

Penerapan Data Mining Dalam Meningkatkan Mutu Perawatan dan Perbaikan Perlengkapan Alat-Alat Kapal Laut Menerapkan Metode *K-Means Clustering*

Yulifa Esfana Putri Sinaga, Garuda Ginting, Melda Panjaitan

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia

Email: yulifasinaga@gmail.com

Submitted: 03/12/2020; Accepted: 26/02/2021; Published: 30/05/2021

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk mengusulkan dalam menjalankan kegiatan berlayar pada kapal KN. Arcturus pada setiap minggu, sehingga kegiatan perawatan dan pemeliharaan perlu dilakukan dengan baik dan dijadwalkan agar tidak mengganggu kegiatan produksi yang sedang berlangsung. Kerusakan mesin saat ini masih terhitung tinggi dan memerlukan waktu perbaikan yang cukup lama, yang diusulkan adalah preventive maintenance dengan menggunakan teknik Clustering. Metode yang digunakan adalah K-Means Clustering. Dengan menggunakan metode ini data-data yang telah didapatkan dapat dikelompokkan ke dalam beberapa cluster, berdasarkan kemiripan dari data-data tersebut, sehingga data-data yang memiliki karakteristik yang sama dikelompokkan dalam satu cluster dan yang memiliki karakteristik yang berbeda dikelompokkan dalam cluster yang lain. Berlimpahnya data tersebut dapat kita manfaatkan untuk mencari informasi yang tersembunyi dari data-data tersebut. Untuk dapat mengetahui informasi yang tersembunyi dari data-data tersebut, maka perlu dilakukan pengolahan terhadap data-data tersebut. Proses pengolahan data tersebut disebut juga dengan Data Mining. Dengan adanya pengelompokan ini maka akan mengetahui hasil dari data yang dianalisa.

Kata Kunci: Preventive Maintenance; Data Mining; Clustering; K-Means

Abstract—This study aims to propose in carrying out sailing activities on the KN. Arcturus ship every week, so that maintenance and maintenance activities need to be carried out properly and scheduled so as not to interfere with ongoing production activities. The current machine breakdown is still relatively high and requires a long repair time, what is proposed is preventive maintenance using the Clustering technique. The method used is K-Means Clustering. By using this method, the data that has been obtained can be grouped into several clusters, based on the similarity of these data, so that data that has the same characteristics are grouped into one cluster and those that have different characteristics are grouped into another cluster. We can use the abundance of data to find hidden information from these data. In order to find out the hidden information from these data, it is necessary to process the data. The data processing process is also known as data mining. With this grouping it will know the results of the analyzed data.

Keywords: Preventive Maintenance; Data Mining; Clustering; K-Means

1. PENDAHULUAN

Kapal merupakan alat transportasi perhubungan manusia dan pengiriman barang suatu daerah ke daerah lain, bahkan sampai dari suatu negara ke negara lain. Kapal dapat dikelompokkan dalam bermacam-macam jenis, karena didalam golongan kapal dibedakan berdasarkan bahan pembuat kapal, seperti yang ada pada alat penggeraknya, fungsi dan kegunaan kapal.

Kapal yang digunakan untuk mengangkut barang atau penumpang, pada dasarnya kapal yang digunakan untuk semua kegiatan baik untuk mengangkut barang atau penumpang serta kegiatan lainnya akan memerlukan sistem keamanan dan alat-alat kapal yang lainnya pada saat kapal beroperasi. Karena kapal di anggap sebagai sarana transportasi yang sangat berperan penting. Oleh karena itu, pengoperasian alat angkutan dan alat navigasi, mesin kapal serta alat keselamatan pada kapal memerlukan perawatan dan perbaikan yang baik.

K-Means mempunyai kemampuan mengelompokkan data dalam jumlah yang cukup besar dengan waktu komputasi yang *relatif* dan *efisien*. Namun *K-Means* mempunyai kelemahan yang diakibatkan oleh penentuan pusat awal *cluster*. Hasil *cluster* yang terbentuk dari metode *K-Means* ini sangatlah tergantung pada inisiasi pusat awal *cluster* yang diberikan [1], [2].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Data Mining

Istilah data mining memiliki beberapa padanan seperti *Knowledge discovery* ataupun *pattern recognition*. Kedua istilah tersebut yang sebenarnya memiliki ketepatannya masing-masing. Istilah dari *Knowledge discovery* atau (penemuan pengetahuan) tepat karena tujuan utama dari data mining memang untuk mendapatkan pengetahuan yang masih tersembunyi didalam bongkahan data. Istilah *pattern recognition* atau (pengenalan pola) tepat untuk digunakan karena pengetahuan yang hendak digali memang berbentuk pola-pola yang mungkin juga yang masih perlu digali dari dalam bongkahan data yang tengah dihadapi [3].

2.2 Clustering

Biasanya proses *clustering* dalam tujuan ini hanya sebagai proses awal untuk kemudian dilanjutkan dengan pekerjaan ini seperti *summarization* (rata-rata, standar deviasi), pelabelan kelas pada setiap kelompok untuk kemudian digunakan sebagai data latih klasifikasi, dan sebagainya. Sementara jika tujuannya untuk penggunaan, biasanya tujuan utama untuk mencari *prototype cluster* yang paling *representative* terhadap data dan memberikan abstraksi dan setiap objek data dalam *cluster* dimana sebuah data terletak didalamnya[3].

