

Clustering Pelaksanaan Vaksinasi di Jawa Tengah Menggunakan Metode K-Means

Yovita Kinanti Kumarahadi^{1*)}, Brigitta Melati Kumarahadi²⁾, Kumaratih Sandradewi³⁾

¹⁾ Program Studi Informatika, STMIK Sinar Nusantara

²⁾ Program Studi Sistem Informasi, STMIK Sinar Nusantara

³⁾ Program Studi Sistem Informasi Akuntansi, STMIK Sinar Nusantara

¹⁾ yovitakinan@sinus.ac.id, ²⁾ 19400037.brigitta@sinus.ac.id, ³⁾ kumaratih@sinus.ac.id

ABSTRACT

Vaccine is one of the government responsibilities to ensure citizen's health rights. Government attempts to fulfill the availability of vaccines for at least 208.265.720 citizens. This is the minimum number for a country to reach herd immunity. This research aims to cluster vaccinated area. This study provides data of cities and regencies that need more attention and need to be prioritized by government. K-Means is a non-hierarchical clustering method done by partitioning data into predefined clusters. Objects of this research are 35 cities and regencies in Central Java. The results of data processing showed that there are 2 cluster, 1st cluster is area with higher vaccinated number and 2nd is lower area. Silhouette Coefficient values from clusters formation is 0,78 or strong structure.

Keywords : central java, clustering, k-means, silhouette coefficient, covid-19 vaccine

I. PENDAHULUAN

Pada Desember 2019, Covid-19 (Coronavirus Disease 19) pertama kali muncul dan teridentifikasi di Wuhan, China. Penyebaran Covid-19 menyebar ke seluruh dunia dengan cepat. Berdasarkan laman resmi WHO Covid-19, hingga Juni 2022, terdapat 531 juta kasus dan 6,3 juta korban meninggal dunia. Sedangkan di Indonesia, total kasus mencapai 6,05 juta dan korban meninggal dunia sebanyak 156 ribu. Terdapat setidaknya 3 kali lonjakan kasus di Indonesia yang terjadi pada bulan Januari 2021, Juli 2021, dan Februari 2022. Lonjakan ini terjadi rata-rata setelah adanya libur nasional, sehingga penyebaran Covid-19 menjadi semakin cepat.

Pandemi Covid-19 sudah berlangsung selama lebih dari 2 tahun. Mulai bulan Mei 2022, status pandemi di Indonesia berubah menjadi endemi. Dilansir dari laman Media Indonesia, perubahan status tersebut dipengaruhi oleh status imunitas, intervensi, faktor lingkungan, dan interaksi virus. Status imunitas meliputi tingkat ketahanan masyarakat terhadap virus yang dapat diperoleh setelah mendapatkan vaksinasi. Dengan demikian, vaksinasi yang merata akan semakin mendukung perubahan status dari pandemi menuju endemi.

Vaksinasi merupakan bentuk tanggung jawab pemerintah dalam menjamin hak warga negara atas kesehatan (Masnun et al., 2021; Simanjuntak et al., 2021). Dalam pelaksanaannya, pemerintah mengupayakan ketersediaan vaksin terpenuhi untuk setidaknya 208.265.720 penduduk. Jumlah ini merupakan angka minimal untuk dapat mencapai kekebalan kelompok. Dilansir dari laman resmi Covid-19, sampai awal Juni 2022, jumlah masyarakat yang telah mendapatkan vaksin dosis 1 yaitu 200 juta, dosis 2 yaitu 167 juta, dan dosis 3 yaitu 46 juta. Berdasarkan target sasaran vaksinasi tersebut, vaksin dosis 1 sudah hampir memenuhi target, yaitu mencapai 96%. Vaksin dosis 2 berada dibawahnya dengan besar capaian yaitu 81%. Vaksin dosis 3 berada di paling akhir dengan capaian sebesar 23%.

Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia menyatakan bahwa Provinsi Jawa Tengah termasuk dalam 10 provinsi dengan kasus tertinggi di Indonesia, yaitu nomor 7 pada kasus aktif dan nomor 1 pada kasus meninggal. Terkait tingginya kasus

tersebut, pemerintah Jawa Tengah perlu untuk lebih memperhatikan kota/kabupaten khususnya terkait vaksinasi COVID-19.

Analisis *cluster* dapat digunakan untuk melihat daerah yang akan dijadikan prioritas. *Clustering* merupakan proses pengelompokan obyek yang sifatnya sama ke dalam satu kelompok, sedangkan obyek yang sifatnya berbeda berada di kelompok lain. Dengan demikian, antar kelompok akan memiliki sifat yang heterogen (Pratiwi et al., 2021). Hasil *clustering* akan menunjukkan kelompok daerah yang memiliki karakteristik sama, sehingga dapat diketahui mana daerah yang perlu dijadikan prioritas. Salah satu metode *clustering* yang dapat digunakan adalah K-Means.

