

Klasterisasi Wilayah Prioritas Vaksin Menggunakan Algoritma K-Means Clustering

Rahmat Kurniawan, Muhammad Siddik Hasibuan, Riska Hasibuan*

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, Indonesia

Email: ¹rahmat.kr@uinsu.ac.id, ²muhammadsiddik@uinsu.ac.id, ^{3,*}riskaahasibuan@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: riskaahasibuan@gmail.com

Abstrak—Algoritma K-Means Clustering adalah metode klastering yang dilakukan secara partisi (partitional clustering). Penggunaan klaster bermaksud untuk mempartisi sejumlah objek ke dalam kelompoknya dimana setiap objek ke dalam kelompok yang terdekat sehingga akan menghasilkan kelompok dengan perbedaan yang signifikan. Selain itu upaya yang telah dilakukan oleh pemerintah untuk mencegah transmisi penyakit yang lebih luas antara lain dengan menerapkan pembatasan sosial berskala besar dan memonitor wilayah-wilayah yang banyak terjadi migrasi penduduk lokal maupun asing serta melakukan vaksinasi. Melihat data banyaknya orang yang tertular, meninggal dunia akibat virus Covid-19 sampai sembuh yang terjadi di berbagai penjuru daerah di Indonesia. Untuk itu perlu dibuat klasterisasi daerah dari zona merah, kuning dan hijau yang berarti untuk zona merah sendiri berarti daerah itu adalah daerah bahaya dan daerah dengan jumlah terjangkit virus dengan jumlah cukup banyak. Penelitian ini bertujuan untuk memecahkan permasalahan yaitu menghasilkan aplikasi yang dapat memberikan informasi tentang wilayah yang di prioritaskan vaksin di Sumatera Utara, melakukan klasterisasi daerah Sumatera Utara, mengetahui wilayah prioritas vaksindengan menggunakan algoritma K-Means. Untuk mengetahui hasil dari penggunaan aplikasi algoritma K-Means yaitu Aplikasi dapat mengelompokkan kasus covid 19 setiap Kabupaten/Kota yang terdapat pada Provinsi Sumatera Utara ke dalam klasterisasi C1 (Tinggi), C2 (Sedang) dan C3 (Rendah). Berdasarkan hasil klasterisasi, Medan berada pada klasterisasi C1 dengan nilai jarak 0.00 sehingga dapat diprioritaskan dalam kegiatan vaksinasi covid 19. Pada klasterisasi C2 (Sedang) terdapat satu Kabupaten, yaitu Deli Serdang dengan nilai iterasi ke-4 dengan jarak 0.00. Pada klasterisasi C3 (Rendah) terdapat 31 Kabupaten/Kota Data kasus covid 19 dari Maret- November 2021 di Provinsi Sumatera Utara dilakukan perhitungan sebanyak 4 iterasi hingga tidak ada lagi perubahan data dalam proses klasterisasi.

Kata Kunci: Covid; K-Means Clustering; Vaksin; Sumatera Utara

Abstract—K-means clustering algorithm is a clustering method which is done by partition (partitional clustering). The use of clusters intends to partition a number of objects into groups where each object is into the closest group so that it will produce groups with significant differences. In addition, efforts have been made by the government to prevent wider disease transmission, among others, by implementing large-scale social restrictions and monitoring areas where there is a lot of migration of local and foreign residents as well as vaccinating. Looking at the data on the number of people who were infected, died from the Covid-19 virus until they recovered, which occurred in various regions in Indonesia. For this reason, it is necessary to cluster the area from the red, yellow, and green zones, which means for the red zone itself, it means that the area is a danger area and an area with a large number of viruses infected. This study aims to solve the problem, namely to produce applications that can provide information about priority areas for vaccines in North Sumatra, clustering the North Sumatra area, knowing vaccine priority areas using the K-Means algorithm. To find out the results of using the K-Means algorithm application, namely the application can classify Covid 19 cases in each Regency/City in North Sumatra Province into clusters of C1 (High), C2 (Medium) and C3 (Low). Based on the results of the clustering, Medan is in the C1 cluster with a distance value of 0.00 so that it can be prioritized for covid 19 vaccination activities. In the C2 (Medium) clustering there is one Regency, namely Deli Serdang with a 4th iteration value with a distance of 0.00. In the C3 (Low) cluster. Covid-19 case data from march-November 2021 in North Sumatra Province was calculated in 4 iterations until there were no more data changes in the clustering process.

