

Contents list available at [www.jurnal.unimed.ac.id](http://www.jurnal.unimed.ac.id)

**CESS**  
**(Journal of Computing Engineering, System and Science)**

journal homepage: <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/cess>



## Model Clustering Pemakaian Obat Menggunakan Algoritma K-Means

### *Drugs consumption clustering model using K-Means Technique*

Haviluddin<sup>1\*</sup>, Yudi Sukmono<sup>2</sup>, Didit Suprihanto<sup>3</sup>, Arif Harjanto<sup>4</sup>, Olivia Angelica Murtioso<sup>5</sup>

<sup>1,5</sup> Program Studi Informatika, Universitas Mulawarman

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Industri, Universitas Mulawarman

<sup>3,4</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Mulawarman

<sup>1,2,3,4,5</sup> Jl. Sambaliung No. 9, Kampus Universitas Mulawarman Gn. Kelua, Samarinda, Kalimantan Timur

email: <sup>1</sup>[haviluddin@unmul.ac.id](mailto:haviluddin@unmul.ac.id), <sup>2</sup>[y.sukmono@ft.unmul.ac.id](mailto:y.sukmono@ft.unmul.ac.id), <sup>3</sup>[didit.suprihanto@ft.unmul.ac.id](mailto:didit.suprihanto@ft.unmul.ac.id),

<sup>4</sup>[arif.harjanto@ft.unmul.ac.id](mailto:arif.harjanto@ft.unmul.ac.id), <sup>5</sup>[olivia.angelica123@gmail.com](mailto:olivia.angelica123@gmail.com)

Submitted: 27 Juni 2022 | Review: 8 Juli 2022 | Accepted: 4 Agustus 2022

### ABSTRAK

Persediaan obat pada suatu Puskesmas seringkali habis sebelum jadwal penerimaan obat dilakukan hal ini dikarenakan Kejadian Luar Biasa (KLB). Sehingga, perencanaan persediaan obat yang efektif dan efisien dengan menerapkan metode kecerdasan buatan dalam rangka membantu pihak manajemen sangat diperlukan. Penelitian ini bertujuan untuk memonitoring persediaan obat sebagai salah satu dasar dalam permintaan obat. Data pemakaian obat yang digunakan berasal dari Laporan Pemakaian dan Lembar Permintaan Obat (LPLPO) UPTD Puskesmas Lempake tahun 2016-2018 dan telah dinormalisasi dengan metode Z-Score. Metode K-Means telah diterapkan sebanyak 3 cluster terdiri tinggi (C1), sedang (C2) dan kurang (C3) dimana penentuan titik centroid berdasarkan nilai max, average, dan min. Sedangkan, metode jarak Euclidean distance telah ditetapkan untuk menganalisis jarak data tiap cluster. Hasil temuan mengindikasikan bahwa pengujian cluster menggunakan Sum of Squared Error (SSE) telah mendapatkan nilai sebesar 77,34814. Dimana, hasil pengelompokkan yaitu C1 sebanyak 5 data, C2 sebanyak 14 data, dan C3 sebanyak 206 data. Hal ini berarti bahwa 3 cluster merupakan hasil terbaik pengelompokkan. Metode K-Means dapat menjadi alternatif dalam membuat model analisis monitoring persediaan obat di Puskesmas.

**Kata Kunci:** *Puskesmas; K-Means; SSE; Persediaan Obat*

### ABSTRACT

Drugs inventory at a Puskesmas (Public Health Centre) often run out before the drug's receiving schedule is carried out this is due to Extraordinary Events (KLB). Therefore, effective,

\*Penulis Korespondensi:

email: [haviluddin@unmul.ac.id](mailto:haviluddin@unmul.ac.id)

and efficient drug supply planning by applying artificial intelligence (AI) methods to encouragement the management is very necessary. This study purposes to monitor drug supply as a basis for drug demand. The drug usage data has been derived from the Usage Report and Drug Request Sheet (LPLPO) Lempake public health centre from 2016-2018. The K-Means method has been applied as many as 3 clusters consisting of high (C1), medium (C2) and less (C3) where the determination of the centroid point is based on the max, average, and min values. Meanwhile, the Euclidean distance method has been determined to analyze the data distance of each cluster. The findings indicate that cluster testing using Sum of Squared Error (SSE) has obtained a value of 77.34814 where the results of the clustering were C1 of 5 data, C2 of 14 data, and C3 of 206 data. This means that 3 clusters were the best result of clustering. The K-Means method can be an alternative in making an analytical model for monitoring drug inventory at the Public Health Centre.

