

Paper

Sistem Informasi Geografis Capaian Vaksinasi Covid-19 Kabupaten Labuhanbatu Utara Berbasis Webgis Menggunakan Algoritma K-Means

Author: Febriansyah Marwan, Ahmad Zakir, Eka Rahayu



SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI INFORMASI & KOMUNIKASI
SNASTIKOM KE - 9 TAHUN 2022

Tema : Peran Teknologi dalam Pengembangan Smart System

Sistem Informasi Geografis Capaian Vaksinasi Covid-19 Kabupaten Labuhanbatu Utara Berbasis Webgis Menggunakan Algoritma K-Means

Febriansyah Marwan¹, Ahmad Zakir², Eka Rahayu^{3*}

^{1,2,3}Universitas Harapan Medan, Medan, Indonesia

¹ferry.spencer@gmail.com, ²suratzakir@gmail.com, ^{3*}eka.r0041@gmail.com

^{*)}Email Penulis Korespondensi

Abstrak

Coronavirus Disease atau COVID-19 hingga saat ini masih menjadi perhatian diseluruh dunia. COVID-19 merupakan penyakit baru yang disebabkan oleh *strain* baru dari *coronavirus*, *Severe Acute Respiratory Syndrome-Coronavirus 2* (SARS-CoV2). Untuk mengendalikan penyebaran COVID-19, diperlukan suatu upaya yaitu vaksinasi. Adapun dalam melakukan pencatatan capaian vaksinasi, pemerintah kabupaten Labuhanbatu Utara mengambil data vaksinasi dari fasilitas kesehatan yang melaksanakan program vaksinasi. Data vaksinasi kemudian dihimpun untuk diserahkan ke pemerintah provinsi Sumatera Utara untuk diproses menjadi informasi dan dirilis ke publik. Tidak adanya klasifikasi data capaian vaksinasi pada tingkat kecamatan dinilai kurang maksimal karena tiap kecamatan sulit untuk menentukan apakah kecamatan tersebut memenuhi capaian target vaksinasi atau tidak. Oleh karena itu, digunakan algoritma yang bernama *K-Means Clustering*. *K-Means Clustering* digunakan untuk mengelompokkan data berdasarkan kemiripan data tersebut sehingga nantinya dapat digunakan untuk mengklasifikasikan data capaian target vaksinasi pada tiap kecamatan di kabupaten Labuhanbatu Utara. Hasil dari pengklasifikasian data capaian target vaksinasi tersebut divisualisasikan dalam bentuk pemetaan. Pemetaan tersebut diwujudkan melalui Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis *web* (*webgis*). Berdasarkan hasil penelitian, Sistem Informasi Geografis Capaian Vaksinasi COVID-19 kabupaten Labuhanbatu Utara berbasis Webgis mampu melakukan klasifikasi data capaian target vaksinasi COVID-19 di kabupaten Labuhanbatu Utara dengan menggunakan algoritma K-Means Clustering dimana berdasarkan hasil perhitungan iterasi K-Means, lima dari delapan kecamatan di kabupaten Labuhanbatu Utara telah memenuhi capaian target vaksinasi.

Kata Kunci: Covid-19, Vaksinasi, K-Means, SIG, Webgis

Abstract

Coronavirus Disease or COVID-19 is still a concern around the world. COVID-19 is a new disease caused by a new strain of coronavirus, Severe Acute Respiratory Syndrome-Coronavirus 2 (SARS-CoV2). To control the spread of COVID-19, an effort is needed, namely vaccination. Meanwhile, in recording vaccination achievements, the North Labuhanbatu district government takes vaccination data from health facilities that carry out the vaccination program. The vaccination data is then compiled to be submitted to the North Sumatra provincial government to be processed into information and released to the public. The absence of classification of vaccination achievement data at the sub-district level is considered less than optimal because each sub-district is difficult to determine whether the sub-district meets the vaccination target achievement or not. Therefore, an algorithm called K-Means Clustering is used. K-Means Clustering is used to group data based on the similarity of the data so that later it can be used to classify data on achievement of vaccination targets in each sub-district in North Labuhanbatu district. The results of the classification of the data on the achievement of the vaccination target are visualized in the form of a mapping. The mapping is realized through a web-based Geographic Information System (GIS). The Geographic Information System of COVID-19 Vaccination in North Labuhanbatu Regency based on Webgis is able to classify data on the achievement of COVID-19 vaccination targets in Labuhanbatu Utara Regency using the K-Means Clustering algorithm where based on the results of the K-Means iteration calculation, five of the eight sub-districts in North Labuhanbatu Regency North Labuhanbatu district has met the achievement of the vaccination target.

Keywords: Covid-19, Vaccination, K-Means, GIS, Webgis

1. PENDAHULUAN

Coronavirus Disease atau COVID-19 hingga saat ini masih menjadi perhatian diseluruh dunia. COVID-19 merupakan penyakit baru yang sebelumnya tidak diketahui sebelum akhirnya muncul di Wuhan, China pada Desember 2019. COVID-19 disebabkan oleh *strain* baru dari *coronavirus*, *Novel Coronavirus 2019* (2019-nCoV) secara resmi dinamai sebagai *Severe Acute Respiratory Syndrome-Coronavirus 2* (SARS-CoV2) [1].

