



Article history:

Received: 03 June 2024

Revised: 04 August 2025

Accepted: 14 August 2025

Available online: 04 September 2025

Implementasi *Data Mining* dalam Menentukan Jarak Pengiriman yang Minimum pada Produk Minyak Goreng Menggunakan Metode *K-Means Clustering* dan *Simulated Annealing* di CV. Bima Laras Khatulistiwa

Jordyan Akmal Cahyono, Sumiati

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

Corresponding Author: jrdnakml2001@gmail.com, Sumiati.ti@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah cluster pelanggan dan total jarak tempuh pengiriman yang optimal dalam distribusi produk minyak goreng pada CV. Bima Laras Khatulistiwa dengan menggunakan konsep *data mining* dengan metode *K-Means Clustering* dan *Simulated Annealing*. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa jumlah *cluster* pelanggan terdiri dari 3 (tiga) cluster yaitu *cluster* 0 sejumlah 58 data, *cluster* 1 sejumlah 10 data, dan *cluster* 2 sejumlah 59 data dan Total jarak tempuh dalam distribusi produk Minyak Kita adalah 278,57 km, dengan rincian jarak tempuh untuk *cluster* 0 sebesar 132,74 km, *cluster* 1 sebesar 28,3 km, dan *cluster* 2 sebesar 117,53 km.

Kata kunci : Data Mining, *K-Means Clustering*, Minyak Goreng, *Simulated Annealing*.

ABSTRACT

This study aims to determine the number of customer clusters and the optimal total delivery distance in the distribution of cooking oil products at CV. Bima Laras Khatulistiwa using the concept of data mining with the K-Means Clustering and Simulated Annealing methods. The results of this study concluded that the number of customer clusters consists of 3 (three) clusters, namely cluster 0 with 58 data, cluster 1 with 10 data, and cluster 2 with 59 data and the total distance traveled in the distribution of Minyak Kita products is 278.57 km, with details of the distance traveled for cluster 0 of 132.74 km, cluster 1 of 28.3 km, and cluster 2 of 117.53 km.

Keywords : Cooking Oil, Data Mining, *K-Means Clustering*, *Simulated Annealing*

PENDAHULUAN

Distribusi yang efektif sangat bergantung pada kemampuan organisasi untuk membangun jaringan transportasi dan distribusi yang efisien (Adhitama et al., 2023). Penentuan rute distribusi, yang berarti perjalanan dari satu titik ke titik lain dalam suatu rute distribusi, adalah salah satu masalah yang sering muncul dalam dunia distribusi. Fenomena ini sering disebut sebagai "*Vehicle Routing Problem*". Rute distribusi dibuat dengan mempertimbangkan elemen penting seperti kapasitas alat angkut, volume permintaan, dan jarak yang ditempuh (Ritonga et al., 2021). VRP mencakup masalah mengoptimalkan rute berasal-berakhir di depot untuk mengangkut barang dan orang dengan kebutuhan yang telah diketahui sebelumnya dengan biaya yang paling rendah dan jumlah kendaraan terkecil.

Permasalahan ini setidaknya terdiri dari satu atau beberapa depot dan beberapa titik pelanggan yang terpisah satu sama lain, di mana kebutuhan pelanggan harus dibawa ke depot dengan kendaraan (Zukhruf & Frazila, 2021). Penentuan dan penjadwalan jalur distribusi yang optimal sangat penting untuk mengurangi biaya operasional, menghemat waktu, dan mengurangi jarak tempuh. Oleh sebab itu, untuk tetap bersaing dan bertahan, perusahaan harus meneliti dan menerapkan strategi distribusi yang canggih (Adhitama et al., 2023).

CV. Bima Laras Khatulistiwa merupakan suatu usaha yang bergerak di bidang penjualan minyak goreng yaitu dengan merk Minyak Kita yang diproduksi oleh PT.X. Jenis minyak goreng yang dijual oleh Perusahaan tersebut yaitu botol 1 L, bantal 1 L, dan *pouch* 1 L. Dalam mendistribusikan Minyak Kita ke pelanggan, CV. Bima Laras Khatulistiwa melayani permintaan pelanggan di Kota Surabaya dan di Kota Sidoarjo dengan jumlah pesanan Minyak Goreng Tahun 2023 yaitu sebesar 2.078 dus oleh 44 pelanggan; serta dengan kapasitas armada yaitu satu unit mobil *pickup* dengan kapasitas kurang lebih 200 dus setiap kali pengiriman.

