

PENERAPAN METODE K-MEANS CLUSTERING DALAM PENGELOMPOKAN DATA PENUMPANG DAN KAPAL ANGKUTAN LAUT DI INDONESIA

APPLICATION OF K-MEANS CLUSTERING METHOD IN PASSENGER AND SHIP TRANSPORT DATA GROUPING IN INDONESIA

Bangkit Surya Praja¹, Dr. Purba Daru Kusuma, S.Si., M.T.² Casi Setianingsih, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Program Studi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹bangkitpraja@student.telkomuniversity.ac.id, ²purbodaru@telkomuniversity.ac.id,³setiacasie@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Transportasi laut merupakan sistem transportasi yang memberikan kontribusi sangat besar bagi pembangunan nasional, baik sebagai penunjang pertumbuhan ekonomi dan berbagai sektor pembangunan lainnya. Kebutuhan akan jasa angkutan laut semakin lama semakin meningkat, baik jumlahnya maupun macamnya. Usaha-usaha dalam pembangunan sarana transportasi laut yang dilakukan sampai saat ini adalah merupakan cerminan dalam mengatasi peningkatan kebutuhan, maka dari itu dibutuhkan pengelompokan data untuk meninjau laju pertumbuhan jumlah angkutan laut di setiap provinsi di Indonesia.

Clustering sudah banyak diterapkan dalam berbagai bidang, salah satunya metode yang sering digunakan yaitu *K-Means Clustering*. Metode *K-Means Clustering* cukup efektif untuk diterapkan dalam proses pengklasifikasian karakteristik terhadap objek penelitian. Algoritma K-Means juga tidak terpengaruh terhadap urutan objek yang digunakan dan juga pusat cluster ditentukan secara acak dari salah satu objek pada permulaan perhitungan. Sistem yang akan dibangun dalam penelitian ini adalah sebuah sistem dengan fungsi utama untuk melakukan pengelompokan penumpang dan kapal angkutan laut di Indonesia dan menampilkan hasil dari pengelompokan data tersebut yang diharapkan dapat mempermudah instansi terkait dalam meninjau pertumbuhan transportasi laut.

Kata kunci : *Clustering, K-Means, Angkutan Laut.*

Abstract

Sea transportation is a transportation system that contributes greatly to national development, both as a supporter and stimulator of economic growth and various other development sectors. The need for sea transportation services is increasing, both in number and in kind. Efforts in the development of sea transportation facilities carried out to date are a reflection of overcoming increasing demand, therefore it is necessary to group data to review the rate of growth in the number of sea transportation in each province in Indonesia.

Clustering has been widely applied in various fields, one of which is the method often used, namely *K-Means Cluster Analysis*. The *K-Means Cluster Analysis* method is quite effective to be applied in the process of classifying characteristics of research objects. The *K-Means* algorithm is also not affected by the order of objects used and also the cluster center is determined randomly from one object at the beginning of the calculation. The system to be built in this study is a system with the main function of grouping passengers and ships on sea transport in Indonesia and displaying the results of the data groupings which are expected to facilitate related agencies in reviewing the growth of sea transportation.

Keywords: *Clustering, K-Means, Sea Transport*

1. Pendahuluan

Indonesia adalah Negara kepulauan terbesar yang sebagian besar wilayahnya merupakan perairan. Angkutan laut merupakan salah satu transportasi yang digunakan untuk mendukung mobilitas penduduk yang semakin tinggi, terutama untuk wilayah-wilayah yang tidak bisa dijangkau dengan moda darat atau udara. Sistem transportasi yang memberikan kontribusi sangat besar bagi pembangunan nasional, baik sebagai penunjang maupun perangsang pertumbuhan ekonomi dan berbagai sektor lainnya[1].

Clustering sudah banyak diterapkan dalam berbagai bidang, salah satunya metode yang sering digunakan yaitu *K-Means Clustering*[2]. Metode *K-Means Clustering* cukup efektif untuk diterapkan dalam proses pengklasifikasian karakteristik terhadap objek penelitian. Algoritma *K-Means* juga tidak terpengaruh terhadap urutan objek yang digunakan dan juga pusat cluster ditentukan secara acak dari salah satu objek pada permulaan perhitungan[3].

