

## **Penentuan Jumlah Cluster pada K-Means Cluster Menggunakan Metode Welch Powell (Studi Kasus Kab. Boyolali)**

**Niken Retnowati<sup>1\*</sup>, Mariana Windarti<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universitas Widya Dharma Klaten, Jl. Ki Hajar Dewantara, Klaten Utara.

\* Corresponding author: [niken.retnowati28@gmail.com](mailto:niken.retnowati28@gmail.com)

---

### **Abstrak**

Algoritma *cluster* sering digunakan dalam pengambilan keputusan. Pengambilan keputusan ini tentu akan sangat menentukan kebijakan dari suatu hal. Sehingga peran algoritma *cluster* sangat penting disini. Algoritma *cluster* yang paling sering digunakan adalah *K-means Cluster*. Yang Paling utama dalam *K-means cluster* tentunya adalah menentukan jumlah *cluster*. Ada beberapa metode untuk menentukan *cluster* terbaik salah satunya adalah metode *Elbow*. Dalam Penelitian ini, Peneliti menentukan jumlah kluster pada *K-means Cluster* dengan salah satu metode pewarnaan graf yaitu *Metode Welch Powell*. Penelitian ini mengambil kasus di Kabupaten Boyolali, dimana langkah awal menentukan jumlah warna minimal yang dihasilkan *Welch Powell* kemudian jumlah warna minimal tersebut digunakan sebagai jumlah kluster dalam *K-means Cluster*. Kabupaten Boyolali sendiri terdiri dari 19 kecamatan, dari 19 kecamatan inilah berdasarkan peta Boyolali akan dicari warna minimal graf yang bisa digunakan. Selanjutnya warna minimal ini akan dijadikan jumlah kluster pada *K-means Cluster* dan di aplikasikan data jumlah penduduk, luas wilayah, jumlah sekolah, dan jumlah desa yang ada di wilayah Boyolali. Dari *welch powell* dihasilkan jumlah warna minimum pewarnaan graf adalah 3, sehingga kluster yang diambil adalah 3. Dengan *K-means Cluster* dan jumlah kluster 3 didapat anggota kluster 1 adalah 16 kecamatan, anggota kluster 2 adalah 2 kecamatan dan anggota kluster 3 adalah 1 kecamatan.

**Kata Kunci** : *K-means Cluster, Graf, Welch Powell*

### **Abstract**

*Cluster algorithms are often used in decision making. Making this decision will certainly determine the policy of a matter. So the role of the cluster algorithm is very important here. K-means Cluster is the most frequently used cluster algorithm. The most important thing in K-means clusters is determining the number of clusters. Elbow Method is methods for determining the best cluster. In this research, the researcher determines the number of clusters in K-means clusters using one of the graph coloring methods, namely the Welch Powell method. This study takes a case in Boyolali Regency, where the first step is to determine the minimum number of colors produced by Welch Powell, then the minimum number of colors is used as the number of clusters in the K-means Cluster. Boyolali Regency consists of 19 sub-districts, from these 19 sub-districts based on the Boyolali map we searching for the minimum graph colors that can be used. Furthermore, this minimal color will be used as the number of clusters in the K-Menas Cluster and applied to data on population, area, number of schools, and number of villages in the Boyolali region. Resulting from Welch Powell, the minimum number of colors for graph coloring is 3, so that the clusters taken are 3. With the K-means Cluster and the number of clusters 3, the members of cluster 1 are 16 districts, cluster 2 is 2 districts and cluster 1 is 1 district*

**Key Word** : *K-means Cluster, Graf, Welch Powell*

---

## 1. PENDAHULUAN

Dalam penelitian ini akan digunakan *K-means Cluster* untuk mengklusterkan data yang didapat dari 19 kecamatan yang ada di Kabupaten Boyolali. Dimana data yang diambil meliputi, luas wilayah, Jumlah sekolah, Jumlah penduduk, dan Jumlah desa yang ada di wilayah kecamatan tersebut. Hasil pengklusteran diharapkan dapat memetakan wilayah dengan kemiripan karakteristik sehingga dapat membantu pemerintah Kabupaten Boyolali dalam mengambil kebijakan baik dalam bidang pembangunan maupun bidang yang lain. Dalam *K-means Cluster* sering kali peneliti mengalami kebingungan untuk menentukan jumlah kluster. Oleh karena itu dalam penelitian ini *Algoritma Welch Powell* akan digunakan untuk menentukan jumlah kluster sebagai langkah awal dalam *K-means Cluster*. Dimana jumlah kluster adalah jumlah warna minimal yang dihasilkan oleh *Algoritma Welch Powell*.