Di Indonesia, kasus COVID-19 muncul pertama kali pada bulan Maret 2020. Sejak saat itu, persebaran COVID-19 semakin meluas hingga sekarang. Per 18 Maret 2022, tercatat ada 5.948.610 kasus penularan COVID-19 yang tersebar di 35 provinsi, dengan DKI Jakarta menjadi provinsi dengan jumlah kasus penularan terbanyak yaitu 1.222.584 kasus [2].

Untuk mengendalikan penyebaran COVID-19, diperlukan suatu upaya yaitu vaksinasi. Vaksinasi adalah pemberian Vaksin dalam rangka menimbulkan atau meningkatkan kekebalan seseorang secara aktif terhadap suatu penyakit, apabila suatu saat terpajan dengan penyakit tersebut tidak akan sakit atau hanya mengalami sakit ringan dan tidak menjadi sumber penularan [3].

Kabupaten Labuhanbatu Utara merupakan salah satu daerah yang berada di kawasan Pantai Timur Sumatera Utara. Secara geografis, Kabupaten Labuhanbatu Utara berada pada 1058' – 2 050' Lintang Utara, 99°25' – 100°05' Bujur Timur dengan ketinggian 0 – 700 m di atas permukaan laut. Kabupaten Labuhanbatu Utara menempati area seluas 354.580 Ha yang terdiri dari 8 Kecamatan dan 90 desa/kelurahan definitif [4].

Adapun dalam melakukan pencatatan capaian vaksinasi, pemerintah kabupaten Labuhanbatu Utara mengambil data vaksinasi dari fasilitas kesehatan yang melaksanakan program vaksinasi. Data vaksinasi tersebut kemudian dihimpun untuk selanjutnya diserahkan ke pemerintah provinsi Sumatera Utara untuk diproses menjadi informasi dan kemudian dirilis ke publik. Tidak adanya klasifikasi data capaian vaksinasi pada tingkat kecamatan dinilai kurang maksimal karena tiap kecamatan sulit untuk menentukan apakah kecamatan tersebut memenuhi capaian target vaksinasi atau tidak. Oleh karena itu, diperlukan suatu algoritma yang mampu mengklasifikasikan data capaian target vaksinasi pada tingkat kecamatan sehingga diharapkan dapat memaksimalkan pendataan capaian target vaksinasi agar lebih optimal dan efisien.

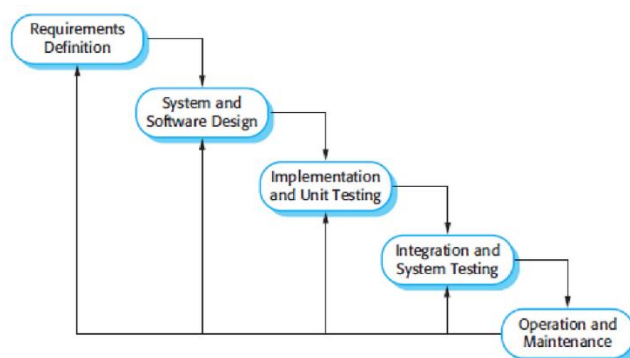
Berdasarkan permasalahan tersebut, maka untuk mengklasifikasikan data capaian vaksinasi pada tiap kecamatan yang ada di kabupaten Labuhanbatu Utara, digunakan suatu algoritma yang bernama *K-Means Clustering*. *K-Means Clustering* digunakan untuk mengelompokkan data berdasarkan kemiripan data tersebut sehingga nantinya dapat digunakan untuk mengklasifikasikan data capaian target vaksinasi pada tiap kecamatan yang ada di kabupaten Labuhanbatu Utara. Hasil dari pengklasifikasian data capaian target vaksinasi tersebut nantinya akan divisualisasikan dalam bentuk pemetaan.

Pemetaan tersebut diwujudkan dalam suatu Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis *web (webgis)*. *Webgis* merupakan gabungan antara *web* dan Sistem Informasi Geografis (SIG) [5]. Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem informasi berbasis komputer untuk menyimpan, mengelola dan menganalisis, serta memanggil data bereferensi geografis [6]. Nantinya Sistem Informasi Geografis (SIG) ditampilkan melalui *website* yang memuat data/informasi yang bersifat keruangan/spasial, yaitu data/informasi yang berorientasi geografis. Adanya Sistem Informasi Geografis berbasis *web (webgis)* diharapkan dapat membantu pemerintah kabupaten Labuhanbatu Utara dalam melakukan pendataan capaian vaksinasi COVID-19 dan juga secara tidak langsung dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang berhubungan dengan program vaksinasi COVID-19 di daerah administrasi kabupaten Labuhanbatu Utara.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Dalam penelitian, pengembangan sistem atau perangkat lunak bertujuan untuk menggambarkan tahapan-tahapan proses pengembangan sistem. Untuk penelitian ini, digunakan suatu metode pengembangan perangkat lunak yaitu metode *waterfall*. Adapun tahapan-tahapan pengembangan sistem dengan metode *waterfall* pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. Metode Pengembangan Perangkat Lunak *Waterfall*

