

K-Medoids Clustering dengan Jarak *Dynamic Time Warping* dalam Mengelompokkan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Kasus Aktif Covid-19

Muhammad Irfan Rizki^{a*}, Teguh Ammar Taqqiyuddin^c, Jessica Jesslyn Cerelia^d

Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Sumedang 45363, Indonesia

* Alamat Surel: muhammad18011@mail.unpad.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara dengan kasus aktif COVID-19 yang relatif tinggi di dunia. Banyaknya provinsi dapat menyulitkan dan menjadi tantangan bagi pemerintah serta satuan tugas penanganan COVID-19 di tingkat nasional dalam menangani kasus aktif COVID-19. Diperlukan analisis perkembangan kasus aktif untuk setiap provinsi karena setiap provinsi di Indonesia memiliki karakteristik yang berbeda. Oleh karena itu, provinsi-provinsi tersebut dikelompokkan berdasarkan karakteristik yang sama untuk mengetahui karakteristik fluktuasi kasus aktifnya. Hal tersebut dapat mempermudah pemerintah dalam menangani kasus aktif COVID-19 berdasarkan karakteristik masing-masing kelompok. Pengelompokkan kasus aktif dilakukan dengan analisis kluster menggunakan metode *K-Medoids Clustering* serta perhitungan jarak antar deret waktunya menggunakan *Dynamic Time Warping* (DTW) karena data merupakan data deret waktu dari 21 Maret 2020 sampai 4 Juli 2021. Jumlah kelompok optimum yang diambil dalam tahap *clustering* berdasarkan nilai koefisien pseudo-F terbesar. Terdapat tiga kelompok yang terbentuk memiliki karakteristik fluktuasi kasus aktif yang berbeda-beda antar kelompoknya. Kelompok 1 dan 2 merupakan kelompok yang perlu diperhatikan dikarenakan memiliki fluktuasi kasus aktif yang tinggi.

Kata kunci:

COVID-19, *K-medoids*, *Dynamic Time Warping*, *pseudo-F*

© 2022 Dipublikasikan oleh Jurusan Matematika, Universitas Negeri Semarang

1. Pendahuluan (Style PRISMA-Bagian)

Pada tanggal 30 Januari 2020, *World Health Organization* (WHO) resmi menetapkan COVID-19 sebagai *Public Health Emergency of International Concern* (PHEIC) atau Kedaruratan Kesehatan Masyarakat yang Meresahkan Dunia (KKMMD). WHO pun resmi menetapkan penyakit Novel Coronavirus kepada manusia dengan menyebut *Corona Virus Disease* pada tanggal 12 Februari 2020 (Rancangan perubahan RPJMD Provinsi Jawa Barat, 2020).

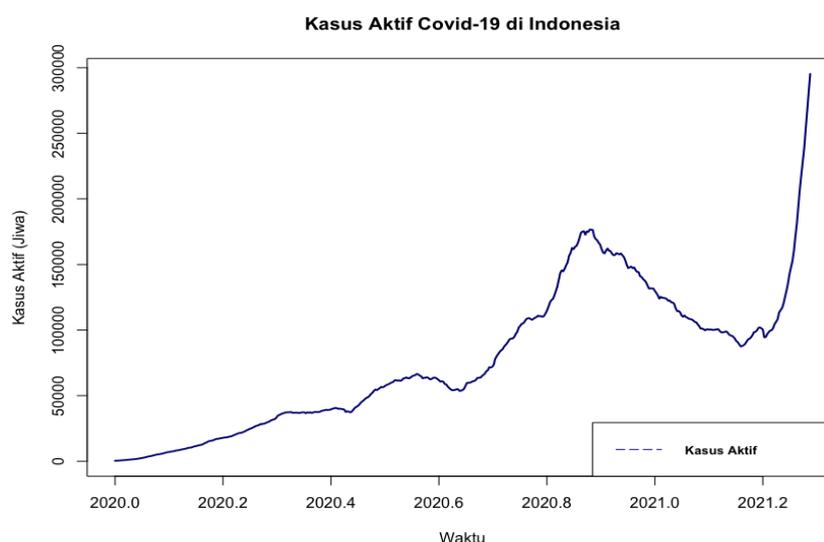
Corona Virus Disease 2019 atau kerap disebut Covid-19 merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh *severe acute respiratory syndrom corona virus 2* (SARS-CoV-2) yang memiliki hubungan dengan virus SARS, sehingga diketahui panyakit tersebut ditularkan melalui pernafasan. Berdasarkan situs *World Health Organization* (WHO, 2020), dikatakan bahwasanya penyebaran Covid-19 penyakit Covid-19 dari orang ke orang melalui perantara percikan dari hidung atau mulut yang keluar saat orang terinfeksi virus ini batuk, bersin, maupun berbicara.