Algoritma K-Means dapat diterapkan untuk berbagai bidang penelitian seperti deteksi berdasarkan citra (Harsadi, 2014), pengelompokan tingkat keamanan (Vulandari, 2016), hingga kesehatan (Ramadhayanti et al., 2022; Saputri et al., 2022; Sari & Sukestiyarno, 2021; Yuniarfi & Saifulloh, 2021).

Penelitian terdahulu terkait COVID-19, seperti pengelompokan tempat vaksinasi di Kabupaten Ngawi yang menghasilkan 3 *cluster* yaitu Puskesmas Ngawi, Puskesmas Ngawi Purba, dan Puskesmas Padas (Yuniarfi & Saifulloh, 2021), persebaran kasus COVID-19 setiap provinsi di Indonesia dengan 3 *cluster* yang terbentuk, yaitu tinggi, sedang, dan rendah (Sari & Sukestiyarno, 2021), dan pengelompokan desa tervaksinasi di kecamatan Ujung Padang menghasilkan 3 *cluster*, yaitu tinggi, sedang, dan rendah (Saputri et al., 2022).

Pengelompokan vaksinasi COVID-19 lain di Binjai menghasilkan 3 *cluster*, yaitu usia dewasa akhir, kategori pelayanan publik, dan alamat Binjai Timur; usia dewasa akhir, kategori masyarakat renta, dan alamat Binjai Utara; usia remaja, kategori masyarakat umum, dan alamat Binjai Timur (Ramadhayanti et al., 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan daerah pelaksanaan vaksinasi di kota/kabupaten Jawa Tengah. Pengelompokan tersebut dapat menunjukkan karakteristik daerah yang sudah mencapai target vaksinasi maupun daerah yang belum. Hasil penelitian dapat menunjukkan kota/kabupaten yang perlu dijadikan prioritas oleh pemerintah daerah terkait pelaksanaan vaksinasi COVID-19.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Vaksin

Vaksin merupakan bahan antigenik yang digunakan untuk menghasilkan kekebalan terhadap suatu penyakit (Simanjuntak et al., 2021). Terdapat beberapa jenis vaksin, seperti vaksin mati dan vaksin yang dilemahkan, subunit vaksin, vaksin mRNA, vaksin DNA, vaksin live vector, dan vaksin peptida sintesis atau epitop (Makmun & Hazhiyah, 2020). Tabel 1 menunjukkan 6 jenis regimen vaksin beserta jenis vaksin yang digunakan di Indonesia (Chung et al., 2021; Dong et al., 2020; Kaur & Gupta, 2020; Makmun & Hazhiyah, 2020; Rawat et al., 2021; Rodriguez-Morales et al., 2020; Sharma et al., 2020).

Tabel 1 Jenis regimen dan jenis vaksin

Jenis Regimen	Jenis Vaksin
Sinovac	vaksin mati, vaksin yang dilemahkan
AstraZeneca	vaksin vektor hidup
Pfizer	vaksin mRNA
Moderna	vaksin mRNA
Janssen (J&J)	subunit vaksin, vaksin vektor hidup
Sinopharm	vaksin mati, vaksin yang dilemahkan

2.2 Clustering

Clustering merupakan salah satu metode yang digunakan untuk melakukan *clustering* data ke dalam satu *cluster*. Objek data yang berada di dalam suatu *cluster* memiliki karakteristik yang mirip dengan objek lain di dalam *cluster* yang sama dan memiliki karakteristik yang berbeda dengan objek yang berada di *cluster* yang berbeda (Yuniarfi & Saifulloh, 2021).

Metode *clustering* terbagi menjadi dua jenis, yaitu hirarki dan non-hirarki. Metode hirarki merupakan metode *clustering* yang dimulai dengan mengelompokkan dua atau lebih objek yang mempunyai kesamaan terdekat. Metode non-hirarki merupakan metode *clustering* yang dimulai dengan menentukan jumlah *cluster* yang diinginkan (Rachmasari & Kudus, 2021).