Oleh karena itu, penelitian kali ini akan menerapkan metode K-Means Clustering pada angkutan laut di Indonesia. Kelebihan dari algoritma K-means yaitu mudah untuk diterapkan dan diaplikasikan, kemudian waktu yang dibutuhkan untuk menjalankan pembelajaran ini relatif cepat, mudah untuk diadaptasi, dan umum digunakan. Hasil dari penelitian tugas akhir ini adalah dapat membuat pengelompokan angkutan laut di Indonesia berdasarkan provinsi yang dikhususkan pada penumpang dan unit kapal[4].

2. Dasar Teori

1. Angkutan Laut

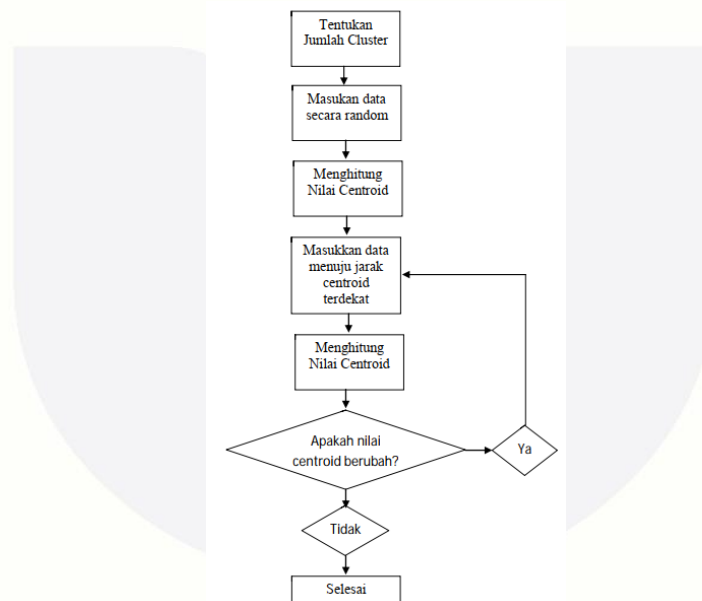
Angkutan Laut atau freight forwarded merupakan jasa atau transportasi angkutan penumpang atau barang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang ingin menggunakan transportasi laut untuk bepergian dari satu tempat ke tempat lain atau hanya untuk mengirimkan barang. Kegiatan umum dilakukan oleh perusahaan atau bisnis jasa angkutan laut[6][5].

2. Clustering

Clustering adalah salah satu metode umum yang digunakan untuk pengelompokan data yang berdasarkan kesamaan sifat data. Data yang memiliki kesamaan sifat akan dikelompokkan ke dalam satu kelompok. Sedangkan data yang tidak memiliki kesamaan sifat atau karakteristik akan dikelompokkan ke dalam kelompok yang lain[8]. Tujuan dari clustering adalah untuk meminimalkan jarak di dalam cluster dan memaksimalkan jarak antar cluster. Dalam proses pengklusteran terdapat hal penting yaitu menyatakan sekumpulan pola ke kelompok sesuai untuk menemukan kesamaan dan perbedaan sehingga dapat menghasilkan kesimpulan yang berguna dan berharga[9].

3. K-Means Clustering

Algoritma K-Means merupakan algoritma yang berasal dari metode data clustering yang hanya bekerja pada atribut numerik[4]. Metode K-Means akan merpartisi data ke dalam satu atau lebih cluster, sehingga data yang berkarakteristik sama akan dikelompokkan dalam satu cluster yang sama, sedangkan data yang memiliki karakteristik berbeda dikelompokkan ke dalam cluster yang lain[10]. Secara umum algoritma dasar dari K-Means Clustering adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Langkah Kerja K-Means Clustering

Tahapan-tahapan yang digunakan dalam Algoritma K-Means adalah sebagai berikut [12]:

1. Menentukan jumlah cluster.
2. Menentukan pusat awal cluster dengan cara mengambil data dari sumber secara acak.
3. Hitung jarak dengan setiap pusat cluster atau centroid.