Berikut penjelasan tiap tahapan penerapan metode *Waterfall* yang dilakukan pada penelitian ini [7]:

1. *Requirements analysis and definition*

Pada tahapan ini penulis melakukan konsultasi dengan pengguna untuk menganalisa kendala serta layanan sistem yang dibutuhkan. Hasil konsultasi tersebut yaitu membuat suatu sistem informasi geografis yang dapat menampilkan informasi tentang pemetaan capaian target vaksinasi COVID-19 di kabupaten Labuhanbatu Utara dengan memanfaatkan *website* dan *spreadsheet*. Capaian target vaksinasi COVID-19 ditentukan dari kecamatan mana yang memenuhi dan belum memenuhi jumlah vaksinasi berdasarkan hasil perhitungan algoritma *K-Means Clustering*.

2. *System and software design*

Tahapan ini merupakan Tahapan perancangan sistem yaitu mengalokasikan kebutuhan-kebutuhan sistem baik perangkat keras maupun perangkat lunak, kemudian membentuk arsitektur sistem secara keseluruhan. Adapun perangkat keras maupun perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian telah memenuhi spesifikasi yang telah dijelaskan sebelumnya. Adapun desain sistem berupa peta digital yang dibuat menggunakan ArcGIS Online dan *spreadsheet* yang dibuat menggunakan *Google Spreadsheet* yang kemudian ditampilkan melalui *website*. Penggunaan ArcGIS Online dan *Google Spreadsheet* didasarkan atas kebutuhan pengguna dimana pengguna telah memahami penggunaan keduanya.

3. *Implementation and unit testing*

Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap sistem informasi geografis yang telah selesai dibuat untuk melihat apakah peta capaian target vaksinasi dan dokumen *spreadsheet* yang digunakan dapat berjalan secara individu. Adapun pengujian sistem dilakukan menggunakan metode pengujian *Black Box testing*, yaitu pengujian yang dilakukan untuk mengamati hasil *input* dan *output* dari sistem tanpa mengetahui struktur kode dari sistem tersebut. Apabila dari hasil pengujian didapatkan hasil yaitu peta dan dokumen *spreadsheet* (*existing paper*) dapat ditampilkan secara individu, serta perintah-perintah pada tabel vial seperti menambah, mengubah dan menghapus data vial vaksin dapat berfungsi, dapat maka akan dilakukan integrasi terhadap ketiganya ke dalam *website* pada tahap berikutnya.

4. *Integration and system testing*

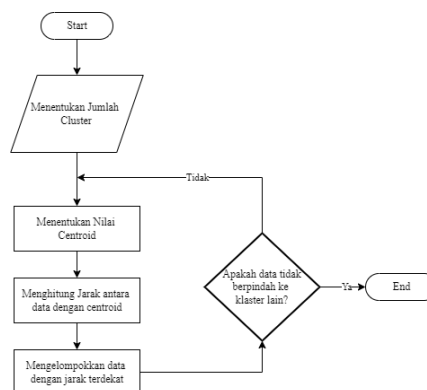
Pada tahap ini, peta, dokumen *spreadsheet*, dan tabel vial digabung kedalam *website* dan diuji sebagai satu sistem untuk melihat apakah peta, dokumen *spreadsheet*, dan tabel vial dapat dijalankan pada satu *website* yang sama. Pengujian tersebut dilakukan dengan metode yang sama yaitu *Black Box testing*. Apabila integrasi dan uji tes sistem berhasil, maka sistem dapat diserahkan ke pengguna.

5. *Operation and maintenance*

Tahapan ini merupakan tahap paling panjang. Apabila ketika sistem informasi geografis digunakan secara nyata didapatkan kesalahan, akan dilakukan perbaikan/*maintenance* terhadap sistem untuk memperbaiki kesalahan tersebut dan meningkatkan layanan sistem sebagai kebutuhan baru.

2.2 Metode *K-Means Clustering*

Metode *K-Means Clustering* merupakan salah satu algoritma yang umum digunakan dalam mengelompokkan data sesuai dengan kesamaan karakteristik atau ciri-ciri yang serupa melalui klasterisasi (*Clustering*). *Clustering* sendiri yaitu salah satu metode pembelajaran tidak terawasi (*unsupervised learning*), yang dalam permasalahan *clustering* data-data atau nilai-nilai yang ada belum mempunyai target atau belum mempunyai label kelasnya, sehingga perlu diprediksi ke dalam kelas mana nantinya suatu objek itu akan masuk berdasarkan kesamaan polanya atau kesamaan kelompoknya [8]. Langkah-langkah melakukan *clustering* pada algoritma *K-Means* dapat digambarkan dalam bentuk flowchart yang dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Flowchart Metode *K-Means Clustering*