2.3 K-Means

Metode K-Means merupakan metode *clustering* non-hirarki yang dilakukan dengan mempartisi data ke dalam *cluster* yang sudah ditentukan terlebih dahulu (Ramadhyanti et al., 2022). Langkah yang dilakukan dalam melakukan *clustering* dengan metode K-Means yaitu:

1. Menentukan sebanyak *k cluster* yang diinginkan. Penentuan *cluster* optimum dapat menggunakan grafik kriteria silhouette dengan *k* yang digunakan yaitu mempunyai nilai *overall average silhouette width* tertinggi.
2. Mengalokasikan objek ke dalam *cluster* secara acak.
3. Menentukan *centroid* (pusat *cluster*) awal secara acak.
4. Menghitung jarak terdekat antara titik centroid dengan tiap objek menggunakan jarak Euclidean. Persamaan jarak euclidean adalah sebagai berikut

$$d(i, j) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \dots\dots\dots (1)$$

5. Mengalokasikan data berdasarkan jarak terdekat dengan centroid.
6. Menghitung centroid baru dengan menggunakan nilai rata-rata dari tiap *cluster*.
7. Mengulangi langkah sampai data tidak berpindah ke *cluster* lain.

2.4 Silhouette Coefficient

Untuk memastikan *cluster* yang terbentuk memiliki hasil yang valid, perlu dilakukan uji validitas. Salah satu cara untuk pengujian validitas *cluster* adalah dengan menggunakan *Silhouette Coefficient* (Struyf et al., 1996). Kriteria nilai *Silhouette Coefficient* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Kriteria nilai *Silhouette Coefficient*

Silhouette Coefficient	Interpretasi
$0,7 < SC \leq 1,00$	Strong Structure (Kuat)
$0,5 < SC \leq 0,7$	Medium Structure (Sedang)
$0,25 < SC \leq 0,5$	Weak Structure (Lemah)
$SC \leq 0,25$	No Structure (Tidak ada)

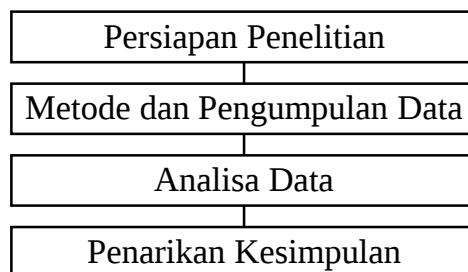
III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah K-Means, yaitu metode *clustering* non-hirarki yang dilakukan dengan mempartisi data ke dalam *cluster* yang sudah ditentukan terlebih dahulu (Ramadhyanti et al., 2022).

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang didapat dari <https://vaksin.kemkes.go.id>. Objek penelitian yang digunakan adalah kota/kabupaten di

provinsi Jawa Tengah. Populasi sekaligus sampel penelitian menggunakan sebanyak 35 daerah yang terdiri dari 6 kota dan 29 kabupaten.

Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. Penelitian diawali dengan tahap persiapan, yaitu perumusan masalah, penentuan judul, penetapan tujuan, dan studi literatur. Tahap berikutnya yaitu metode dan data yaitu penentuan metode penelitian dan pengumpulan data. Selanjutnya, tahap analisa data dengan menggunakan metode K-Means dan *Silhouette Coefficient*. Terakhir, tahap kesimpulan untuk menentukan kesimpulan dan saran.



Gambar 1. Alur Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pencapaian vaksin yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3, yaitu terdiri dari prosentase pencapaian vaksin 1, vaksin 2, dan vaksin 3 sampai awal Juni 2022.