**Keywords:** *Public Health Centre; K-Means; SSE; Drugs inventory*

---

## 1. PENDAHULUAN

Pelayanan di Puskesmas memiliki permasalahan umum yang biasanya terjadi adalah stok obat yang berlebih atau kurang. Hal ini sering dialami saat Kejadian Luar Biasa (KLB) seperti peristiwa wabah penyakit. Masalah ini muncul biasanya dipengaruhi oleh sistem pengelolaan obat di puskesmas yang kurang baik. Penyebab utama dalam sistem pengelolaan obat yang kurang baik adalah lebih mengarah kepada kurangnya pengetahuan tentang cara pengelolaan obat yang baik dan benar.

Sehingga, perencanaan persediaan obat dengan efektif dan efisien sangat diperlukan. Perencanaan ini merupakan jenis pelayanan kefarmasian yang dimaksudkan menjaga ketersediaan jumlah obat tercukupi serta menghindari penumpukan obat dalam jangka waktu lama yang mengakibatkan obat menjadi kadaluarsa. Oleh karena itu, perencanaan obat harus disesuaikan dengan kondisi yang ada di Puskesmas sehingga pelayanan obat dapat dilakukan secara tepat [1], [2]. Walaupun pada kenyataannya masih terdapat kendala dalam proses perencanaan obat di Puskesmas sehingga belum mencapai pelayanan prima terkait ketersediaan pelayanan obat.

Pengelompokkan kebutuhan obat diharapkan dapat menjadi salah satu bahan dalam mengambil keputusan untuk menjamin ketersediaan obat pada Puskesmas. Pengelompokkan data merupakan salah satu metoda dalam data mining yang dapat digunakan untuk memetakan data ke dalam kelompok-kelompok yang lebih kecil berdasarkan kesamaan karakteristik yang dimilikinya. Sehingga hasil pengelompokkan dapat sesuai kebutuhan berdasarkan kebutuhan kesediaan obat berdasarkan tahun-tahun sebelumnya dan dapat digunakan sebagai acuan perencanaan obat untuk tahun berikutnya. Diharapkan ketersediaan obat untuk tahun berikutnya dapat lebih terjamin dan dapat memenuhi permintaan-permintaan obat di Puskesmas. Salah satu metoda pengelompokkan yang banyak digunakan yaitu K-Means [3]–[7].

Metode ini termasuk dalam metode kecerdasan buatan yang banyak digunakan dan dikembangkan di berbagai bidang seperti pendidikan, ekonomi, perbankan, dan teknik. Penelitian Adrianto & Fahmi menerapkan metode K-Means untuk mengelompokkan mahasiswa berdasarkan kemampuan akademis salah satu alternatif memberikan rekomendasi kepada mahasiswa dalam memilih jalur peminatan di Prodi S1 Teknik Informatika Universitas Dian Nuswantoro (UDINUS) [8]. Kemudian, peneliti Chusyairi &

Ramadar Noor Saputra menerapkan metode K-Means untuk mengelompokkan Imunisasi Dasar Lengkap (IDL) ke dalam 3 kategori status yaitu: cukup, kurang, dan sangat baik pada 45 Puskesmas di Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur [9]. Kemudian, Dwitri el al. juga menerapkan metode K-Means untuk menganalisis tingkat penyebaran COVID-19 di Indonesia [10]. Selanjutnya, Fatmawati & Windarto juga telah menerapkan metode K-Means dalam pemetaan pelanggan. Dimana, validity cluster diukur dengan Davies-Bouldin Index (DBI) dan purity [11]. Selain metode K-Means juga beberapa metode clustering seperti K-Medoids juga telah diterapkan oleh Nuranti et al. dalam menganalisis kelompok masyarakat yang menderita penyakit ISPA di Karawang ke dalam 3 kelompok yaitu C1 (rendah), C2 (sedang) dan C3 (tinggi). Dimana, komparasi metode distance yaitu Euclidean dan Chebyshev untuk menemukan model terbaik berdasarkan evaluasi Davies Bouldin Index (DBI) [12].