Adapun langkah-langkah melakukan *clustering* pada algoritma *K-Means* adalah sebagai berikut [8] :

1. Menentukan jumlah berapa *cluster* yang akan digunakan
2. Tentukan nilai *centroid* awal untuk masing-masing *cluster* (dipilih secara acak)
3. Hitung jarak dari tiap data dengan nilai *centroid* awal yang telah ditentukan dan kemudian alokasikan ke dalam *cluster* terdekat.
4. *Cluster* yang sudah memiliki data kemudian dihitung nilai rata-rata dari tiap *cluster* yang nantinya nilai tersebut digunakan untuk nilai *centroid* yang baru dalam menghitung jarak dari tiap data.
5. Ulangi kembali langkah ke (3) sampai nilai *cluster* yang baru sama dengan nilai *cluster* sebelumnya atau tidak mengalami perubahan.

Untuk menghitung jarak ke *cluster* terdekat, digunakan persamaan rumus *Euclidian Distance* yaitu (1):

$$D(i, j) = \sqrt{(X_{1i} - X_{1j})^2 + \dots + (X_{ki} - X_{kj})^2} \quad (1)$$

Di mana $D(i, j)$ adalah jarak i ke pusat *cluster* j , X_{ki} adalah data ke i pada atribut data ke k , dan X_{kj} adalah titik pusat ke j pada atribut ke k .

Untuk memperoleh nilai *centroid* yang baru dilakukan dengan menghitung rata-rata tiap *cluster* yang sudah memiliki data dengan persamaan rumus sebagai berikut (2):

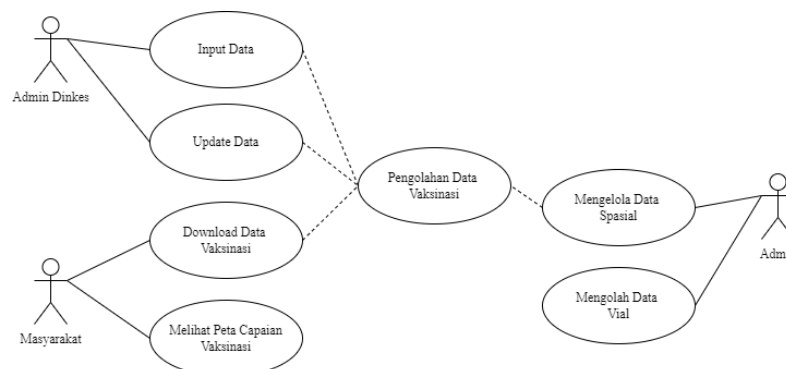
$$C_k = \frac{1}{n_k} \sum d_i \quad (2)$$

Dimana n_k merupakan jumlah data dalam cluster dan d_i merupakan jarak dalam setiap *cluster*.

2.3 Use Case Diagram

Use Case Diagram merupakan pemodelan visual yang menggambarkan *behavior*/perilaku sistem yang akan dibuat. *Behavior* tersebut dapat berupa sebuah interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem yang akan dibuat. Secara sederhana, diagram *use case* digunakan untuk memahami fungsi apa saja yang ada di dalam sebuah sistem dan siapa saja yang dapat menggunakan fungsi-fungsi tersebut. *Use Case Diagram* tidak menjelaskan secara detail tentang penggunaan tiap *use case*, namun hanya memberi gambaran singkat hubungan antara *use case*, aktor, dan sistem. Melalui *use case* diagram kita dapat mengetahui fungsi-fungsi apa saja yang ada pada sistem [9].

Pada penelitian ini, aktor/pengguna yang akan menggunakan sistem ini yaitu admin, admin Dinas Kesehatan (Dinkes), dan masyarakat kabupaten Labuhanbatu Utara. Adapun fungsi-fungsi pada sistem dan interaksi-interaksi aktor dengan fungsi-fungsi tersebut dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini :



Gambar 3. *Use Case Diagram* Sistem

Pada gambar 3.2, dapat dilihat bahwa admin bertugas mengelola data spasial yaitu peta capaian vaksinasi COVID-19 yang terdapat di *ArcGIS Online*. Selain itu, admin juga bertugas mengelola data vial vaksin, yaitu data yang memuat jenis-jenis dan merek/nama vaksin COVID-19 yang diterima dan digunakan oleh pemerintah kabupaten Labuhanbatu Utara.

Adapun admin Dinkes (Dinas Kesehatan) bertugas mengelola data vaksinasi seperti menambah data dan melakukan update data serta melakukan iterasi *K-Means* terhadap data vaksinasi sehingga data vaksinasi dapat diolah menjadi data capaian target vaksinasi. Data capaian target vaksinasi tersebut nantinya dapat digunakan oleh admin *web* dalam melakukan pengelolaan data spasial yaitu memetakan capaian target vaksinasi COVID-19 di Kabupaten Labuhanbatu Utara.

