

Klasterisasi Negara Pengekspor Beras ke Indonesia Menggunakan Algoritma K-Means Clustering

Clusterization of Indonesia's Rice Exporting Countries Using K-Means Clustering Algorithm

Asri Samsiar Ilmananda*¹, Habel David Ranglalin²

Program Studi Sistem Informasi, Jurusan Teknologi Informasi, Universitas Merdeka Malang

e-mail: *asri.ilmananda@unmer.ac.id, ranglalin10@gmail.com

Abstrak

Beras merupakan bahan makanan utama bagi masyarakat Indonesia, sehingga harus selalu dijaga ketersediaannya. Untuk memenuhi permintaan domestik, pemerintah Indonesia mengambil kebijakan impor beras dari sejumlah negara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengelompokan karakteristik dari negara-negara yang mengekspor beras ke Indonesia. Penelitian dilakukan melalui penerapan data mining menggunakan algoritma K-Means Clustering. Variabel yang digunakan di dalam penelitian yaitu berat bersih (neto) dan nilai Cost, Insurance, Freight (CIF). Data diolah dan diklasterisasi ke dalam tiga kelompok, mulai dari cluster impor tingkat tinggi, cluster impor tingkat sedang, hingga cluster impor tingkat rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan perolehan nilai, terdapat tiga tingkatan cluster impor beras dengan dua negara berada pada cluster impor tingkat tinggi, yaitu Vietnam dan Thailand. Kemudian, terdapat tiga negara dengan cluster impor tingkat sedang (Tiongkok, India dan Pakistan), serta enam negara dengan cluster impor tingkat rendah (Amerika Serikat, Taiwan, Singapura, Myanmar, Jepang dan negara-negara lainnya). Analisis data memberikan sejumlah rekomendasi sebagai bentuk dukungan terhadap pemerintah dalam menentukan arah kebijakan impor beras, serta untuk pengembangan penelitian di masa yang akan datang.

Kata kunci—Data Mining, Clustering, Algoritma K-Means, Impor Beras

Abstract

Rice is the main food ingredient for Indonesian people, so its availability must always be maintained. To meet domestic demand, the Indonesian government adopts a policy of importing rice from a number of countries. This study aims to determine the grouping characteristics of countries that export rice to Indonesia. The research was conducted through the application of data mining using the K-Means Clustering algorithm. The variables used in this study are net weight (net) and Cost, Insurance, Freight (CIF) values. The data is processed and clustered into three groups, starting from the high-level import cluster, the medium-level import cluster, to the low-level import cluster. The results of the study show that the acquisition of value based on the rice import level with two countries in the high-level import cluster, namely Vietnam and Thailand. Then, there are three countries in the medium-level import clusters (China, India and Pakistan), and six countries in the low-level import cluster (United States, Taiwan, Singapore, Myanmar, Japan and other countries). Data analysis provides a

number of recommendations as a form of support for the government in determining the direction of rice import policies in the future.

Keywords— *Data Mining, Clustering, Algoritma K-Means, Rice Imports*

1. PENDAHULUAN

Beras merupakan komoditi pangan yang sangat penting bagi kehidupan sosial ekonomi bangsa Indonesia. Hampir 97% penduduk Indonesia bergantung pada beras sebagai makanan pokok [1], [2]. Disebutkan dalam [3], bahwa konsumsi beras rata-rata masyarakat Indonesia telah mencapai 139,15 kilogram per kapita per tahun, di atas standar FAO yaitu sebesar 60-65 kilogram per kapita per tahun. Konsumsi beras yang melebihi standar kecukupan global tersebut harus didukung oleh aspek ketersediaan beras yang cukup untuk menghindari krisis pangan.

Jumlah penduduk Indonesia hingga tahun 2022 adalah sebesar 273.879.750 jiwa [3]. Hal ini menyebabkan kebutuhan konsumsi nasional terhadap beras sangat tinggi. Meskipun demikian, produksi beras dalam negeri belum mampu memenuhi ketersediaan stok beras nasional [4], [5]. Untuk mengatasi hal tersebut, pemerintah perlu mengambil langkah untuk mengimpor beras dari negara lain. Sejalan dengan pernyataan [4], [6], bahwa impor beras dapat menjaga tingkat cadangan beras negara sekaligus mendukung kebijakan stabilisasi harga beras domestik.

Impor merupakan kegiatan memasukkan barang dari suatu negara ke dalam wilayah pabean negara lain. Salah satu tujuan dari negara penerima atau importir melakukan impor adalah untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri [3], dalam hal ini khususnya beras. Selama lima tahun terakhir, rata-rata volume impor beras berada di angka 753.527,12 ton per tahun, atau berkontribusi sekitar 2,5 persen dari kebutuhan beras di Indonesia [7]. Kebijakan impor beras diatur dalam Peraturan Menteri Perdagangan Republik Indonesia Nomor 1 tahun 2018, dimana kesejahteraan petani padi tetap diperhatikan.