2.3 Algoritma K-Means

K-means merupakan salah satu teknik pengelompokan yang bekerja berdasarkan *partitioned clustering*. Prinsip kerja dari pengelompokan *hierarchical clustering* dilakukan secara bertahap. Dan disetiap iterasi dari pengelompokan *hierarchical clustering* hanya ada satu pemilihan penggabungan suatu item terhadap item lainnya. Sedangkan prinsip kerja dari pengelompokan *partitioned clustering* adalah mengelompokkan item secara acak karena dipengaruhi *centroid*. Dan dalam setiap iterasi dari pengelompokan *partitioned clustering* dapat memungkinkan untuk terjadinya lebih dari satu pemilihan item yang akan digabungkan[4]–[7].

K-Means merupakan salah satu metode data *clustering non hirarki* yang berusaha mempartisi data yang ada ke dalam bentuk satu atau lebih cluster atau kelompok. Metode ini mempartisi ke dalam cluster atau kelompok sehingga data yang memiliki karakteristik yang sama (*High intra class similarity*) dikelompokkan ke dalam satu cluster yang sama yang memiliki karakteristik yang berbeda (*Low inter class similarity*) dikelompokkan pada kelompok yang lain. Proses *clustering* dimulai dengan mengidentifikasi data yang akan dicluster, X_{ij} ($i=1, \dots, n$; $j=1, \dots, m$) dengan n adalah jumlah data yang akan dicluster dan m adalah jumlah variabel. Pada awal iterasi, pusat setiap cluster ditetapkan secara bebas (sembarang), C_{kj} ($k=1, \dots, k$; $j=1, \dots, m$). Kemudian dihitung jarak antara setiap data dengan setiap pusat cluster. Untuk melakukan perhitungan jarak data ke- i (x_i) pada pusat cluster ke- k (c_k), diberi nama (d_{ik}), dapat digunakan formula Euclidean, seperti pada persamaan (1), yaitu:

$$d_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - c_{ij})^2} \quad (1)$$

Suatu data akan menjadi anggota dari cluster ke- k apabila jarak data tersebut ke pusat cluster ke- k bernilai paling kecil jika dibandingkan dengan jarak ke pusat cluster lainnya. Hal ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2) selanjutnya, kelompokkan data-data yang menjadi anggota pada setiap cluster.

$$\text{Min} \sum_{k=1}^k d_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - c_{ij})^2} \quad (2)$$

Nilai pusat cluster yang baru dapat dihitung dengan cara mencari nilai rata-rata dari data-data yang menjadi anggota pada cluster tersebut, dengan menggunakan rumus pada persamaan (3):

$$c_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^p x_{ij}}{p} \quad (3)$$

Dimana $x_{ij} \in \text{cluster ke } k$

p = banyaknya anggota cluster ke k

Langkah-langkah pada proses *clustering* dengan menggunakan algoritma K-Means, adalah sebagai berikut:

1. Menentukan Jumlah Cluster: Jumlah cluster yang ditentukan untuk mengelompokkan data pada penelitian ini sebanyak 2 cluster.
2. Menentukan Centroid Pusat awal cluster (*centroid*) ditentukan secara random atau acak.
3. Menghitung Jarak dari Centroid Menghitung jarak antara titik *centroid* dengan titik tiap objek dengan menggunakan *Euclidian Distance*.
4. Alokasikan masing-masing objek ke *centroid* terdekat. Dan untuk mengalokasikan objek ke dalam masing-masing pada cluster dengan cara mengelompokkan berdasarkan jarak minimum objek ke pusat cluster.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perawatan adalah kegiatan yang dilaksanakan secara terus menerus atau berkesinambungan terhadap peralatan dan perlengkapan agar kapal selalu dalam keadaan baik dilaut dan siap operasi. Dalam suatu usaha untuk dapat terus menggunakan fasilitas agar kegiatan operasi dapat berlangsung dibutuhkan kegiatan perawatan. Kegiatan perawatan bertujuan untuk memperbaiki *performance* mesin, baik untuk jangka pendek atau jangka panjang. Untuk jangka pendek diharapkan adanya kenaikan dalam produktifitas mesin, dan untuk jangka panjang diharapkan umur mesin lebih panjang (dibandingkan jika tidak dirawat dengan baik). Adapun yang merupakan masalah teknis dalam hal ini adalah persoalan – persoalan yang menyangkut kemungkinan-kemungkinan timbulnya kemacetan atau kerusakan yang disebabkan karena kondisi fasilitas atau peralatan operasi yang tidak baik.

Sedangkan permasalahan untuk keselamatan maka perawatan ditingkatkan dalam hal ini adalah masalah yang menyangkut bagaimana usaha yang harus dilakukan agar kegiatan perawatan yang dibutuhkan secara teknis dapat efisien. *Dataset* yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan *dataset* dari Instansi Distrik Navigasi data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data perencanaan perawatan dan perbaikan perlengkapan alat-alat kapal, yang didapatkan dari instansi Distrik Navigasi pada kapal KN.Arcurus.