Adapun masyarakat kabupaten Labuhanbatu Utara dapat *download* dan melihat peta dan data capaian target vaksinasi COVID-19 kabupaten Labuhanbatu Utara untuk melihat sejauh mana penyelenggaraan kegiatan vaksinasi COVID-19 di kabupaten Labuhanbatu Utara berjalan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi *K-Means Clustering*

Berikut adalah perhitungan manual algoritma *K-Means Clustering* menggunakan data vaksinasi COVID-19 Kabupaten Labuhanbatu Utara per tanggal 27 Januari 2022. Data vaksinasi COVID-19 dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Data Vaksinasi COVID-19 Penduduk Kabupaten Labuhanbatu Utara

Kecamatan	Jenis Vaksinasi	
	Dosis Lengkap	Dosis Ketiga
Aek Kuo	87 orang	21 orang
Aek Natas	87 orang	30 orang
Kualuh Hilir	34 orang	21 orang
Kualuh Hulu	41 orang	33 orang
Kualuh Leidong	87 orang	54 orang
Kualuh Selatan	34 orang	12 orang
Marbau	65 orang	65 orang
NA-IX X	54 orang	44 orang

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan yaitu :

1. Menentukan jumlah *cluster*

Adapun langkah pertama dalam algoritma *K-Means Clustering* yaitu menentukan jumlah *cluster* yang diinginkan. Jumlah *cluster* akan menentukan jumlah pengelompokan yang diinginkan. Adapun jumlah *cluster* yaitu berjumlah dua *cluster* yang nantinya akan mengelompokkan data vaksinasi menjadi dua kelompok capaian target vaksinasi, yaitu memenuhi dan belum memenuhi.

2. Menentukan nilai *centroid*

Setelah menentukan jumlah cluster yang diinginkan, maka langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *centroid* (nilai tengah). Nilai *centroid* ditentukan secara acak (*random*). Adapun nilai *centroid* yang dipilih yaitu data nomor empat dan enam. Adapun tabel nilai *centroid* yang terpilih dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Nilai Centroid Terpilih

<i>Centroid</i>	Kecamatan	Jenis Vaksinasi	
		Dosis Lengkap	Dosis Ketiga
1	Kualuh Hulu	41	33
2	Kualuh Selatan	34	12

3. Menghitung jarak antara data dengan *centroid*

Setelah ditentukan nilai *centroid* yang telah dipilih secara acak, maka selanjutnya dilakukan perhitungan jarak antara data dengan nilai *centroid*. Adapun rumus yang digunakan adalah rumus *euclidean distance* (1).

4. Mengelompokkan data dengan jarak terdekat/terkecil

Setelah iterasi pertama selesai dilakukan, maka langkah berikutnya adalah mengelompokkan data dengan jarak terdekat/terkecil, dimana hasil iterasi *centroid* 1 dibandingkan dengan hasil *centroid* 2. Apabila hasil iterasi pada *centroid* 1 lebih kecil dibandingkan iterasi pada *centroid* 2 ($D, C1 < D, C2$), maka hasil iterasi

masuk ke dalam kluster 1 (k1), apabila tidak, maka hasil iterasi masuk ke dalam kluster 2 (k2). Adapun tabel pengelompokan data dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3. Pengelompokan Data Dengan Jarak Terdekat

<i>D</i>	Kecamatan	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>D,C1</i>	<i>D,C2</i>	<i>D,C1<D,C2</i>	<i>k1</i>	<i>k2</i>
1	Aek Kuo	87	21	47,53	53,75	47,53	✓	
2	Aek Natas	87	30	46,09	55,97	46,09	✓	
3	Kualuh Hilir	34	21	13,89	9	9		✓
4	Kualuh Hulu	41	33	0	22,13	0	✓	
5	Kualuh Leidong	87	54	50,56	67,62	50,56	✓	
6	Kualuh Selatan	34	12	22,13	0	0		✓
7	Marbau	65	65	40	61,40	40	✓	
8	NA-IX X	54	44	17,02	37,73	17,02	✓	

Pada tabel 3, dapat dilihat bahwa dari hasil perhitungan iterasi pertama menunjukkan dari delapan data kecamatan, terdapat enam data kecamatan yang termasuk ke dalam kluster pertama (k1) dan dua data kecamatan yang termasuk ke dalam kluster 2 (k2). Enam data kecamatan yang termasuk ke dalam kluster 1 (k1) yaitu; kecamatan Aek Kuo, kecamatan Aek Natas, kecamatan Kualuh Hulu, kecamatan Kualuh Leidong, kecamatan Marbau, dan kecamatan NA-IX X. Sementara, dua data kecamatan yang termasuk ke dalam kluster dua (k2) yaitu kecamatan Kualuh Hilir dan kecamatan Kualuh Selatan.