Adanya jumlah pesanan yang beragam untuk setiap produk dan pelanggan, serta mempertimbangkan kapasitas armada yang terbatas, yaitu hanya terdapat satu unit mobil *pickup* yang hanya mampu membawa sekitar 200 dus setiap kali pengiriman, CV. Bima Laras Khatulistiwa menghadapi beberapa tantangan yang menghambat efisiensi dalam proses distribusinya. Permasalahannya adalah ketidakjelasan dalam penentuan produk yang dijual dan lokasi pelanggan ke dalam kelompok-kelompok tertentu yang mencerminkan area-area tertentu yang dapat membantu dalam perencanaan rute distribusi yang lebih efisien. Selain itu, keterbatasan armada mobil *pickup* yang dimiliki CV. Bima Laras Khatulistiwa dalam menangani semua permintaan pelanggan di Kota Surabaya dan Kota Sidoarjo dalam satu kali perjalanan juga menjadi masalah. Hal tersebut mengakibatkan ketidakmampuan perusahaan untuk mengakomodasi semua permintaan pelanggan secara optimal dalam satu kali pengiriman, sehingga memaksa armada kembali ke Gudang (CV. Bima Laras Khatulistiwa) sebagai titik awal dan akhir distribusi. Kondisi tersebut semakin menambah kompleksitas dalam perencanaan rute distribusi yang efisien. Oleh sebab itu, penyelesaian terhadap masalah ini menjadi sangat penting bagi CV. Bima Laras Khatulistiwa dalam meningkatkan efisiensi dan kepuasan pelanggan dalam proses distribusinya.

Dalam mengatasi permasalahan distribusi yang dihadapi CV. Bima Laras Khatulistiwa tersebut, dapat diselesaikan dengan menggunakan konsep *Data Mining* dengan dua metode utama yaitu *K-Means Clustering* dan *Simulated Annealing*. *Data Mining* adalah proses untuk menemukan pola, korelasi, dan tren yang bermakna dari kumpulan data yang sangat besar dengan menggunakan teknologi pengenalan pola dan teknik statistik matematika. Terdapat beberapa istilah lain untuk *Data Mining* yaitu *Knowledge Discovery* atau *Pattern Recognition*. Tujuan utama dari *data mining* yaitu untuk menemukan pengetahuan yang masih tersembunyi di dalam kumpulan data (Nabila et al., 2021). *Data mining*, secara sederhana merupakan suatu langkah ekstraksi untuk mendapatkan informasi penting yang sifatnya implisit dan belum diketahui (Muslim et al., 2019).

Metode *K-Means Clustering* digunakan dengan tujuan untuk mengelompokkan sejumlah pelanggan menjadi sejumlah kelompok yang diinginkan berdasarkan kriteria tertentu, seperti lokasi dan jumlah permintaan (Adhitama et al., 2023). *K-Means* merupakan salah satu metode dalam *data mining* yang dapat mengelompokkan data atau *Clustering* sebuah data kedalam bentuk satu *cluster* atau lebih *cluster* sehingga data yang memiliki karakteristik yang sama dikelompokkan ke dalam satu *cluster* yang sama dan data dengan karakteristik yang berbeda dikelompokkan ke dalam kelompok berbeda yang lainnya (Dinata et al., 2020). Dalam konteks penelitian ini, metode *k-means clustering* digunakan untuk mengelompokkan titik-titik lokasi menjadi *cluster-cluster* yang mewakili area-area yang akan dilayani oleh armada yang ada. Pendekatan tersebut memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi pola atau tren tertentu dalam perilaku pelanggan yang dapat digunakan sebagai acuan untuk pengelompokkan yang lebih efisien dalam strategi distribusi. Setelah *cluster-cluster* dibentuk,

Selanjutnya metode *Simulated Annealing* digunakan untuk menghitung total jarak tempuh dalam setiap *cluster* dengan mengoptimalkan pemuatan kapasitas barang dalam proses distribusi dengan mempertimbangkan kendala yang ada yaitu kapasitas armada (Darina et al., 2021). Algoritma *Simulated Annealing* beroperasi dengan mengikuti proses fisika, pendinginan atau *annealing*. *Annealing* adalah proses menghasilkan logam yang lebih selaras dengan kristalisasi tingkat energi rendah dengan memperlambat proses suhu pendinginan. Prosedur optimasi SA yaitu mencari titik (dekat) atau minimum global, meniru proses pendinginan yang lambat di proses anil fisik (Yu et al., 2022).