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai penerapan *data mining* terhadap data impor beras untuk mengetahui tingkatan dari negara-negara yang mengekspor beras ke Indonesia. Disebutkan dalam [8], bahwa *data mining* adalah proses penggalian informasi dari tumpukan data yang berjumlah besar untuk diolah agar menghasilkan informasi yang baru. Tujuan dari *data mining* yaitu pencarian pola data dengan menggunakan teknik tertentu seperti klasifikasi hubungan (*association*), prediksi (*prediction*) atau pengelompokan (*clustering*) [5]. Sejumlah penelitian telah dilakukan terkait penerapan *data mining* dengan topik beras. Akan tetapi, sebagian besar dilakukan untuk memprediksi harga beras yaitu dengan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor [9], Double Exponential Smoothing [10], Long Short Term Memory (LSTM) [11], [12], dan ARIMA [13]. Sedangkan algoritma K-Means Clustering digunakan pada penelitian [5] untuk mengelompokkan harga eceran beras.

Clustering merupakan suatu proses pengelompokan sejumlah data atau objek dengan menempatkannya ke dalam *cluster-cluster* yang memiliki kesamaan atau kemiripan [14], [15]. Analisis *cluster* yaitu teknik multivariat yang bertujuan untuk menemukan kelompok objek berdasarkan karakteristik yang dimilikinya, sehingga setiap objek yang paling dekat kesamaannya akan mengelompok ke dalam satu *cluster* yang sama [16]. Objek dapat berupa produk (barang atau jasa), benda (tumbuhan atau lainnya), serta orang (responden, konsumen atau lainnya). Salah satu metode yang populer digunakan adalah K-Means Clustering, dimana huruf k dalam K-Means merepresentasikan kelas atau *cluster* [17].

K-Means termasuk dalam teknik *clustering* dengan proses pemodelan yang bersifat tanpa supervisi (*unsupervised*) [14]. Melalui algoritma K-Means, data dikelompokkan ke dalam beberapa kelompok kelas, dimana setiap kelas data mempunyai karakteristik yang mirip atau

sama, akan tetapi dengan kelas data lainnya memiliki karakteristik yang berbeda. Tujuannya adalah untuk meminimalisir perbedaan antar data di dalam sebuah kelas, sekaligus memaksimalkan perbedaan dengan kelas yang lain [15]. Dijelaskan dalam [8], bahwa klasterisasi K-Means dilakukan dengan mengelompokkan sejumlah n objek ke dalam k kelas dengan berdasarkan perhitungan jaraknya terhadap pusat *cluster*.

Meskipun merupakan metode *clustering* yang umum dan sederhana, Algoritma K-Means dinilai mampu mengelompokkan data dalam jumlah yang cukup besar dengan waktu komputasi yang relatif cepat [5]. Oleh karena itu, K-Means digunakan di dalam sejumlah penelitian untuk menyelesaikan berbagai masalah. Dalam bidang kesehatan, K-Means dapat membantu mengklasifikasi nilai gizi balita [15], serta mengklasterisasi daerah rawan penyakit demam berdarah [16]. Dalam bidang pendidikan, K-Means digunakan untuk membantu merekomendasikan calon penerima beasiswa PPA [14], mengelompokkan peserta didik dalam pembelajaran tatap muka terbatas [18], hingga meningkatkan akurasi sistem rekomendasi mata kuliah [19]. Selanjutnya dalam [20], algoritma K-Means diterapkan di bidang perdagangan yaitu untuk mengelompokkan jumlah penjualan ikan laut di TPI menurut wilayah.

Penelitian ini berfokus pada analisis *cluster* terhadap data impor beras di Indonesia menurut negara pengekspor. Metode yang digunakan adalah K-Means dengan algoritma K-Means Clustering menggunakan dua fitur, atau yang dikenal sebagai klasterisasi 2 dimensi. Pemetaan negara pengekspor beras dibagi ke dalam tiga *cluster* yaitu *cluster* impor tingkat tinggi, tingkat sedang, dan tingkat rendah. Variabel yang digunakan di dalam proses *clustering* antara lain berat bersih (neto) dan nilai *Cost, Insurance, Freight* (CIF). Melalui penelitian ini, diharapkan dapat membantu pemerintah dalam membentuk arah kebijakan impor beras di masa yang akan datang.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkatan dari negara-negara pengekspor beras ke Indonesia. Bentuk penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Data dianalisis dengan menggunakan metode klasterisasi. Teknik pengumpulan data yang dilakukan yaitu dokumentasi melalui pengambilan dataset. Dataset yang diolah di dalam penelitian ini berasal dari Direktorat Jenderal Bea dan Cukai, Kementerian Keuangan Republik Indonesia, yang diperoleh melalui laman Badan Pusat Statistik (BPS) [7]. Populasi dan sampel penelitian adalah data impor beras di Indonesia, mulai dari tahun 2000 hingga tahun 2021.

Pada penelitian ini dilakukan pengelompokan negara-negara yang mengekspor beras ke Indonesia berdasarkan karakteristiknya. Analisis data dilakukan menggunakan metode *clustering* dengan algoritma K-Means Clustering. Variabel yang digunakan di dalam penelitian yaitu berat bersih (neto) dan nilai *Cost, Insurance, Freight* (CIF). Klasterisasi yang dilakukan dibagi menjadi *cluster* impor tingkat tinggi (C1), tingkat sedang (C2), dan tingkat rendah (C3). Berdasarkan hasil yang diperoleh, kemudian akan diberikan sejumlah rekomendasi terkait kebijakan impor beras di Indonesia.

