

Penerapan *Clustering Time Series* pada Pengelompokan Provinsi di Indonesia (Studi Kasus : Nilai Ekspor Non Migas di Indonesia Tahun 2016-2020)

Harista Almiatus Soleha⁽¹⁾, Wiwit Pura Nurmawanti⁽²⁾, Umam Hidayaturrohman⁽³⁾, Ristu Haiban Hirzi⁽⁴⁾, Ayu Septiani⁽⁵⁾

Program Studi Statistika, Universitas Hamzanwadi

Jl. TGKH M. Zainuddin Abdul Madjid No. 132 Pancor (83611) Selong-Lombok Timur-NTB

e-mail: harista.almiatus@gmail.com, wiwit.adiwinata3@gmail.com,

hidayaturohman4@gmail.com, ristuastalavista@gmail.com dan septianisuccespg@gmail.com

ABSTRAK

Ekspor non migas merupakan ekspor barang yang bukan berupa minyak dan gas. Tidak semua daerah di Indonesia memiliki potensi yang sama untuk melakukan kegiatan ekspor sehingga setiap daerah memiliki nilai ekspor yang berbeda-beda. Oleh karena itu dilakukan analisis pengelompokan provinsi di Indonesia berdasarkan nilai ekspor non migas tahun 2016 – 2020 menggunakan *cluster time series* dengan metode hierarki *clustering agglomerative* diantaranya *complete linkage* yaitu pengelompokan berdasarkan jarak terbesar antar objek dan *centroid linkage* merupakan nilai tengah observasi pada variabel dalam satu *cluster*, serta menggunakan pengukuran jarak *Euclidean* dan *Dynamic Time Warping* (DTW) dengan tujuan yaitu untuk memperoleh pengukuran jarak terbaik dengan metode yang optimal guna mendapatkan *cluster* yang representatif. Berdasarkan hasil analisis pengelompokan Provinsi di Indonesia terhadap nilai ekspor non migas tahun 2016 - 2020 didapatkan pengukuran jarak kemiripan yang paling baik yaitu jarak DTW dan metode yang optimal yaitu *centroid linkage* berdasarkan pada nilai koefisien *cophenetic* sebesar 0.92 dengan kategori *good cluster* berdasarkan nilai koefisien *silhouette* yaitu 0.60. Sehingga didapatkan tiga *cluster* yaitu nilai ekspor tinggi, sedang dan rendah, diantaranya 24 Provinsi dengan nilai ekspor rendah, 9 Provinsi dengan nilai ekspor sedang, dan 1 Provinsi dengan nilai ekspor tinggi.

Kata kunci : *cluster time series, dynamic time warping, euclid, hierarchical clustering, ekspor.*

ABSTRACT

Non-oil and gas exports are exports of goods that are not in the form of oil and gas. Not all regions in Indonesia have the same potential to carry out export activities so that each region has a different export value. Therefore, an analysis of grouping provinces in Indonesia based on the value of non-oil and gas exports in 2016 - 2020 uses cluster time series with an agglomerative clustering hierarchical method including complete linkage, namely grouping based on the largest distance between objects and centroid linkage, which is the median value of observations on variables in one cluster. as well as using Euclidean distance measurement and Dynamic Time Warping (DTW) with the aim of obtaining the best distance measurement with the optimal method to get representative clusters. Based on the results of the analysis of the grouping of provinces in Indonesia on the value of non-oil and gas exports in 2016 - 2020, the best similarity distance measurement was obtained, namely the DTW distance and the optimal method, namely centroid linkage based on a cophenetic coefficient value of 0.92 with the good cluster category based on a silhouette coefficient value of 0.60 . So that three clusters were obtained, namely high, medium and low export values, including 24 provinces with low export values, 9 provinces with medium export values, and 1 province with high export values.