Perkembangan kasus Covid-19 di Indonesia cenderung terus meningkat seiring berjalannya waktu yang mengakibatkan banyak dampak terhadap kehidupan seluruh kalangan warga Indonesia. Tak hanya sektor kesehatan, tetapi sektor ekonomi juga mengalami dampak serius akibat pandemi ini. Tak jarang ditemui aktivitas ekonomi yang terganggu seperti konsumsi rumah tangga atau daya beli menurun, banyak usaha yang terpaksa berhenti beroperasi, daya investasi melemah, penurunan pendapatan pekerja, dan pemutusan hubungan kerja.

To cite this article:

Rizki, M.I., Taqqiyuddin, T.A., & Cerelia, J.J. (Error! Unknown document property name.2). *K-Medoids Clustering* dengan Jarak *Dynamic Time Warping* dalam Mengelompokkan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Kasus Aktif Covid-19. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* 5, 685-692

Menurut salah satu Tim Pakar Satgas Covid-19, Dewi Nur Aisyah, menjelaskan bahwa angka kasus aktif itu dihitung berdasarkan angka kasus terkonfirmasi positif dikurangi dengan jumlah kasus sembuh dan kematian. Jadi, kasus terkonfirmasi positif Covid-19 tidak sama dengan jumlah kasus aktifnya. Berikut adalah pergerakan jumlah kasus aktif Covid-19 di Indonesia dari bulan Maret 2020 sampai Agustus 2021.



Gambar 1. Jumlah Kasus Aktif Covid-19 di Indonesia

Pada Gambar 1 terlihat bahwa kasus aktif Covid-19 mengalami kenaikan pada bulan Agustus sehingga pada penelitian ini setiap provinsi yang memiliki kemiripan dalam pergerakan jumlah kasus aktif Covid-19 akan dikelompokkan menjadi kelompok yang sama. Hal ini dapat mempermudah pemerintah dan satuan tugas Covid-19 dalam memberikan perhatian dan melakukan penanganan khusus terhadap penyebaran virus. Pemerintah Indonesia dapat menetapkan kebijakan yang serupa terhadap provinsi-provinsi dalam klaster yang sama dan juga dapat memberikan perhatian lebih terhadap kelompok dengan fluktuasi kasus aktif yang relatif tinggi dibanding kelompok lainnya.

Analisis yang dapat digunakan pada data perkembangan jumlah kasus aktif Covid-19 di Indonesia adalah analisis klaster. Analisis klaster merupakan salah satu teknik multivariat yang digunakan untuk mengklasifikasikan objek-objek ke dalam kelompok-kelompok yang berbeda. Menurut Umi Narimawati (2008), seluruh objek yang memiliki kemiripan atau kedekatan jarak akan diklasifikasikan ke dalam satu kelompok. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengelompokkan provinsi di Indonesia ke dalam klaster-klaster sehingga dapat diketahui karakteristik, pergerakan, dan gambaran yang dapat membantu kebijakan pemerintah yang harus ditetapkan pada setiap klaster.

2. Metode

2.1. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang bersumber dari data kawalcovid19.id. Data merupakan jumlah kasus aktif Covid-19 di seluruh provinsi Indonesia yang tercatat dalam rentang waktu 21 Maret 2020 sampai 4 Juli 2021. Variabel yang digunakan pada penelitian ini hanya jumlah kasus aktif Covid-19, yaitu jumlah kasus terkonfirmasi positif dikurangi dengan jumlah kasus sembuh dan kematian.