2.2 Algoritma K-Means Clustering

K-Means adalah metode *clustering* yang mengelompokkan data dengan pendekatan *partitioning* [15], yaitu memisahkan data ke dalam k daerah bagian yang terpisah [16]. Algoritma K-Means mempartisi data ke dalam satu atau lebih *cluster*. *Cluster* merupakan sekumpulan objek data dengan kemiripan karakteristik satu sama lain. Objek data dengan karakteristik serupa akan berkelompok di dalam sebuah *cluster* yang sama, sementara objek data dengan karakteristik yang berbeda akan berkelompok ke dalam *cluster-cluster* yang berbeda [5].

Klasterisasi Negara Pengekspor Beras ke Indonesia Menggunakan Algoritma K-Means Clustering

Dalam membentuk *cluster*, algoritma K-Means menggunakan model *centroid*. *Centroid* adalah titik pusat dari *cluster* yang berupa sebuah nilai. Nilai kesamaan data dapat ditentukan dengan menghitung jarak antara objek data terhadap nilai *centroid*. Objek data akan dikelompokkan ke dalam sebuah *cluster* dengan titik pusat terdekat, atau dengan kata lain mempunyai jarak terpendek terhadap *centroid cluster* tersebut. Penentuan titik awal *centroid* dilakukan secara acak berdasarkan jumlah *k cluster*. Selanjutnya, teknik *clustering* dilakukan melalui proses iterasi hingga terjadi konvergensi data [19], dimana tidak ada lagi perubahan pada komposisi *cluster* [18].

Algoritma K-Means Clustering menjalankan tahapan-tahapan sebagai berikut [14], [16]:

- Menentukan jumlah *k (cluster)* yang akan dibentuk.
- Menentukan titik pusat (*centroid*) awal dari masing-masing *cluster* secara acak.
- Menghitung jarak setiap data terhadap *centroid* dari masing-masing *cluster*. Jarak terdekat akan menentukan pada *cluster* mana sebuah data masuk. Untuk perhitungan jarak digunakan rumus Euclidean Distance seperti pada persamaan (1)

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

Keterangan:

d = jarak antara x dan y

x_i = data x ke- i

y_i = data y ke- i

n = jumlah data

- Menghitung kembali nilai *centroid* dari setiap *cluster* yang baru terbentuk. Nilai *centroid* berikutnya adalah hasil rata-rata dari semua data di dalam *cluster*, yang dihitung dengan menggunakan persamaan (2)

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

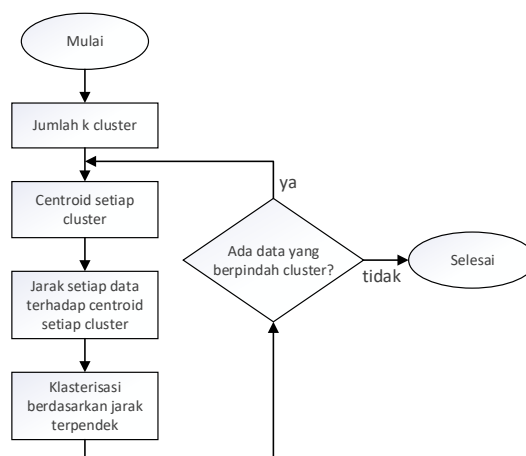
Keterangan:

v = titik pusat *cluster*

x_i = data ke- i di dalam *cluster*

- Mengulangi langkah (c) dan (d) hingga tidak ada data yang berpindah *cluster*.

Alur langkah algoritma K-Means Clustering dapat digambarkan dalam bentuk *flowchart* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Hasil klasterisasi yang digunakan adalah data *cluster* yang diperoleh pada iterasi terakhir.



Gambar 1. *Flowchart* algoritma K-Means Clustering

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian ini analisis data dilakukan terhadap negara-negara yang mengekspor beras ke Indonesia menurut berat bersih (neto) dan nilai *Cost, Insurance, Freight* (CIF). Dataset bersumber dari BPS [7], dengan rentang waktu mulai dari tahun 2000 hingga tahun 2021. Akumulasi data dari negara-negara pengekspor beras ke Indonesia ditunjukkan pada Tabel 1. Klasterisasi yang dilakukan adalah klasterisasi 2 dimensi, sehingga melibatkan dua fitur atau atribut yaitu Berat Bersih dan Nilai CIF. Data selanjutnya masuk ke tahap *clustering* dengan membagi kelompok data ke dalam tiga *cluster* dengan menggunakan algoritma K-Means Clustering.