Keywords: Covid; K-means Clustering; Vaccines; North Sumatra

1. PENDAHULUAN

Sejak awal tahun 2020, Indonesia menjadi salah satu negara terkena pandemi Covid-19 dimana melalui Satuan Tugas Covid-19 berusaha untuk melakukan pendataan maupun mitigasi risiko penularan untuk mencegah terjadinya kasus yang lebih banyak lagi. Selain itu upaya yang telah dilakukan oleh pemerintah untuk mencegah transmisi penyakit yang lebih luas antara lain dengan menerapkan pembatasan sosial berskala besar dan memonitor wilayah-wilayah yang banyak terjadi migrasi penduduk lokal maupun asing serta melakukan vaksinasi[1][2].

Melihat data banyaknya orang yang tertular, meninggal dunia akibat virus Covid-19 sampai sembuh yang terjadi di berbagai penjuru daerah di Indonesia[3]. Untuk itu perlu dibuat klasterisasi daerah dari zona merah, kuning, dan hijau yang berarti untuk zona merah sendiri berarti daerah itu adalah daerah bahaya dan daerah dengan jumlah terjangkit virus dengan jumlah cukup banyak[4]. Untuk zona kuning berarti zona itu masuk di daerah dengan zona siaga, maksudnya adalah di daerah tersebut masuk daerah bisa dibidang dengan korban terjangkit virus Covid-19 dengan jumlah yang tidak banyak namun tidak juga sedikit. Yang terakhir zona hijau yang berarti zona aman, klasterisasi tersebut menggunakan metode *K-Means Clustering*[5].

Untuk memantau perkembangan penyakit akibat virus Corona ini perlu dilakukan manajemen data agar penanganan serta pemberian vaksin kepada masyarakat tepat serta efisien[6]. Pada penelitian ini pemantauan yang dilakukan berdasarkan wilayah Kabupaten/Kota di Sumatera Utara dengan parameter yaitu akumulasi kasus, kasus, rawat/isolasi, sembuh dan akumulasi meninggal. Berdasarkan akumulasi tertinggi kasus, rawat/isolasi, sembuh dan meninggal maka wilayah tersebut dapat dikatakan wilayah dengan zona merah atau daerah bahaya dengan begitu daerah tersebut berhak diprioritaskan untuk vaksin terlebih dahulu. Pada penelitian ini data yang akan digunakan meliputi angka penyebaran

kasus covid-19 di Provinsi Sumatera Utara untuk tingkat kota dan kabupaten selama rentang waktu per-30 november 2021. Dengan menggunakan metode *K-Means Clustering*. Algoritma *K-means Clustering* adalah metode klastering yang dilakukan secara partisi (*partitional clustering*)[7]. Penggunaan klaster bermaksud untuk mempartisi sejumlah objek ke dalam kelompoknya dimana setiap objek ke dalam kelompok yang terdekat sehingga akan menghasilkan kelompok dengan perbedaan yang signifikan. Jumlah terbaik dari kelompok didasari pada jarak yang disebut prioritas dan harus dihitung dari data yang ada dan sesuai dengan kebutuhan[8].

Penelitian terdahulu yang diselesaikan oleh Nayuni Dwitri et al[9] dalam risetnya yang berjudul “Penerapan Algoritma *K-Means* Dalam Menentukan Tingkat Penyebaran Pandemi Covid-19 di Indonesia”. Karena belum adanya penelitian tentang penyebaran vaksinasi dan masih banyak masyarakat yang rentan akan penularan COVID-19 jadi dilakukan penelitian ini untuk mempermudah pekerjaan pihak Dinas Kesehatan Kecamatan Tambun Selatan dalam masalah pengelompokan vaksin dari setiap kelurahan yang ada di Kecamatan Tambun Selatan.