Jawa Tengah terdiri dari 29 Kabupaten dan 6 Kota, salah satu Kabupaten yang ada di Jawa Tengah adalah Kabupaten Boyolali. Kabupaten Boyolali dibagi menjadi 19 Kecamatan yaitu Juwangi, Wonosegoro, Kemusu, Karanggede, Klego, Andong, Simo, Nogosari, Sambu, Ngemplak, Teras, Banyudono, Mojosongo, Sawit, Boyolali, Musuk, Ampel, Cepogo, dan Selo. Dari tahun ke tahun pembangunan di Kabupaten Boyolali terus mengalami peningkatan, hal ini dapat dilihat dari statistik kabupaten daerah Boyolali (BPS Boyolali, 2022) dan statistik Kabupaten Boyolali (BPS Boyolali, 2022). Oleh karenanya diharapkan tentunya kebijakan kebijakan kedepan yang dibuat oleh pemerintah akan semakin meningkatkan pembangunan Kabupaten Boyolali disegala sektor.

Banyak faktor dalam menentukan kebijakan, Salah satu hal yang bisa menjadi acuan atau pertimbangan dalam pengambilan keputusan adalah pengelompokan data atau pengklusteran. Dengan mengelompokkan data pada karakteristik yang sama diharapkan akan mampu membuat kebijakan yang sesuai. Sehingga peran clustering disini amatlah penting. Salah satu algoritma pengklusteran yang paling sering digunakan adalah *K-Means Cluster* karena selain memiliki tingkat ketelitian yang tinggi, *k-means* juga mempunyai kelebihan dimana penggunaan waktu eksekusi bersifat linear dan relative cepat sehingga sangat efektif. Selain itu algoritma *K-means* mudah di implementasikan dan memberikan hasil yang baik dalam banyak kasus (Handayani, 2022).

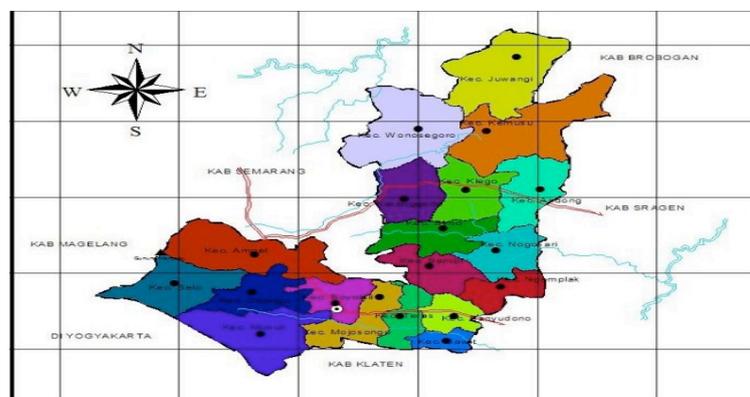
*K-means* masuk dalam salah satu metode pengelompokan data nonhierarki dimana metode ini berusaha mempartisi data yang ada ke dalam bentuk dua atau lebih kelompok, sehingga data yang mempunyai

karakteristik sama masuk ke dalam satu kelompok dan data dengan karakteristik yang berbeda masuk ke kelompok lain (Budiman et al., 2016). Menentukan jumlah kluster adalah tahap paling awal dari Algoritma *K-means*. Penelitian penelitian terdahulu menggunakan metode *Elbow* untuk menentukan jumlah cluster terbaik pada algoritma *k-means*. Pada metode *Elbow* ini nilai nilai cluster terbaik yang akan diambil dari nilai *Sum Of Square Error (SSE)* yang mengalami penurunan yang signifikan dan berbentuk siku ( Dewi et al., 2019).