2.2. Analisis Klaster

Analisis klaster merupakan suatu teknik multivariat berupa pengelompokan objek atau proses mempartisi menjadi kelompok-kelompok yang lebih kecil di mana setiap anggota kelompoknya memiliki kemiripan atau kedekatan. Jarak yang biasa digunakan untuk mengukur kemiripan antar objek dapat menggunakan jarak Euclidean. Definisi klaster yang baik adalah klaster yang memiliki homogenitas atau kesamaan yang tinggi antar anggota dalam klaster yang sama tetapi memiliki heterogenitas yang tinggi antar klaster satu

dengan yang lain (Gunawan, Anggraeni, Rini, & Mustofa, 2020). Terdapat dua metode dalam analisis kluster, yaitu *hierarchical clustering* dan *non-hierarchical clustering*.

Metode hierarki merupakan metode pengelompokan data yang dimulai dengan mengelompokkan objek-objek yang memiliki kesamaan atau kemiripan paling dekat, kemudian dilanjutkan prosesnya ke objek lain yang memiliki kemiripan terdekat kedua, dan seterusnya. Hasil metode ini membentuk sebuah tingkatan atau hierarki seperti cabang yang berupa dendogram. Metode ini tidak dianjurkan untuk pengelompokan jumlah observasi yang besar. Metode non-hierarki menjadi alternatif untuk pengaplikasian ke jumlah observasi yang besar. Metode ini sudah menentukan banyak kelompok atau kluster terlebih dahulu sebelum dikelompokkan.

2.3. *K-Medoids Clustering*

K-medoids clustering atau sering disebut dengan metode PAM (*Partitioning Around Medoid*) merupakan salah satu metode pengelompokan non-hierarki yang menggunakan suatu objek perwakilan sebagai pusat kelompok (*medoid*). Suatu *medoid* merupakan suatu objek di dalam kluster, dimana rata-rata jarak ketidakmiripan dengan objek lain pada kluster tersebut adalah paling kecil atau minimum. Teknik ini menghasilkan k kluster dari set data yang terdiri dari n objek, dengan jumlah kluster yang terbentuk ditentukan terlebih dahulu oleh peneliti. Metode *k-medoids* ini memiliki kelebihan, yaitu dapat menanggulangi permasalahan nilai *outlier* atau nilai yang sangat menyimpang dari distribusi data (Gunawan et al., 2020).

2.4. *Jarak Dynamic Time Warping (DTW)*

Data berfluktuasi dan bervariasi dari waktu ke waktu, sehingga metode pengklasteran tidak lagi dapat menggunakan jarak sederhana Euclidean untuk mengukur kedekatan antar objeknya. Jarak Euclidean ini cocok digunakan untuk fungsi data yang tidak berubah dari waktu ke waktu atau data statis. Sementara itu, dalam pembentukan matriks kedekatan jarak antar objek pada data deret waktu juga dibutuhkan perhitungan jarak antar deret waktunya yang bersifat dinamis, sehingga diperlukan cara pengelompokan yang berbeda dari data statis (Putu Widya Adnyani & Robinson Sihombing, 2021). Oleh karena itu, tindakan pengukuran alternatif yang dapat digunakan adalah *Dynamic Time Warping (DTW)*.

Ukuran ini memungkinkan untuk melihat perbandingan antar waktu dengan berbagai panjang periode yang berbeda. DTW menggunakan teknik pemrograman dinamis untuk menemukan semua jalur yang mungkin dan memilih salah satu jalur yang menghasilkan jarak minimum antara dua deret waktu, dimana jarak kumulatif setiap elemen matriks adalah nilai minimal dari tiga tetangga disekitarnya (Ayundari & Sutikno, 2019).