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode K-Means berdasarkan 3 cluster dengan pengukuran jarak data menggunakan metode Eulidean distance untuk melakukan analisis pemakaian obat pada Puskemas Lempake, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Lebih lanjut, hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu pihak Puskesmas. Sebanyak 3 tahun (2016-2018) data obat yang didapatkan dari bagian penyimpanan telah dianalisa. Paper ini terdiri bagian pertama adalah motivasi dan latar belakang penelitian. Kedua, menerangkan teknik yang digunakan. Ketiga, menerangkan hasil pengujian dengan teknik K-Means. Dan, terakhir adalah kesimpulan dan saran serta rencana penelitian selanjutnya.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Teknik K-Means

Secara prinsip, clustering dikatakan baik jika menghasilkan tingkat kesamaan pengelompokan yang bernilai tinggi dan rendah berdasarkan tingkat sensitifitas [12]–[14]. Secara konsep, metode K-Means adalah mencari pusat cluster (centroid) secara iteratif berdasarkan sekumpulan data dengan memaksimalkan karakteristik yang sama dan perbedaan antar cluster [15]–[17]. Algoritma ini diperkenalkan pertama kali oleh James MacQueen pada tahun 1967 [18]–[22].

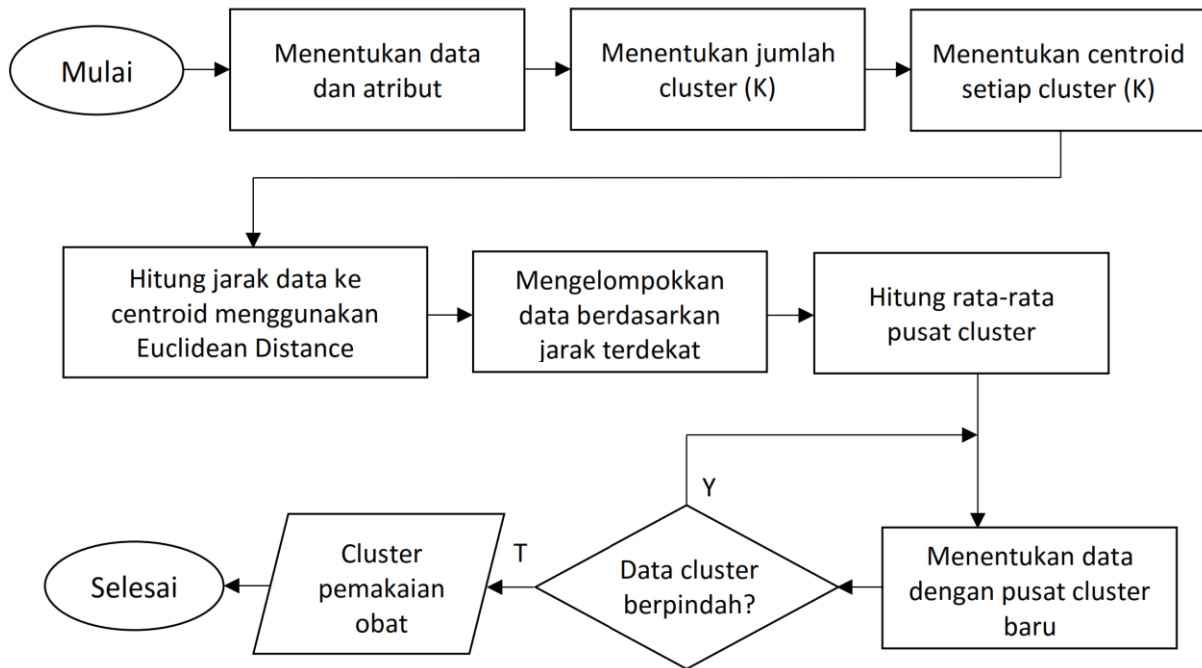
Penelitian ini, alur penerapan clustering menggunakan algoritma K-Means dapat dilihat pada Gambar 1. Pertama, menetapkan jumlah cluster; kedua, menentukan titik pusat awal masing-masing cluster dengan mencari nilai max, average dan min; ketiga, menghitung jarak antara setiap titik data dan ke pusat cluster dengan perhitungan Euclidean Distance menggunakan persamaan seperti pada (1).