Berdasarkan uraian yang telah dijabarkan diatas, maka penelitian ini akan menggunakan *K-means Clustering* dalam menentukan klaster wilayah prioritas vaksin. Penelitian ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP dan *database MySQL*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

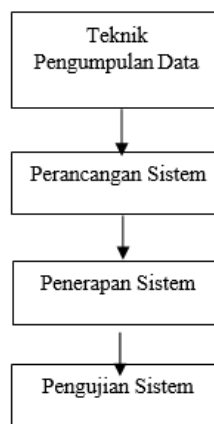
2.1 Metode Penelitian

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Studi literatur yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mencari informasi dan pengetahuan yang bersumber dari buku, jurnal ilmiah dan sumber-sumber lainnya yang berkaitan dengan penelitian sehingga penulis mendapatkan referensi teori yang relevan tentang klasterisasi prioritas menerima vaksin *Covid-19* dengan algoritma *K-Means Clustering*[10].
- Observasi merupakan teknik pengumpulan data dengan cara mengamati secara langsung suatu objek untuk mencari informasi dan pengetahuan yang berkaitan dengan penelitian, khususnya pada penerapan *metode K-Means Clustering* dalam menentukan prioritas vaksin Provinsi Sumatera Utara[11].
- Wawancara, melakukan wawancara atau bertanya kepada ahli dalam mengumpulkan data[12]. Penulis menggunakan metode pengumpulan data bersumber dari Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara diambil melalui (<https://drive.google.com/drive/folders/126HqrIJ9EnN4b16qil21vwJBQxFxPBTw?usp=sharing>) yang terdiri dari data kasus, akumulasi kasus, rawat/isolasi, sembuh dan akumulasi meninggal di Provinsi Sumatera Utara maret 2020-30 November 2021.

2.2 Metode Perancangan Sistem

Dalam tahap perencanaan ini akan disajikan langkah-langkah yang akan dilaksanakan dalam penyelesaian penelitian adalah pengumpulan data yang akan diolah berupa data penduduk yang sudah layak mendapatkan vaksinasi, selanjutnya perancangan sistem dilakukan desain dari perangkat lunak sebagai *user interface* bagi pengguna[13]. Pada proses penerapan sistem dilakukan penggunaan sistem yang sudah dibangun dengan melakukan proses data yang sebenarnya dan pada proses pengujian sistem dilakukan *testing* data untuk mendapatkan informasi apakah sistem yang dibangun sudah layak digunakan untuk keperluan penyajian informasi bagi pengambil keputusan[14]. Adapun tahap prosedur kerja pada penelitian ini dapat dilihat seperti pada Gambar 1.

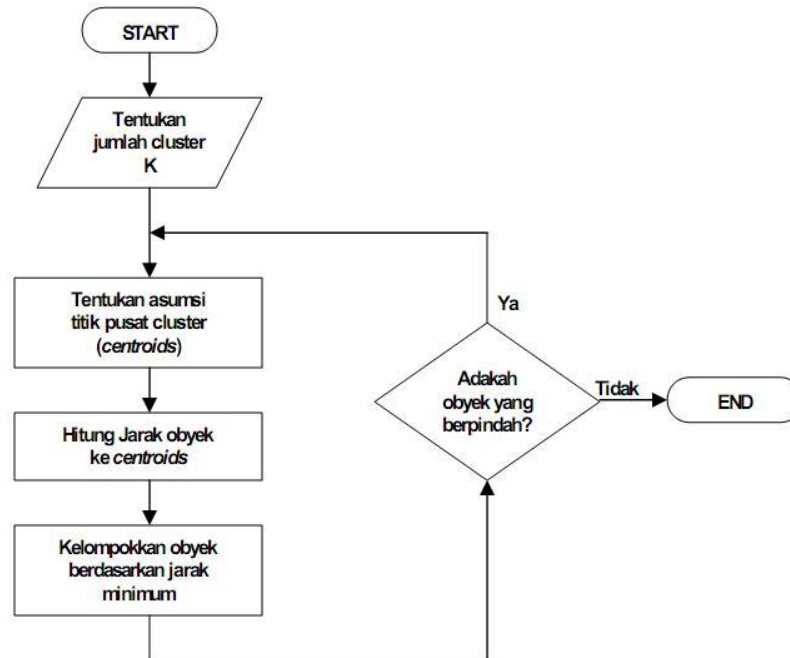


Gambar 1. Tahap-Tahap Prosedur Kerja

2.3 Algoritma K-Means Clustering

Algoritma *K-means Clustering* adalah metode klastering yang dilakukan secara partisi (*partitional clustering*)[15]. Pengelompokan menggunakan *K-Means* bermaksud untuk mempartisi sejumlah objek ke dalam kelompok dimana setiap objek dimasukkan ke dalam jarak terdekatnya[16]. Metode ini menghasilkan kelompok dengan perbedaan yang signifikan

dengan kelompok lainnya[17]. Jumlah terbaik dari kelompok tergantung pada jarak yang disebut apriori dan harus dihitung dari data yang ada dan sesuai dengan kebutuhan. Algoritma *K-Means* adalah algoritma yang memerlukan parameter masukan yaitu jumlah kluster (k), selanjutnya membagi sekumpulan data objek ke k sampai tingkat kemiripan dari antar anggota yang ada dalam satu kluster[18]. Secara umum, *K-Means* adalah sebuah algoritma untuk proses *clustering*. *Clustering* sangat bergantung pada inisialisasi nilai titik pusat awal (*centroid*)[19].