Oleh sebab itu, dalam mengatasi permasalahan yang dihadapi perusahaan tersebut, implementasi *Data Mining* menggunakan Metode *K-Means Clustering* dan *Simulated Annealing* diharapkan dapat membantu CV. Bima Laras Khatulistiwa untuk menyelesaikan permasalahan yang

ada. Dengan menggunakan pendekatan ini, perusahaan diharapkan dapat menentukan jumlah cluster pelanggan dan juga menghitung total jarak tempuh yang optimal dalam distribusi Produk Minyak Kita. Tujuannya adalah untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai pola-pola distribusi dan kebutuhan pelanggan, sehingga CV. Bima Laras Khatulistiwa dapat mengoptimalkan penggunaan kapasitas alat transportasi yang dimiliki dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

Beberapa perusahaan telah melakukan penelitian mengenai penentuan jarak tempuh pengiriman dengan metode *K-Means Clustering* dan *Simulated Annealing*. Hasil Penelitian Adhitama di CV. Twin Setia adalah untuk mengetahui rute optimal dengan cara meminimalkan jarak pengiriman roti yang dikerjakan. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa pembagian pelanggan menjadi tiga kelompok (*cluster*) pada *cluster 1* kendaraan distribusi menempuh jarak 67,5 km dan mengantar produk sejumlah 1451 buah, *cluster 2* jumlah barang yang diantarkan di rute klaster 2 ini adalah sebanyak 1492 buah dengan jarak tempuh 57,8 km, dan *cluster 3* kendaraan distribusi menempuh jarak total 87,4 km dengan membawa total produk 1322 buah (Adhitama et al., 2023). Penelitian Andriansyah dkk (2020), yang bertujuan untuk menentukan rute optimal untuk pendistribusian produk di perusahaan dengan meminimalkan biaya operasional perusahaan yaitu pada perusahaan distribusi yang beroperasi di Banda Aceh dan sekitarnya, hasil menunjukkan bahwa metode *simulated annealing* menghasilkan solusi dengan menggunakan 3 unit kendaraan tipe A saja untuk melakukan proses distribusi ke pelanggan, sedangkan tipe kendaraan tipe B tidak digunakan sama sekali dan mampu menyelesaikan kasus yang diteliti hanya dalam waktu selama 19,27 detik saja..

METODE

Tahap awal dari penelitian ini yaitu mengumpulkan data-data yang dibutuhkan antara lain: data penjualan Minyak Goreng tahun 2023 yang berisikan daftar pelanggan, jumlah pesanan, jarak pengiriman, dan koordinat pelanggan. Setelah data dikumpulkan, tahap selanjutnya yaitu tahap pengolahan data menggunakan konsep *data mining* dengan pendekatan K-Means clustering dan *simulated annealing*. Konsep *data mining* dilakukan *pre-processing* data yang meliputi *data cleaning*, *data reduction*, dan *data transformation*. Hasil *data pre-processing* digunakan untuk proses *clustering* dengan algoritma *k-means clustering*. Jumlah *cluster* yang dihendaki yaitu tiga *cluster*. Setelah dilakukan proses *clustering* menggunakan Algoritma *k-means clustering*, proses selanjutnya yaitu tahap penentuan rute distribusi menggunakan algoritma *simulated annealing* yang dilakukan berdasarkan matriks jarak pelanggan terhadap depot pada setiap *clusternya*. Proses *simulated annealing* memerlukan nilai parameter dimana pada penelitian ini mengadopsi dari penelitian yang dilakukan (Adhitama et al., 2023). Pemilihan hasil terbaik dilakukan berdasarkan jarak tempuh total terkecil dari tiap parameter pengolahan yang telah dilakukan.