Dalam penelitian ini akan digunakan metode *Welch Powell* sebagai penentuan jumlah kluster dengan mengaplikasikan algoritma ini pada peta wilayah Kabupaten Boyolali yang terdiri dari 19 Kecamatan. Salah satu algoritma pewarnaan Graf adalah *Welch Powell* dimana algoritma ini menentukan jumlah minimal warna yang dihasilkan dalam Graf tersebut. Menurut Ammar (Ammar, 2019) penggunaan algoritma ini cukup efisien. Jumlah warna minimal yang dihasilkan tersebut akan digunakan sebagai jumlah cluster. Selanjutnya *k-means* akan diaplikasikan pada data jumlah penduduk, luas wilayah, jumlah sekolah, dan jumlah desa yang ada di wilayah Kabupaten Boyolali dengan penentuan jumlah kluster diambil dari hasil warna minimum pada *Welch Powell*.

## 2. METODE

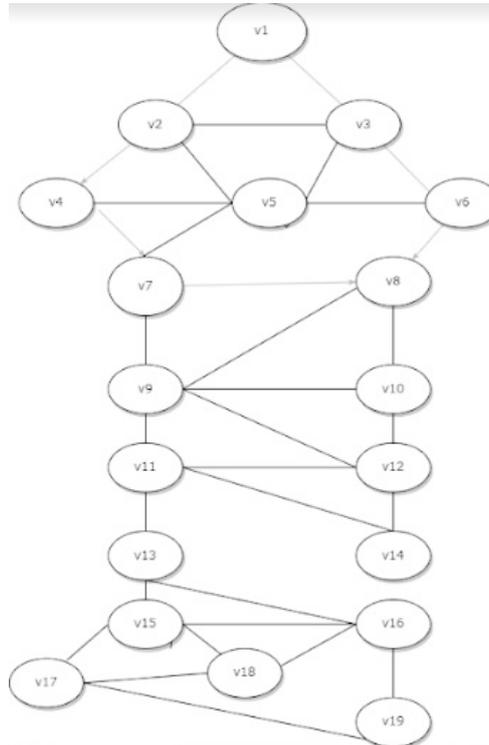
Langkah awal dari penelitian ini adalah membentuk graf dari peta wilayah Kabupaten Boyolali. Objek-objek diskrit dan hubungan antara objek –objek tersebut direpresentasikan pada penggunaan graf. Dari **Gambar 1** terlihat bahwa Boyolali dibagi menjadi 19 Kecamatan, untuk memudahkannya maka akan disederhanakan menjadi Graf sesuai **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Peta Wilayah Boyolali.

Dalam Penelitian di bawah ini peta akan di representasikan oleh Graf dengan ketentuan : Simpul Graf mewakili setiap kecamatan yang ada di Kabupaten Boyolali, dan Pembentukan sisi pada graf berdasarkan dua atau lebih wilayah yang berbatasan langsung (bertetangga). Hasil dapat dilihat pada **Gambar 2**. Dimana akan

digunakan  $v_1, \dots, v_{19}$  sebagai nama pengganti kecamatan guna mempermudah dalam pembentukan graf, selain itu untuk jalur yang dipakai sebagai line atau garis pada graf digunakan jalur utama atau jalur besar.



**Gambar 2.** Graf Peta Wilayah Boyolali.

Dari **Gambar 2**, untuk keterangan setiap simpul dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut:

**Tabel 1.** Penamaan Simpul Wilayah Boyolali

Nama Vertex	Kecamatan
v1	Juwangi
v2	Wonosegoro
v3	Kemusu
v4	karanggede
v5	Klego
v6	Andong
v7	Simo
v8	Nogosari
v9	Sambi
v10	Ngemplak
v11	Teras
v12	Banyudono
v13	Mojosongo
v14	Sawit
v15	Boyolali
v16	Musuk
v17	Ampel
v18	Cepogo
v19	Selo

Langkah selanjutnya adalah menggunakan Algoritma *Welch Powell* untuk menentukan pewarnaan minimal Graf. Pewarnaan simpul, pewarnaan sisi, dan pewarnaan wilayah adalah beberapa pewarnaan yang bisa dilakukan dalam graf. Dimana maksud dari pewarnaan graf adalah tidak hanya sekedar memberikan warna tetapi juga meminimalkan jumlah warna yang digunakan. Dimana menurut (Lestari & Mulyono, 2020) untuk mewarnai graf dengan jumlah warna yang minimum dapat menggunakan Algoritma *Welch Powell* karena algoritma ini cukup sederhana dan mudah untuk diterapkan, dengan mengurutkan simpul berdasarkan jumlah derajat dari derajat paling besar ke derajat paling kecil. Derajat suatu simpul atau *vertex* adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut.