5. Menentukan nilai *centroid* baru

Untuk melanjutkan ke iterasi kedua, terlebih dahulu menentukan *centroid* baru. Nantinya *centroid* baru akan digunakan dalam melakukan perhitungan iterasi kedua. Adapun menentukan nilai *centroid* baru dengan cara menghitung rata-rata tiap kluster yang sudah memiliki data menggunakan persamaan rumus (2) Sehingga didapatkan *centroid* baru yang digunakan untuk iterasi kedua yang dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini :

Tabel 4. Nilai Centroid Baru

Centroid	<i>x</i>	<i>y</i>
1	70,16	41,16
2	34	16,5

6. Ulangi kembali langkah ketiga hingga data tidak berpindah ke kluster lain

Sama seperti langkah ketiga, setelah didapatkan *centroid* baru, kemudian dilakukan perhitungan jarak antara data dengan *centroid* baru, kemudian dikelompokkan berdasarkan jarak terdekat/terkecil. Setelah dikelompokkan, kemudian hasil pengelompokkan tersebut dibandingkan dengan pengelompokkan sebelumnya, apakah sama atau tidak.

Apabila pengelompokkan menghasilkan hasil yang sama, maka perhitungan iterasi dihentikan. Apabila hasil pengelompokkan berbeda, maka dilakukan perhitungan iterasi selanjutnya sesuai langkah ketiga, keempat, dan kelima hingga tidak terjadi perubahan terhadap hasil pengelompokkan data. Adapun tabel pengelompokkan data iterasi kedua dengan menggunakan *centroid* baru dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini:

Tabel 5. Hasil Pengelompokan Data Dengan Centroid Baru

<i>D</i>	Kecamatan	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>D,C1</i>	<i>D,C2</i>	<i>D,C1<D,C2</i>	<i>k1</i>	<i>k2</i>
1	Aek Kuo	87	21	26,26	53,19	26,26	✓	
2	Aek Natas	87	30	20,20	54,69	20,20	✓	
3	Kualuh Hilir	34	21	41,40	4,5	4,5		✓
4	Kualuh Hulu	41	33	30,28	17,93	17,93		✓
5	Kualuh Leidong	87	54	21,16	64,92	21,16	✓	
6	Kualuh Selatan	34	12	46,46	4,5	4,5		✓
7	Marbau	65	65	24,39	57,56	24,38	✓	

8	NA-IX X	54	44	16,41	34,00	16,41	✓
---	---------	----	----	-------	-------	-------	---

Pada tabel 5, dapat dilihat bahwa terdapat data yang berpindah klaster yaitu data kecamatan nomor 4 (kecamatan Kualuh Hulu) dimana sebelumnya berada di klaster 1 ($k1$) sekarang berpindah ke klaster 2 ($k2$). Karena terdapat data yang berpindah klaster, maka proses perhitungan iterasi berikutnya dilanjutkan dengan *centroid* yang baru lagi. Dengan langkah yang sama didapatkan *centroid* baru yang dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini :

Tabel 6. Nilai Centroid Baru

Centroid	x	y
1	76	42,8
2	36,33	22

Dengan menggunakan *centroid* baru, dilakukan perhitungan kembali jarak antara data dengan *centroid* baru. Kemudian dilakukan pengelompokan berdasarkan jarak terdekat/terkecil. Adapun hasil perhitungan dan pengelompokan dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini:

Tabel 7. Hasil Pengelompokan Data Dengan Centroid Baru

D	Kecamatan	x	y	D,C1	D,C2	D,C1<D,C2	k1	k2
1	Aek Kuo	87	21	24,42	50,68	24,42	✓	
2	Aek Natas	87	30	16,88	51,29	16,88	✓	
3	Kualuh Hilir	34	21	47,32	2,54	2,54		✓
4	Kualuh Hulu	41	33	36,35	11,95	11,95		✓
5	Kualuh Leidong	87	54	15,70	59,93	15,70	✓	
6	Kualuh Selatan	34	12	52,08	10,27	10,27		✓
7	Marbau	65	65	24,78	51,68	24,78	✓	
8	NA-IX X	54	44	22,03	28,22	22,03	✓	

Pada tabel 7, dapat dilihat bahwa berdasarkan perbandingan dengan iterasi sebelumnya, tidak terdapat perpindahan klaster pada tiap data sehingga proses perhitungan iterasi berikutnya dihentikan. Dari hasil perhitungan tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa kecamatan yang memenuhi capaian target vaksinasi adalah kecamatan Aek Kuo, kecamatan Aek Natas, kecamatan Kualuh Leidong, kecamatan Marbau, dan kecamatan NA-IX X. Sementara kecamatan yang belum memenuhi capaian target vaksinasi yaitu kecamatan Kualuh Hilir, kecamatan Kualuh Hulu, dan kecamatan Kualuh Selatan.