Perhitungan nilai centroid :

$$d(x,y) = |x - y| = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_j)^2} \quad (2.1)$$

Dimana :

x : Pusat *cluster*

y : Titik data kedua

n : Jumlah data

d(x,y) : Euclidian Distance yaitu jarak antara data pada titik x dan y.

4. Menempatkan data pada *cluster* berdasarkan jarak nilai *centroid* terdekat.

5. Penentuan pusat cluster(centroid) baru.

Jika centroid berubah, maka tetapkan pusat cluster baru menggunakan :

$$\text{Pusat Cluster baru} = \frac{x_1+x_2+x_3+\dots+x_n}{\text{Jumlah } x} \quad (2.2)$$

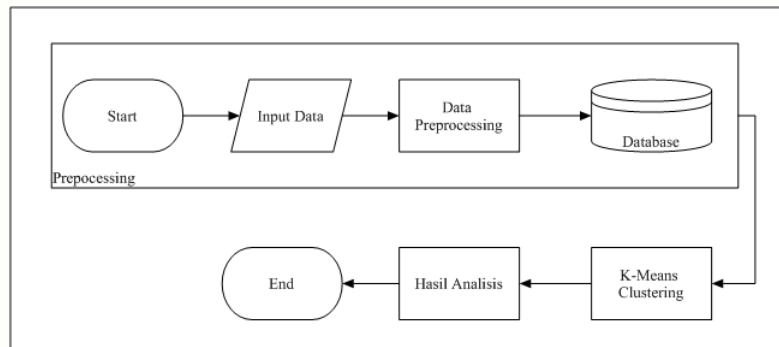
dimana :

$$x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n = \text{Anggota Cluster}$$

3. Perancangan Sistem

3.1 Gambaran Umum Sistem

Secara umum, sistem yang akan dibangun dalam penelitian ini adalah sebuah sistem dengan fungsi utama untuk melakukan pengelompokan pertumbuhan angkutan laut.



Gambar 2.2. Gambaran Umum Proses Pengelompokan Data

Pada gambar 2.2 proses *clustering* dimulai dari input data mentah yang berupa data perusahaan, penumpang dan kapal angkutan laut. Pada tahap kedua yaitu preprocessing data, data akan di cleaning untuk membuang data yang tidak diperlukan. Kemudian pada tahap ini juga terdapat transformasi data dimana data yang berjenis alfabet akan dilakukan inialisasi data terlebih dahulu ke dalam bentuk angka. Tahap selanjutnya yaitu data yang sudah siap akan diinput kedalam *database* agar dapat diproses pada tahap selanjutnya. Tahap ke empat yaitu K-Means Clustering yaitu mengelompokan data sebanyak n data dengan jumlah inialisasi centroid K.

3.2 Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh akan di olah dengan menggunakan metode K-Means Clustering, maka data yang berjenis data alfabet seperti nama provinsi harus di inialisasikan terlebih dahulu dalam bentuk angka,

Tabel 3.1 Data Angkutan Laut pada Tahun 2016

Provinsi	Jumlah Perusahaan		Jumlah Penumpang		Jumlah Unit	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Aceh	11	12	1424162	1515089	6716	7087
Sumatera Utara	58	65	764036	737878	21368	23938
Sumatera Barat	12	16	264222	291389	6424	6801
Riau	162	171	2556935	2454350	74577	90642
Jambi	24	27	12595	22514	2756	3107
Sumatera Selatan	32	34	58985	67124	2826	4279
Bengkulu	2	3	16828	14760	1286	1421
Lampung	9	12	0	0	6242	5931
Bangka Belitung	9	15	302922	270369	9748	10882
Kepulauan Riau	175	213	14669440	15980784	199367	203844
DKI Jakarta	1368	1515	249740	234494	18024	17704
Jawa Barat	29	36	25	4053	6239	6633
Jawa Tengah	27	33	474481	624911	17599	17896
D.I Yogyakarta	0	0	0	0	0	0
Jawa Timur	299	333	1171463	1197382	44072	50146
Banten	38	47	74170	64380	19111	17494
Bali	16	26	3745201	4942631	29473	29701