Langkah selanjutnya *Welch Powell* akan didapat jumlah minimum bilangan kromatik dan jumlah itulah yang digunakan dalam pemilihan jumlah kluster pada *K-means Cluster*. Dalam hal ini akan diaplikasikan pada data 2021 di wilayah boyolali (BPS Boyolali, 2022) meliputi Jumlah Penduduk, Luas Wilayah, Jumlah sekolah, dan Jumlah Desa, keterangan lebih lanjut terdapat pada **Tabel 2**. Langkah dalam *K-means Cluster* sendiri menurut Defiyanti et al.(2015) adalah : jumlah cluster yang akan dibentuk ditentukan terlebih dahulu semisal dinamai k, selanjutnya sebanyak k yang ada diambil nilai acak, Mencari jarak terkecil setiap data, memperbarui nilai centroid sampai data tidak berubah.

**Tabel 2. Data Wilayah Boyolali**

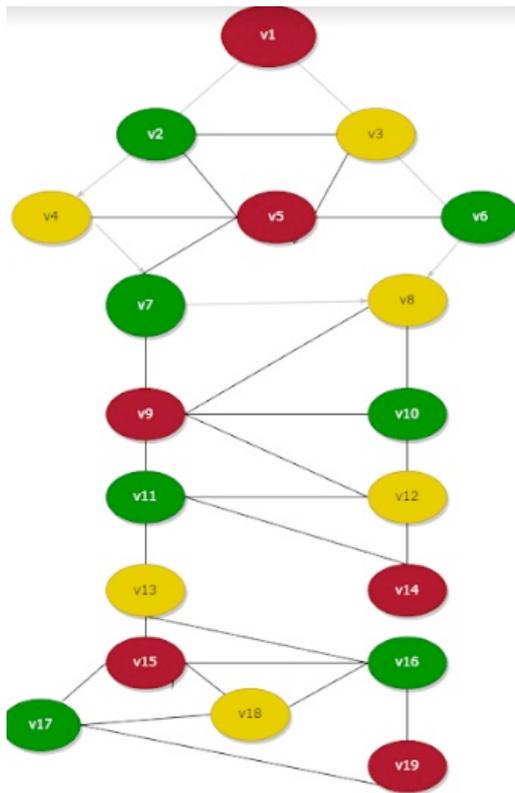
No	Nama Kecamatan	Jml Penduduk	Jml desa	Luas (km <sup>2</sup> )	Jml sekolah
1.	Juwangi	35.312	10	79,99	225
2.	Wonosegoro	38.274	17	51,79	440
3.	Kemus	34.456	13	81,43	315
4.	Karanggede	45.870	16	41,76	510
5.	Klego	47.773	15	51,88	623
6.	Andong	61.023	16	54,53	651
7.	Simo	49.740	13	48,04	704
8.	Nogosari	72.409	13	55,08	1064
9.	Sambi	47.311	16	46,49	441
10.	Ngemplak	96.254	12	38,53	252
11.	Teras	51.486	13	29,94	250
12.	Banyudono	53.088	15	25,38	321
13.	Mojosongo	59.356	13	43,41	312
14.	Sawit	32.280	12	17,23	149
15.	Boyolali	72.948	9	26,25	691
16.	Musuk	32.039	10	30,53	333
17.	Ampel	40.796	10	30,38	274
18.	Cepogo	60.083	15	53,00	436
19.	Selo	30.052	10	56,08	144