Matriks jarak memiliki ukuran $m \times n$ yang terbentuk dari dua data deret waktu, yaitu vektor A dengan m baris dan vektor B dengan n baris. Elemen-elemen dalam matriks jarak E , yaitu elemen (i,j) adalah seluruh kemungkinan jarak antar kedua deret waktu yang kemudian akan dipilih nilai kumulatif minimum seperti pada persamaan 1 (Niennattrakul & Ratanamahatana, 2007).

$$e_{ij} = d_{ij} + \min \{e_{(i-1)(j-1)}, e_{(i-1)j}, e_{i(j-1)}\} \quad (1)$$

dimana

$$d_{ij} = (a_i - b_j)^2$$

e_{ij} : elemen (i,j)

Matriks jarak E dengan kemungkinan jalur akan digunakan untuk mencari jalur optimal yang memberikan jarak kumulatif terkecil. Jarak DTW minimum antar kedua data deret waktu A dan B tersebut dihitung dengan rumus pada persamaan 2.

$$D_{DTW}(A, B) = \min_w \left[\sqrt{\sum_{l=1}^L e_{wl}} \right] \quad (2)$$

dengan

$$w = 1, 2, \dots, W$$

W : keseluruhan jalur *warping* yang mungkin

- w : elemen dari W yang ada pada matriks E
 L : *length* atau panjang dari jalur *warping*
 l : elemen dari L yang ada pada matriks E

2.5. Penentuan Banyak Klaster

Cara menentukan banyak klaster dalam metode klaster non-hierarki adalah dengan menggunakan nilai Pseudo F. Jumlah klaster yang digunakan ditentukan berdasarkan nilai Pseudo F yang tertinggi, dimana keragaman dalam kelompok sehomogen mungkin sedangkan keragaman antar kelompok seheterogen mungkin. Rumus perhitungan nilai Pseudo F dapat dilihat pada persamaan 3.

$$Pseudo F = \frac{(R^2/(k-1))}{\left(\frac{1-R^2}{n-k}\right)} \quad (3)$$

dengan

$$R^2 = \frac{SST-SSW}{SST}$$

$$SST = \sum_{i=1}^{nk} \sum_{j=1}^k \sum_{v=1}^p (x_{ijv} - \bar{x}_v)^2$$

$$SSW = \sum_{i=1}^{nk} \sum_{j=1}^k \sum_{v=1}^p (x_{ijv} - \bar{x}_{jv})^2$$

Keterangan :

- SST : total jumlah kuadrat total dari kuadrat jarak terhadap rata-rata keseluruhan
 SSW : total jumlah kuadrat dari kuadrat jarak observasi terhadap rata-rata kelompoknya
 n : jumlah observasi
 k : jumlah kelompok
 p : jumlah variabel
 x_{ijv} : observasi ke- j pada kelompok ke- k variabel ke- v
 \bar{x}_v : rata-rata seluruh observasi variabel ke- v
 \bar{x}_{jv} : rata-rata observasi kelompok ke- k variabel ke- v

2.6. Langkah-langkah Analisis

Berikut adalah langkah-langkah pengelompokan dengan *k-medoids clustering* dengan jarak *Dynamic Time Warping* (Marlina, Lina, Fernando, & Ramadhan, 2018).

1. Menentukan pusat klaster atau *medoid* sebanyak k atau jumlah klaster. Pada penelitian ini, banyak klaster ditentukan berdasarkan nilai Pseudo-F yang optimum.
2. Menentukan jarak DTW antara setiap objek dengan *medoid*nya.
3. Alokasikan objek ke klaster terdekat sesuai dengan jarak DTW terkecil.
4. Pilih acak salah satu objek pada masing-masing klaster sebagai kandidat *medoid* yang baru.
5. Hitung kembali jarak DTW antara setiap objek pada masing-masing klaster dengan *medoid* baru.
6. Menghitung simpangan (S) dengan menghitung total jarak baru dikurang dengan total jarak lama. Jika nilai $S < 0$ maka *medoid* sebelumnya diganti dengan *medoid* baru.
7. Ulangi langkah-langkah sebelumnya sampai didapatkan hasil akhir dari setiap klaster lengkap dengan anggotanya.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah *K-Medoids Clustering* menggunakan perhitungan jarak *Dynamic Time Warping*.