3.2 Implementasi K-Means Clustering Menggunakan Google Spreadsheet

Tahap ini merupakan tahapan implementasi algoritma K-Means Clustering menggunakan Google Spreadsheet. Penggunaan Google Spreadsheet didasarkan terhadap kebutuhan pengguna. Adapun implementasi K-Means Clustering dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini :

D	x	y	D,C1	D,C2	D,C1<D,C2	cluster (k)
1	87	21	47,54	53,76	47,54	k1
2	87	30	46,10	55,97	46,10	k1
3	34	21	13,89	9,00	9,00	k2
4	41	33	0,00	22,14	0,00	k1
5	87	54	50,57	67,62	50,57	k1
6	34	12	22,14	0,00	0,00	k2
7	65	65	40,00	61,40	40,00	k1
8	54	44	17,03	37,74	17,03	k1

Gambar 4. Iterasi pertama K-Means menggunakan Centroid terpilih

Pada gambar 4 dapat dilihat iterasi pertama K-Means Clustering pada Google Spreadsheet. Perhitungan ini dilakukan secara otomatis menggunakan formula/rumus yang tersedia di Google Spreadsheet. Perhitungan

otomatis iterasi K-Means pada gambar 4 sesuai dengan perhitungan manual pada tabel 3. Adapun iterasi kedua dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini :

Centroid Baru		
Centroid	x	y
1	70,17	41,17
2	34,00	16,50

Iterasi 2						
D	x	y	D.C1	D.C2	D.C1<D.C2	cluster (k)
1	87	21	26,27	53,19	26,27	k1
2	87	30	20,20	54,69	20,20	k1
3	34	21	41,41	4,50	4,50	k2
4	41	33	30,29	17,92	17,92	k2
5	87	54	21,17	64,92	21,17	k1
6	34	12	46,46	4,50	4,50	k2
7	65	65	24,39	57,56	24,39	k1
8	54	44	16,41	34,00	16,41	k1

Gambar 5. Iterasi kedua K-Means menggunakan Centroid baru

Pada gambar 5 dapat dilihat iterasi kedua K-Means. Perhitungan otomatis centroid baru dan iterasi K-Means sesuai dengan perhitungan manual pada tabel 4 dan tabel 5. Karena terjadi perpindahan cluster pada data nomor 4 yaitu kecamatan Kualuh Selatan, maka dilakukan iterasi ketiga. Adapun iterasi ketiga dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini :

Centroid Baru		
Centroid	x	y
1	76,00	42,80
2	36,33	22,00

Iterasi 3						
D	x	y	D.C1	D.C2	D.C1<D.C2	cluster (k)
1	87	21	24,42	50,68	24,42	k1
2	87	30	16,88	51,29	16,88	k1
3	34	21	47,32	2,54	2,54	k2
4	41	33	36,35	11,95	11,95	k2
5	87	54	15,70	59,93	15,70	k1
6	34	12	52,08	10,27	10,27	k2
7	65	65	24,78	51,68	24,78	k1
8	54	44	22,03	28,22	22,03	k1

Gambar 6. Iterasi ketiga K-Means menggunakan Centroid baru

Pada gambar 6 dapat dilihat iterasi ketiga K-Means. Perhitungan otomatis centroid baru dan iterasi K-Means sesuai dengan perhitungan manual pada tabel 6 dan tabel 7. Karena tidak terjadi perpindahan cluster pada data, maka iterasi dihentikan, sehingga hasil akhir dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini :

No	Kecamatan	Dosis Lengkap	Dosis 3	Kategori
1	Aek Kuo	87	21	Memenuhi
2	Aek Natas	87	30	Memenuhi
3	Kualuh Hilir	34	21	Belum Memenuhi
4	Kualuh Hulu	41	33	Belum Memenuhi
5	Kualuh Leidong	87	54	Memenuhi
6	Kualuh Selatan	34	12	Belum Memenuhi
7	Marbau	65	65	Memenuhi
8	NA-IX X	54	44	Memenuhi
Total		488	280	

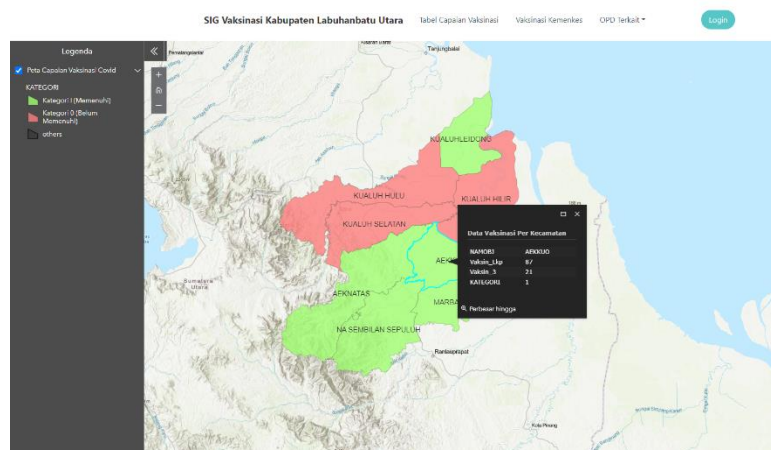
Gambar 6. Hasil akhir K-Means Clustering

Pada gambar 6 dapat dilihat hasil akhir dari algoritma K-Means Clustering dimana penentuan kategori capaian vaksinasi ditentukan secara otomatis berdasarkan hasil akhir iterasi K-Means yaitu iterasi ketiga. Dari

hasil iterasi didapatkan lima dari delapan kecamatan telah memenuhi capaian target vaksinasi, sesuai dengan perhitungan manual yang telah dilakukan sebelumnya.