$$d(x, y) = \sqrt{(x_i - y_i)^2 + (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

Keempat, menentukan titik data ke pusat cluster dengan jarak paling dekat dari semua pusat cluster; dan terakhir menghitung pusat cluster baru menggunakan persamaan seperti pada (2).

$$C(i) = \frac{x_1 + x_2 + x_{\dots} + x_n}{\sum x} \quad (2)$$

Terakhir, jarak antara setiap titik data dan pusat cluster baru dihitung ulang, jika tidak ada maka proses berhenti, jika tidak, ulangi langkah 3 sampai 5.



Gambar 1. Alur teknik K-Means

## 2.2. Pengukuran Akurasi K-Means

Metode K-Means, pengelompokan data dilakukan dengan cara mengelompokkan data ke dalam beberapa cluster berdasarkan kemiripan. Kemudian, kelompok data diukur menggunakan suatu metode pengukuran jarak [5], [23]–[25]. Dalam penelitian ini, metode Sum of Squared Error (SSE) telah digunakan untuk memberikan informasi error jarak data ke centroid dengan aturan nilai  $SSE < \text{maka}$  hasil clustering bagus. Adapun, persamaan SSE seperti pada (3).

$$SSE = \sum_{k=1}^k \sum_{p \in C_i} d(p, m_i)^2 \quad (3)$$

## 2.3. Datasets

Dalam penelitian ini, data pemakaian obat telah diperoleh dari Laporan Pemakaian dan Permintaan Obat (LPLPO) UPTD. Puskesmas Lempake Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur selama 3 tahun 2016-2018 seperti pada Tabel 1. Terdapat 225 jenis obat-obatan terdiri dari 80 % bersifat generik dan 20% jenis obat yang harus menggunakan resep dokter. Berdasarkan kaedah kecerdasan buatan maka seluruh data telah dilakukan normalisasi menggunakan teknik Z-Score dengan persamaan seperti pada (4).

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S} \quad (4)$$

Dimana,  $Z_i$  adalah data hasil normalisasi,  $X_i$  adalah data asli,  $\bar{X}$  adalah nilai rata-rata baku rujukan,  $S$  adalah nilai simpang baku rujukan.

**Tabel 1.** Daftar Obat di Puskesmas Lempake

No.	Nama Obat	Pemakaian Obat (per-tahun)		
		2016	2017	2018
1	Asetosal Tab 100 MG	1000	400	200
2	Acyclovir Tab 200 MG	600	0	0
3	Acyclovir Tab 400 MG	8200	9600	11400
4	Albendazol Tab 400 MG	1020	340	360
5	Allopurinol Tab 100 MG	3400	2400	1200
6	Allopurinol Tab 300 MG	700	1300	400
7	Ambroxol Tab 30 MG	37300	40100	34200
8	Aminofillin Tab 200 MG	0	100	0
9	Amlodipina Tab 5 MG	29880	30910	48220
10	Amlodipina Tab 10 MG	20370	15180	32370
...	.....	.....	.....	.....
...	.....	.....	.....	.....
225	Trikresol Formalin	0	0	2

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil

Bagian ini menguraikan proses kerja algoritma K-Means yang telah diterapkan pada data pemakaian obat selama 3 tahun (2016-2018). Pertama, seluruh data telah dinormalisasi menggunakan teknik Z-Score. Kedua, telah menentukan banyaknya cluster yang dibentuk. Dalam percobaan ini, jumlah pemakaian obat telah dibuat sebanyak 3 cluster terdiri dari pemakaian tinggi (C1), sedang (C2) dan kurang (C3). Ketiga, telah menentukan titik centroid awal masing-masing cluster dengan cara mencari nilai max, average, dan min dari seluruh data. Hasil ini dapat dilihat pada tabel Penentuan titik centroid awal dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Penentuan titik centroid awal