3.1. Matriks Jarak DTW

Berikut ini adalah matriks jarak DTW dari data kasus aktif Covid-19 per provinsi di Indonesia.

$$D_{34 \times 34} = \begin{bmatrix} 0 & \dots & 487709 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 487709 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Matriks jarak D tersebut menunjukkan jarak DTW antar ke-34 provinsi di Indonesia. Semakin kecil nilai jarak pada matriks, semakin banyak kesamaan atau kemiripan karakteristik antar dua provinsi berdasarkan jumlah kasus aktif Covid-19 nya.

3.2. Menentukan Banyaknya Klaster

Berdasarkan nilai Pseudo-F di Tabel 1, terlihat bahwa nilai tertingginya berada pada banyak kelompok atau klaster sebanyak tiga kelompok. Hal ini menyatakan bahwa banyaknya klaster yang akan digunakan dalam *K-medoids clustering* adalah tiga kelompok.

Tabel 1. Penentuan Banyaknya Klaster

Banyak kelompok	Pseudo-F
2	17.87595
3	158.0811
4	107.7311
5	137.022
6	109.9457
7	95.75118
8	72.71363
9	61.57485
10	3.937499

3.3. Hasil Pengelompokan Provinsi

Setelah mendapatkan kelompok awal yang terdiri dari tiga kelompok sesuai Tabel 1, dilakukan pengulangan atau iterasi dengan menentukan pusat klaster baru secara acak dari setiap klaster. Iterasi dihentikan saat didapatkan kelompok akhir, yaitu kelompok dengan jarak paling minimum antara *non-medoids* terhadap pusat klaster keseluruhan kelompok dan pusat klaster (*medoid*) tidak mengalami perubahan kembali. Berdasarkan analisis, iterasi berhenti di iterasi pertama karena hasil iterasi kedua tidak mengalami perubahan, sehingga didapatkan hasil pengelompokan akhir.

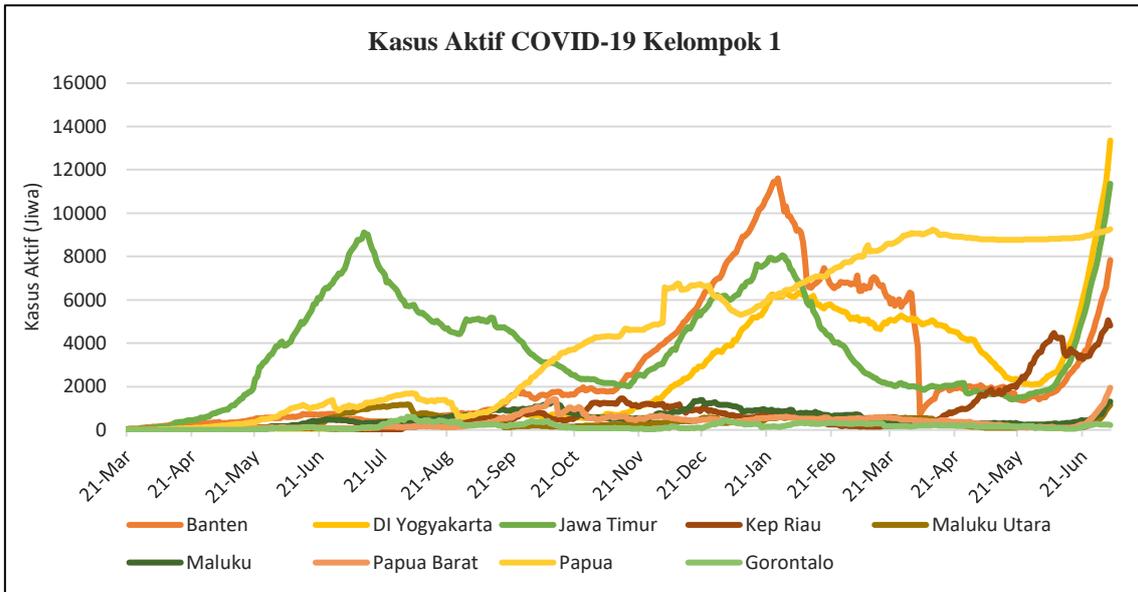
Hasil pengelompokan akhir dengan banyak kelompok yang digunakan yaitu tiga kelompok ditulis pada Tabel 2. Dari hasil analisis *software R*, pusat klaster kelompok 1 berada pada Kepulauan Riau, pusat klaster kelompok 2 berada pada Jawa Barat, dan pusat klaster kelompok 3 berada pada Nusa Tenggara Timur. Berikut adalah hasil pengelompokan provinsi di Indonesia berdasarkan kasus aktif Covid-19.

