumusnya menurut [7] sebagai berikut:

$$D(x_i, y_i) = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \quad (1)$$

Keterangan :

$D(x_i, y_i)$: jarak objek antara nilai data dan nilai pusat *cluster*

x_i : nilai data dari dimensi ke-i

y_i : nilai pusat *cluster* dari dimensi ke-i

n : banyaknya dimensi atau atribut data

4. Mengelompokkan setiap data berdasarkan jarak terdekat antara data dengan masing-masing *centroid*.
5. Perbarui kembali *centroid* setiap cluster
6. Ulangi langkah ke 3 sampai 5 hingga setiap *cluster* tidak ada yang berubah.

2.4 Metode Elbow

Metode *Elbow* adalah suatu metode guna menetapkan jumlah (k) ataupun *cluster* yang akurat pada *dataset* penelitian. Proses metode *elbow* mengidentifikasi persentase hasil perbandingan dari jumlah total (k) serta turut menyajikan sebuah lekukan pada grafik serta akan dinamai siku pada titik [8].

2.5 Pengertian Python

Python merupakan bahasa pemrograman yang berfokus pada keterbacaan kode, menggabungkan kemampuan, kapabilitas, memiliki kode pemrograman yang jelas serta dilengkapi oleh banyak fungsi library yang banyak dan komprehensif. Python juga mendukung multi-paradigma program yang secara umum berorientasi pada pemrograman fungsional, pemrograman berbasis objek dan pemrograman imperative [10].

2.6 Pengertian Google Colaboratory

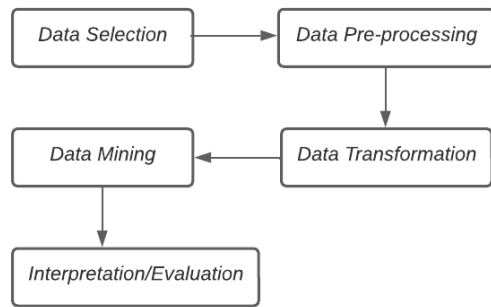
Google Colaboratory atau dikenal dengan *Google Colab* adalah sebuah tool yang digunakan untuk tujuan penelitian secara gratis dan menggunakan *cloud* atau sistem penyimpanan awan. *Google Colaboratory* dibangun dengan menggunakan elemen dari jupyter serta sebagian besar *library* tersedia untuk diterapkan ke dalam sebuah penelitian salah satunya adalah *data mining*. *Google Colaboratory* pada dasarnya mempunyai kesamaan fungsi dengan Jupyter Notebook, letak perbedaannya adalah *Google Colaboratory* dapat diakses secara online serta gratis [4].

2.7 Pengertian Quantum GIS (QGIS)

Quantum GIS (QGIS) adalah program open source yang dapat digunakan untuk mengelola data geografis yang mampu digunakan untuk pemetaan dan analisis spasial. Aplikasi *Quantum GIS* (QGIS) di distribusikan secara open source dibawah lisensi *General Public License*. Pemakai aplikasi *Quantum GIS* dapat memvisualisasi, mengolah, mengubah, menganalisa data, serta menulis peta yang dapat dicetak [9].

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *knowledge discovery in databases* (KDD), berikut langkah-langkah KDD.



Gambar 1. Metode Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Selection

Data selection merupakan tahapan dimana dilakukan proses pengumpulan *dataset* awal dengan melakukan pemilihan *variable*. Data yang akan digunakan yaitu data jumlah kasus penyakit diare, jumlah fasilitas sanitasi jamban sehat permanen dan jumlah keluarga dengan kondisi jamban buang air besar di Provinsi Jawa Barat tahun 2020 dan 2021 yang didapat dari website Open Data Jabar.

4.2 Data Pre-processing

Setelah melakukan tahapan *data selection*, selanjutnya dilakukan tahapan *data pre-processing* untuk menangani *missing value* atau data yang tidak mempunyai nilai. Pengecekan *missing value* dapat dilihat pada Gambar berikut.

```
#pengecekan missing value
df_select2020.isna().sum()

nama_kabupaten_kota    0
jml_jsp                 0
jmbn_sendiri            0
jmbn_bersama            0
jmbn_umum               0
bukan_jmbn              0
jml_kasus               0
dtype: int64
```

Gambar 2. Pengecekan Missing Value Dataset 2020

```
#pengecekan missing value
df_select2021.isna().sum()

nama_kabupaten_kota    0
jml_jsp                 0
jmbn_sendiri            0
jmbn_bersama            0
jmbn_umum               0
bukan_jmbn              0
jml_kasus               0
dtype: int64
```

Gambar 3. Pengecekan Missing Value Dataset 2021

Hasil pengecekan missing value pada Gambar 3 dan Gambar 4 masing-masing dari dataset tidak terdapat missing value.