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Langkah Pertama menentukan derajat setiap simpul dari Graf pada **Gambar 2**, Derajat suatu simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut (Lestari & Mulyono, 2020) atau dengan kata lain Derajat Graf ditentukan dengan cara menghitung sisi yang bersisian dengan vertex atau titik dalam graf tersebut, misal V1 mengacu pada **Gambar 2** memiliki dua sisi yaitu menuju ke V2 dan V3 sehinggalah V1 berderajat 2, selanjutnya didapat Hasil sesuai **Tabel 3**.
2. Setelah didapat hasil derajat maka algoritma *Welch Powell* bisa diaplikasikan. Menurut (Eka Putra et al., 2017) *Algoritma Welch Powell* dapat dijabarkan sebagai berikut :
  - a) Menentukan derajat setiap titik, sesuai dengan langkah 1 diatas.
  - b) Urutkan dari derajat terbesar hingga terkecil. Dalam hal ini derajat terbesar adalah V5 dan V9 yaitu 5, sedang yang paling kecil V1 dan V14 yaitu 2.
  - c) Warnai simpul berderajat tertinggi dengan mengambil sembarang warna awal (untuk penelitian ini merah). Pada langkah ini pewarnaan mulai dilakukan dengan memberi warna V5 yaitu titik atau vertex pertama yang diberi warna yaitu merah.
  - d) Selanjutnya berikan warna yang sama pada simpul dengan derajat dibawahnya, dengan syarat bahwa simpul tersebut tidak bertetanggan (tidak ada sisi menuju dan dari) dengan simpul sebelumnya. Simpul berderajat tertinggi selanjutnya adalah V9, karena V9 tidak punya sisi yang sama dengan V5 maka dapat diberi warna merah juga.
  - e) Berikan warna yang berbeda untuk simpul yang bertetangga.
  - f) Ulangi hingga semua simpul sudah berwarna. Hasil dari pewarnaan simpul dapat dilihat pada **Gambar 3**.

**Tabel 3. Derajat Vertex Wilayah Boyolali**

Nama Vertex	Kecamatan	Derajat
v1	Juwangi	2
v2	Wonosegoro	4
v3	Kemusu	4
v4	karanggede	3
v5	Klego	5
v6	Andong	3
v7	Simo	4
v8	Nogosari	4
v9	Sambi	5
v10	Ngemplak	3
v11	Teras	4
v12	Banyudono	4
v13	Mojosongo	3
v14	Sawit	2
v15	Boyolali	4
v16	Musuk	4
v17	Ampel	3
v18	Cepogo	4
v19	Selo	3



**Gambar 3.** Peta Wilayah Boyolali dengan *Welch Powell*

3. Berdasarkan Algoritma *Welch Powell* dihasilkan 3 bilangan kromatik yaitu Merah, Hijau dan Kuning. Kemudian **Tabel 4** memperlihatkan hasil dari Algoritma *Welch Powell* dalam bentuk tabel dimana derajat sudah diurutkan dan kolom diberi warna sesuai dengan warna yang dihasilkan pada **Gambar 3**

**Tabel 4.** Hasil Pewarnaan Graf *Welch Powell*

Vertex	Derajat
V5	5
V9	5
V2	4
V3	4
V7	4
V8	4
V11	4
V12	4
V15	4
V16	4
V18	4

V4	3
V6	3
V10	3
V13	3
V17	3
V19	3
V1	2
V14	2

4. Langkah selanjutnya masuk ke *K-means Cluster*. Metode *K-means* digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa kelompok, data dalam satu kelompok mempunyai karakteristik yang sama dan mempunyai karakteristik yang berbeda dengan kelompok lain. (Suprawoto, 2016)
5. Langkah *K-means* selanjutnya berdasar (Lutfi & Nilogiri, 2019) adalah
  - a. Menentukan banyaknya jumlah kluster ( bilangan kromatis yang dihasilkan oleh *welch powell* yaitu 3 digunakan sebagai jumlah kluster)
  - b. Menentukan Nilai pusat atau centroid secara acak.
  - c. Menghitung jarak antar titik centroid dengan setiap objek.
  - d. Pengelompokan Objek. Untuk menentukan anggota cluster adalah dengan memperhitungkan Jarak minimum objek.
  - e. Lakukan perulangan sehingga tidak ada lagi centroid yang berubah dan anggota cluster tidak berpindah pindah.
  - f. Penyelesaian *K-means Cluster* menggunakan bantuan software SPSS. Hasil Dari *K-means Cluster* diterangkan pada **Tabel 5**.