Provinsi	Jumlah Perusahaan		Jumlah Penumpang		Jumlah Unit	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Nusa Tenggara Barat	3	5	171879	200615	2958	4785
Nusa Tenggara Timur	7	7	1763695	2184694	30234	40921
Kalimantan Barat	83	88	189521	144351	5887	6905
Kalimantan Tengah	9	10	329325	295954	7811	7971
Kalimantan Selatan	94	107	145152	126616	172163	76385
Kalimantan Timur	262	295	550149	483145	40049	30667
Kalimantan Utara	0	1	1005797	762548	9869	12238
Sulawesi Utara	28	42	1502951	1136212	12912	12810
Sulawesi Tengah	13	14	868772	643719	16372	18605
Sulawesi Selatan	40	48	2152983	2069485	29005	30791
Sulawesi Tenggara	13	22	3310025	3349516	35375	38363
Gorontalo	2	2	11020	11388	2634	2636
Sulawesi Barat	0	0	58350	69106	2806	3417
Maluku	28	29	1758689	1828491	19945	21914
Maluku Utara	3	4	1235732	1263122	15773	20171
Papua Barat	12	17	993157	1090846	5423	7456
Papua	28	29	837865	834624	7710	8545

Tabel 3.2 Inisialisasi Nama Provinsi

Nama Provinsi	Inisialisasi
Aceh	1
Sumatera Utara	2
Sumatera Barat	3
Riau	4
Jambi	5
Sumatera Selatan	6
Bengkulu	7
Lampung	8
Bangka Belitung	9
Kepulauan Riau	10
DKI Jakarta	11
Jawa Barat	12
Jawa Tengah	13
D.I Yogyakarta	14
Jawa Timur	15
Banten	16
Bali	17
Nusa Tenggara Barat	18
Nusa Tenggara Timur	19
Kalimantan Barat	20
Kalimantan Tengah	21
Kalimantan Selatan	22
Kalimantan Timur	23
Kalimantan Utara	24
Sulawesi Utara	25
Sulawesi Tengah	26
Sulawesi Selatan	27
Sulawesi Tenggara	28
Gorontalo	29
Sulawesi Barat	30
Maluku	31
Maluku Utara	32
Papua Barat	33
Papua	34

Setelah semua data angkutan laut ditransformasi kedalam bentuk numerik, maka data-data tersebut telah dapat dikelompokkan dengan menggunakan algoritma K-Means Clustering. Perlu langkah-langkah yang harus dilakukan untuk dapat melakukan pengelompokan data tersebut menjadi beberapa cluster, yaitu :

- Tentukan jumlah cluster yang diinginkan. dalam penelitian ini data yang akan dikelompokkan menjadi lima cluster.
- Tentukan titik pusat awal pada setiap cluster. Dalam penelitian ini titik pusat awal ditentukan secara acak dapat dilihat pada table 3.1

Tabel 3.3 Titik Pusat Awal pada setiap cluster

Titik Pusat Awal	Jumlah Perusahaan	Jumlah Penumpang	Jumlah Unit
Cluster 1	2	11388	2636
Cluster 2	5	200615	4785
Cluster 3	17	1090846	7456
Cluster 4	48	2069485	30791
Cluster 5	213	15980784	203844

Setelah nilai k dan pusat cluster diketahui, selanjutnya mengukur jarak antar pusat cluster menggunakan *Euclidian distance*, kemudian akan didapatkan jarak C1, C2, C3, C4 dan C5.

Persamaan *Euclidian distance* :

$$d(x, y) = |x - y| = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_j)^2} \quad (3.1)$$

Perhitungan jarak data pertama dengan pusat cluster pertama :

$$d_{11} = \sqrt{(1515 - 2)^2 + (234494 - 11388)^2 + (17704 - 2636)^2} = 223619.36$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan hasil bahwa jarak data angkutan laut pertama dengan pusat cluster pertama adalah 223619.36.