Tabel 1. Data akumulasi negara pengekspor beras ke Indonesia

Negara	Berat Bersih (Ton)	Nilai CIF (000 US\$)
Vietnam	8.949.703,3	3.678.382,2
Thailand	6.342.461,5	2.668.587,7
Tiongkok	710.293,7	232.766,6
India	1.658.534,8	568.574,2
Pakistan	1.483.285,0	550.947,9
Amerika Serikat	381.635,7	115.837,2
Taiwan	33.947,0	10.593,0
Singapura	53.862,2	12.258,3
Myanmar	581.303,5	167.356,8
Jepang	392,9	1.060,0
Lainnya	328.140,9	108.947,0

Penentuan *cluster* dibagi atas tiga bagian yaitu *cluster* impor tingkat tinggi (C1), *cluster* impor tingkat sedang (C2) dan *cluster* impor tingkat rendah (C3). Masing-masing *cluster* memiliki titik pusat sehingga terdapat tiga nilai *centroid*. Penentuan nilai *centroid* dilakukan dengan mengambil nilai terbesar (maksimum) untuk *cluster* impor tingkat tinggi (C1), nilai rata-rata (*average*) untuk *cluster* impor tingkat sedang (C2) dan nilai terkecil (minimum) untuk *cluster* impor tingkat rendah (C3). Nilai *centroid* awal dari setiap *cluster* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai *centroid* awal

Cluster	Berat Bersih (Ton)	Nilai CIF (000 US\$)
Impor tingkat tinggi (C1)	8.949.703,3	3.678.382,2
Impor tingkat sedang (C2)	581.303,5	167.356,8
Impor tingkat rendah (C3)	392,9	1.060,0

Proses *clustering* dilakukan dengan mengambil jarak terdekat dari setiap data terhadap nilai *centroid*. Hasil perhitungan jarak dengan titik pusat *cluster* pada iterasi pertama diperlihatkan pada Tabel 3.

Klasterisasi Negara Pengekspor Beras ke Indonesia Menggunakan Algoritma K-Means Clustering

Tabel 3. Hasil perhitungan jarak data ke pusat *cluster* pada iterasi 1

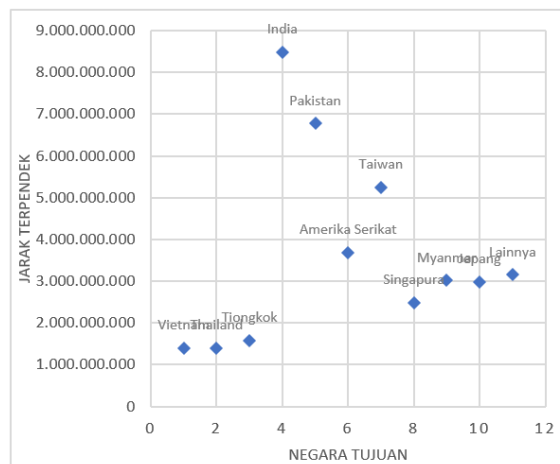
Negara	Berat Bersih (Ton)	Nilai CIF (000 US\$)	C1	C2	C3	Jarak Terpendek
Vietnam	8.949.703,3	3.678.382,2	1397980	8772956	9645917	1397980.216
Thailand	6.342.461,5	2.668.587,7	1397980	5978484	6850812	1397980.216
Tiongkok	710.293,7	232.766,6	7533458	157929.9	717041.6	157929.9327
India	1.658.534,8	568.574,2	6529647	848134.4	1722891	848134.4043
Pakistan	1.483.285,0	550.947,9	6697595	678006.5	1551968	678006.4952
Amerika Serikat	381.635,7	115.837,2	7881713	506705.8	368381.2	368381.2354
Taiwan	33.947,0	10.593,0	8243087	869612.1	5248.495	5248.494985
Singapura	53.862,2	12.258,3	8224060	850235.9	24834.47	24834.46764
Myanmar	581.303,5	167.356,8	7677754	302227.2	574456.9	302227.2002
Jepang	392,9	1.060,0	8277732	904450.2	29819.57	29819.56656
Lainnya	328.140,9	108.947,0	7933704	559419.8	315344.2	315344.2153

Hasil klasterisasi data ke dalam *cluster* C1, C2 dan C3 diperlihatkan pada Tabel 4. Berdasarkan data tersebut, diperoleh dua negara yang berada dalam *cluster* C1, empat negara dalam *cluster* C2, dan lima negara dalam *cluster* C3 (termasuk negara lainnya).

Tabel 4. Hasil klasterisasi data pada iterasi 1

Negara	C1	C2	C3
Vietnam	✓		
Thailand	✓		
Tiongkok		✓	
India		✓	
Pakistan		✓	
Amerika Serikat			✓
Taiwan			✓
Singapura			✓
Myanmar		✓	
Jepang			✓
Lainnya			✓

Grafik dari hasil klasterisasi data pada iterasi pertama disajikan dalam Gambar 2. Proses *clustering* menggunakan K-Means akan beriterasi hingga nilai konvergensi data sama dengan nol. Hal ini berarti bahwa tidak ada data yang berpindah *cluster*, atau hasil pengelompokan data sama dengan hasil pengelompokan sebelumnya.