Berikut ini adalah data nama perlengkapan alat-alat kapal yaitu sebanyak 25 komponen alat yang didapatkan dari studi kasus yang telah dikelompokkan.

Tabel 1. Data set atau data awal

No	Perlengkapan Alat-Alat Kapal	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan (%)	Perencanaan Kegiatan Rutin
1.	Daun/Tongkat Kemudi	10	0,3	Perawatan
2.	Jangkar/Rantai Sistem	12	0,25	Perawatan
3.	Sistem Pengeras Suara	8	0,5	Perbaikan
4.	Gps navigator	12	0,4	Perawatan
5.	Navigational Echo Sounder	24	0,6	Perbaikan
6.	Sistem Pemadam	2	0,1	Perbaikan
7.	Tetrahed Radar Reflector	12	0,15	Perawatan
8.	Suling Kapal	2	0,2	Perbaikan
9.	Radar Kapal	10	0,25	Perawatan
10.	Sekat	7	0,3	Perbaikan
11.	Bolder	5	0,45	Perawatan
12.	Transmitter	3	0,25	Perbaikan
13.	Clinometer	9	0,2	Perawatan
14.	Pipa Bahan Bakar	13	0,35	Perbaikan
15.	Pipa Pendingin	15	0,15	Perbaikan
16.	Emergency Doppler Speed Log	20	0,85	Perbaikan
17.	Lampu Navigasi	20	0,7	Perbaikan
18.	Sextan	6	0,45	Perbaikan
19.	Bel	12	0,2	Perawatan
20.	Hand lead	2	0,15	Perbaikan
21.	Propeller	4	0,25	Perawatan
22.	Parachute Distress Signal	18	0,4	Perawatan
23.	Walkie Talkie	10	0,8	Perawatan
24.	Power Supply	24	0,85	Perbaikan
25.	Aton Controller Panel (Standard)	19	0,75	Perawatan

3.1 Penerapan Algoritma K-Means

Berdasarkan data dan langkah-langkah yang ada di atas maka akan dilakukan pemilihan 3 centroid awal sebagai proses inialisasi yaitu:

Tabel 2. Pemilihan Centroid Secara Acak

Centroid	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan
C ₁	2	0,1
C ₂	12	0,25
C ₃	24	0,85

Cluster 1 : diambil dari data ke-6

Cluster 2 : diambil dari data ke-2

Cluster 3 : diambil dari data ke-24

Menghitung jarak setiap data ke centroid terdekat, centroid terdekat akan menjadi cluster yang diikuti oleh data tersebut. Berikut ini akan dihitung jarak data pertama ke pusat cluster pertama

Iterasi 1 :

- $d(x_1, c_1) = \sqrt{(10 - 2)^2 + (0,3 - 0,1)^2} = \sqrt{64 + 0,04} = 8,002$
 $d(x_1, c_2) = \sqrt{(10 - 12)^2 + (0,3 - 0,25)^2} = \sqrt{4 + 0,0025} = 2,000$
 $d(x_1, c_3) = \sqrt{(10 - 24)^2 + (0,3 - 0,85)^2} = \sqrt{196 + 0,3025} = 14,010$
- $d(x_2, c_1) = \sqrt{(12 - 2)^2 + (0,25 - 0,1)^2} = \sqrt{100 + 0,36} = 10,14$
 $d(x_2, c_2) = \sqrt{(12 - 12)^2 + (0,25 - 0,25)^2} = 0,000$
 $d(x_2, c_3) = \sqrt{(12 - 24)^2 + (0,25 - 0,85)^2} = \sqrt{144 + 0,36} = 12,014$
- $d(x_3, c_1) = \sqrt{(8 - 2)^2 + (0,5 - 0,1)^2} = \sqrt{36 + 0,16} = 6,013$
 $d(x_3, c_2) = \sqrt{(8 - 12)^2 + (0,5 - 0,25)^2} = \sqrt{16 + 0,0625} = 4,007$
 $d(x_3, c_3) = \sqrt{(8 - 24)^2 + (0,5 - 0,85)^2} = \sqrt{256 + 0,1225} = 16,003$

Proses pada iterasi pertama dilanjutkan sampai dengan pencarian jarak pada data ke 25 (x₂₅) terhadap masing – masing titik pusat cluster. Dari perhitungan di atas maka hasilnya dapat di bentuk kedalam tabel centroid

untuk menentukan cluster 1, cluster 2, dan cluster 3, jarak terdekat dengan cluster serta menentukan cluster yang diikuti sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Alokasi Data Ke Klaster Jarak Ke Centroid