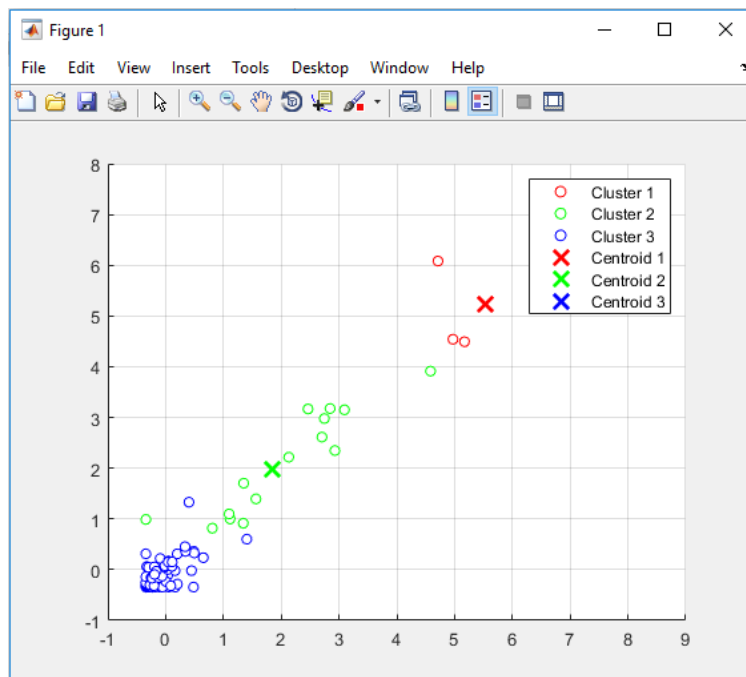
Titik Centroid				
8,226	7,099	7,663	C1	max
0,018	0,009	-0,027	C2	average
-0,342	-0,342	-0,342	C3	min

Selanjutnya, titik data ke pusat cluster yang jaraknya paling dekat dari pusat cluster telah ditentukan. Jarak setiap data dengan centroid pada setiap cluster menggunakan teknik Euclidean Distance telah dilakukan. Dalam percobaan ini, data obat ke-1 yaitu Asetosal Tab 100 MG telah digunakan untuk menghitung jarak ke pusat cluster pertama (C1), kedua (C2), dan ketiga (C3). Berdasarkan perhitungan jarak tiap data ke centroid baru pada iterasi terakhir yaitu ke-6, maka telah didapatkan hasil pengelompokan tiap data berdasarkan jarak terdekat ke centroid. Hasil perhitungan jarak tiap data ke centroid dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil perhitungan jarak

No.	Nama Obat	C1	C2	C3
1	Asetosal Tab 100 Mg			*
2	Acyclovir Tab 200 Mg			*
3	Acyclovir Tab 400 Mg			*
4	Albendazol Tab 400 Mg			*
5	Allopurinol Tab 100 Mg			*
6	Allopurinol Tab 300 Mg			*
7	Ambroxol Tab 30 Mg		*	
8	Aminofillin Tab 200 Mg			*
9	Amlodipina Tab 5 Mg		*	
10	Amlodipina Tab 10 Mg		*	
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
225	Trikresol Formalin (Tkf)			*
Jumlah		5	14	206

Tabel 2 menyatakan bahwa cluster (C1) memiliki 5 data yang artinya terdapat 5 jenis obat dengan pemakaian obat tinggi, cluster (C2) memiliki 14 data yang artinya terdapat 14 jenis obat dengan pemakaian obat sedang, dan cluster (C3) memiliki 206 data yang artinya terdapat 206 jenis obat dengan pemakaian obat kurang masing-masing selama 3 tahun (2016-2018).