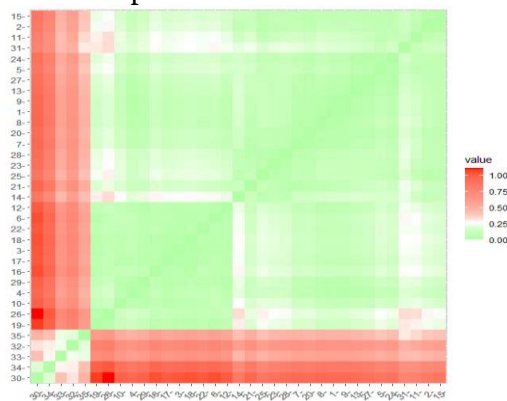
Tabel 3 Prosentase pencapaian vaksin

No	Kota/Kabupaten	Vaksin Dosis 1	Vaksin Dosis 2	Vaksin Dosis 3
1	Kab. Banjarnegara	91.66%	79.93%	20.70%
2	Kab. Banyumas	84.70%	66.11%	11.83%
3	Kab. Batang	96.34%	87.07%	26.74%
4	Kab. Blora	88.58%	72.48%	14.93%
5	Kab. Boyolali	91.96%	79.26%	17.61%
6	Kab. Brebes	93.23%	84.53%	18.91%
7	Kab. Cilacap	88.19%	84.40%	29.00%
8	Kab. Demak	95.46%	88.50%	19.67%
9	Kab. Grobogan	90.41%	76.17%	17.37%
10	Kab. Jepara	85.02%	72.31%	17.53%
11	Kab. Karanganyar	89.33%	80.95%	24.43%
12	Kab. Kebumen	159.40%	141.26%	44.67%
13	Kab. Kendal	90.87%	78.32%	22.54%
14	Kab. Klaten	106.72%	90.08%	19.00%
15	Kab. Kudus	91.46%	80.41%	20.33%
16	Kab. Magelang	93.11%	75.36%	12.45%
17	Kab. Pati	145.64%	114.50%	35.03%
18	Kab. Pekalongan	98.71%	93.11%	24.32%
19	Kab. Pemalang	125.95%	115.54%	49.04%
20	Kab. Purbalingga	87.28%	75.06%	18.49%
21	Kab. Purworejo	91.85%	83.54%	18.56%
22	Kab. Rembang	92.90%	88.02%	35.53%
23	Kab. Semarang	96.00%	84.90%	25.49%
24	Kab. Sragen	84.98%	74.88%	11.89%
25	Kab. Sukoharjo	89.00%	75.00%	14.08%
26	Kab. Tegal	144.66%	136.11%	55.37%
27	Kab. Temanggung	86.83%	73.11%	13.62%
28	Kab. Wonogiri	84.44%	69.60%	14.35%
29	Kab. Wonosobo	91.04%	82.48%	23.16%
30	Kota Magelang	87.17%	79.93%	28.74%
31	Kota Pekalongan	90.44%	70.84%	17.67%

No	Kota/Kabupaten	Vaksin Dosis 1	Vaksin Dosis 2	Vaksin Dosis 3
32	Kota Salatiga	88.13%	87.66%	27.42%
33	Kota Semarang	128.32%	109.37%	27.75%
34	Kota Surakarta	92.20%	87.06%	19.89%
35	Kota Tegal	92.57%	88.02%	29.10%

Sumber: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia 2022

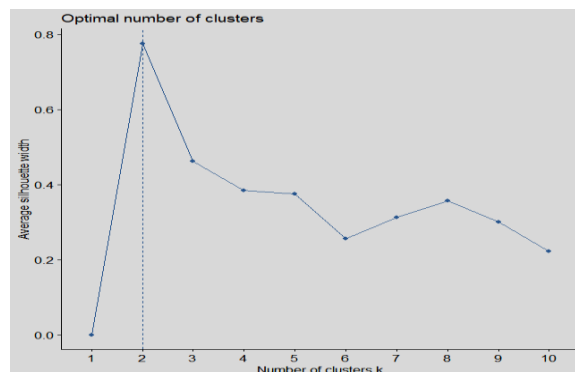
Gambar 2 menunjukkan visualisasi jarak kemiripan antar kota atau kabupaten di Provinsi Jawa Tengah dengan menggunakan gradasi warna. Warna merah menunjukkan bahwa jarak antar kedua kota atau kabupaten jauh, sehingga artinya terdapat ketidakmiripan antar kedua daerah tersebut. Semakin pekat warna merah, semakin jauh jarak dan semakin tidak ada kemiripan antar kedua kota atau kabupaten. Warna hijau menunjukkan bahwa jarak antar kedua kota atau kabupaten dekat, sehingga artinya terdapat kemiripan antar kedua daerah tersebut. Semakin terlihat warna hijau, semakin dekat jarak dan semakin ada kemiripan antar kedua kota atau kabupaten.



Gambar 2. *Enhanced Distance Matrix Computation and Visualization*

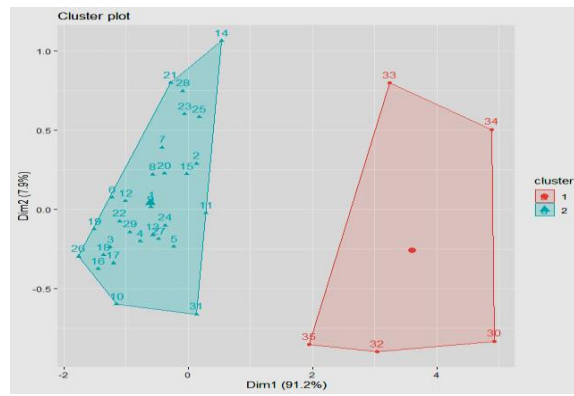
Visualisasi ini dapat digunakan sebagai indikasi awal dalam melihat kota atau kabupaten mana yang memiliki jarak yang dekat sehingga nantinya akan ada kemungkinan mereka akan menjadi satu *cluster*. Berdasarkan plot tersebut, terlihat bahwa daerah nomor 26, yaitu Kab. Tegal, dan daerah nomor 30, yaitu Kota Magelang, memiliki warna merah yang paling pekat. Hal ini berarti kedua daerah tersebut memiliki tingkat kemiripan yang paling rendah diantara daerah lainnya. Sehingga dapat dikatakan bahwa Kab. Tegal dan Kota Magelang akan berada di dalam *cluster* yang berbeda.