Tabel 3.4 Contoh Hasil Perhitungan Data ke Setiap Cluster

No	Jarak Ke					Jarak Terdekat ke cluster
	C1	C2	C3	C4	C5	
1	1503707.588	1314476.016	424243.1605	554902.5191	14467033.05	3
2	726802.2422	537604.2896	353352.6109	1331624.634	15243967.64	3
3	280031.9757	90796.38458	799457.2683	1778257.829	15690632.28	2
4	2444546.669	2255369.793	1366039.199	389490.9826	13526907.68	4
5	11135.99309	178108.9059	1068340.852	2047158.196	15959532.47	1

Jika semua data sudah ditempatkan ke dalam cluster terdekat, maka langkah selanjutnya adalah menghitung kembali pusat cluster baru berdasarkan rata-rata anggota yang ada pada setiap cluster tersebut. Setelah titik pusat baru didapatkan, kemudian lakukan kembali proses langkah ketiga hingga data dinyatakan *konvergen*.

4. Pengujian dan Analisis

Pada clustering yang akan dilakukan, titik pusat awal ditentukan secara acak, yang digunakan untuk pembandingan antara tahun 2016 dan tahun 2017.

4.1 Hasil Akhir Clustering 2016

Ketika pengujian menggunakan 5 cluster, pada data tahun 2016 dilakukan hingga iterasi clustering data kunjungan angkutan laut terjadi sebanyak 5 kali iterasi. Pada iterasi ke-5, titik pusat pada dari setiap cluster sudah tidak berubah dan tidak ada lagi data yang berpindah cluster.

Tabel Hasil Clustering Akhir

Clustering	Provinsi in Clustering	Minimal Unit	Maksimal Unit
Cluster 1	Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Jawa Barat, DI Yogyakarta, Banten, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Gorontalo, Sulawesi Barat	0	172163
Cluster 2	Sumatera Utara, Sumatera Barat, Bangka Belitung, DKI Jakarta, Jawa Tengah, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur	6424	40049
Cluster 3	Aceh, Jawa Timur, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua	5423	44072
Cluster 4	Riau, Bali, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara	29005	74577
Cluster 5	Kepulauan Riau	199367	199367

Gambar 4.1 Tabel Hasil Clustering

Gambar 4.1 menunjukkan hasil akhir dari perhitungan jarak data dengan pusat cluster akan dilakukan perbandingan dan dipilih jarak terdekat antara data dengan pusat cluster, jarak ini menunjukkan bahwa data tersebut dalam satu kelompok dengan pusat cluster.

4.2 Hasil Akhir Clustering 2017

Ketika pengujian menggunakan 5 cluster, pada data tahun 2017 dilakukan hingga iterasi clustering data kunjungan angkutan laut terjadi sebanyak 9 kali iterasi. Pada iterasi ke-9, titik pusat pada dari setiap cluster sudah tidak berubah dan tidak ada lagi data yang berpindah cluster.

Tabel Hasil Clustering Akhir

Clustering	Provinsi in Clustering	Minimal Unit	Maksimal Unit
Cluster 1	Sumatera Barat, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Bangka Belitung, DKI Jakarta, Jawa Barat, DI Yogyakarta, Banten, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Gorontalo, Sulawesi Barat	0	76385
Cluster 2	Sumatera Utara, Jawa Tengah, Jawa Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Maluku Utara, Papua Barat, Papua	7456	50146
Cluster 3	Aceh, Riau, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Selatan, Maluku	7087	90642
Cluster 4	Bali, Sulawesi Tenggara	29701	38363
Cluster 5	Kepulauan Riau	203844	203844

Gambar 4.2 Hasil Iterasi ke-9

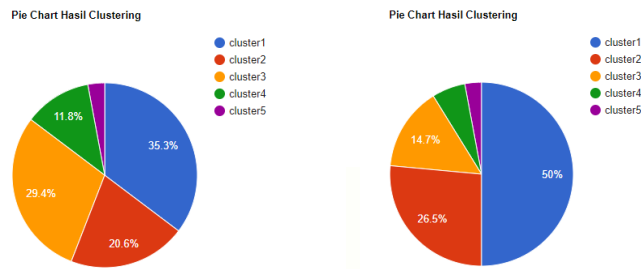
Gambar 4.2 menunjukkan jika hasil pada cluster terpilih telah sama dengan hasil pada cluster sebelumnya, maka iterasi dihentikan karena data sudah konvergen