Gambar 2. Tahap-Tahap algoritma *K-Means Clustering*

Gambar 2 merupakan tahapan algoritma *K-Means Clustering*. Adapun langkah-langkah dari algoritma *K-Means Clustering* adalah sebagai berikut[20]:

- Tentukan jumlah K , K adalah jumlah cluster.
- Tentukan nilai awal titik pusat cluster untuk dilakukannya proses clustering.
- Hitung distance measure (jarak data) terhadap masing-masing centroid.
- Alokasikan seluruh objek data yang telah dihitung ke dalam masing-masing cluster.
- Tentukan *centroid* baru dengan menggunakan persamaan berikut:

$$v_{ij} = x_{kj} \quad (1)$$

$$\sum_{Ni}^n k = 0 \quad (2)$$

Keterangan:

\bar{v}_{ij} = *centroid*/rata-rata *cluster* ke- i untuk variabel ke- j

N_i = jumlah data yang menjadi anggota *cluster* ke- i

K = indeks dari *cluster*

j = indeks dari variabel

x_{kj} = nilai data ke- k yang ada di dalam *cluster* tersebut untuk variabel ke- j

- Ulang kembali langkah 3, 4 dan 5 hingga tidak ada lagi anggota *cluster* yang berpindah ke *cluster* lain.
- Euclidean distance merupakan salah satu metode perhitungan jarak yang digunakan untuk mengukur jarak dari 2 (dua) buah titik dalam *euclidean space* (meliputi bidang *euclidean* dua dimensi, tiga dimensi, atau bahkan lebih). Untuk mengukur tingkat kemiripan data dengan rumus *euclidean distance* digunakan rumus berikut:

$$d(x, y) = |x - y| = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (3)$$

Keterangan:

d = jarak antara x dan y

x = data pusat kluster

y = data pada atribut

x_i = data pada pusat kluster ke i

y_i = data pada setiap data ke i

i = setiap data, n = jumlah data

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah berupa data Covid 19 yang di dapat dari Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara dan tanggal terakhir datayang digunakan adalah 30 November 2021[21]t. Untuk lebih jelasnya data kasus Covid 19 di Provinsi Sumatera Utara per tanggal 30 November 2021 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Kasus Covid 2021 Provinsi Sumatera Utara

No	Kabupaten /Kota	Tanggal	Kasus	Akumulasi Kasus	Rawat/Isolasi	Sembuh	Akumulasi Meninggal
1	Medan	30-09-21	12	48208	42	47261	905
2	PematangSiantar	30-09-21	0	3984	7	3893	84
3	TanjungBalai	30-09-21	0	600	4	564	32
4	Binjai	30-09-21	0	2194	2	2120	72
5	TebingTinggi	30-09-21	0	1261	0	1225	36
6	Sibolga	30-09-21	0	879	2	846	31
7	Padang Sidempuan	30-09-21	0	1090	3	1039	48
8	Deli Serdang	30-09-21	1	16606	24	16157	425
9	Langkat	30-09-21	0	2335	0	2222	113
10	Karo	30-09-21	0	2046	3	2006	37
...							
34	Luar SumateraUtara	30-09-21	0	370	0	359	11

3.1 Perhitungan K-Means Clustering

a. **Iterasi ke-1**

Penentuan pusat awal cluster, untuk penentuan awal pusat cluster di asumsikan dari nilai acak yang diambil dari data kasus covid 2021 Provinsi Sumatera Utara sebagai berikut :

Diambil data ke-1 dengan kasus baru sebagai pusat Cluster ke-1 datayang diambil dari kota Medan:

C1= kasus, akumulasi kasus, rawat/isolasi, akumulasi sembuh, akumulasi meninggal

C1= 12, 48208, 42, 47261, 905

Diambil data ke - 2 sebagai pusat Cluster ke-2 data yang diambil daridata kota Pematang Siantar:

C2 = kasus, akumulasi kasus, rawat/isolasi, akumulasi sembuh,akumulasi meninggal

C2 = 0, 3984, 7, 3893, 84

Dan berikut data sebagai pusat Cluster ke-3 data yang diambil dari data luar Sumatera Utara, dimana data Luar Sumatera Utara merupakan data kasus yang terdapat di Sumatera Utara tetapi tidak berdomisili di Sumatera Utara.