Setelah melihat visualisasi jarak kemiripan antar kota atau kabupaten, selanjutnya menghitung *k* optimal yang dapat digunakan untuk mengelompokkan kota atau kabupaten di Provinsi Jawa Tengah berdasarkan persentase pencapaian vaksinasi. Perhitungan *k* optimal dilakukan dengan menggunakan grafik kriteria *silhouette* pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Kriteria *Silhouette*

Berdasarkan Gambar 3, *cluster* yang paling optimum yaitu sejumlah 2 *cluster* dengan nilai *average silhouette width* yang hampir mencapai 0,8. Sehingga selanjutnya dilakukan analisis *clustering* menggunakan metode K-Means dengan $k = 2$ dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil *Clustering*

Berdasarkan Gambar 4, terdapat 2 *cluster* yang terbentuk, yaitu *cluster* 1 yang ditandai dengan daerah berwarna merah muda dan *cluster* 2 yang ditandai dengan daerah berwarna biru muda. Terlihat bahwa pada *cluster* 1 memiliki anggota yang lebih sedikit dibandingkan dengan *cluster* 2. Pengelompokan anggota *cluster* disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Pengelompokan anggota *cluster*

Cluster 1	Cluster 2		
1. Kota Magelang	1. Kab. Banjarnegara	11. Kab. Karanganyar	21. Kab. Purbalingga
2. Kota Salatiga	2. Kab. Banyumas	12. Kab. Kebumen	22. Kab. Purworejo
3. Kota Semarang	3. Kab. Batang	13. Kab. Kendal	23. Kab. Rembang
4. Kota Surakarta	4. Kab. Blora	14. Kab. Klaten	24. Kab. Semarang
5. Kota Tegal	5. Kab. Boyolali	15. Kab. Kudus	25. Kab. Sragen
	6. Kab. Brebes	16. Kota Pekalongan	26. Kab. Sukoharjo
	7. Kab. Cilacap	17. Kab. Magelang,	27. Kab. Tegal
	8. Kab. Demak	18. Kab. Pati	28. Kab. Temanggung
	9. Kab. Grobogan	19. Kab. Pekalongan	29. Kab. Wonogiri
	10. Kab. Jepara	20. Kab. Pemalang	30. Kab. Wonosobo

Selanjutnya dilakukan perhitungan deskripsi data dari kedua *cluster* untuk melihat nilai minimum, maksimum, dan rata-rata dari seluruh variabel di setiap *clusternya*. Hasil perhitungan deskripsi data ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Deskripsi Data dari Setiap *Cluster*

Cluster	Deskripsi Data	Pencapaian (%)		
		Vaksin Dosis 1	Vaksin Dosis 2	Vaksin Dosis 3
Cluster 1	Min	87.17%	79.93%	19.89%
	Max	128.32%	109.37%	29.10%
	Average	97.68%	90.41%	26.58%
Cluster 2	Min	84.44%	66.11%	11.83%
	Max	159.40%	141.26%	55.37%
	Average	98.21%	85.79%	23.14%

Berdasarkan Tabel 5, terlihat bahwa pada *cluster* 1, Pencapaian (%) - Vaksin Dosis 1 sudah hampir mencapai target dengan nilai minimum sebesar 87,17%, nilai maksimum sebesar 128,32%, dan nilai rata-rata sebesar 97,68%. Begitu pula dengan Pencapaian (%) - Vaksin Dosis 2 sudah mendekati target dengan nilai minimum sebesar 79,93%, nilai

maksimum sebesar 109,37%, dan nilai rata-rata sebesar 90,41%. Sedangkan Pencapaian (%) - Vaksin Dosis 3 masih jauh dibawah target dengan nilai minimum sebesar 19,89%, nilai maksimum sebesar 29,10%, dan nilai rata-rata sebesar 26,58%.

Sedangkan pada *cluster* 2, Pencapaian (%) - Vaksin Dosis 1 sudah hampir mencapai target dengan nilai minimum sebesar 84,44%, nilai maksimum sebesar 159.40%, dan nilai rata-rata sebesar 98.21%. Begitu pula dengan Pencapaian (%) - Vaksin Dosis 2 sudah mendekati target dengan nilai minimum sebesar 66.11%, nilai maksimum sebesar 141.26%, dan nilai rata-rata sebesar 85.79%. Sedangkan Pencapaian (%) - Vaksin Dosis 3 masih berada dibawah target dengan nilai minimum sebesar 11.83%, nilai maksimum sebesar 55.37%, dan nilai rata-rata sebesar 23.14%.