Keywords : *cluster time series, dynamic time warping, euclid, hierarchical clustering, export.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang sedang melakukan segala upaya dalam mengembangkan pembangunan disegala sektor, salah satunya yaitu sektor ekonomi. Perkembangan ekonomi suatu

Negara tidak bisa lepas dari perekonomian global. Hubungan ekonomi antar negara sangat penting dan berpengaruh terhadap perkembangan ekonomi negara tersebut. Salah satu kegiatan yang dapat meningkatkan perekonomian suatu negara yaitu

kegiatan ekspor. Ekspor adalah perdagangan dengan cara mengeluarkan barang dari dalam ke luar wilayah pabean Indonesia dengan memenuhi ketentuan yang berlaku (Feriyanto A, 2015). Selain dapat meningkatkan perekonomian negara ekspor juga bisa menambah devisa negara yang dibutuhkan untuk membayar hutang luar negeri.

Salah satu komoditas ekspor yang sangat berperan di Indonesia yaitu ekspor non migas atau yang bukan berasal dari pengolahan minyak dan gas, seperti hasil pertanian, perkebunan dan lain – lain. Penentu ekspor yang penting adalah kemampuan suatu negara untuk memproduksi barang yang kompetitif di pasar luar negeri. Artinya, kualitas dan harga barang ekspor minimal harus sama baiknya dengan barang yang dijual di pasar luar negeri. Selera masyarakat di luar negeri tentang barang yang dapat diekspor dari suatu negara memegang peranan yang sangat penting dalam menentukan ekspor negara tersebut (Tumanggor, 2019).

Namun, tidak semua daerah di Indonesia memiliki potensi yang sama untuk melakukan kegiatan ekspor tersebut. Oleh karena itu peneliti melakukan analisis pengelompokan provinsi di Indonesia berdasarkan nilai ekspor non migas tahun 2016 – 2020 menjadi tiga kelompok yaitu tinggi, sedang dan rendah menggunakan *cluster time series*. Pengelompokan provinsi di Indonesia berdasarkan nilai ekspor non migas tahun 2016 – 2020 dapat menggunakan analisis *Cluster time series* yang merupakan pengelompokan pada data runtun waktu. Metode analisis *cluster* yang digunakan yaitu metode *complete linkage* dan *centroid linkage* serta pengukuran jarak *Euclidean* dan *Dynamic Time Warping* (DTW). Metode *complete linkage* digunakan karena pengelompokan dilakukan berdasarkan jarak terbesar antar objek, sedangkan penggunaan *centroid linkage* karena pada metode tersebut data *outlier* tidak berpengaruh signifikan (Silvi, 2018). Penggunaan pengukuran jarak *euclidean* sangat umum digunakan pada pengelompokan sedangkan DTW lebih realistis digunakan untuk mengukur suatu pola dalam hal ini data deret waktu (Ardiansyah, 2014). Sehingga kedua jarak dan metode tersebut dibandingkan guna mengetahui hasil pengelompokan terbaik untuk nilai ekspor non migas di Indoensia pada tahun 2016 - 2020.

Beberapa penelitian terkait juga pernah dilakukan diantaranya oleh Putu Widya Adnyani & Robinson Sihombing (2021) dengan menggunakan jarak *Euclid* dan DTW dan metode *complete linkage* untuk mengelompokkan provinsi di Indonesia berdasarkan nilai PDRB. Hasil penelitian tersebut

menunjukkan bahwa pengukuran jarak DTW lebih baik dan menghasilkan sebanyak 6 *cluster* dengan 8 Provinsi pada *cluster* pertama, 4 Provinsi pada *cluster* kedua, 3 Provinsi pada *cluster* ketiga, 15 Provinsi pada *cluster* keempat, 3 Provinsi pada *cluster* kelima dan 1 provinsi pada *cluster* ke enam. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Munthe (2019) yang melakukan *cluster time series* pada provinsi di Indonesia berdasarkan nilai produksi padi. Analisis tersebut menghasilkan tiga kelompok, dimana ketiga kelompok tersebut menghasilkan nilai koefisien *silhouette* sebesar 0,64 yang artinya pengelompokan tersebut termasuk kedalam kategori *good cluster*.