4.3 Data Transformation

Tahap selanjutnya yaitu transformasi data dengan menggunakan *min-max normalization*. *Min-max normalization* digunakan agar setiap atribut memiliki pengaruh yang sama pada data dengan mengubah seluruh skala data pada rentang 0-1 Sehingga memudahkan dalam proses pengolahan data.

4.4 Data Mining

Penelitian ini menerapkan teknik *data mining* yaitu *clustering* menggunakan algoritma *k-means*, dimana akan dilakukan proses analisis dan pemetaan dari data kasus diare provinsi Jawa Barat dengan tujuan untuk dilakukan pengklasteran daerah rawan diare di kabupaten/kota provinsi Jawa Barat. Untuk memperoleh nilai *cluster* optimal, peneliti menggunakan metode *elbow* serta menggunakan bantuan dari *Sum of Square Error* (SSE).

Berdasarkan hasil yang telah dilakukan grafik *elbow* menunjukkan bahwa jumlah *cluster* yang optimal/akurat adalah 4. Setelah mengetahui hasil *cluster* ($k=4$), selanjutnya membentuk model *k-means* dengan menggunakan bahasa pemrograman *python*. Ada empat kategori *cluster* dengan *cluster* tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah. Berikut merupakan hasil *clustering* menggunakan *tools Google Colaboratory* pada dataset tahun 2020 dan 2021.

	nama_kabupaten_kota	jml_jsp	jmbn_sendiri	jmbn_bersama	jmbn_umum	bukan_jmbn	jml_kasus	Cluster
0	KABUPATEN BOGOR	3911962	1107911	4933	8390	10334	164382	1
1	KABUPATEN SUKABUMI	485403	643587	4260	5986	2828	67159	0
2	KABUPATEN CIANJUR	230172	508666	6106	7214	3001	61137	0
3	KABUPATEN BANDUNG	449156	818851	1362	6163	3327	64599	0
4	KABUPATEN GARUT	69721	427895	17614	29586	6188	107123	2
5	KABUPATEN TASIKMALAYA	195908	351587	20697	19867	2205	47404	2
6	KABUPATEN CIAMIS	119560	344290	741	11340	1502	32445	0
7	KABUPATEN KUNINGAN	232657	296891	13207	1521	835	14971	3
8	KABUPATEN CIREBON	267187	592900	4362	6879	2522	59660	0
9	KABUPATEN MAJALENGKA	194928	380950	2225	2147	4191	34880	0
10	KABUPATEN SUMEDANG	205583	10919404	0	8098	4958	31170	0
11	KABUPATEN INDRAMAYU	371457	576652	2063	5437	2575	46916	0
12	KABUPATEN SUBANG	313004	450066	2800	7130	6112	43540	0
13	KABUPATEN PURWAKARTA	183687	222991	897	5385	6786	26242	0
14	KABUPATEN KARAWANG	177556	500875	8715	11324	14171	64003	2
15	KABUPATEN BEKASI	658114	625980	12458	7450	19246	77768	1
16	KABUPATEN BANDUNG BARAT	348534	465564	2402	450	2112	46305	0
17	KABUPATEN PANGANDARAN	58872	129824	7760	3368	1000	10840	3
18	KOTA BOGOR	74963	254400	4705	3190	2148	30026	3
19	KOTA SUKABUMI	102931	287180	5725	4340	4040	8929	3
20	KOTA BANDUNG	87353	161800	10051	2960	3770	81327	3
21	KOTA CIREBON	55097	129700	9056	2048	1265	8703	3
22	KOTA BEKASI	353890	259060	4012	2930	1090	68679	0