Data ke-i	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Jarak Centroid terdekat	Cluster yang diikuti
1.	8,002	2,000	14,010	2,000	2
2.	10,001	0,000	12,014	0,000	2
3.	6,013	4,007	16,003	4,007	2
4.	10,004	0,15	12,008	0,15	2
5.	22,005	12,005	0,25	0,25	3
6.	0,000	10,001	22,012	0,000	1
7.	10,000	0,1	12,020	0,1	2
8.	0,1	10,000	22,009	0,1	1
9.	8,001	2	14,012	2	2
10.	5,003	5,000	17,008	5,000	2
11.	3,020	7,002	10,004	3,020	1
12.	1,011	9	21,008	9	2
13.	7,000	3,000	15,014	3,000	2
14.	11,002	1,004	11,011	1,004	2
15.	13,000	3,001	9,027	3,001	2
16.	18,015	8,022	4	4	3
17.	18,009	8,012	4,002	4,002	3
18.	4,015	6,003	18,004	4,015	1
19.	10,000	0,05	12,017	0,05	2
20.	0,05	10,000	22,011	0,05	1
21.	2,005	8	20,008	8	2
22.	16,002	6,001	6,016	6,001	2
23.	8,030	2,074	14,000	2,074	2
24.	22,012	12,014	0,000	0,000	3
25.	17,012	7,017	6,000	6,000	3

Dari hasil data yang dipermulasikan di klaster 1, 2, dan 3 maka data tersebut dimasukkan kedalam tabel cluster 1, tabel cluster 2 ,dan tabel cluster 3. Berikut ini merupakan data klaster yang pertama sebanyak 5:

Tabel 4. Pengelompokan cluster yang ke-1 data set

Data Ke-i	Perlengkapan Alat-Alat Kapal	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan (%)	Perencanaan Kegiatan Rutin
6.	Sistem Pemadam	2	0,1	Perbaikan
8.	Suling Kapal	2	0,2	Perbaikan
11.	Bolder	5	0,45	Perawatan
18.	Sextan	6	0,45	Perbaikan
20.	Hand Lead	2	0,15	Perbaikan

Berikut ini merupakan data klaster yang kedua sebanyak 15 :

Tabel 5. pengelompokan cluster yang ke-2 Data Set

Data Ke-i	Perlengkapan Alat-Alat Kapal	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan (%)	Perencanaan Kegiatan Rutin
1.	Daun/Tongkat Kemudi	10	0,3	Perawatan
2.	Jangkar/Rantai Sistem	12	0,25	Perawatan
3.	Sistem Pengeras Suara	8	0,5	Perbaikan
4.	Gps navigator	12	0,4	Perawatan
7.	Tetrahed Radar Reflector	12	0,15	Perawatan
9.	Radar Kapal	10	0,25	Perawatan
10.	Sekat	7	0,3	Perbaikan
12.	Transmitter	3	0,25	Perbaikan
13.	Clinometer	9	0,2	Perawatan
14.	Pipa Bahan Bakar	13	0,35	Perbaikan
15.	Pipa Pendingin	15	0,15	Perbaikan

Data Ke-i	Perlengkapan Alat-Alat Kapal	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan (%)	Perencanaan Kegiatan Rutin
19.	Bel	12	0,2	Perawatan
21.	Propeller	4	0,25	Perawatan
22.	Parachute Distress Signal	18	0,4	Perawatan
23.	Walkie Talkie	10	0,8	Perbaikan

Berikut ini merupakan data klaster yang pertama sebanyak 5 :

Tabel 6. pengelompokan cluster yang ke-3 Data Set

Data Ke-i	Perlengkapan Alat-Kapal	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan (%)	Perencanaan Kegiatan Rutin
5.	Navigational Echo Sounder	24	0,6	Perbaikan
16.	Emergency Doppler Speed Log	20	0,85	Perbaikan
17.	Lampu Navigasi	20	0,7	Perbaikan
24.	Power Supply	24	0,85	Perbaikan
25.	Aton Controller Panel (Standard)	19	0,75	Perawatan

Rata-rata yang didapatkan dari 3 cluster tersebut adalah centroid baru yang di dapat.

Tabel 7. Centroid baru yang didapat

Centroid	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan (%)
C ₁	3,4	0,27
C ₂	10,3	0,37
C ₃	21,4	0,75

Nilai fungsi objektif didapatkan dari Euclidean kuadrat antara setiap data dengan centroid dari cluster yang diikuti.

Tabel 8. hasil simulasi K-Means dengan tabel cluster

Data Ke-i	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
1.	0	0,0949	0
2.	0	2,9044	0
3.	0	5,3069	0
4.	0	2,8909	0
5.	0	0	6,7825
6.	1,4289	0	0
7.	0	0	0
8.	1,4049	0	0
9.	0	0,1044	0
10.	0	10,8949	0
11.	2,5924	0	0
12.	0	53,3044	0
13.	0	1,7189	0
14.	0	7,2904	0
15.	0	2,9189	0
16.	0	0	1,97
17.	0	0	1,9625
18.	6,7924	0	0
19.	0	2,9189	0
20.	1,4144	0	0
21.	0	39,7044	0
22.	0	59,2909	0
23.	0	0,2749	0
24.	0	0	6,77
25.	0	0	5,76

Dari hasil iterasi 1 maka didapatkan jumlah fungsi objektif sebanyak 226,4961 yang didapatkan dengan cara menjumlahkan seluruh hasil iterasi 1, iterasi 2 dan iterasi 3, dimana pada tabel cluster 1, cluster 2 dan cluster 3 didominasi oleh cluster yang ke-1. Maka dari hasil tersebut akan dikurangi dengan cara menentukan angka acak dimana angka yang dipilih oleh penulis adalah 288,85 di simbolkan dengan X. sehingga akan mengalami perubahan fungsi objektif J.

$$J = 226,4961$$

$$X = 288,85$$

Perubahan fungsi objektif di dapat $288,85 - 226,4961 = 62,3539$

Karena perubahan fungsi objektif masih di atas ambang batas yang di tetapkan, maka proses dilanjutkan ke iterasi berikutnya.