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti tertarik untuk melakukan pengelompokan runtun waktu dengan membandingkan dua metode yaitu *complete linkage* dan *centroid linkage* serta pengukuran jarak *Euclidean* dan *Dynamic Time Warping* (DTW) pada studi kasus nilai ekspor non migas tahun 2016 – 2020.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Analisis Cluster Time Series

Analisis *cluster* adalah teknik untuk menemukan kelompok dalam suatu kumpulan data, dengan tujuan agar data dalam satu kelompok sangat mirip dan berbeda secara signifikan dengan kelompok lainnya (Putu Widya Adnyani & Robinson Sihombing, 2021). *Time series clustering* adalah salah satu jenis algoritma *clustering* yang dibuat untuk menangani data dinamis. *Time series clustering* bisa digunakan sebagai algoritma utama, sebagai tahap lanjutan, ataupun sebagai tahap *preprocessing* (Shirkhorshidi et al., 2015). Dalam perkembangan pengelompokan data deret waktu, banyak teknik yang dikembangkan, seperti penggunaan jarak pengelompokan yang sesuai dengan karakteristik data deret waktu (Wijaya & Ngatini, 2020).

2.2. Metode Analisis Cluster

Jika ditinjau dari metode pengelompokannya, analisis klaster memiliki dua metode yang dapat digunakan yaitu metode hirarki dan non-hirarki. Metode pengelompokan hirarki, merupakan metode pengelompokan yang akan membentuk sebuah pohon atau dendogram berdasarkan kemiripannya. Cara pengelompokan hirarki pada umumnya ada dua yaitu *agglomerative* (pemusatan) dan *divisive* (penyebaran). Adapun pada metode *agglomerative* terdapat beberapa algoritma yaitu seperti *single linkage*, *complete linkage*, *average linkage*, *ward method* dan *centroid linkage*.

Proses analisis pada penelitian ini menggunakan metode *centroid linkage* dan akan dibandingkan dengan metode *complete linkage*. *Centroid linkage* merupakan rata – rata dari semua objek dalam *cluster*, dengan menggunakan metode *centroid linkage* jika terbentuk *cluster* baru maka terjadi perhitungan ulang centroid sampai terbentuk *cluster* tetap (Rahmawati et al., 2013). Metode tersebut dipilih karena pada metode tersebut data *outlier* tidak berpengaruh. Kelebihan dari metode ini adalah *outlier* tidak memiliki pengaruh yang signifikan dibandingkan dengan metode lainnya (Silvi, 2018). *Complete linkage* merupakan metode pengelompokan *agglomerative* berdasarkan jarak terbesar antar objek (Dani et al., 2019).

Hasil klaster dikatakan baik jika memiliki ciri – ciri sebagai berikut (Halim & Widodo, 2017):

1. *Within cluster* yaitu jika anggota pada klaster yang sama memiliki homogenitas atau kesamaan yang tinggi.
2. *Between cluster* yaitu jika antar klaster yang satu dengan klaster yang lainnya memiliki perbedaan atau heterogenitas yang tinggi.

2.3. Pengukuran Kemiripan

a. *Euclidean Distance*

Euclidean distance adalah salah satu jenis pengukuran jarak dalam analisis *cluster* yang mengukur jarak dari objek data ke pusat *cluster*. Jarak *Euclidean* adalah jarak geometris antara dua objek data. Semakin kecil jaraknya, semakin mirip objek datanya (Dani et al., 2019).

b. *Dynamic Time Warping Distance*

Dynamic Time Warping (DTW) adalah algoritma untuk menemukan jalur *warp* yang optimal antara dua data deret waktu sehingga hasilnya adalah kumpulan nilai jalur *warp* dan jarak antara dua data deret waktu. Jarak DTW adalah ukuran ketidaksamaan yang melibatkan perkiraan tanpa model tertentu dan merupakan jarak terkecil antara dua pasang titik mengingat kemungkinan migrasi titik (Putu Widya Adnyani & Robinson Sihombing, 2021)

2.4 Validitas Cluster

a. Koefisien Korelasi *Cophenetic*

Koefisien korelasi *cophenetic* adalah koefisien korelasi antara elemen asli dari matriks ketidakmiripan dengan elemen yang dihasilkan oleh matriks *cophenetic* (da Silva & Dias, 2013).