**Gambar 2.** Hasil Pengelompokan berdasarkan 3 Cluster

Gambar 2 merupakan hasil pengelompokan data pemakaian obat. Plot berwarna merah dibagian bawah cluster (C1) yaitu jenis obat dengan pemakaian tinggi, plot berwarna hijau dibagian tengah (C2) yaitu jenis obat dengan pemakaian sedang, dan plot berwarna biru dengan (C3) yaitu jenis obat dengan pemakaian kurang. Cluster pertama (C1) memiliki jumlah pemakaian obat diatas 30.000 buah dengan rata-rata pemakaian obat selama 3 tahun (2016-

2018) sebanyak 65.030 buah yang mengartikan kelompok obat tersebut memiliki pemakaian obat tinggi. Kemudian, cluster kedua (C2) memiliki jumlah pemakaian obat sedang yang berkisar antara 9.000 sampai 48.000 buah per tahun sebanyak 27.384 buah. Sedangkan, cluster ketiga (C3) memiliki jumlah pemakaian dibawah 22.000 buah per tahun sebanyak 1.074 buah yang berarti termasuk dalam kelompok pemakaian obat kurang.

### 3.2. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa data pemakaian obat selama 3 tahun (2016-2018) pada Puskesmas Lempake telah menghasilkan pengelompokan sebanyak 3 cluster. Dalam percobaan ini, data obat ke-1 yaitu Asetosal Tab 100 MG telah digunakan untuk menghitung jarak ke pusat cluster pertama (C1), kedua (C2), dan ketiga (C3). Berdasarkan perhitungan jarak tiap data ke centroid baru pada iterasi terakhir yaitu ke-6, maka telah didapatkan hasil pengelompokan tiap data berdasarkan jarak terdekat ke centroid. Hal ini berarti bahwa cluster terbaik telah diperoleh dengan 3 cluster tingkat pemakaian terdiri dari (C1) tinggi.

Selanjutnya, metode pengukuran jarak dengan SSE yang menyatakan error jarak data ke centroid telah diimplementasikan. Dalam percobaan ini, SSE untuk menguji hasil pengelompokan yang telah diterapkan sebanyak 2 dan 3 cluster dengan (Rumus 3). Hasil SSE dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Perbandingan cluster berdasarkan SSE

Cluster	SSE	Selisih
C = 2	98,46571	98,46571
C = 3	77,34814	21,11757

Tabel 3 menyatakan bahwa hasil SSE 3 cluster memiliki nilai < dibandingkan dengan nilai 2 cluster, yang berarti hasil clustering merupakan jumlah cluster yang ideal dalam analisis pemakaian obat. Berdasarkan hasil pengelompokan maka petugas pelayanan kefarmasian di Puskesmas Lempake dapat menjadikan sebagai acuan untuk dalam membuat perencanaan persediaan obat yang lebih efektif dan efisien, sehingga tercukupi dan tidak mengalami penumpukan obat-obatan.

Berdasarkan temuan memperlihatkan bahwa 3 cluster telah mampu mengelompokkan jenis pemakaian obat-obatan. Sebanyak 1.074 jenis obat (C3) yang diindikasikan sangat kurang digunakan atau hanya menjadi stok saja. Hasil ini dapat menjadi acuan rekomendasi untuk tidak melakukan persediaan pada obat-obat tersebut dikarenakan obat yang masih tersedia banyak atau jarang digunakan. Selain itu, hal ini sangat mengganggu tempat penyimpanan Puskesmas yang relative kurang besar/luas.

Sedangkan, sebanyak 65.030 jenis obat (C1) dan 27.384 jenis obat (C2) termasuk dalam kategori jenis obat-obatan yang sering digunakan atau cepat habis. Berdasarkan temuan ini, pihak Puskesmas dapat merencanakan pengadaan setiap tahun jenis obat-obatan yang sering digunakan atau cepat habis. Sedangkan, jenis obat (C3) telah diperoleh sebanyak 1.074 jenis obat yang mengartikan bahwa jenis obat-obatan tersebut termasuk dalam kategori pemakaian obat yang kurang. Sehingga perlu menjadi perhatian Puskesmas Lempake dalam merencanakan pemesanan obat-obatan yang bersesuaian dengan jenis penyakit yang diderita oleh masyarakat sekitar Puskesmas Lempake.