Tabel 1
Parameter *Simulated Annealing*

Parameter	Suhu Awal	Suhu Akhir	Koefisien Pendinginan
1	35	0,19	0,98
2	50	0,001	0,99
3	5	0,05	0,90
4	12	0,1	0,90
5	500	0,1	0,99

Sumber: data olahan

HASIL

1) Pre-Processing Data

Tabel 2
Data Transformation

No	Tipe Produk	Nama Pelanggan	Jarak Pengiriman	Jumlah Pesan
1	100	1	8,5	72
2	100	2	0,5	15
3	100	1	8,5	60
4	100	3	0,35	3
5	100	4	0,35	2
6	100	5	0,35	4
7	100	2	0,5	7
8	100	6	1	5
9	100	2	0,5	5
10	100	7	24	7
11	100	8	1,7	25
12	100	7	24	8
13	100	9	0,35	1
14	100	1	8,5	60
15	100	4	0,35	4
16	100	10	0,13	5
17	100	11	2,2	25
18	100	8	1,7	17
19	100	12	0,9	3
20	100	8	1,7	20
21	100	13	11	20
22	100	14	0,35	5
23	100	15	3,9	16
24	100	4	0,35	1
25	100	16	0,03	1
26	100	1	8,5	60
27	100	17	2,6	4
28	100	18	0,06	5
29	100	19	5,3	20
30	100	20	9,6	3
31	100	21	0,26	10
32	100	22	1,6	2
33	100	23	0,35	5
34	100	1	8,5	80
35	100	24	0,9	20
36	101	25	3,1	7
37	101	26	6,6	30
38	101	27	2,4	40
39	101	5	0,35	2
40	101	17	2,6	10
41	101	5	0,35	1
42	101	17	2,6	12
43	101	28	0,75	10
44	101	1	8,5	10
45	101	18	0,06	20
46	101	17	2,6	10
47	101	29	0,05	5
48	101	18	0,06	4
49	101	17	2,6	10
50	101	5	0,35	1
51	101	30	1,7	4
52	101	17	2,6	15
53	101	11	2,2	10
54	101	12	0,9	1
55	101	24	0,9	20
56	101	24	0,9	10
57	101	12	0,9	4
58	101	14	0,35	10
59	101	31	0,35	10
60	101	32	8,8	88
61	101	33	4,7	20
62	101	34	12	5
63	101	33	4,7	20
64	101	35	7,7	20
65	101	19	5,3	13
66	101	36	4,7	20
67	101	37	1,7	6
68	101	38	7	10
69	101	34	12	15
70	101	39	0,35	27

Jordyan Akmal Cahyono, Sumiati: *Implementasi Data Mining dalam Menentukan Jarak Pengiriman yang Minimum pada Produk Minyak Goreng Menggunakan Metode K-Means Clustering dan Simulated Annealing di CV. Bima Laras Khatulistiwa*

No	Tipe Produk	Nama Pelanggan	Jarak Pengiriman	Jumlah Pesan
71	101	40	1,8	10
72	102	18	0,06	10
73	102	24	0,9	25
74	102	24	0,9	15
75	102	17	2,6	5
76	102	17	2,6	10
77	102	17	2,6	10
78	102	1	8,5	72
79	102	1	8,5	28
80	102	9	0,35	1
81	102	17	2,6	10
82	102	41	0,35	6
83	102	17	2,6	10
84	102	1	8,5	50
85	102	1	8,5	50
86	102	6	1	8
87	102	41	0,35	6
88	102	1	8,5	45
89	102	32	8,8	3
90	102	17	2,6	10
91	102	13	11	100
92	102	1	8,5	75
93	102	23	0,35	1
94	102	4	0,35	20
95	102	10	0,3	4
96	102	2	0,5	6
97	102	43	1,3	4
98	102	2	0,5	3
99	102	18	0,06	1
100	102	44	0,9	7
101	102	7	24	7
102	102	7	24	5
103	102	9	0,35	1
104	102	17	2,6	10
105	102	10	0,3	5
106	102	8	1,7	10
107	102	8	1,7	5
108	102	13	11	10
109	102	17	2,6	10
110	102	14	0,35	15
111	102	14	0,35	10
112	102	14	0,35	16
113	102	14	0,35	20
114	102	1	8,5	50
115	102	15	3,5	5
116	102	16	0,03	2
117	102	14	0,35	10
118	102	16	0,03	4
119	102	14	0,35	20
120	102	1	8,5	25
121	102	17	2,6	6
122	102	18	0,06	5
123	102	41	0,35	3
124	102	20	9,6	3
125	102	22	1,6	1
126	102	42	9,1	15
127	102	1	8,5	100