b. Koefisien *Silhouette*

Objek dapat dimasukkan dalam sebanyak k kelompok. Batasan kelompok yang dapat dibentuk

adalah $k \leq n$ dengan $k = 1$ dan $k = n$ dikecualikan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa $2 \leq k \leq (n - 1)$. Adapun kriteria ketepatan dan kualitas pengelompokan berdasarkan nilai koefisien *Silhouette* dapat dinyatakan seperti pada tabel berikut menurut Kaufman dan Rausseeuw dalam (Dewi dan Pramita., 2019):

Tabel 1. Kategori Penggerombolan Berdasarkan Koefisien *Silhouette*

Koefisien <i>Silhouette</i>	Kategori Penggerombolan
0,71-1,00	<i>Strong Cluster</i>
0,51-0,70	<i>Good Cluster</i>
0,26-0,50	<i>Weak Cluster</i>
0,00-0,25	<i>Bad Cluster</i>

2.5 Data dan Langkah -langkah Analisis

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data sekunder nilai Ekspor Non Migas 34 Provinsi di Indonesia tahun 2016 – 2020 dan diperoleh dari *website* resmi Statistik Kementerian Perdagangan Republik Indonesia (<https://hero.kemendag.go.id/>)

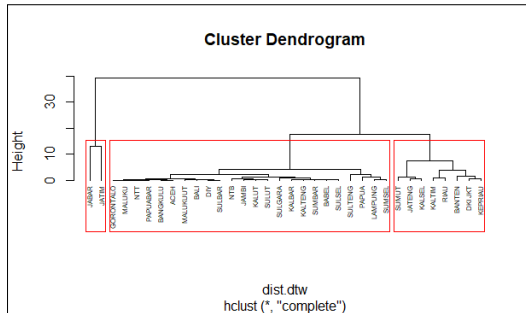
Metode yang digunakan untuk mengelompokkan data runtun waktu 34 provinsi di Indonesia berdasarkan nilai Ekspor Non Migas pada tahun 2016 – 2020 yaitu *complete linkage* dan *centroid linkage* dengan pengukuran jarak *Euclid* dan *Dynamic Time Warping (DTW)*. Dengan penentuan jarak dan algoritma yang optimal menggunakan nilai koefisien *cophenetic* serta menguji ketepatan kelompok menggunakan koefisien *silhouette*. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Melakukan analisis deskriptif atau melakukan eksplorasi data ekspor non migas tahun 2016-2020 guna mengetahui gambaran umum mengenai data tersebut.
2. Melakukan standarisasi data jika ditemukan adanya data *outlier* maupun data yang memiliki satuan yang berbeda.
3. Selanjutnya yaitu melakukan analisis *cluster* menggunakan metode *complete linkage* dan *centroid linkage* dengan menggunakan $k=3$ dengan matriks jarak pengukuran *euclidean* dan DTW.
4. Menentukan metode dan pengukuran jarak terbaik menggunakan nilai korelasi *cophenetic*, dan melakukan uji kualitas *cluster* yang terbentuk.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengelompokan menggunakan *complete linkage* dan *centroid linkage* menggunakan jarak DTW

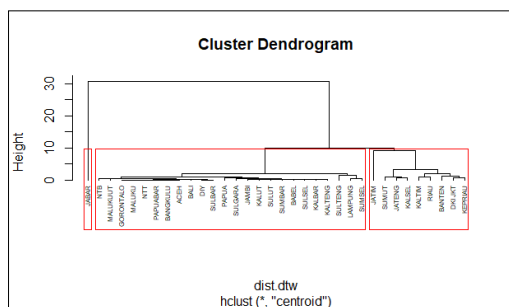
a. *Complete Linkage*



Gambar 1. Complete Linkage Jarak DTW

Berdasarkan dendrogram di atas terlihat bahwa terbentuk tiga kelompok dengan masing masing *cluster* pertama terdiri dari 24 Provinsi diantaranya Gorontalo, Maluku, NTT, Papua Barat, Bengkulu, Aceh, Maluku Utara, Bali, DIY, Sulawesi Barat, NTB, Jambi, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tenggara, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sumatera Barat, Bangka Belitung, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Papua, Lampung dan Sumatera Selatan. Kemudian *cluster* kedua terdiri dari 8 Provinsi Sumatra Utara, Jawa Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Riau, Banten, DKI Jakarta, Kepulauan Riau. Dan *cluster* ketiga terdiri dari 2 Provinsi yaitu Jawa Barat dan Jawa Timur.