#### 4. KESIMPULAN

Analisis pemakaian obat di Puskesmas Lempake, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur dengan menggunakan metode K-Means telah diimplementasikan. Penelitian ini telah memanfaatkan data pemakaian obat dari Laporan Pemakaian dan Permintaan Obat (LPLPO) selama 3 tahun (2016-2018) dengan 225 jenis obat-obatan (80 % bersifat generik dan 20% resep dokter) dan telah dilakukan normalisasi menggunakan teknik Z-Score.

Berdasarkan hasil percobaan, skema pengelompokan terdiri dari metode normalisasi data, jumlah cluster dan metode jarak telah berpengaruh terhadap hasil cluster yang diperlihatkan dengan metode SSE setiap cluster, C2 adalah 98,46571 dan C3 adalah 77,34814. Hal ini sejalan dengan kaidah metode K-Means yang cocok digunakan untuk menganalisis berdasarkan data yang relative sedikit. Metode ini dapat menjadi alternatif dalam membuat model analisis pengelompokan data pemakaian obat di Puskesmas. Namun demikian, keberhasilan cluster juga sangat berpengaruh dari penerapan berbagai metode dalam menentukan titik centroid awal. Sehingga, cara meningkatkan kerapatan data hasil cluster dengan metode kecerdasan buatan lainnya akan menjadi penelitian berikutnya.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Pemrograman Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman dan Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia (BPSDM), Provinsi Kalimantan Timur yang telah mendukung penelitian ini.

#### REFERENSI

- [1] Y. Y. Nabuasa, "Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Rekam Medis Sebagai Sarana Pelayanan Kesehatan Pada Puskesmas Oesapa Kota Kupang," *J. Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 150–160, 2021.
- [2] Y. Amerta and M. Ziveria, "Sistem Informasi Persediaan Obat di Puskesmas Sepatan Tangerang," *KALBISCIENTIA J. Sains dan Teknol.*, vol. 7, no. 1, pp. 74–92, 2020, doi: 10.53008/kalbiscientia.v7i1.34.
- [3] D. Agnihotri, K. Verma, and P. Tripathi, "Pattern and cluster mining on text data," 2014, doi: 10.1109/CSNT.2014.92.
- [4] R. Alfred, J. H. Obit, C. C. P. Yee, H. Havaluddin, and Y. Lim, "Towards Paddy Rice Smart Farming: A Review on Big Data, Machine Learning and Rice Production Tasks," *IEEE Access*, vol. 9, no. 3, pp. 50358–50380, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3069449.
- [5] Havaluddin and I. Tahyudin, "Time series prediction using radial basis function neural network," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 5, no. 4, pp. 765–771, 2015, doi: 10.11591/ijece.v5i4.pp765-771.
- [6] Y. R. Sari, A. Sudewa, D. A. Lestari, and T. I. Jaya, "Penerapan Algoritma K-Means Untuk Clustering Data Kemiskinan Provinsi Banten Menggunakan Rapidminer," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 5, no. 2, 2020, doi: 10.24114/cess.v5i2.18519.
- [7] R. Muliono and Z. Sembiring, "Data Mining Clustering Menggunakan Algoritma K-Means Untuk Klasterisasi Tingkat Tridarma Pengajaran Dosen," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 4, no. 2, pp. 272–279, 2019.