Tabel 3.5 Hasil Cluster Laut pada Tahun 2016 dan 2017

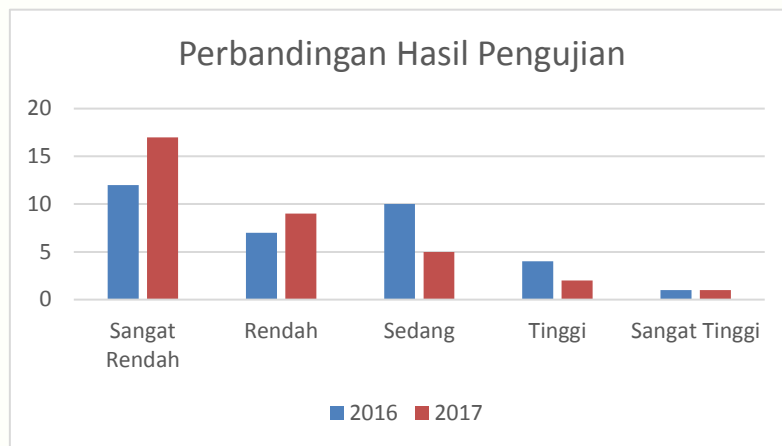
Cluster	Tahun 2016	Tahun 2017
C1	Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Jawa Barat, DI Yogyakarta, Banten, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Gorontalo, Sulawesi Barat	Sumatera Barat, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu, Lampung, Bangka Belitung, DKI Jakarta, Jawa Barat, DI Yogyakarta, Banten, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Gorontalo, Sulawesi Barat
C2	Sumatera Utara, Sumatera Barat, Bangka Belitung, DKI Jakarta, Jawa Tengah, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur	Sumatera Utara, Jawa Tengah, Jawa Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Maluku Utara, Papua Barat, Papua
C3	Aceh, Jawa Timur, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, Papua	Aceh, Riau, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Selatan, Maluku
C4	Riau, Bali, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara	Bali, Sulawesi Tenggara
C5	Kepulauan Riau	Kepulauan Riau

Diagram Hasil Clustering

Diagram Hasil Clustering



Gambar 4.3 Pie Chart Hasil Clustering 2016 dan 2017



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan antara tahun 2016 dan 2017

Pada tabel 4.7, di tahun 2017 mengalami perubahan di beberapa provinsi. Seperti DKI Jakarta, pada tahun 2016 Jakarta berada dalam cluster 2, namun pada tahun 2017 DKI Jakarta turun ke cluster 1. Hal ini menunjukkan rendahnya minat masyarakat untuk menggunakan transportasi laut terlihat dari grafik tahun 2017 terdapat 17 provinsi dengan kategori sangat rendah. Sedangkan pada cluster 5 masih ditempati oleh provinsi Kepulauan Riau yang justru mengalami kenaikan. Hal ini memberikan gambaran bahwa angkutan laut masih menjadi moda angkutan yang diminati masyarakat pada tahun 2017, khususnya masyarakat yang berada atau tinggal di wilayah perairan atau kepulauan seperti masyarakat di Provinsi Kepulauan Riau. Ada beberapa faktor yang menyebabkan turunnya jumlah minat penumpang dan kunjungan kapal pelayaran yaitu :

a. Keadaan Cuaca

Faktor cuaca sangat mempengaruhi perjalanan kapal, karena hempasan ombak dan gelombang tinggi bisa mengakibatkan badan kapal bocor

b. Medan/Lintasan

Medan lautan juga sangat mempengaruhi perjalanan kapal, karena banyaknya karang dan batuan yang dapat mengganggu perjalanan kapal. Maka dari itu sangat penting untuk menentukan posisi jalur aman yang bisa dilintasi.