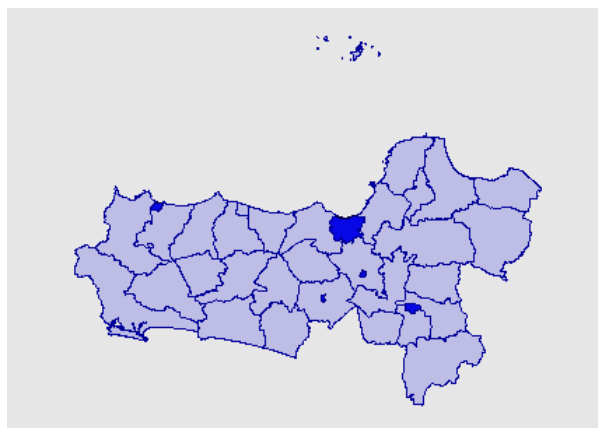
Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pada Pencapaian (%) - Vaksin Dosis 1, anggota pada *cluster* 1 memiliki nilai minimum yang lebih tinggi daripada *cluster* 2, nilai maksimum yang lebih rendah daripada *cluster* 2, dan nilai rata-rata yang lebih rendah daripada *cluster* 2. Sedangkan pada Pencapaian (%) - Vaksin Dosis 2, anggota pada *cluster* 1 memiliki nilai minimum yang lebih tinggi daripada *cluster* 2, nilai maksimum yang lebih rendah daripada *cluster* 2, dan nilai rata-rata yang lebih tinggi daripada *cluster* 2. Begitu pula pada Pencapaian (%) - Vaksin Dosis 3, anggota pada *cluster* 1 memiliki nilai minimum yang lebih tinggi daripada *cluster* 2, nilai maksimum yang lebih rendah daripada *cluster* 2, dan nilai rata-rata yang lebih tinggi daripada *cluster* 2. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai rata-rata *cluster* 1 dan *cluster* 2 untuk mengetahui karakteristik dari setiap *clusternya* yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Nilai rata-rata *cluster*

<i>Cluster</i>	Pencapaian (%)		
	Vaksin Dosis 1	Vaksin Dosis 2	Vaksin Dosis 3
1	140.79%	123.36%	42.37%
2	91.02%	80.30%	20.51%

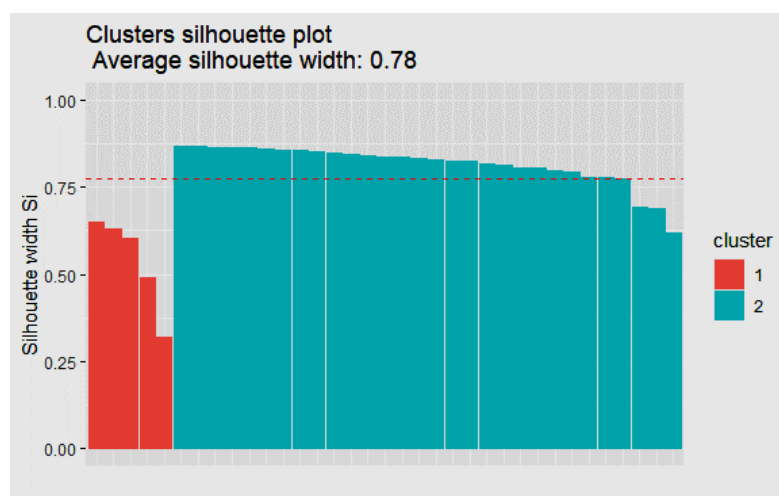
Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa pada Pencapaian (%) - Vaksin Dosis 1, *cluster* 1 memiliki nilai rata-rata *cluster* sebesar 140,79%, sedangkan *cluster* 2 memiliki nilai rata-rata *cluster* sebesar 91,02%. Sehingga artinya *cluster* 1 merupakan kelompok kota atau kabupaten dengan tingkat pencapaian vaksin dosis 1 yang tinggi. Sedangkan *cluster* 2 merupakan kelompok kota atau kabupaten dengan tingkat pencapaian vaksin dosis 1 yang rendah. Pada Pencapaian (%) - Vaksin Dosis 2, *cluster* 1 memiliki nilai rata-rata *cluster* sebesar 123.36%, sedangkan *cluster* 2 memiliki nilai rata-rata *cluster* sebesar 80.30%. Sehingga artinya *cluster* 1 merupakan kelompok kota atau kabupaten dengan tingkat pencapaian vaksin dosis 2 yang tinggi. Sedangkan *cluster* 2 merupakan kelompok kota atau kabupaten dengan tingkat pencapaian vaksin dosis 2 yang rendah. Pada Pencapaian (%) - Vaksin Dosis 3, *cluster* 1 memiliki nilai rata-rata *cluster* sebesar 42.37%, sedangkan *cluster* 2 memiliki nilai rata-rata *cluster* sebesar 20.51%. Sehingga artinya *cluster* 1 merupakan kelompok kota atau kabupaten dengan tingkat pencapaian vaksin dosis 3 yang tinggi. Sedangkan *cluster* 2 merupakan kelompok kota atau kabupaten dengan tingkat pencapaian vaksin dosis 3 yang rendah.