Gambar 6. Hasil Clustering Dataset Tahun 2020

	nama_kabupaten_kota	jml_jsp	jmbn_sendiri	jmbn_bersama	jmbn_umum	bukan_jmbn	jml_kasus	Cluster
0	KABUPATEN BOGOR	497053	1186015	66513	42360	28642	91434	0
1	KABUPATEN SUKABUMI	40111	688354	88049	50111	997	62891	3
2	KABUPATEN CIANJUR	340065	540701	60387	43043	9221	18179	0
3	KABUPATEN BANDUNG	455840	846936	77688	46515	6310	12893	0
4	KABUPATEN GARUT	171976	509670	92224	75293	11856	28764	3
5	KABUPATEN TASIKMALAYA	188849	401832	67354	51970	12693	9686	0
6	KABUPATEN CIAMIS	68503	354336	24200	11362	5661	20250	1
7	KABUPATEN KUNINGAN	238972	295996	13217	1550	1734	12455	1
8	KABUPATEN CIREBON	148011	621929	50370	6983	11640	30706	0
9	KABUPATEN MAJALENGKA	224163	381788	16790	6850	2468	14495	1
10	KABUPATEN SUMEDANG	194517	338080	15195	8121	1600	13268	1
11	KABUPATEN INDRAMAYU	338752	613391	36266	5541	9363	14437	1
12	KABUPATEN SUBANG	332374	462276	17331	7274	6689	17415	1
13	KABUPATEN PURWAKARTA	195501	237031	18007	5495	7250	19472	1
14	KABUPATEN KARAWANG	176199	543075	47838	33735	19786	16777	0
15	KABUPATEN BEKASI	710172	757131	27093	7485	9593	15001	0
16	KABUPATEN BANDUNG BARAT	348534	447990	35798	24416	3448	11164	1
17	KABUPATEN PANGANDARAN	60650	129971	7827	3462	3836	2613	2
18	KOTA BOGOR	124444	495900	82900	4200	22200	5391	0
19	KOTA SUKABUMI	102931	290890	69900	4352	4100	5464	2
20	KOTA BANDUNG	86708	174200	20320	30400	4800	17180	1
21	KOTA CIREBON	53302	230780	49077	2055	1290	8563	2
22	KOTA BEKASI	231959	369000	14180	3033	1130	9980	1

Gambar 7. Hasil Clustering Dataset Tahun 2021

4.5 Interpretation/Evaluation

Setelah melakukan pemodelan dengan algoritma *k-means clustering* yang menghasilkan 4 *cluster* pada *dataset* 2020 dan 2021, kemudian hasil yang diperoleh

dari penelitian akan divisualisasikan dalam bentuk pemetaan menggunakan *tools Quantum GIS (QGIS)* sehingga informasi pengelompokan daerah penyebaran diare di Provinsi Jawa Barat dapat diketahui dengan jelas dan mudah dipahami.



Gambar 8. Pemetaan Daerah Penyebaran Diare Tahun 2020



Gambar 9. Pemetaan Daerah Penyebaran Diare Tahun 2021

Hasil pengelompokan dapat dijadikan dasar bagi pengambilan keputusan pemerintah Jawa Barat tentang penanganan kasus diare, khususnya terhadap daerah dengan kategori kasus tinggi dalam upaya menurunkan angka kejadian kasus diare tersebut.

Langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi dengan metode *silhouette coefficient* untuk mengetahui kualitas suatu *cluster* serta mengukur kedekatan hubungan antar objek dalam suatu *cluster*. Berikut ini pengujian *silhouette coefficient* dengan menggunakan *library python*.

```
shil_avg = silhouette_score(df_transform, kmeans.labels_)
print ('Nilai Silhouette Coefficient :'+str(shil_avg))
```

Nilai Silhouette Coefficient :0.6238402856214821

Gambar 10. Hasil Evaluasi *Silhouette Coefficient* Tahun 2020

Hasil evaluasi dataset 2020 menggunakan *silhouette coefficient* pada penelitian ini menghasilkan nilai sebesar 0,62. Kualitas *cluster* yang dihasilkan termasuk kategori struktur *cluster* baik (*medium structure*).

```
shil_avg = silhouette_score(df_transform, kmeans.labels_)
print ('Nilai Silhouette Coefficient :'+str(shil_avg))
```