Iterasi 2 :

Menghitung jarak setiap data ke centroid terdekat. Centroid terdekat akan menjadi cluster yang diikuti oleh data tersebut. Dimana data centroid baru didapatkan dari hasil rata-rata jumlah anggota setiap cluster.

Tabel 9. hasil centroid baru

Centroid	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan (%)
C ₁	3,4	0,27
C ₂	10,3	0,37
C ₃	21,4	0,75

- $d(x_1, c_1) = \sqrt{(10 - 3,4)^2 + (0,3 - 0,27)^2} = \sqrt{43,56 + 0,0009} = 6,600$
 $d(x_1, c_2) = \sqrt{(10 - 10,3)^2 + (0,3 - 0,37)^2} = \sqrt{0,09 + 0,0049} = 0,308$
 $d(x_1, c_3) = \sqrt{(10 - 21,4)^2 + (0,3 - 0,75)^2} = \sqrt{129,96 + 0,2025} = 11,408$
- $d(x_2, c_1) = \sqrt{(12 - 3,4)^2 + (0,25 - 0,27)^2} = \sqrt{73,96 + 0,0004} = 8,600$
 $d(x_2, c_2) = \sqrt{(12 - 10,3)^2 + (0,25 - 0,37)^2} = \sqrt{2,89 + 0,0144} = 1,704$
 $d(x_2, c_3) = \sqrt{(12 - 21,4)^2 + (0,25 - 0,75)^2} = \sqrt{88,36 + 0,25} = 9,413$
- $d(x_3, c_1) = \sqrt{(8 - 3,4)^2 + (0,5 - 0,27)^2} = \sqrt{21,16 + 0,0529} = 4,605$
 $d(x_3, c_2) = \sqrt{(8 - 10,3)^2 + (0,5 - 0,37)^2} = \sqrt{5,29 + 0,0169} = 2,303$
 $d(x_3, c_3) = \sqrt{(8 - 21,4)^2 + (0,5 - 0,75)^2} = \sqrt{179,56 + 0,0625} = 13,402$

Tabel 10. hasil alokasi data ke klaster yang ke-2 Jarak Ke Centroid

Data ke-i	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Jarak Centroid terdekat	Cluster yang diikuti
1.	6,600	0,308	11,408	0,308	2
2.	8,600	1,704	9,413	1,704	2
3.	4,065	2,303	13,402	2,303	2
4.	8,600	1,700	9,406	1,700	2
5.	20,602	13,701	2,604	2,604	3
6.	1,410	8,304	19,410	1,410	1
7.	8,600	1,714	9,149	1,714	2
8.	1,410	8,301	19,407	1,410	1
9.	6,600	0,323	11,410	0,323	2
10.	3,600	3,300	14,407	3,300	2
11.	1,610	5,300	16,402	1,610	1
12.	0,400	7,300	18,406	0,400	1
13.	5,600	1,311	12,412	1,311	2
14.	9,600	2,700	8,409	2,700	2
15.	11,600	4,705	6,428	4,705	2
16.	16,610	9,711	1,403	1,403	3
17.	16,605	9,705	1,400	1,400	3
18.	2,606	4,300	15,402	2,606	1
19.	8,600	1,708	9,383	1,708	2
20.	1,405	8,302	19,409	1,045	1
21.	0,600	6,301	4,201	0,600	1
22.	14,600	7,700	3,417	3,417	3
23.	6,621	0,524	11,400	0,524	2
24.	20,608	13,708	2,601	2,601	3
25.	15,607	8,708	2,4	2,4	3

Dari hasil data yang dipermulasikan di kluster 1, 2, dan 3 pada Iterasi 2 maka data tersebut dimasukkan kedalam tabel cluster 1, tabel cluster 2 dan tabel cluster 3. Berikut ini merupakan data kluster yang pertama sebanyak 7:

Tabel 11. pengelompokan cluster yang ke-1

Data Ke-i	Perlengkapan Alat-Kapal	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan(%)	Perencanaan Kegiatan Rutin
6.	Sistem Pemadam	2	0,1	Perbaikan
8.	Suling Kapal	2	0,2	Perbaikan
11.	Bolder	5	0,45	Perawatan
12.	Transmitter	3	0,25	Perbaikan
18.	Sextan	6	0,45	Perbaikan
20.	Hand Lead	2	0,15	Perbaikan
21.	Propeller	4	0,25	Perawatan

Berikut ini merupakan data kluster yang kedua sebanyak 12 :