C3 = kasus, akumulasi kasus, rawat/isolasi, akumulasi sembuh, akumulasi meninggal

C3 = 0, 370, 0, 359, 11

Selanjutnya dilakukan perhitungan matrix jarak pusat cluster.

Perhitungan jarak pusat cluster terhadap data adalah :

1. Kota Medan

$$C1 = \sqrt{(12 - 12)^2 + (48208 - 48208)^2 + (42 - 42)^2 + (47261 - 47261)^2 + (905 - 905)^2} = 0$$

$$C2 = \sqrt{(0 - 12)^2 + (3984 - 48208)^2 + (7 - 42)^2 + (3893 - 4726)^2 + (84 - 905)^2} = 61945,31$$

$$C3 = \sqrt{(0 - 12)^2 + (370 - 48208)^2 + (0 - 42)^2 + (359 - 4726)^2 + (11 - 905)^2} = 67000,54$$

Kemudian akan didapatkan matrix jarak sebagai berikut. Matriks jarak dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Matriks Jarak

No	Kabupaten/Kota	C1	C2	C3
1	Medan	0	61945,30	67000,54
2	PematangSiantar	61945,31	0	5055,248
3	TanjungBalai	66692,54	4747,25	308,83
4	Binjai	64464,67	2519,48	2536,10
5	TebingTinggi	65757,82	3812,51	1242,76
6	Sibolga	66295,94	4350,63	704,73
7	Padang Sidempuan	66009,96	4064,70	991,04
8	Deli Serdang	44343,83	17602,19	22657,37
9	Langkat	64292,08	2347,83	2347,83
10	Karo	64650,60	2705,33	2349,95
...				
34	Luar SumateraUtara	67000,54	5055,25	0

Pada tabel 2 yaitu matriks jarak pada setiap kolom pada matriks menunjukkan nilai jarak masing-masing data terhadap pusat *cluster*. Selanjutnya melakukan matriks pengelompokkan data. Jarak hasil perhitungan akan dilakukan perbandingan dan dipilih jarak terdekat antara data dengan pusat *cluster*, jarak ini menunjukkan bahwa data tersebut berada dalam satu kelompok dengan pusat *cluster* terdekat.

Kemudian akan didapatkan hasil matriks pengelompokkan *cluster*. Pengelompokkan matriks dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengelompokan Matrix

No	Kabupaten/Kota	C1	C2	C3
1	Medan	1	0	0
2	PematangSiantar	0	1	0
3	TanjungBalai	0	0	1
4	Binjai	0	1	0
5	TebingTinggi	0	0	1
6	Sibolga	0	0	1
7	Padang Sidempuan	0	0	1
8	Deli Serdang	0	1	0
9	Langkat	0	1	0
10	Karo	0	0	1
...				
34	Luar SumateraUtara	0	0	1

Ket: 0 = Tidak berada didalam cluster, 1= Berada pada cluster

Pada tabel 3 yaitu pengelompokan matriks, dari hasil matriks pengelompokan didapatkan pembagian kelompok alternatif sebagai berikut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengelompokan

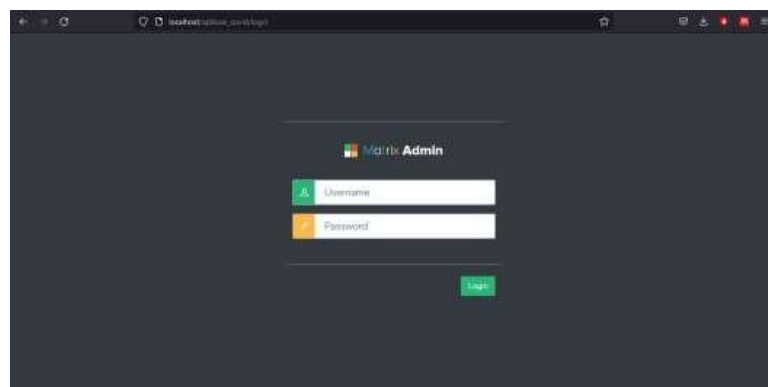
No	Kabupaten/Kota	C1
1	Medan	Berada pada kelompok : C1(Tinggi)
2	PematangSiantar	Berada pada kelompok : C2(Sedang)
3	TanjungBalai	Berada pada kelompok : C3(Rendah)
4	Binjai	Berada pada kelompok : C2(Sedang)
5	TebingTinggi	Berada pada kelompok : C3(Rendah)
6	Sibolga	Berada pada kelompok : C3(Rendah)
7	Padang Sidempuan	Berada pada kelompok : C3(Rendah)
8	Deli Serdang	Berada pada kelompok : C2(Sedang)
9	Langkat	Berada pada kelompok : C2(Sedang)
10	Karo	Berada pada kelompok : C3(Rendah)
...		
34	Luar Sumatera Utara	Berada pada kelompok : C3(Rendah)