- [8] R. Adrianto and A. Fahmi, "Penerapan Metode Clustering Dengan Algoritma K-Means Untuk Rekomendasi Pemilihan Jalur Peminatan Sesuai Kemampuan Pada Progam Studi Teknik Informatika-S1 Universitas Dian Nuswantoro," *JOINS (Journal Inf. Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 101–116, 2016, doi: 10.33633/joins.v1i2.1302.
- [9] A. Chusyairi and P. Ramadar Noor Saputra, "Pengelompokan Data Puskesmas Banyuwangi Dalam Pemberian Imunisasi Menggunakan Metode K-Means Clustering," *Telematika*, vol. 12, no. 2, p. 141, 2019, doi: 10.35671/telematika.v12i2.848.
- [10] N. Dwitri, J. A. Tampubolon, S. Prayoga, F. I. R. Zer, and D. Hartama, "Penerapan Algoritma K-Means Dalam Menentukan Tingkat Penyebaran Covid-19 Di Indonesia," *JurTI (Jurnal Teknol. Informasi)*, vol. 4, no. 1, pp. 128–132, 2020, doi: 10.36294/jurti.v4i1.1266.
- [11] K. Fatmawati and A. P. Windarto, "Data Mining: Penerapan Rapidminer Dengan K-Means Cluster Pada Daerah Terjangkit Demam Berdarah Dengue (DBD) Berdasarkan Provinsi," *Comput. Eng. Sci. Syst. J.*, vol. 3, no. 2, p. 173, 2018, doi: 10.24114/cess.v3i2.9661.
- [12] M. Nuranti, M. N. Aini, and U. Enri, "Komparasi Distance Measure Pada K-Medoids Clustering untuk Pengelompokan Penyakit ISPA," *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 99–107, 2021, doi: 10.29408/edumatic.v5i1.3359.
- [13] S. I. Maharani, F. Fauziah, and A. Iskandar, "Aplikasi Food Sharing Menggunakan Metode Haversine dan Algoritma K-Means," *JUSTIN (Jurnal Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 10, no. 1, pp. 56–62, 2022, doi: 10.26418/justin.v10i1.51429.
- [14] Suprihatin, I. T. R. Yanto, N. Irsalinda, T. Purwaningsih, Haviluddin, and A. P. Wibawa, "A performance of modified fuzzy C-means (FCM) and chicken swarm optimization (CSO)," 2018, doi: 10.1109/ICSITech.2017.8257105.
- [15] L. Fimawahib and E. Rouza, "Penerapan K-Means Clustering pada Penentuan Jenis Pembelajaran di Universitas Pasir Pengaraian," *INOVTEK Polbeng - Seri Inform.*, vol. 6, no. 2, 2021, doi: 10.35314/isi.v6i2.2096.
- [16] D. S. Maylawati, T. Priatna, H. Sugilar, and M. A. Ramdhani, "Data science for digital culture improvement in higher education using K-means clustering and text analytics," *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 10, no. 5, pp. 4569–4580, 2020, doi: 10.11591/IJECE.V10I5.PP4569-4580.
- [17] H. Haviluddin, E. Budiman, and R. Ramadhan, "Implementation of the Analytical Hierarchy Process Method and Multi Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis in the Selection of Insurance Products," *Int. J. Adv. Sci. Comput. Appl.*, vol. 1, no. 1, pp. 45–50, 2022, doi: 10.47679/ijasca.v1i1.8.
- [18] H.-H. Bock, "Clustering Methods: A History of k-Means Algorithms BT - Selected Contributions in Data Analysis and Classification," in *Selected Contributions in Data Analysis and Classification*, P. Brito, G. Cucumel, P. Bertrand, and F. de Carvalho, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007, pp. 161–172.
- [19] A. Janßen and P. Wan, "k-means clustering of extremes," *Electron. J. Stat.*, vol. 14, no. 1, 2020, doi: 10.1214/20-ejs1689.
- [20] R. L. Rohmah, D. C. Rini, and W. D. Utami, "Zonasi Daerah Terdampak Bencana Angin Puting Beliung Menggunakan K-Means Clustering Dengan Analisis Silhouette Coefficient, Davies Index dan Purity," in *Prosiding Seminar Pendidikan Matematika dan Matematika*, 2020, vol. 2, no. 5, pp. 1–7, doi: 10.21831/pspmm.v2i0.78.

- [21] K. P. Sinaga and M. S. Yang, "Unsupervised K-means clustering algorithm," *IEEE Access*, vol. 8, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2988796.
- [22] J. Yadav and M. Sharma, "A Review of K-mean Algorithm," *Int. J. Eng. Trends Technol.*, vol. 4, no. 7, pp. 2972–2976, 2013.
- [23] Mohamad, "SSE - Sum Square Error," *NUMXL Support*, 2016. .
- [24] E. M. Ni Putu, E. Ernawati, and J. S. Alb, "Analisa Penentuan Jumlah Cluster Terbaik pada Metode K-Means," in *Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu*, 2015, pp. 978–979.
- [25] N. Puspitasari and Havaluddin, "Penerapan metode k-means dalam pengelompokkan curah hujan di kalimantan timur," *Proc. SNRIK 2016*, 2016.