Tabel 12. pengelompokan cluster yang ke-2

Data Ke-i	Perlengkapan Alat-Kapal	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan(%)	Perencanaan Kegiatan Rutin
1.	Daun/Tongkat Kemudi	10	0,3	Perawatan
2.	Jangkar/Rantai Sistem	12	0,25	Perawatan
3.	Sistem Pengeras Suara	8	0,5	Perbaikan
4.	Gps navigator	12	0,4	Perawatan
7.	Tetrahed Radar Reflector	12	0,15	Perawatan
9.	Radar Kapal	10	0,25	Perawatan
10.	Sekat	7	0,3	Perbaikan
13.	Clinometer	9	0,2	Perawatan
14.	Pipa Bahan Bakar	13	0,35	Perbaikan
15.	Pipa Pendingin	15	0,15	Perbaikan
19.	Bel	12	0,2	Perawatan
23.	Walkie Talkie	10	0,8	Perbaikan

Berikut ini merupakan data kluster yang pertama sebanyak 5 :

Tabel 13. pengelompokan cluster yang ke-3

Data Ke-i	Perlengkapan Alat-Kapal	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan (%)	Perencanaan Kegiatan Rutin
5.	Navigational Echo Sounder	24	0,6	Perbaikan
16.	Emergency Doppler Speed Log	20	0,85	Perbaikan
17.	Lampu Navigasi	20	0,7	Perbaikan
22.	Parachute Distress Signal	18	0,4	Perawatan
24.	Power Supply	24	0,85	Perbaikan
25.	Aton Controller Panel (Standard)	19	0,75	Perawatan

Rata-rata yang didapatkan dari 3 cluster dari Iterasi 2 tersebut adalah centroid baru yang didapat.

Tabel 14. Centroid baru yang didapat

Centroid	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan(%)
C ₁	3,4	0,26
C ₂	10,8	0,32
C ₃	20,8	0,69

Nilai fungsi objektif didapatkan dari Euclidean kuadrat antara setiap data dengan centroid dari cluster yang diikuti.

Tabel 15. hasil simulasi K-Means tabel cluster Iterasi 2

Data Ke-i	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
1.	0	0,6404	0
2.	0	1,4449	0
3.	0	7,8724	0
4.	0	1,4464	0
5.	0	0	10,2481
6.	1,9856	0	0
7.	0	1,4689	0
8.	1,9636	0	0
9.	0	0,6449	0
10.	0	14,4404	0
11.	2,5961	0	0
12.	0,1601	0	0
13.	0	3,2544	0
14.	0	4,8409	0
15.	0	17,6689	0
16.	0	0	0,6656
17.	0	0	0,6401
18.	6,7961	0	0
19.	0	1,4544	0
20.	1,9721	0	0
21.	0,3601	0	0
22.	0	0	7,9241
23.	0	0,8704	0
24.	0	0	10,2656
25.	0	0	3,2434

Didapatkan nilai fungsi objektif $j = 104,86754$

Perubahan fungsi objektif di dapat $226,4961 - 104,86754 = 121,62856$

Karena perubahan fungsi objektif masih di atas ambang batas yang di tetapkan, maka proses dilanjutkan ke iterasi berikutnya.

Iterasi 3:

Menghitung jarak setiap data ke centroid terdekat. Centroid terdekat akan menjadi cluster yang diikuti oleh data tersebut. Dimana data centroid baru didapatkan dari hasil rata-rata jumlah anggota setiap cluster.

Tabel 16. Hasil centroid baru

Centroid	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan (%)
C ₁	3,4	0,26
C ₂	10,8	0,32
C ₃	20,8	0,69

- $d(x_{1,c_1}) = \sqrt{(10 - 3,4)^2 + (0,3 - 0,26)^2} = \sqrt{43,56 + 0,0016} = 6,600$
 $d(x_{1,c_2}) = \sqrt{(10 - 10,8)^2 + (0,3 - 0,32)^2} = \sqrt{0,64 + 0,0004} = 0,800$
 $d(x_{1,c_3}) = \sqrt{(10 - 20,8)^2 + (0,3 - 0,69)^2} = \sqrt{116,64 + 0,1521} = 10,807$
- $d(x_{2,c_1}) = \sqrt{(12 - 3,4)^2 + (0,25 - 0,26)^2} = \sqrt{73,96 + 0,0001} = 8,600$
 $d(x_{2,c_2}) = \sqrt{(12 - 10,8)^2 + (0,25 - 0,32)^2} = \sqrt{1,44 + 0,0049} = 1,202$
 $d(x_{2,c_3}) = \sqrt{(12 - 20,8)^2 + (0,25 - 0,69)^2} = \sqrt{77,44 + 0,1936} = 8,810$
- $d(x_{3,c_1}) = \sqrt{(8 - 3,4)^2 + (0,5 - 0,26)^2} = \sqrt{21,16 + 0,0576} = 7,606$
 $d(x_{3,c_2}) = \sqrt{(8 - 10,8)^2 + (0,5 - 0,32)^2} = \sqrt{7,84 + 0,0324} = 2,805$
 $d(x_{3,c_3}) = \sqrt{(8 - 20,8)^2 + (0,5 - 0,69)^2} = \sqrt{163,84 + 0,0361} = 12,801$