Pada tabel 4 yaitu hasil pengelompokan matriks, setelah diketahui anggota tiap-tiap cluster, kemudian pusat cluster baru dihitung berdasarkan data anggota tiap-tiap cluster sesuai dengan rumus pusat anggota cluster. Karena C1 memiliki 1 anggota maka cluster baru untuk C1 tetap. Dan begitu juga untuk C2. Karena C2 mempunyai 7 anggota, maka cluster baru untuk C2 didapat dengan cara menjumlahkan data kasus. Setelah diketahui anggota tiap-tiap cluster, kemudian pusat cluster barudihitung berdasarkan data anggota tiap-tiap cluster sesuai dengan rumus pusat anggota cluster. Karena C1 memiliki 1 anggota maka cluster baru untuk C1 tetap. Dan begitu juga untuk C2. Karena C2 mempunyai 7 anggota, maka cluster baru untuk C2 di dapat dengan cara menjumlahkan.

3.2 Implementasi

a. Login

Merupakan halaman login yang pertama kali admin lihat saat membuka website. Admin harus memasukkan username dan password yang sudah didaftarkan.



Gambar 2. Tampilan Login

Halaman login dari aplikasi dapat dilihat pada Gambar 2.

b. *Dashboard*

Dashboard merupakan halaman pertama yang dapat ditemukan setelah berhasil melakukan *login*, terdapat menu-menu yang dapat dipilih untuk menjalankan sistem.



Gambar 3. Tampilan *Dashboard*

Halaman *dashboard* dari aplikasi yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.

c. Halaman Pengguna

Pada halaman menu pengguna, admin dapat menampilkan data pengguna. Pada halaman ini, admin juga dapat menjalankan fungsi tambah (*input*), edit (*update*) dan hapus (*delete*) data pengguna.

The screenshot shows the 'Admin' page with a table of users. The table has columns for 'No', 'Username', and 'Aksi'. There are three rows of users, each with 'Ubah' and 'Hapus' buttons.

No	Username	Aksi
1	admin	Ubah Hapus
2	isi	Ubah Hapus
3	andi	Ubah Hapus

Gambar 4. Tampilan Halaman Pengguna

Halaman pengguna dari aplikasi yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4.

d. Halaman Data *Covid-19*

Pada halaman data *covid*, admin dapat menampilkan data *covid* dari semua Kabupaten/Kota yang terdata.

The screenshot shows the 'Covid' page with a table of COVID-19 data. The table has columns for 'No', 'Tanggal', 'Nama Kabupaten/kota', 'Kasus', 'Akumulasi Kasus', 'Rawat / Isolasi', 'Akumulasi Sembuh', and 'Akumulasi Meninggal'.