3.3 Visualisasi Pemetaan

Tahap ini merupakan tahap akhir yaitu visualisasi hasil iterasi K-Means menggunakan pemetaan digital ArcGIS Online. ArcGIS Online adalah platform teknologi yang kolaboratif dan berbasis cloud yang membantu pengguna dan organisasi penggunaannya dalam menciptakan, berbagi, dan mengakses peta, aplikasi, dan data [10]. Adapun visualisasi pemetaan dapat dilihat pada gambar 7 berikut :



Gambar 7. Visualisasi Pemetaan

Pada visualisasi pemetaan dapat dilihat bahwa dari delapan kecamatan, lima kecamatan berhasil memenuhi capaian target vaksinasi COVID-19 yang digambarkan dengan wilayah berwarna hijau. Adapun kecamatan tersebut yaitu kecamatan Aek Kuo, kecamatan Aek Natas, kecamatan Kualuh Leidong, kecamatan Marbau, dan kecamatan NA-IX X. Sementara tiga kecamatan yang belum memenuhi capaian target vaksinasi digambarkan dengan wilayah yang berwarna merah. Kecamatan-kecamatan tersebut yaitu kecamatan Kualuh Hilir, kecamatan Kualuh Hulu, dan kecamatan Kualuh Selatan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil implementasi K-Means Clustering terhadap data vaksinasi COVID-19 kabupaten Labuhanbatu Utara menggunakan dua cluster yang dibagi kedalam dua kategori yaitu memenuhi dan belum memenuhi, didapatkan hasil yaitu dari delapan kecamatan yang ada di kabupaten Labuhanbatu Utara, lima kabupaten berada di cluster 1 yaitu kategori memenuhi capaian vaksinasi. kecamatan-kecamatan tersebut yaitu; kecamatan Aek Kuo, kecamatan Aek Natas, kecamatan Kualuh Leidong, kecamatan Marbau, dan kecamatan NA-IX X. Sementara tiga kecamatan lainnya berada di cluster 2 yaitu kategori belum memenuhi capaian target vaksinasi. kecamatan-kecamatan tersebut yaitu; kecamatan Kualuh Hilir, kecamatan Kualuh Hulu, dan kecamatan Kualuh Selatan. Hasil visualisasi juga menunjukkan bahwa lima kecamatan telah memenuhi capaian target vaksinasi yang digambarkan dengan wilayah berwarna hijau dan tiga kecamatan belum memenuhi capaian target vaksinasi yang digambarkan dengan wilayah berwarna merah sesuai dengan hasil iterasi K-Means Clustering. Adanya hasil pemetaan dan iterasi K-Means diharapkan dapat membantu pemerintah kabupaten Labuhanbatu Utara dalam melakukan evaluasi terhadap program vaksinasi COVID-19 di wilayah administrasi kabupaten Labuhanbatu Utara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Arianda, "Covid-19: Epidemiologi, Virologi, Penularan, Gejala Klinis, Diagnosa, Tatalaksana, Faktor Risiko Dan Pencegahan," *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, vol. 3, no. 4, hlm. 653, 2021.
- [2] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Peta Sebaran Covid-19," <https://covid19.go.id/peta-sebaran>, Mar 18, 2022.
- [3] Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit, *Buku Saku: Tanya Jawab Seputar Vaksinasi COVID-19*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2021.

- [4] Badan Pusat Statistik Kabupaten Labuhanbatu Utara, "Kabupaten Labuhanbatu Utara Dalam Angka 2018," Aekkanopan, 2018.
- [5] M. T. Putra, "Perancangan Dan Pembuatan Webgis Informasi Geospasial Infrastruktur Kota Meulaboh Berbasis Google Map API," Banda Aceh, Jun 2015.
- [6] K. M. Wibowo, Indra Kanedi, dan Juju Jumadi, "Sistem Informasi Geografis (SIG) Menentukan Lokasi Pertambangan Batu Bara Di Provinsi Bengkulu Berbasis Website," *Jurnal Media Infotama*, vol. 11, no. 1, hlm. 51, 2015.
- [7] G. W. Sasmito, "Penerapan Metode Waterfall Pada Desain Sistem Informasi Geografis Industri Kabupaten Tegal," vol. 2, no. 1, hlm. 8, 2017, [Daring]. Available: <http://www.tegalkab.go.id>,
- [8] M. Arhami dan Muhammad Nasir, *Data Mining: Algoritma dan Implementasi*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2020.
- [9] Y. Ani, *Modul Perancangan Sistem Berorientasi Objek*. Jakarta: Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Nusa Mandiri, 2019.
- [10] M. A. C. Donya, Bandi Sasmito, dan Arief Laila Nugraha, "Visualisasi Peta Fasilitas Umum Kelurahan Sumurboto Dengan ArcGIS Online," *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 9, no. 4, hlm. 54, 2020.