Gambar 2. Grafik klusterisasi data pada iterasi 1

Selanjutnya untuk iterasi kedua, nilai *centroid* akan dihitung terlebih dahulu pada masing-masing *cluster*. Hasil perhitungan nilai *centroid* pada Iterasi kedua ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai *centroid* pada iterasi 2

Cluster	Berat Bersih (Ton)	Nilai CIF (000 US\$)
Impor tingkat tinggi (C1)	7.646.082,4	3.173.485,0
Impor tingkat sedang (C2)	1.108.354,3	379.911,4
Impor tingkat rendah (C3)	159.595,7	49.739,1

Setelah mendapatkan nilai titik pusat *cluster* atau *centroid*, proses yang sama dilakukan untuk menghitung jarak data terhadap *centroid* dengan hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6. Kemudian, dilakukan pencarian jarak terpendek untuk klusterisasi data pada iterasi kedua yang diperlihatkan pada Tabel 7.

Tabel 6. Hasil perhitungan jarak data ke pusat *cluster* pada iterasi 2

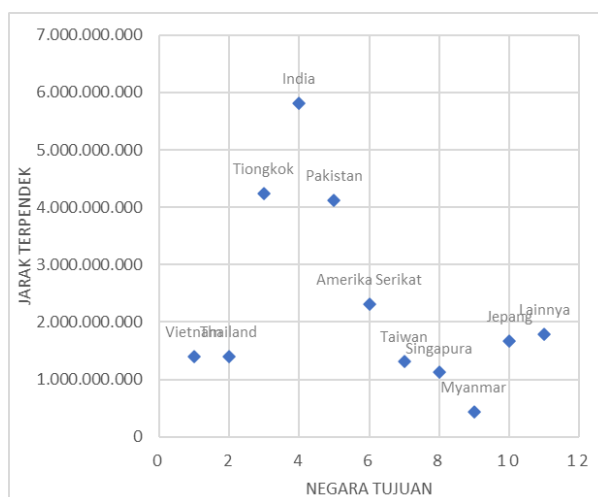
Negara	Berat Bersih (Ton)	Nilai CIF (000 US\$)	C1	C2	C3	Jarak Terpendek
Vietnam	8.949.703,3	3.678.382,2	1397980	8506860	9509629	1397980.216
Thailand	6.342.461,5	2.668.587,7	1397980	5712610	6714626	1397980.216
Tiongkok	710.293,7	232.766,6	7533458	424386.4	580316.6	424386.3644
India	1.658.534,8	568.574,2	6529647	581629	1586193	581629.0047
Pakistan	1.483.285,0	550.947,9	6697595	412100.2	1415402	412100.1822
Amerika Serikat	381.635,7	115.837,2	7881713	773210.9	231669.4	231669.3822
Taiwan	33.947,0	10.593,0	8243087	1136110	131605.6	131605.5584
Singapura	53.862,2	12.258,3	8224060	1116746	112180.2	112180.1758
Myanmar	581.303,5	167.356,8	7677754	568297.4	437802.9	437802.876
Jepang	392,9	1.060,0	8277732	1170943	166478.8	166478.8246
Lainnya	328.140,9	108.947,0	7933704	825926.5	178642.2	178642.2301

Klasterisasi Negara Pengekspor Beras ke Indonesia Menggunakan Algoritma K-Means Clustering

Tabel 7. Hasil klasterisasi data pada iterasi 2

Negara	C1	C2	C3
Vietnam	✓		
Thailand	✓		
Tiongkok		✓	
India		✓	
Pakistan		✓	
Amerika Serikat			✓
Taiwan			✓
Singapura			✓
Myanmar			✓
Jepang			✓
Lainnya			✓

Pada klasterisasi data yang dilakukan di iterasi kedua, didapatkan nilai konvergensi sama dengan nol sehingga iterasi selesai. Berdasarkan data yang diperoleh, terdapat dua negara yang berada dalam *cluster* C1, tiga negara dalam *cluster* C2, dan enam negara dalam *cluster* C3 (termasuk negara lainnya).



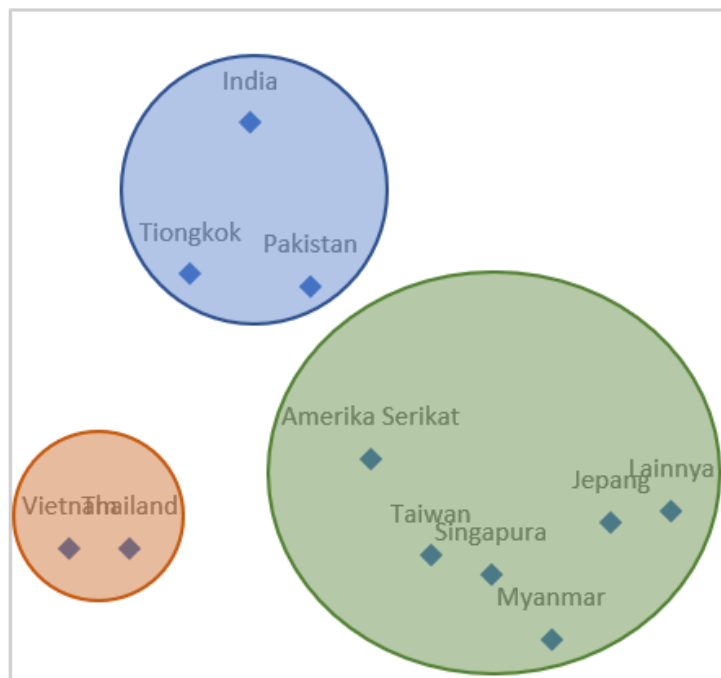
Gambar 3. Grafik klasterisasi data pada iterasi 2