Dengan demikian, karena *cluster* 1 memiliki nilai rata-rata *cluster* yang lebih tinggi untuk ketiga variabel dibandingkan dengan *cluster* 2, maka karakteristik dari *cluster* 1 yaitu kota atau kabupaten yang memiliki persentase pencapaian vaksinasi yang tinggi. Sedangkan karakteristik dari *cluster* 2 yaitu kota atau kabupaten yang memiliki persentase pencapaian vaksinasi yang rendah. Gambar 5 menunjukkan peta tematik dari hasil analisis *cluster* yang dilakukan.



Gambar 5. Peta tematik *clustering*

Berdasarkan Gambar 5, daerah yang termasuk *cluster* 1 ditandai dengan warna biru tua, sedangkan daerah yang termasuk *cluster* 2 ditandai dengan warna biru muda. Selanjutnya dilakukan pengujian *Silhouette Coefficient* untuk melihat akurasi dari *cluster* yang terbentuk. Hasil dari pengujian *Silhouette Coefficient* ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil *Silhouette Coefficient*

Gambar 6 menunjukkan nilai *average silhouette width* sebesar 0,78. Berdasarkan Tabel 2, nilai tersebut memiliki arti bahwa *cluster* yang terbentuk ber kriteria *strong structure*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan olah data penelitian, pengelompokan penerimaan vaksin kota/kabupaten di Jawa Tengah menghasilkan 2 *cluster*, dengan keterangan sebagai berikut: *cluster* 1 merupakan daerah dengan penerimaan rendah dan *cluster* 2 dengan penerimaan tinggi. *Cluster* yang terbentuk memiliki nilai *Silhouette Coefficient* sebesar 0,78 atau *strong structure*.

Cluster 1 terdiri dari 5 daerah, yaitu Kota Magelang, Kota Salatiga, Kota Semarang, Kota Surakarta, dan Kota Tegal. *Cluster* 2 terdiri dari 30 daerah, yaitu Kab. Banjarnegara, Kab. Banyumas, Kab. Batang, Kab. Blora, Kab. Boyolali, Kab. Brebes, Kab. Cilacap, Kab. Demak, Kab. Grobogan, Kab. Jepara, Kab. Karanganyar, Kab. Kebumen, Kab. Kendal, Kab. Klaten, Kab. Kudus, Kota Pekalongan, Kab. Magelang, Kab. Pati, Kab. Pekalongan,

Kab. Pemalang, Kab. Purbalingga, Kab. Purworejo, Kab. Rembang, Kab. Semarang, Kab. Sragen, Kab. Sukoharjo, Kab. Tegal, Kab. Temanggung, Kab. Wonogiri, dan Kab. Wonosobo.