Tabel 2. Hasil Pengelompokan dengan 3 Klaster

Kelompok	Provinsi
1	Kep. Riau , Banten, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Maluku Utara, Maluku, Papua Barat, Papua, dan Gorontalo
2	Jawa Barat , Jawa Tengah, dan DKI Jakarta
3	Nusa Tenggara Timur , Nusa Tenggara Barat, Aceh, Bali, Bangka Belitung, Bengkulu, Jambi, Kalimantan Barat, Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Utara, Sumatera Selatan, Sumatera Barat, Sulawesi Utara, Sumatera Utara, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Barat, Lampung, dan Riau.

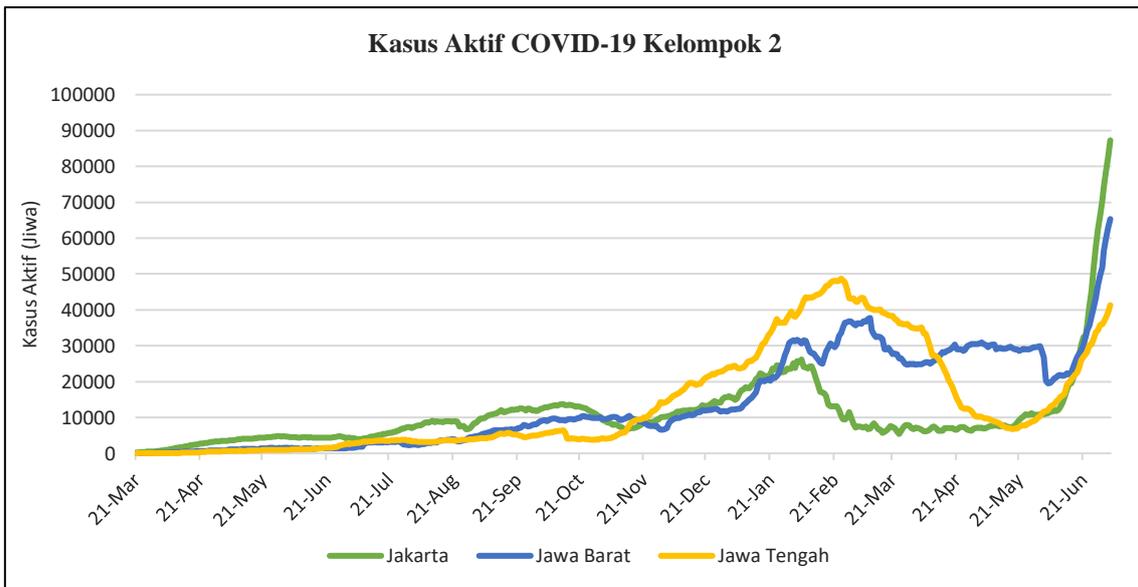
Masing-masing kelompok divisualisasikan dalam bentuk plot seperti Gambar 2, yaitu plot pergerakan kasus aktif Covid-19 pada sembilan provinsi Indonesia yang masuk ke dalam kelompok 1. Kesembilan provinsi tersebut dikelompokkan menjadi satu kelompok karena memiliki kedekatan atau kemiripan karakteristik satu sama lain. Terlihat bahwa kelompok 1 menunjukkan fluktuasi kasus aktif yang tinggi

yang bisa menjadi gambaran persiapan pemerintah. Jika terjadi kenaikan kasus aktif pada salah satu wilayah tersebut, pemerintah dapat mempertimbangkan untuk lebih memperhatikan kenaikan kasus aktif pada wilayah lain dalam kelompok yang sama.