Tabel 17. Hasil alokasi data ke klaster yang ke-3 Jarak Ke Centroid

Data ke-i	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Jarak Centroid terdekat	Cluster yang diikuti
1.	6,600	0,800	10,807	0,800	2
2.	8,600	1,202	8,810	1,202	2

Data ke-i	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Jarak Centroid terdekat	Cluster yang diikuti
3.	4,606	2,805	12,801	2,805	2
4.	8,601	1,202	8,804	1,202	2
5.	20,602	13,202	3,201	3,201	3
6.	1,409	8,802	18,809	1,409	1
7.	8,600	1,211	8,816	1,211	2
8.	1,401	8,800	18,806	1,401	1
9.	6,600	0,803	10,808	0,803	2
10.	3,600	3,800	13,807	3,600	1
11.	1,611	5,801	15,801	1,611	1
12.	0,400	7,800	17,805	0,400	1
13.	5,600	1,803	11,810	1,803	1
14.	9,600	2,200	7,807	2,200	2
15.	11,600	4,203	5,825	4,203	2
16.	16,610	9,215	0,815	0,815	3
17.	16,605	9,207	0,800	0,800	3
18.	2,606	4,801	14,801	2,606	1
19.	8,600	1,205	8,813	1,205	2
20.	1,404	8,801	18,807	1,404	1
21.	0,600	6,800	16,805	0,600	1
22.	14,600	7,200	2,814	2,814	3
23.	6,622	0,932	10,800	0,932	2
24.	20,608	13,210	3,203	3,202	3
25.	15,607	8,211	1,800	1,800	3

Dari hasil data yang dipermulasikan di kluster 1, dan 2 pada Iterasi 3 maka data tersebut dimasukkan kedalam tabel cluster 1, dan tabel cluster 2. Berikut ini merupakan data kluster yang pertama sebanyak 9 :

Tabel 18. Pengelompokan cluster yang ke-1

Data Ke-i	Perlengkapan Alat-Alat Kapal	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan(%)	Perencanaan Kegiatan Rutin
6.	Sistem Pemadam	2	0,1	Perbaikan
8.	Suling Kapal	2	0,2	Perbaikan
10.	Sekat	7	0,3	Perbaikan
11.	Bolder	5	0,45	Perawatan
12.	Transmitter	3	0,25	Perbaikan
18.	Sextan	6	0,45	Perbaikan
20.	Hand Lead	2	0,15	Perbaikan
21.	Propeller	4	0,25	Perawatan

Berikut ini merupakan data kluster yang kedua sebanyak 11 :

Tabel 19. Pengelompokan cluster yang ke-2

Data Ke-i	Perlengkapan Alat-Alat Kapal	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan(%)	Perencanaan Kegiatan Rutin
1.	Daun/Tongkat Kemudi	10	0,3	Perawatan
2.	Jangkar/Rantai Sistem	12	0,25	Perawatan
3.	Sistem Pengeras Suara	8	0,5	Perbaikan
4.	Gps navigator	12	0,4	Perawatan
7.	Tetrahed Radar Reflector	12	0,15	Perawatan
9.	Radar Kapal	10	0,25	Perawatan
13.	Clinometer	9	0,2	Perawatan
14.	Pipa Bahan Bakar	13	0,35	Perbaikan
15.	Pipa Pendingin	15	0,15	Perbaikan
19.	Bel	12	0,2	Perawatan
23.	Walkie Talkie	10	0,8	Perbaikan

Berikut ini merupakan data kluster yang pertama sebanyak 5 :

Tabel 20. Pengelompokan cluster yang ke-3

Data Ke-i	Perlengkapan Alat-Alat Kapal	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan (%)	Perencanaan Kegiatan Rutin
5.	Navigational Echo Sounder	24	0,6	Perbaikan
16.	Emergency Doppler Speed Log	20	0,85	Perbaikan
17.	Lampu Navigasi	20	0,7	Perbaikan
22.	Parachute Distress Signal	18	0,4	Perawatan
24.	Power Supply	24	0,85	Perbaikan
25.	Aton Controller Panel (Standard)	19	0,75	Perawatan

Rata-rata yang didapatkan dari 3 cluster dari Iterasi 3 tersebut adalah centroid baru yang didapat.

Tabel 21. Centroid baru yang didapat

Centroid	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan (%)
C ₁	6,62	0,33
C ₂	11,8	0,32
C ₃	20,8	0,69

Nilai fungsi objektif didapatkan dari Euclidean kuadrat antara setiap data dengan centroid dari cluster yang diikuti.