b. *Centroid Linkage*



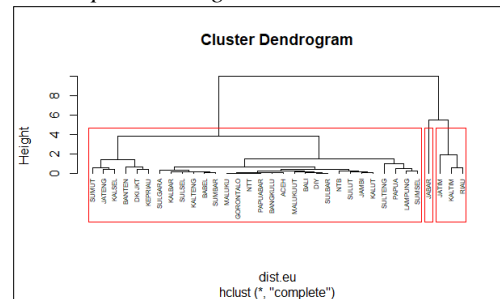
Gambar 2. Centroid Linkage Jarak DTW

Adapun hasil pengelompokan menggunakan metode *centroid linkage* dengan menggunakan jarak kemiripan DTW menghasilkan tiga *cluster* dengan *cluster* pertama terdiri dari 24 Provinsi yaitu NTB, Maluku Utara, Gorontalo, Maluku, NTT, Papua Barat, Bengkulu, Aceh, Bali, DIY, Sulawesi Barat,

Papua, Sulawesi Tenggara, Jambi, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sumatra Barat, Bangka Belitung, Sulawesi Selatan, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi Tenggara, Lampung, Sumatera Selatan. *Cluster* kedua terdiri dari 9 Provinsi Jawa Timur, Sumatra Utara, Jawa Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Riau, Banten, DKI Jakarta, Kepulauan Riau. Dan *cluster* ketiga terdiri dari 1 Provinsi yaitu Jawa Barat.

3.2 Pengelompokan menggunakan *complete linkage* dan *centroid linkage* menggunakan jarak euclidean

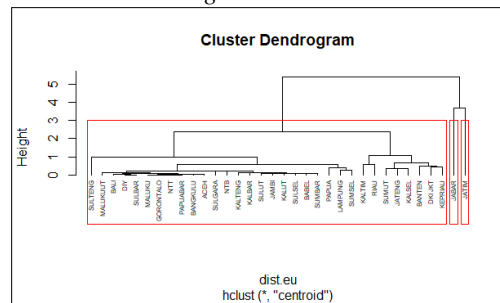
a. *Complete Linkage*



Gambar 3. Complete Linkage Jarak Euclidean

Pada pengelompokan menggunakan pengukuran jarak *euclidean* dengan metode *complete linkage* dengan tiga *cluster* didapatkan sebanyak 30 Provinsi pada *cluster* pertama yaitu Provinsi NTB, Maluku Utara, Gorontalo, Maluku, NTT, Papua Barat, Bengkulu, Aceh, Bali, DIY, Sulawesi Barat, Papua, Sulawesi Tenggara, Jambi, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sumatra Barat, Bangka Belitung, Sulawesi Selatan, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi Tenggara, Lampung, Sumatra Selatan, Sumatra Utara, Jawa Tengah, Kalimantan Selatan, Banten, DKI Jakarta, Kepulauan Riau. 1 Provinsi pada *cluster* kedua yaitu provinsi Jawa Barat, dan 3 Provinsi pada *cluster* ketiga yaitu Provinsi Jawa Timur, Kalimantan Timur, Riau.

a. *Centroid Linkage*



Gambar 4. Centroid Linkage Jarak Euclidean

Metode pengelompokan yang terakhir yaitu metode *centroid linkage* dengan menggunakan pengukuran jarak *euclidean* dan dihasilkan anggota kelompok pada *cluster* pertama yaitu ada 33 Provinsi yaitu NTB, Maluku Utara, Gorontalo, Maluku, NTT, Papua Barat, Bengkulu, Aceh, Bali, DIY, Sulawesi Barat, Papua, Sulawesi Tenggara, Jambi, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sumatra Barat, Bangka Belitung, Sulawesi Selatan, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi Tenggara, Lampung, Sumatra Selatan, Sumatra Utara, Jawa Tengah, Kalimantan Selatan, Banten, DKI Jakarta, Kepulauan Riau, Kalimantan Timur, Riau. Dan untuk *cluster* dua dan tiga terdiri dari 1 Provinsi yaitu provinsi Jawa Barat dan Jawa Timur secara berturut-turut.