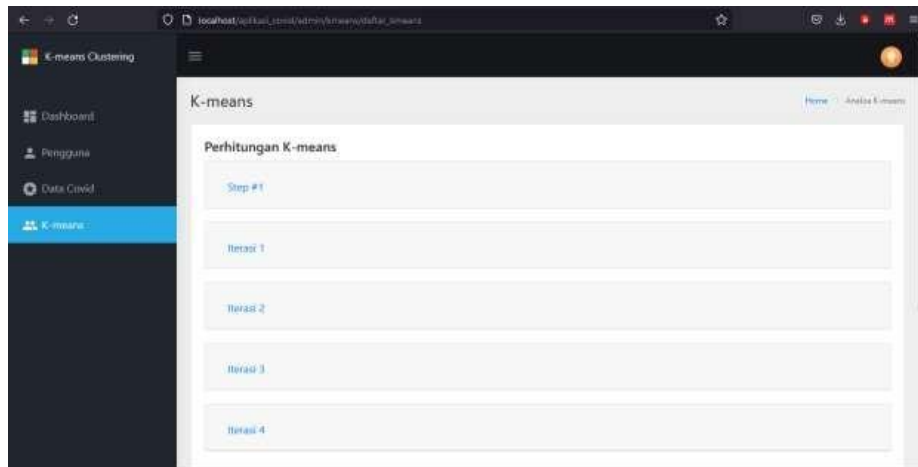
No	Tanggal	Nama Kabupaten/kota	Kasus	Akumulasi Kasus	Rawat / Isolasi	Akumulasi Sembuh	Akumulasi Meninggal
1	2021-11-30	Medan	12	48206	42	47261	905
2	2021-11-30	Pematang Siantar	0	3964	7	3893	84
3	2021-11-30	Tanjung Balai	0	600	4	594	32
4	2021-11-30	Binjai	0	2164	2	2120	72
5	2021-11-30	Yehing Tinggi	0	1261	0	1225	36
6	2021-11-30	Sibolga	0	879	2	846	31
7	2021-11-30	Bahasa Kabupaten	0	1095	1	1094	46

Gambar 5. Tampilan Halaman Data *Covid-19*

Halaman data Covid dari aplikasi yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 5.

e. Halaman *K-Means Clustering*

Pada halaman *K-Means*, akan ditampilkan perhitungan dengan menggunakan metode *K-Means Clustering*.



Gambar 6. Tampilan Halaman *K-Means*

Halaman *K-Means Clustering* dari aplikasi yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 6.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dihasilkan sebuah aplikasi klasifikasi Covid 19 di Provinsi Sumatera Utara menggunakan algoritma *K-Means Clustering* berbasis *website*. Berdasarkan data kasus Covid 19 per tanggal 30 November 2021 di Provinsi Sumatera Utara dilakukan perhitungan sebanyak 4 iterasi hingga tidak adalagi perubahan data dalam proses klasterisasi. Aplikasi dapat mengelompokkan kasus Covid 19 setiap Kabupaten/Kota yang terdapat pada Provinsi Sumatera Utara ke dalam klasterisasi C1 (Tinggi), C2 (Sedang) dan C3 (Rendah). Berdasarkan hasil klasterisasi, Medan berada pada klasterisasi C1 dengan nilai jarak 0.00 sehingga dapat diprioritaskan dalam kegiatan vaksinasi Covid 19. Pada klasterisasi C2 (Sedang) terdapat satu Kabupaten, yaitu Deli Serdang dengan nilai iterasi ke-4 dengan jarak 0.00 Pada klasterisasi C3 (Rendah) terdapat Kabupaten/Kota, yaitu Batu Bara (1458.45), Nias Selatan (237.26), Pakpak Bharat (27.09), Humbang Hasundutan (210.74), Samosir (1458.45), Serdang Bedagai (2886.24), Padang Lawas Utara (138.63), Padang Lawas (56.12), Toba (1525.03), Labuhan Batu Utara (1121.78), Labuhan Batu Selatan (616.96), Gunung Sitoli (1186.03), Nias Utara (216.26), Nias Barat (285.93), Mandailing Natal (428.95), Dairi (2344.02), Nias (166.39), Tapanuli Selatan (602.77), Tapanuli Tengah (802.57), Tapanuli Utara (2147.64), Labuhan Batu (1987.00), Asahan (2832.29), Simalungun (3863.48), Karo (2349.95), Langkat (2347.83), Padang Sidempuan (991.04), Sibolga (704.73), Tebing Tinggi (1242.76), Binjai (2536.10) dan Tanjung Balai (308.83).