**Tabel 5. Number of Cases in each Cluster**

Cluster	1	16.000
	2	2.000
	3	1.000
Valid		19.000
Missing		.000

Dari **Tabel 5** dapat disimpulkan bahwa Anggota *Cluster 1* ada 16 Kecamatan, anggota *Cluster 2* ada 2 Kecamatan dan Anggota *Cluster 3* hanya 1 kecamatan. Dimana Anggota dari setiap kluster dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Anggota Kluster

Kluster 1	Kluster 2	Kluster 3
1 Juwangi	1 Ngemplak	1 Nogosari
2 Wonosegoro	2 Boyolali	
3 Kemusu		
4 Karanggede		
5 Klego		
6 Andong		
7 Simo		
8 Sambu		
9 Teras		
10 Banyudono		
11 Mojosongo		
12 Sawit		
13 Musuk		
14 Ampel		
15 Cepogo		
16 Selo		

#### 4. SIMPULAN

Dari penelitian diatas dihasilkan 3 bilangan kromatik atau 3 warna minimum dari algoritma pewarnaan graf *Welch Powell* yaitu merah, kuning dan hijau. Selanjutnya berdasarkan data jumlah sekolah, luas wilayah, jumlah desa dan jumlah penduduk di wilayah Kabupaten Boyolali dilakukan pengklusteran dengan *K-means Cluster* dengan jumlah kluster adalah 3, didapat bahwa anggota kluster 1 ada 16 kecamatan, anggota kluster 2 ada 2 kecamatan, dan anggota kluster 3 ada 1 kecamatan.

Dengan *Welch Powell* didapat kecamatan dengan derajat tertinggi adalah Klego, dengan kata lain Klego cukup strategis untuk pengembangan kota, dari *K-means* kita mendapatkan karekteristik kecamatan yang sama dengan Klego yaitu 15 kecamatan lain yang ada pada Kluster 1 (**Tabel 6**).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ammar, M. (2019). Implementasi Algoritma Sequential dan Welch Powell pada pewarnaan graf (studi kasus pewarnaan peta kota Makassar). *Jurnal Varian*, 3(1), 28–35. <https://doi.org/10.30812/varian.v3i1.488>
- BPS Boyolali. (2022). *Kabupaten Boyolali dalam Angka 2022*. 6–7. <https://boyolalikab.bps.go.id/publication/2022/02/25/1b0b3881fe59d6d00946cba3/kabupaten-boyolali-dalam-angka-2022.html>
- Budiman, S., Safitri, D., & Ispriyanti, D. (2016). Perbandingan Metode K-Means Dan Metode Dbscan Pada Pengelompokan Rumah Kost Mahasiswa Di Kelurahan Tembalang Semarang. *Jurnal Gaussian*, 5(4),

757–762.

- Defiyanti, S., Jajuli, M., Informatika, T., Ilmu, F., Universitas, K., & Karawang, S. (2015). *Implementasi Algoritma K-Means Dalam I.* (2), 62–68.
- Dewi, D. A. I. C., & Pramita, D. A. K. (2019). Analisis Perbandingan Metode Elbow dan Silhouette pada Algoritma Clustering K-Medoids dalam Pengelompokan Produksi Kerajinan Bali. *Matrix : Jurnal Manajemen Teknologi Dan Informatika*, 9(3), 102–109. <https://doi.org/10.31940/matrix.v9i3.1662>
- Eka Putra, F. S., Darmaji, D., & Soetrisno, S. (2017). Implementasi Metode Pewarnaan Graf Menggunakan Algoritma Welch Powell Untuk Simulasi Penerapan Frekuensi Radio Di Jawa Timur. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 6(2), 2–6. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v6i2.26738>
- Handayani, F. (2022). Aplikasi Aplikasi Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Clustering untuk Mengelompokan Mahasiswa Berdasarkan Gaya Belajar. *Jurnal Teknologi Dan Informasi*, 12(1), 46–63. <https://doi.org/10.34010/jati.v12i1.6733>
- Lestari, L. S., & Mulyono. (2020). Penerapan Algoritma Welch-Powell Pada Pewarnaan Graf Dalam Pemetaan wilayah di Kota Medan. *Karimatika*, 6(1), 17–28.
- Lutfi, M. A. K., & Nilogiri, A. (2019). Implementasi Algoritma K-Means Clustering Untuk Pengelompokan Minat Konsumen Pada Produk Online Shop. *Universitas Muhammadiyah Jember*.
- Suprawoto, T. (2016). Klasifikasi Data Mahasiswa Menggunakan Metode K-Means Untuk Menunjang Pemilihan Strategi Pemasaran. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, 1(1), 12–18. <https://doi.org/10.26798/jiko.2016.v1i1.9>