Tabel 22. Hasil simulasi K-Means tabel cluster Iterasi 3

Data Ke-i	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
1.	0	1,3928	0
2.	0	0,6773	0
3.	0	10,1448	0
4.	0	0,6788	0
5.	0	0	10,2481
6.	21,3973	0	0
7.	0	0,7013	0
8.	21,4142	0	0
9.	0	1,3973	0
10.	0,1453	0	0
11.	2,6388	0	0
12.	13,1108	0	0
13.	0	4,7668	0
14.	0	3,3133	0
15.	0	14,6213	0
16.	0	0	0,6656
17.	0	0	0,6401
18.	0,3988	0	0
19.	0	0,6868	0
20.	21,3768	0	0
21.	6,8708	0	0
22.	0	0	7,9241
23.	0	1,6228	0
24.	0	0	10,2656
25.	0	0	3,2434

Didapatkan nilai fungsi objektif $j = 160,3432$

Perubahan fungsi objektif di dapat $104,86754 - 160,3432 = -55,47566$

Karena perubahan fungsi objektif sudah di bawah ambang batas yang ditetapkan, maka proses iterasi pun berhenti.

Tabel 23. Data Hasil Analisa Cluster

No	Perlengkapan Alat-Alat Kapal	Jam Operasi Alat	Frekuensi Kerusakan (%)	Perencanaan Kegiatan Rutin
1.	Daun/Tongkat Kemudi	10	0,3	Perawatan
2.	Jangkar/Rantai Sistem	12	0,25	Perawatan
3.	Sistem Pengeras Suara	8	0,5	Perbaikan
4.	Gps navigator	12	0,4	Perawatan
5.	Navigational Echo Sounder	24	0,6	Perbaikan
6.	Sistem Pemadam	2	0,1	Perbaikan
7.	Tetrahed Radar Reflector	12	0,15	Perawatan
8.	Suling Kapal	2	0,2	Perbaikan
9.	Radar Kapal	10	0,25	Perawatan
10.	Sekat	7	0,3	Perbaikan
11.	Bolder	5	0,45	Perawatan
12.	Transmitter	3	0,25	Perbaikan
13.	Clinometer	9	0,2	Perawatan
14.	Pipa Bahan Bakar	13	0,35	Perbaikan
15.	Pipa Pendingin	15	0,15	Perbaikan
16.	Emergency Doppler Speed Log	20	0,85	Perbaikan
17.	Lampu Navigasi	20	0,7	Perbaikan
18.	Sextan	6	0,45	Perbaikan
19.	Bel	12	0,2	Perawatan
20.	Hand lead	2	0,15	Perbaikan
21.	Propeller	4	0,25	Perawatan
22.	Parachute Distress Signal	18	0,4	Perawatan
23.	Walkie Talkie	10	0,8	Perbaikan
24.	Power Supply	24	0,85	Perbaikan
25.	Aton Controller Panel (Standard)	19	0,75	Perawatan

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan, suatu perbandingan yang akhirnya dapat memberikan perbaikan-perbaikan pada masa yang akan datang. Dengan menggunakan algoritma *K-Means* untuk melakukan perhitungan, ternyata mampu menyelesaikan permasalahan dalam perawatan dan perbaikan alat-alat kapal pada KN.Arcturus. Dengan memanfaatkan data mining menggunakan algoritma *K-Means* dalam digunakan untuk mengelompokkan data yang dianalisa untuk mengetahui Tingkat kepentingan terhadap kualitas perawatan dan reparasi kapal dalam meningkatkan mutu perawatan dan perbaikan yang paling berpengaruh berturut-turut adalah pekerjaan penggantian pada alat kapal *Navigational Echo Sounder*, *Emergency Doppler Speed Log*, Lampu Navigasi, *Parachute Distress Signal*, *Power Supply*, *Aton Controller Panel (Standard)*.

REFERENCES

- [1] N. I. Febianto and N. D. Palasara, "Analisis Clustering K-Means Pada Data Informasi Kemiskinan Di Jawa Barat Tahun 2018," vol. 08, no. September, pp. 130–140, 2019.
- [2] F. S. Napitupulu, I. S. Damanik, I. S. Saragih, and A. Wanto, "Algoritma K-Means Untuk Pengelompokkan Dokumen Akta Kelahiran Pada Tiap Kecamatan di Kabupaten Simalungun," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 55–63, 2020.
- [3] E. Buulolo, *Data Mining Untuk Perguruan Tinggi*. Deepublish, 2020.
- [4] H. Sulastri and A. I. Gufroni, "Penerapan Data Mining Dalam Pengelompokan Penderita Thalassaemia," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 299–305, 2017.
- [5] D. P. Utomo and M. Mesran, "Analisis Komparasi Metode Klasifikasi Data Mining dan Reduksi Atribut Pada Data Set Penyakit Jantung," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 2, p. 437, 2020.
- [6] E. G. Sihombing, "Klasifikasi Data Mining pada Rumah Tangga Menurut Provinsi dan Status Kepemilikan Rumah Kontrak/Sewa Menggunakan K-Means Clustering Method," *J. Comput. Eng. Syst. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 74–82, 2017.
- [7] M. G. Sadewo, A. Eriza, A. P. Windarto, and D. Hartama, "Algoritma K-Means Dalam Mengelompokkan Desa / Kelurahan Menurut Keberadaan Keluarga Pengguna Listrik dan Sumber Penerangan Jalan Utama Berdasarkan Provinsi," pp. 754–761, 2019.