REFERENCES

- [1] D. T. Utari, "Analisis Karakteristik Wilayah Transmisi Covid-19 Dengan Menggunakan Metode K-Means Clustering," *J. Media Tek. Dan Sist. Ind.*, vol. 5, no. 1, pp. 25–32, 2021.
- [2] T. S. Pratiwi and P. T. Arisanto, "Kolaborasi Pemerintah dan Masyarakat Sipil Merespon Covid-19 di Daerah Istimewa Yogyakarta Melalui Pendekatan Crisis Visualizations," in *Proceeding International Relations on Indonesian Foreign Policy Conference, 2021*, pp. 249–271.
- [3] A. H. Ardiansyah, W. Nugroho, N. H. Alfiyah, R. A. Handoko, and M. A. Bakhtiar, "Penerapan Data Mining Menggunakan Metode Clustering untuk Menentukan Status Provinsi di Indonesia 2020," in *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 2020, pp. 329–333.
- [4] T. Covid and P. IDI, "standar perlindungan dokter di era Covid-19," 2020.
- [5] T. M. Tambunan, M. Sulistiono, and E. Rasywir, "Penerapan Data Mining Menggunakan Metode K-Means Untuk Menentukan Status Covid-19 di Jambi," *J. Manaj. Teknol. Dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 196–204, 2022.
- [6] R. Gumilar, R. Modjo, R. S. Putra, and D. L. Setyowati, "Implementasi Pencegahan Dan Pengendalian Covid-19 Di Fasilitas Pelayanan Kesehatan Di Wilayah Provinsi Kalimantan Timur," *PREPOTIF J. Kesehat. Masy.*, vol. 5, no. 2, pp. 1084–1096, 2021.
- [7] A. Aditya, I. Jovian, and B. N. Sari, "Implementasi K-Means Clustering Ujian Nasional Sekolah Menengah Pertama di Indonesia Tahun 2018/2019," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 1, pp. 51–58, 2020.
- [8] I. G. T. Isa, F. Elfaladonna, and I. Ariyanti, *Buku Ajar Sistem Pendukung Keputusan*. Penerbit NEM, 2022.
- [9] N. Dwitri, J. A. Tampubolon, S. Prayoga, F. I. R. H. Zer, and D. Hartama, "Penerapan algoritma K-Means dalam menentukan tingkat penyebaran pandemi COVID-19 di Indonesia," *J. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 128–132, 2020.
- [10] R. Sofiah, S. Suhartono, and R. Hidayah, "Analisis karakteristik sains teknologi masyarakat (STM) sebagai model pembelajaran: sebuah studi literatur," *Pedagog. J. Penelit. Pendidik.*, vol. 7, no. 1, 2020.

- [11] N. Arifin, R. H. Irawan, and I. N. Farida, "Algoritma K-Means Untuk Memprediksi Stok Bahan Baku Produksi." Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2022.
- [12] R. A. Fadhallah, *Wawancara*. Unj Press, 2021.
- [13] R. Agustianti *et al.*, *Metode Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif*. Tohar Media, 2022.
- [14] T. D. Rosmalasari, M. A. Lestari, F. Dewantoro, and E. Russel, "Pengembangan E-Marketing Sebagai Sistem Informasi Layanan Pelanggan Pada Mega Florist Bandar Lampung," *J. Soc. Sci. Technol. Community Serv.*, vol. 1, no. 1, pp. 27–32, 2020.
- [15] A. Sulistiyawati and E. Supriyanto, "Implementasi Algoritma K-means Clustering dalam Penentuan Siswa Kelas Unggulan," *J. Tekno Kompak*, vol. 15, no. 2, pp. 25–36, 2021.
- [16] A. Nurrachman, "Analisis perbandingan Cluster K-Means dan Fuzzy C-Means hasil ujian Nasional SMP." Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2021.
- [17] M. A. AZRA N, "PENGUNAAN DAVIES BOULDIN INDEX DALAM PERBANDINGAN ALGORITMA K-MEANS DAN K-MEDOIDS UNTUK KLASTERISASI PROVINSI DI INDONESIA BERDASARKAN TINGKAT INDIKATOR KETENAGAKERJAAN." *Matematika*, 2023.
- [18] M. Z. Nasution and M. S. Hasibuan, "Pendekatan Initial Centroid Search Untuk Meningkatkan Efisiensi Iterasi Klustering K-Means," *Techno. Com*, vol. 19, no. 4, pp. 341–352, 2020.
- [19] F. Yunita, "Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Clustering Pada Penerimaan Mahasiswa Baru," *Sist. J. Sist. Inf.*, vol. 7, no. 3, pp. 238–249, 2018.
- [20] R. K. Dinata, H. Novriando, N. Hasdyna, and S. Retno, "Reduksi atribut menggunakan information gain untuk optimasi cluster algoritma k-means," *J. Edukasi dan Penelit. Inf.*, vol. 6, no. 1, pp. 48–53, 2020.
- [21] T. Ginting, D. L. Kaban, and R. Ginting, "Kepatuhan pedagang pasar pagi dalam melaksanakan protokol kesehatan pencegahan COVID-19," *J. Prima Med. Sains*, vol. 3, no. 1, pp. 6–12, 2021.