c. Kondisi Kapal

Kondisi kapal menjadi faktor utama yang mempengaruhi perjalanan kapal. Kondisi kapal yang sudah tua, menjadi pertimbangan penumpang untuk ikut berlayar atau mencari transportasi lain.

d. Kondisi Pelabuhan

Pelabuhan merupakan tempat berlabuh kapal, namun banyak sekali pelabuhan-pelabuhan yang tidak dapat disinggahi karena dianggap kurang efisien dan tidak dilengkapi atau dikelola dengan baik.

e. Selera Konsumen

Selera atau keinginan konsumen dalam menggunakan transportasi laut sangat berpengaruh dikarenakan kondisi perjalanan yang jauh dan jarak tempuh yang lama mengakibatkan konsumen lebih memilih transportasi lain seperti pesawat terbang, kemudian tarif angkutan menjadi pertimbangan konsumen dalam memilih transportasi laut jika ingin bepergian jauh.

5. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan sebelumnya pada clustering data angkutan laut tahun 2016 sampai 2017 dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Penggunaan K-Means Clustering dalam mengelompokan data relatif cepat dan mudah untuk digunakan.
2. Hasil dari pengelompokan data menggunakan K-Means Clustering menghasilkan cluster sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.
3. Perubahan hasil cluster dari proses clustering data penumpang dan kapal angkutan laut tahun 2016 dan 2017 bisa disebabkan oleh beberapa faktor seperti kondisi cuaca yang buruk untuk melakukan pelayaran, kondisi perairan, pasang atau surut air laut, kondisi kapal dan tidak ada pelabuhan di daerah tersebut atau pelabuhan di tempat itu kurang layak untuk disinggahi juga selara konsumen.

Daftar Pustaka:

- [1] B. P. Statistik, "Statistik Transportasi Laut 2017," p. 29, 2017.
- [2] D. D. T. Larose, *Data mining methods and models*. 2006.
- [3] Y. Darmi and A. Setiawan, "Penerapan Metode Clustering K-Means Dalam Pengelompokan Penjualan Produk," *J. Media Infotama*, vol. 12, no. 2, pp. 148–157, 2016.
- [4] D. R. Ningrat, D. A. I. Maruddani, and T. Wuryandari, "Analisis Cluster Dengan Algoritma K-Means Dan Fuzzy C-Means Clustering Untuk Pengelompokan Data Obligasi Korporasi," *J. Gaussian*, vol. 5, no. 4, pp. 641–650, 2016.
- [5] PUSTIKOM Kementerian Perhubungan, "Statistik Perhubungan Buku I 2017," 2018.
- [6] E. R. Gultom, "Merefungsi Pengangkutan Laut Indonesia Melalui Tol Laut Untuk Pembangunan Ekonomi Indonesia Timur," *Develop*, vol. 1, no. 2, 2017.
- [7] Nurhanisah, "Peranan transportasi laut dalam mendukung pemenuhan kebutuhan barang logistik pada pulau sebatik provinsi kalimantan utara," 2017.
- [8] M. N. Mara and N. Satyahadewi, "Pengklasifikasian Karakteristik Dengan Metod K-Means Cluster Analysis," *Bul. Ilm.*, vol. 02, no. 2, pp. 133–136, 2013.
- [9] T. S. Madhulatha, "an Overview on Clustering Methods," *IOSR J. Eng.*, vol. 02, no. 04, pp. 719–725, 2012.
- [10] Y. Agusta, S. Bali, and B. Denpasar, "K-Means – Penerapan, Permasalahan dan Metode Terkait," *J. Sist. dan Inform.*, vol. 3, no. Pebruari, pp. 47–60, 2007.
- [11] Narwati, "Pengelompokan Mahasiswa Menggunakan Algoritma K-Means," *J. Din. Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–7, 2010.
- [12] A. Bastian *et al.*, "Penerapan Algoritma K-Means Clustering Analysis Pada Penyakit Menular Manusia (Studi Kasus Kabupaten Majalengka)," no. 1, pp. 26–32.