Nilai Silhouette Coefficient :0.5531183071157221

Gambar 11. Hasil Evaluasi *Silhouette Coefficient* Tahun 2021

Hasil evaluasi dataset tahun 2021 menggunakan *silhouette coefficient* pada penelitian ini menghasilkan nilai sebesar 0,55. Kualitas *cluster* yang dihasilkan termasuk kategori struktur *cluster* baik (*medium structure*).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, algoritma *k-means* dapat mengelompokkan daerah penyebaran penyakit diare di Provinsi Jawa Barat tahun 2020-2021 berdasarkan jumlah kasus diare, jumlah fasilitas sanitasi jamban sehat permanen dan jumlah keluarga dengan kondisi jamban buang air besar menghasilkan masing – masing 4 (empat) *cluster*. Dimana pada *dataset* kasus diare tahun 2020 sebanyak 2 kabupaten/kota masuk *cluster* dengan tingkat Tinggi, 13 kabupaten/kota masuk *cluster* dengan tingkat Sedang, 3 kabupaten/kota masuk ke dalam *cluster* dengan tingkat Rendah, dan 9 kabupaten/kota masuk *cluster* dengan tingkat Sangat Rendah. Pada *dataset* kasus diare tahun 2021 sebanyak 8 kabupaten/kota masuk *cluster* dengan tingkat Tinggi, 2 kabupaten/kota masuk *cluster* dengan tingkat Sedang, 11 kabupaten/kota masuk *cluster* dengan tingkat Rendah, dan 6 kabupaten/kota masuk *cluster* dengan tingkat Sangat Rendah. Nilai *cluster* dalam penelitian ini adalah 4 berdasarkan hasil yang diperoleh dari metode *elbow*. Informasi pengelompokan daerah penyebaran diare di Provinsi Jawa Barat dapat diketahui dengan jelas dan mudah dipahami menggunakan *Quantum GIS (QGIS)*. Evaluasi hasil pengelompokan daerah menggunakan *silhouette coefficient* menghasilkan nilai sebesar 0,62 pada *dataset* 2020 dan menghasilkan nilai sebesar 0,55 pada *dataset* 2021. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, maka hasil pengelompokan yang terbentuk masuk dalam kategori struktur cukup baik (*medium structure*).

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan algoritma *clustering* dan *tools* yang berbeda untuk mengelompokkan penyebaran penyakit diare di Provinsi Jawa Barat. Pada penelitian ini hanya menggunakan data tahun 2020-2021 diharapkan menggunakan data lebih banyak lagi dan dapat menggunakan *dataset* penyakit yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Nugraha, E. Juliansyah, and R. Y. Pratama, "Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian diare pada balita di kelurahan kapuas kanan hulu kecamatan sintang," *J. Kesehatan Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2022.
- [2] F. Hardiyanti, H. S. Tambunan, and I. S. Saragih,

- “Penerapan metode k-medoids clustering pada penanganan kasus diare di Indonesia,” *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 3, no. 1, pp. 598–603, 2019, doi: 10.30865/komik.v3i1.1666.
- [3] H. Sulastri and A. I. Gufroni, “Penerapan data mining dalam pengelompokan penderita thalassaemia,” *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 299–305, 2017, doi: 10.25077/teknosi.v3i2.2017.299-305.
- [4] A. A. Fajrin, A. Maulana, T. Informatika, U. P. Batam, and J. R. Soeprapto, “Penerapan data mining untuk analisis pola pembelian konsumen dengan algoritma fp-growth pada data transaksi penjualan spare part motor,” *Kumpul. jurnal, Ilmu Komput.*, vol. 05, no. 01, pp. 27–36, 2018.
- [5] J. Homepage, M. Herviany, S. Putri Delima, T. Nurhidayah, P. "Perbandingan algoritma k-means dan k-medoids untuk pengelompokan daerah rawan tanah longsor pada provinsi jawa barat". *Malcom: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 1, no. April, pp. 34–40, 2021.
- [6] M. G. Sadewo, A. P. Windarto, and A. Wanto, “Penerapan algoritma clustering dalam mengelompokkan banyaknya desa/kelurahan menurut upaya antisipasi/mitigasi bencana alam menurut provinsi dengan k-means,” *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 311–319, 2018, doi: 10.30865/komik.v2i1.943.
- [7] A. T. Rahman, Wiranto, and A. Rini, “Coal trade data clustering using k-means (Case Study Pt. Global Bangkit Utama),” *ITSMART J. Teknol. dan Inf.*, vol. 6, no. 1, pp. 24–31, 2017.
- [8] E. Muningsih and S. Kiswati, “Sistem aplikasi berbasis optimasi metode elbow untuk penentuan clustering pelanggan,” *Joutica*, vol. 3, no. 1, p. 117, 2018, doi: 10.30736/jti.v3i1.196.
- [9] Muttaqin, M. Zuhri, and A. Irfan, “Perancangan sistem pemetaan dan pendataan populasi penduduk miskin di Kota Banda Aceh menggunakan aplikasi Quantum GIS,” *Informatics Comput. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 31–38, 2019.
- [10] Supardi, Y., & Syarif, Y. (2020). *Tip dan trik program database python*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.