3.3 Validasi Cluster

3.3.1 Koefisien Cophenetic

Tabel 2. Perbandingan Nilai Korelasi *Cophenetic*

Jarak	Algoritma	
	<i>Complete</i>	<i>Centroid</i>
DTW	0,912	0,92
<i>Euclid</i>	0,848	0,916

Berdasarkan pada tabel di atas, terlihat bahwa setiap jarak dengan algoritma yang berbeda mempunyai nilai koefisien korelasi *cophenetic* yang berbeda. Nilai koefisien korelasi *cophenetic* berkisar antara -1 sampai 1, dimana jarak pengukuran dalam proses klaster dikatakan cukup baik jika nilai koefisien korelasi *cophenetic*nya mendekati 1.

Dapat disimpulkan bahwa proses pengelompokan Provinsi di Indonesia berdasarkan nilai Ekspor Non migas tahun 2016-2020, jarak pengukuran kemiripan terbaik yaitu *Dynamic Time Warping* (DTW) terlihat dari nilai korelasinya yang lebih besar di kedua algoritma pengelompokan digunakan.

Adapun metode yang paling optimal dalam pengelompokan Provinsi di Indonesia berdasarkan nilai ekspor nonmigas tahun 2016-2020 adalah metode *centroid linkage*, karena memiliki nilai koefisien korelasi *cophenetic* terbesar dari pada algoritma *complete linkage* yaitu sebesar 0,92.

3.3.2 Koefisien Silhouette

Setelah mendapatkan jarak pengukuran kemiripan terbaik yaitu jarak *dynamic time warping* (DTW) serta metode terbaik yaitu *Centroid Linkage*, selanjutnya dilakukan analisis untuk menguji apakah jumlah klaster sama dengan 3 sudah

representatif atau dapat mewakili dalam proses klaster *centroid linkage*. Adapun uji yang digunakan untuk menguji kualitas klaster pada penelitian ini yaitu metode koefisien *silhouette*. Berdasarkan nilai koefisien *silhouette* pada jumlah *cluster* tiga yaitu sebesar 0.60, dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa pengelompokan menggunakan metode *centroid linkage* dengan pengukuran jarak kemiripan DTW dengan tiga kategori yaitu “tinggi”, “sedang”, dan “rendah” termasuk kedalam *good cluster*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Analisis *clustering time series* pada nilai ekspor non migas tahun 2016-2020 menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan metode pengukuran jarak kemiripan *Dynamic Time Warping* pada analisis pengelompokan data *time series* lebih baik daripada pengukuran jarak *euclidean*, dan metode pengelompokan terbaik yaitu metode *centroid linkage* dilihat dari nilai koefisien korelasi *cophenetic*-nya yang lebih tinggi yaitu sebesar 0.92.
2. Adapun untuk pengelompokan provinsi di Indonesia berdasarkan nilai ekspor non migas tahun 2016 hingga 2020 dengan mengelompokkannya menjadi tiga kategori yaitu tinggi, sedang dan rendah menggunakan *centroid linkage* dan jarak DTW termasuk kedalam kategori *good cluster* berdasarkan nilai koefisien *silhouette* sebesar 0.60.
3. Berdasarkan metode terbaik *centroid linkage* dan jarak DTW ada 1 Provinsi masuk kedalam kategori tinggi yaitu Jawa Barat, 9 Provinsi pada kategori sedang diantaranya Jawa Timur, Sumatra Utara, Jawa Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Riau, Banten, DKI Jakarta, Kepulauan Riau dan 24 provinsi termasuk kedalam kategori rendah yaitu NTB, Maluku Utara, Gorontalo, Maluku, NTT, Papua Barat, Bengkulu, Aceh, Bali, DIY, Sulawesi Barat, Papua, Sulawesi Tenggara, Jambi, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sumatra Barat, Bangka Belitung, Sulawesi Selatan, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi Tenggara, dan Lampung,