3.2 Pembahasan

Dari tahun 2000 hingga tahun 2021, Indonesia mengimpor beras dari sejumlah negara. Negara-negara tersebut antara lain Vietnam, Thailand, Tiongkok, India, Pakistan, Amerika Serikat, Taiwan, Singapura, Myanmar, Jepang dan negara lainnya. Nilai akumulasi impor beras Indonesia selama kurun waktu 21 tahun mencapai 20.523.560,5 ton dengan nilai CIF 8.115.310,9 \$. CIF atau nilai *Cost, Insurance, Freight* adalah total nilai harga barang beserta biaya pengiriman, asuransi hingga bea cukai.

Visualisasi hasil klasterisasi dari negara-negara pengekspor beras ke Indonesia disajikan dalam Gambar 4. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa negara dengan jumlah ekspor beras tertinggi ke Indonesia berada dalam *cluster* impor tingkat tinggi yaitu Vietnam dan Thailand. Hal ini disebabkan karena Vietnam dan Thailand memiliki harga jual beras yang rendah. Selain itu, Vietnam dan Thailand berada di wilayah Asia Tenggara dan terletak sangat dekat dengan Indonesia sehingga waktu dan biaya pengiriman relatif kecil. Alasan lain yang dapat dijadikan pertimbangan adalah melalui kegiatan ekspor impor dapat bermanfaat untuk

meningkatkan hubungan kerja sama antar negara khususnya di Asia Tenggara.

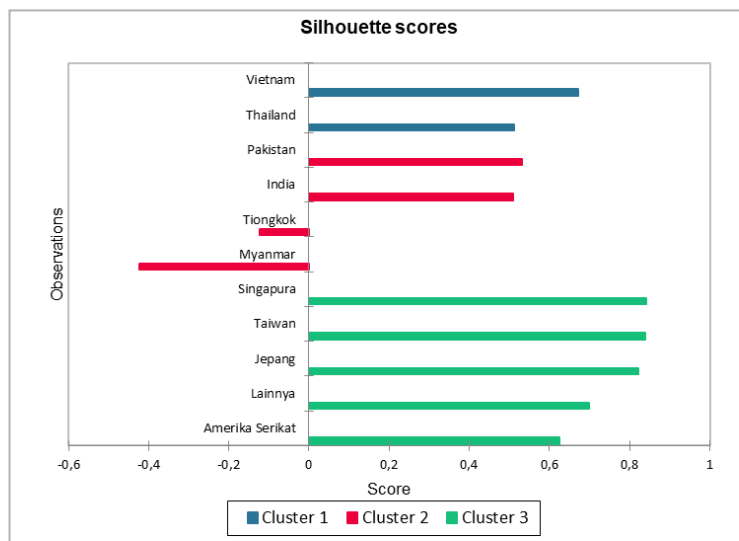


Gambar 4. Visualisasi hasil klusterisasi

Negara yang berada dalam *cluster* impor tingkat sedang antara lain Tiongkok, India, dan Pakistan. Ketiga negara tersebut memiliki kesamaan yaitu berada di wilayah benua Asia. Tiongkok menjadi salah satu negara pengekspor beras ke Indonesia karena termasuk negara penghasil beras terbesar di dunia. Sedangkan impor beras dari India dan Pakistan dilakukan untuk memenuhi permintaan jenis beras khusus seperti beras basmati.

Negara dengan jumlah impor beras terendah berada dalam *cluster* impor tingkat rendah yaitu Amerika Serikat, Taiwan, Singapura, Myanmar, Jepang dan negara lainnya. Negara-negara tersebut umumnya memproduksi jenis beras premium dengan harga yang cukup mahal. Tingginya harga beras tersebut disebabkan karena penerapan proses panen dan produksi beras berteknologi tinggi, sehingga menghasilkan beras yang lebih berkualitas dan tahan lama.

Untuk mengetahui seberapa tepat penempatan suatu objek data dalam sebuah *cluster*, hasil klusterisasi diuji menggunakan metode *Silhouette Coefficient*. Penggunaan metode *silhouette* dipilih untuk merepresentasikan kualitas hasil klusterisasi dari hasil kerja algoritma *clustering*. Pengujian hasil *clustering* dilakukan dengan menghitung nilai *silhouette* dari masing-masing *cluster* [21]. Berdasarkan hasil perhitungan *Silhouette Coefficient* terhadap data maka diperoleh *silhouette score* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5 dan Tabel 8. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kualitas hasil klusterisasi cukup baik dengan nilai rata-rata *silhouette score* sebesar 0,5.