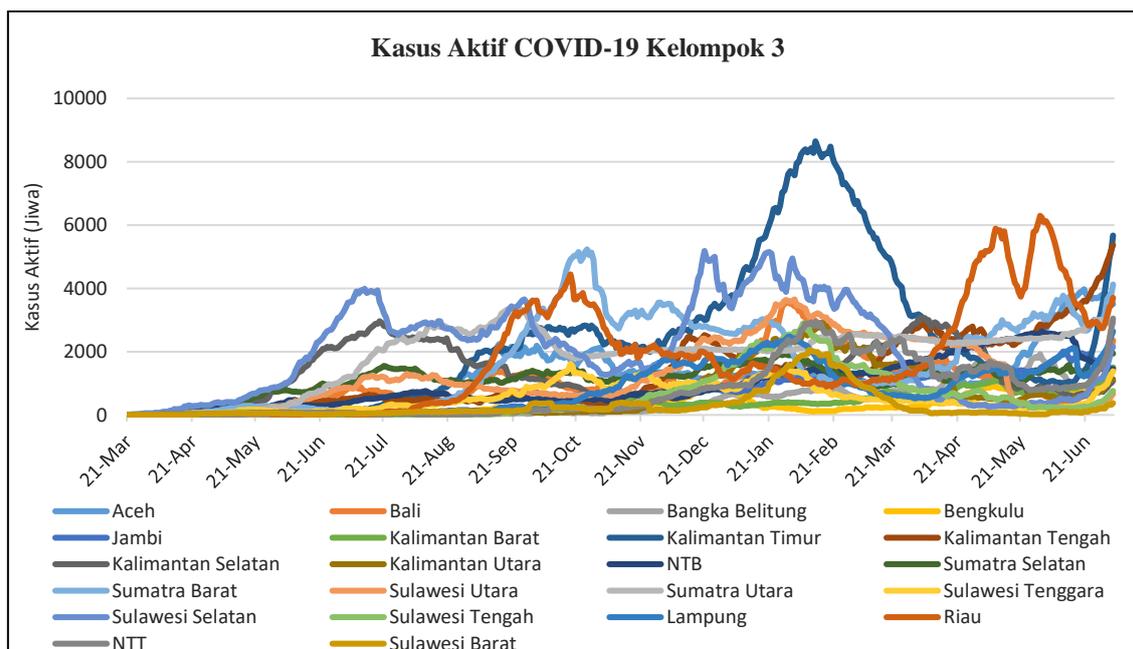
Gambar 2. Plot Kasus Aktif Covid-19 Kelompok 1

Pada Gambar 3, terdapat tiga provinsi yang memiliki kemiripan karakteristik terkait kasus aktif Covid-19 di daerahnya. Kelompok 2 ini adalah kelompok yang memiliki perkembangan kasus aktif Covid-19 yang perlu mendapat perhatian khusus dari pemerintah karena jumlahnya relatif tinggi. Secara visual, ketiga provinsi ini memiliki pergerakan kasus aktif yang landai di awal tahun 2020, kemudian di akhir tahun 2020 mengalami kenaikan kasus yang cukup tinggi. Lalu, mengalami penurunan dan meningkat secara drastis kembali di bulan Juni tahun 2021.



Gambar 3. Plot Kasus Aktif Covid-19 Kelompok 2

21 provinsi lainnya dikelompokkan menjadi satu kelompok, yaitu kelompok 3. Pada Gambar 4, disajikan plot pergerakan kasus aktif Covid-19 di provinsi-provinsi yang ada pada kelompok 3. Secara visual, dapat dilihat pola pergerakan yang cukup seirama, dimana seluruh provinsi menunjukkan kenaikan maupun penurunan kasus aktif pada rentang waktu yang cenderung berdekatan.



Gambar 4. Plot Kasus Aktif Covid-19 Kelompok 3

4. Simpulan

Berdasarkan hasil pengelompokan pola kasus aktif Covid-19 di Indonesia, terdapat sebanyak tiga klaster/kelompok yang terbentuk sebagaimana yang ada di Tabel 1 dengan melihat nilai Pseudo F tertinggi. Antara ketiga kelompok yang terbentuk memiliki karakteristik kasus aktif yang berbeda-beda tetapi antar anggota kelompok didalamnya memiliki kemiripan karakteritiknya. Selain itu, dapat dilihat di visualisasi data bahwa terdapat beberapa provinsi yang memiliki pola berbeda dengan anggota kelompok lainnya. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan jarak DTW yang dihitung merupakan perbandingan dari awal periode hingga akhir periode sehingga memungkinkan adanya perbedaan pola yang signifikan tetapi tetap menggunakan kemungkinan nilai jarak terkecil. Berdasarkan fluktuasi kasus aktif maka dapat diurutkan dari yang tertinggi hingga terkecil yaitu kelompok 1, kelompok 2, dan kelompok 3.