5.2 Saran

Untuk selanjutnya, penelitian dapat dikembangkan dengan memperluas obyek penelitian untuk melihat pengelompokan yang berbeda, misal Pulau Jawa atau Indonesia. Selain itu, bisa juga menggunakan metode *clustering* lain, seperti KNN dan sebagainya, untuk membandingkan hasil pengelompokan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chung, J. Y., Thone, M. N., & Kwon, Y. J. (2021). COVID-19 vaccines: The status and perspectives in delivery points of view. In *Advanced Drug Delivery Reviews* (Vol. 170, pp. 1–25). <https://doi.org/10.1016/j.addr.2020.12.011>
- Dong, Y., Dai, T., Wei, Y., Zhang, L., Zheng, M., & Zhou, F. (2020). A systematic review of SARS-CoV-2 vaccine candidates. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 5(1). <https://doi.org/10.1038/s41392-020-00352-y>
- Harsadi, P. (2014). Deteksi Embrio Ayam Berdasarkan Citra Grayscale Menggunakan K-Means Automatic Thresholding. *Jurnal Ilmiah SINUS*, 12(2), 49–56. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30646/sinus.v12i2.178>
- Kaur, S. P., & Gupta, V. (2020). COVID-19 Vaccine: A comprehensive status report. *Virus Research*, 288(July), 198114. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.198114>
- Makmun, A., & Hazhiyah, S. F. (2020). Tinjauan Terkait Pengembangan Vaksin Covid 19. *Molucca Medica*, 13, 52–59. <https://doi.org/10.30598/molmed.2020.v13.i2.52>
- Masnun, M. A., Sulistyowati, E., & Ronaboyd, I. (2021). Pelindungan Hukum Atas Vaksin Covid-19 Dan Tanggung Jawab Negara Pemenuhan Vaksin Dalam Mewujudkan Negara Kesejahteraan. *DiH: Jurnal Ilmu Hukum*, 17(1), 35–47. <https://doi.org/10.30996/dih.v17i1.4325>
- Pratiwi, H., Handajani, S. S., & Respatiwan. (2021). *Clustering dan Penerapannya dalam Bidang Seismologi*. Deepublish Publisher.
- Rachmasari, S. S., & Kudus, A. (2021). Perbandingan Penerapan Algoritme K-Means dan Fuzzy C-Means untuk Mengelompokkan Data Kinerja Dosen Universitas Islam Bandung. *Prosiding Statistika*, 513–520.
- Ramadhayanti, L. T., Buaton, R., Maulita, Y., & Pembahasan, H. D. A. N. (2022). Penerapan Data Mining Pengelompokkan Data Vaksinasi Covid-19 Menggunakan Metode Clustering. *BIMASATI (Bulletin of Multi-Disciplinary Science and Applied Technology)*, 1(3), 111–114.
- Rawat, K., Kumari, P., & Saha, L. (2021). COVID-19 vaccine: A recent update in pipeline vaccines, their design and development strategies. *European Journal of Pharmacology*, 892(September 2020), 173751. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2020.173751>
- Rodriguez-Morales, A. J., Cardona-Ospina, J. A., Gutiérrez-Ocampo, E., Villamizar-Peña, R., Holguin-Rivera, Y., Escalera-Antezana, J. P., Alvarado-Arnez, L. E., Bonilla-Aldana, D. K., Franco-Paredes, C., Henao-Martinez, A. F., Paniz-Mondolfi, A., Lagos-Grisales, G. J., Ramírez-Vallejo, E., Suárez, J. A., Zambrano, L. I., Villamil-Gómez, W. E., Balbin-Ramon, G. J., Rabaan, A. A., Harapan, H., ... Sah, R. (2020). Clinical, laboratory and imaging features of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 34(March), 101623. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101623>

- Saputri, D. S., Putra, G. M., & Larasati, M. F. (2022). Implementation of the K-Means *Clustering* Algorithm for the Covid-19 Vaccinated Village in the Ujung Padang Sub-District Implementasi Algoritma K-Means *Clustering* Untuk Desa Tervaksinasi Covid-19 Pada Kecamatan Ujung Padang. *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, 3(2), 261–267.
- Sari, D. N. P., & Sukestiyarno, Y. L. (2021). Analisis *Cluster* dengan Metode K-Means pada Persebaran Kasus Covid-19 Berdasarkan Provinsi di Indonesia. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 4, 602–610. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>
- Sharma, O., Sultan, A. A., Ding, H., & Triggler, C. R. (2020). A Review of the Progress and Challenges of Developing a Vaccine for COVID-19. In *Frontiers in Immunology* (Vol. 11). <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.585354>
- Simanjuntak, V. W., Angga, L. O., Charlota, L., & Tahamata, O. (2021). Perlindungan Hukum Konsumen Bagi Penerima Vaksin Covid-19. *SANISA: Jurnal Kreativitas Mahasiswa Hukum*, 1(2), 42–53.
- Struyf, A., Hubert, M., & Rousseeuw, P. J. (1996). *Clustering* in an object-oriented environment. *Journal of Statistical Software*, 1, 1–30. <https://doi.org/10.18637/jss.v001.i04>
- Vulandari, R. T. (2016). Pengelompokan Tingkat Keamanan Wilayah Jawa Tengah Berdasarkan Indeks Kejahatan Dan Jumlah Pos Keamanan Dengan Metode Klastering K-Means. *Jurnal Ilmiah SINUS*, Vol 14, No(ISSN :1693-1173), 59–72.
- Yuniarfi, I., & Saifulloh. (2021). Penerapan Algoritma K-Means untuk Pengelompokan Usia Calon Penerima Vaksin di Kab. Ngawi. *Jurnal Informasi Dan Komputer*, 9(2), 51–62.