Gambar 5. Hasil perhitungan *silhouette score*

Tabel 8. *Silhouette score* berdasarkan *cluster*

	Silhouette scores
Cluster 1 (C1)	0,591
Cluster 2 (C2)	0,124
Cluster 3 (C3)	0,765
Mean width	0,500

Kebijakan impor perlu dilakukan apabila suatu negara belum mampu mencukupi produksi dalam negeri untuk memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat. Meskipun menjadi pro dan kontra, kebijakan impor beras dengan disertai bea masuk dapat menjaga stabilitas pasokan dan harga beras, serta melindungi daya saing beras dalam negeri. Impor beras juga dapat membawa pengaruh positif bagi petani untuk meningkatkan kualitas panen gabah kering, sehingga mendorong penyerapan produksi beras dengan harga yang menguntungkan. Akan tetapi, kebijakan harus dirancang sedemikian agar tidak menggantungkan kebutuhan beras melalui impor dari negara lain.

Di Indonesia, kebijakan impor beras dilakukan oleh Perusahaan Umum Badan Urusan Logistik atau yang dikenal sebagai Perum BULOG. BULOG sebagai lembaga pemerintah berperan dalam membantu menjaga persediaan pangan khususnya beras, menyalurkan beras untuk masyarakat miskin, menyeimbangkan antara permintaan dengan penawaran, hingga mengendalikan harga beras baik di tingkat produsen maupun konsumen. BULOG mengambil kebijakan impor beras agar stok dan cadangan beras tetap terpenuhi untuk mencegah terjadinya krisis pangan. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dijadikan basis pengetahuan bagi pemerintah dalam mengambil keputusan untuk kebijakan impor beras di masa yang akan datang dalam rangka meningkatkan perekonomian negara.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, algoritma K-Means Clustering dapat diterapkan untuk mengelompokkan negara-negara pengekspor beras ke Indonesia. Pengolahan data dilakukan untuk memperoleh penilaian terhadap tingkatan impor beras di Indonesia. Klasterisasi dilakukan

dalam tiga *cluster*, yaitu *cluster* impor tingkat tinggi (C1), *cluster* impor tingkat sedang (C2) dan *cluster* impor tingkat rendah (C3). Diperoleh nilai titik pusat *cluster* atau *centroid* menurut berat bersih adalah 7.646.082,4 untuk C1, 1.108.354,3 untuk C2, dan 159.595,7 untuk C3. Sedangkan nilai *centroid* menurut nilai CIF untuk *cluster* C1, C2, dan C3 masing-masing sebesar 3.173.485,0, 379.911,4 dan 49.739,1. Sehingga diperoleh penilaian berdasarkan tingkatan impor beras di Indonesia dengan dua negara berada pada *cluster* impor tingkat tinggi yaitu Vietnam dan Thailand. Pada *cluster* impor tingkat sedang terdapat tiga negara yaitu Tiongkok, India, dan Pakistan. Sedangkan Amerika Serikat, Taiwan, Singapura, Myanmar, Jepang dan negara lainnya termasuk dalam *cluster* impor tingkat rendah. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mengetahui jumlah impor beras di Indonesia menurut negara asal sebagai dasar dalam menentukan arah kebijakan impor beras di masa yang akan datang. Hasil penelitian ini juga dapat dijadikan masukan bagi pemerintah khususnya BULOG dalam menentukan negara-negara yang menjadi basis ekspor beras ke Indonesia.

5. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, proses *clustering* pada pengolahan data dapat dilakukan dengan memberikan pembobotan kriteria. Selain itu, penambahan kriteria dapat dilakukan agar data yang dihasilkan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Hendri, "Analisis Impor Beras Di Indonesia (Rice Import Development Analysis In Indoensia)," *Perwira J. Econ. Bus.*, vol. 3, no. 01, pp. 90–95, Feb. 2023, doi: 10.54199/pjeb.v3i01.190.
- [2] J. Nijar and T. Abbas, "Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Impor Beras Indonesia," *J. Ekon. Pertan. Unimal*, vol. 2, no. 1, Art. no. 1, Oct. 2019, doi: 10.29103/jepu.v2i1.1793.
- [3] J. Jiuhardi, "Analisis kebijakan impor beras terhadap peningkatan kesejahteraan petani di Indonesia," *INOVASI*, vol. 19, no. 1, Art. no. 1, Feb. 2023, doi: 10.30872/jinv.v19i1.12661.
- [4] N. C. Wibawa, H. Ardini, G. Hermawati, R. N. Firdausa, K. B. Anggoro, and R. Wikansari, "Analisis Impor Beras Di Indonesia Dan Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Impor Beras," *J. Econ.*, vol. 2, no. 2, Art. no. 2, Feb. 2023, doi: 10.55681/economina.v2i2.337.
- [5] T. Siburian, M. Safii, and I. Parlina, "Penerapan Algoritma K-Means Clustering untuk Pengelompokan Harga Eceran Beras di Pasar Tradisional Berdasarkan Wilayah Kota," *Pros. Semin. Nas. Ris. Inf. Sci. SENARIS*, vol. 1, no. 0, Art. no. 0, Sep. 2019, doi: 10.30645/senaris.v1i0.101.
- [6] S. E. Rahayu and H. Febriaty, "Analisis Perkembangan Produksi Beras dan Impor Beras di Indonesia," *Pros. Semin. Nas. Kewirausahaan*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Oct. 2019, doi: 10.30596/snk.v1i1.3613.
- [7] "Badan Pusat Statistik." <https://www.bps.go.id/> (accessed Mar. 04, 2023).
- [8] R. Muliono and Z. Sembiring, "Data Mining Clustering Menggunakan Algoritma K-Means Untuk Klasterisasi Tingkat Tridarma Pengajaran Dosen," *CESS J. Comput. Eng. Syst. Sci.*, vol. 4, no. 2, Art. no. 2, Jul. 2019, doi: 10.24114/cess.v4i2.13620.
- [9] Y. Mukhlisin, M. Imrona, and D. T. Murdiansyah, "Prediksi Harga Beras Premium Dengan Metode Algoritma K-nearest Neighbor," *EProceedings Eng.*, vol. 7, no. 1, Apr. 2020, Accessed: Sep. 07, 2022. [Online]. Available:

- <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/11948>
- [10] A. S. Imananda and D. A. Alfianty, "Prediksi Rata-Rata Harga Beras Nasional dengan Kualitas Premium di Tingkat Penggilingan hingga Akhir Tahun 2022," in *Seminar Nasional Sistem Informasi (SENASIF)*, 2022, pp. 3385–3393.
- [11] N. Nafiyah, "Prediksi Harga Beras Berdasarkan Kualitas Beras dengan Metode LSTM," *INOVTEK Polbeng - Seri Inform.*, vol. 7, no. 2, Art. no. 2, Nov. 2022, doi: 10.35314/isi.v7i2.2599.
- [12] "Prediksi Rerata Harga Beras Tingkat Grosir Indonesia dengan Long Short Term Memory | JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)," Aug. 2020, Accessed: Mar. 03, 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.mdp.ac.id/index.php/jatisi/article/view/3883011710029>
- [13] Hirda Wahyu Kartika Putri, "Prediksi Harga Beras Di 10 Provinsi Indonesia Menggunakan Metode Arima," undergraduate, Universitas Internasional Semen Indonesia, 2021. doi: 10/9.%20DAFTAR%20TABEL.pdf.
- [14] A. Salam, D. Adiatma, and J. Zeniarja, "Implementasi Algoritma K-Means Dalam Pengklasteran untuk Rekomendasi Penerima Beasiswa PPA di UDINUS," *JOINS J. Inf. Syst.*, vol. 5, no. 1, Art. no. 1, May 2020, doi: 10.33633/joins.v5i1.3350.
- [15] E. Irfiani and S. Rani, "Algoritma K-Means Clustering untuk Menentukan Nilai Gizi Balita," *J. Sist. Dan Teknol. Inf. JUSTIN*, vol. 6, p. 161, Oct. 2018, doi: 10.26418/justin.v6i4.29024.
- [16] N. Puspitasari, A. A. Maulana, R. Rosmasari, and F. Alameka, "K-Means for Clustering of Dengue Fever Prone Areas," *SISFOTENIKA*, vol. 13, no. 1, Art. no. 1, Feb. 2023, doi: 10.30700/jst.v13i1.1337.
- [17] R. Hidayati, A. Zubair, A. H. Pratama, and L. Indana, "Analisis Silhouette Coefficient pada 6 Perhitungan Jarak K-Means Clustering," *Techno.Com*, vol. 20, no. 2, Art. no. 2, May 2021, doi: 10.33633/tc.v20i2.4556.
- [18] L. Kartikawati, K. Kusri, and E. T. Luthfi, "Algoritma K-Means pada Pengelompokan Pembelajaran Tatap Muka Terbatas Sesudah Vaksinasi COVID-19," *J. Eksplora Inform.*, vol. 11, no. 1, Art. no. 1, 2021, doi: 10.30864/eksplora.v11i1.560.
- [19] E. Fernando, P. Mudjiraharjo, and M. Aswin, "Implementasi Pendekatan Collaborative Filtering Dan K-Means Clustering Pada Sistem Rekomendasi Mata Kuliah," *JIKO J. Inform. Dan Komput.*, vol. 5, no. 2, Art. no. 2, Aug. 2022, doi: 10.33387/jiko.v5i2.4559.
- [20] M. Y. Rizki, F. Fania, and A. P. Windarto, "Implementasi K-Means Clustering Dalam Mengelompokkan Jumlah Penjualan Ikan Laut Di TPI Menurut Wilayah," *JIKO J. Inform. Dan Komput.*, vol. 3, no. 2, Art. no. 2, Aug. 2020, doi: 10.33387/jiko.v3i2.1640.
- [21] S. Paembonan and H. Abduh, "Penerapan Metode Silhouette Coefficient untuk Evaluasi Clustering Obat," *PENA Tek. J. Ilm. Ilmu-Ilmu Tek.*, vol. 6, no. 2, Art. no. 2, Sep. 2021, doi: 10.51557/pt_jiit.v6i2.659.