Daftar Pustaka

- Ayundari, I., & Sutikno, S. (2019). Penentuan Zona Musim di Mojokerto Menurut Karakteristik Curah Hujan Dengan Metode Time Series Based Clustering. *Inferensi*, 2(2), 63. <https://doi.org/10.12962/j27213862.v2i2.6819>
- Balabantaray, R. C., Sarma, C., & Jha, M. (2015). Document Clustering using K-Means and K-Medoids. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1502.07938>
- Dinata, C., Puspitaningrum, D., & Erna, E. (2018). Implementasi Teknik Dynamic Time Warping (Dtw) Pada Aplikasi Speech To Text. *Jurnal Teknik Informatika*, 10(1), 49–58. <https://doi.org/10.15408/jti.v10i1.6816>
- Gunawan, I., Anggraeni, G., Rini, E. S., & Mustofa, Y. (2020). Klasterisasi provinsi di Indonesia berbasis perkembangan kasus Covid-19 menggunakan metode K-Medoids. *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika (5thSENATIK)*, 301–306.
- Lee, S., Kim, J., Hwang, J., Lee, E. J., Lee, K. J., Oh, J., ... Heo, T. Y. (2020). Clustering of time series water quality data using dynamic time warping: A case study from the Bukhan River water quality monitoring network. *Water (Switzerland)*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/w12092411>

- Marlina, D., Lina, N., Fernando, A., & Ramadhan, A. (2018). Implementasi Algoritma K-Medoids dan K-Means untuk Pengelompokan Wilayah Sebaran Cacat pada Anak. *Jurnal CoreIT: Jurnal Hasil Penelitian Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 4(2), 64. <https://doi.org/10.24014/coreit.v4i2.4498>
- Montero, P., & Vilar, J. A. (2014). TSclust: An R package for time series clustering. *Journal of Statistical Software*, 62(1), 1–43. <https://doi.org/10.18637/jss.v062.i01>
- Niennattrakul, V., & Ratanamahatana, C. A. (2007). On clustering multimedia time series data using k-means and dynamic time warping. *Proceedings - 2007 International Conference on Multimedia and Ubiquitous Engineering, MUE 2007*, (January 2007), 733–738. <https://doi.org/10.1109/MUE.2007.165>
- Pramesti, D. F., Lahan, Tanzil Furqon, M., & Dewi, C. (2017). Implementasi Metode K-Medoids Clustering Untuk Pengelompokan Data. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1(9), 723–732. <https://doi.org/10.1109/EUMC.2008.4751704>
- Putu Widya Adnyani, L., & Robinson Sihombing, P. (2021). Analisis Cluster Time Series Dalam Pengelompokan Provinsi Di Indonesia Berdasarkan Nilai PDRB. *Lppm Bina Bangsa*, 1(1), 47–54. <https://doi.org/10.46306/bay.v1i1.5>
- Rembulan, G. D., Wijaya, T., Palullungan, D., Alfina, K. N., & Qurthuby, M. (2020). Kebijakan Pemerintah Mengenai Coronavirus Disease (COVID-19) di Setiap Provinsi di Indonesia Berdasarkan Analisis Klaster. *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, 13(2). <https://doi.org/10.30813/jiems.v13i2.2280>
- Umi Narimawati. (2008). *Metodologi Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif, Teori dan Aplikasi*. Bandung: Agung Medi
- Velmurugan, T., & Santhanam, T. (2010). Computational complexity between K-means and K-medoids clustering algorithms for normal and uniform distributions of data points. *Journal of Computer Science*, 6(3), 363–368. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2010.363.368>