DAFTAR PUSTAKA

Ardiansyah, M. (2014). Penggunaan Jarak Dynamic Time Warping (DTW) Pada Analisis Cluster Data Deret Waktu (Studi Kasus Pada Dana Pihak Ketiga Provinsi Se- Indonesia). *Jurnal Mahasiswa Statistik*, 2(4), 277–280.

- da Silva, A. R., & Dias, C. T. dos S. (2013). A cophenetic correlation coefficient for tocher's method. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 48(6), 589–596. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000600003>
- Dani, A. T. R., Wahyuningsih, S., & Rizki, N. A. (2019). Penerapan Hierarchical Clustering Metode Agglomerative pada Data Runtun Waktu. *Jambura Journal of Mathematics*, 1(2), 64–78. <https://doi.org/10.34312/jjom.v1i2.2354>
- Dewi, D. A. I. C., & Pramita, D. A. K. (2019). Analisis Perbandingan Metode Elbow dan Silhouette pada Algoritma Clustering K-Medoids dalam Pengelompokan Produksi Kerajinan Bali. *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*, 9(3), 102–109. <https://doi.org/10.31940/matrix.v9i3.1662>
- Feriyanto, A. (2015). Perdagangan Internasional “Kupas Tuntas Prosedur Ekspor Impor”. *Yogyakarta: PT. Pustaka Baru*.
- Halim, N. N., & Widodo, E. (2017). Clustering dampak gempa bumi di indonesia menggunakan kohonen self organizing maps. *Prosiding SI MaNIS (Seminar Nasional Integrasi Matematika dan Nilai Islami)*, 1(1), 188–194. <http://conferences.uin-malang.ac.id/index.php/SIMANIS/article/view/62>
- Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, (April 27, 2021), *Citing Internet sources* URL <https://hero.kemendag.go.id/>
- Manso, P. M., Vilar, J. A., & Montero, M. P. (2020). Package ‘TSclust’
- Munthe, A. D. (2019). Penerapan Clustering Time Series Untuk Menggerombolkan Provinsi Di Indonesia Berdasarkan Nilai Produksi Padi. *Jurnal Litbang Sukowati: Media Penelitian dan Pengembangan*, 2(2), 11. <https://doi.org/10.32630/sukowati.v2i2.61>
- 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. <http://bayesian.lppmbinabangsa.id/index.php/home>
- Rahmawati, L., Abadyo, & Lestari, T. E. (2013). *Analisis Kelompok Dengan Menggunakan*
- Metode Hierarki Untuk Pengelompokan Kabupaten/Kota Di Jawa Timur Berdasar Indikator Kesehatan*. Universitas Negeri Malang.
- Shirkhorshidi, A. S., Aghabozorgi, S., & Ying Wah, T. (2015). A Comparison study on similarity and dissimilarity measures in clustering continuous data. *PLoS ONE*, 10(12), 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144059>
- Silvi, R. (2018). Analisis Cluster dengan Data Outlier Menggunakan Centroid Linkage dan K-Means Clustering untuk Pengelompokan Indikator HIV/AIDS di Indonesia. *Jurnal Matematika “MANTIK,”* 4(1), 22–31. <https://doi.org/10.15642/mantik.2018.4.1.22-31>
- Tumanggor, H. (2019). *Analisis Pengaruh Investasi, Ekspor Dan Konsumsi Terhadap Pdrb Sumatera Utara Tahun 2000-2017*. <http://repository.uhn.ac.id/handle/123456789/3618>
- Wijaya, S. U., & Ngatini, N. N. (2020). Pengembangan Pemodelan Harga Beras di Wilayah Indonesia Bagian Barat dengan Pendekatan Clustering Time Series. *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, 17(1), 51. <https://doi.org/10.12962/limits.v17i1.5994>