Sumber : data olahan

2) Algoritma K-means Clustering

Tabel 3
Hasil Cluster 0

No	Tipe Produk	Nama Pelanggan	Jarak Pengiriman (Km)	Jumlah Pesan
62	Minyak Kita Bantal I L	Pak Mungarib	12	5
63	Minyak Kita Bantal I L	Ajuk Wahyudi	4,7	20
64	Minyak Kita Bantal I L	Ibu Melin	7,7	20
65	Minyak Kita Bantal I L	Ibu Sulis	5,3	13
66	Minyak Kita Bantal I L	Pak Sidik	4,7	20
67	Minyak Kita Bantal I L	Pak Suyitno	1,7	6
68	Minyak Kita Bantal I L	Pak Deva	7	10

No	Tipe Produk	Nama Pelanggan	Jarak Pengiriman (Km)	Jumlah Pesan
69	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Mungarib	12	15
70	Minyak Kita Bantal 1 L	Ibu Evi	0,35	27
71	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Yoyok	1,8	10
72	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Nardi	0,06	10
73	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Totok	0,9	25
74	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Totok	0,9	15
75	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Henin	2,6	5
76	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Henin	2,6	10
77	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Henin	2,6	10
79	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Wandu	8,5	28
80	Minyak Kita Pouch 1 L	Tince	0,35	1
81	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Henin	2,6	10
82	Minyak Kita Pouch 1 L	Bu Windy	0,35	6
83	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Henin	2,6	10
86	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Abel	1	8
87	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Windy	0,35	6
89	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Renata	8,8	3
90	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Henin	2,6	10
93	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Ina	0,35	1
94	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Radian	0,35	20
95	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Siti	0,3	4
96	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Adi	0,5	6
97	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Agus	1,3	4
98	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Adi	0,5	3
99	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Nardi	0,06	1
100	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Fendy	0,9	7
101	Minyak Kita Pouch 1 L	Mbah Lampung	24	7
102	Minyak Kita Pouch 1 L	Mbah Lampung	24	5
103	Minyak Kita Pouch 1 L	Tince	0,35	1
104	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Henin	2,6	10
105	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Siti	0,3	5
106	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Mina	1,7	10
107	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Mina	1,7	5
108	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Ari	11	10
109	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Henin	2,6	10
110	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Pur	0,35	15
111	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Pur	0,35	10
112	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Pur	0,35	16
113	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Pur	0,35	20
115	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Iwan	3,5	5
116	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Dinto	0,03	2
117	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Pur	0,35	10
118	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Dinto	0,03	4
119	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Pur	0,35	20
120	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Wandu	8,5	25
121	Minyak Kita Pouch 1 L	Bu Henin	2,6	6
122	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Nardi	0,06	5
123	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Windy	0,35	3
124	Minyak Kita Pouch 1 L	Pak Umar	9,6	3
125	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Lilik	1,6	1
126	Minyak Kita Pouch 1 L	Ibu Meme	9,1	15
Total				572

Sumber : data olahan

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa jumlah pesanan Minyak Goreng *cluster* 0 yaitu sebesar 572 dus minyak goreng yang terdiri dari 146 dus Minyak Kita Bantal 1 L dan 426 dus Minyak Kita Pouch 1 L. Tabel 4 dapat diketahui bahwa jumlah pesanan Minyak Goreng *cluster* 1 yaitu sebesar 710 dus minyak goreng yang terdiri dari 80 dus Minyak Kita Botol 1 L, 88 dus Minyak Kita Bantal 1 L, dan 542 dus Minyak Kita Pouch 1 L. Sedangkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa jumlah pesanan Minyak Goreng *cluster* 2 yaitu sebesar 796 dus minyak goreng yang terdiri dari 520 dus Minyak Kita Botol 1 L dan 276 dus Minyak Kita Bantal 1 L

Tabel 4
Hasil Cluster 1

No	Tipe Produk	Nama Pelanggan	Jarak Pengiriman (Km)	Jumlah Pesan (Dus)
34	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Wandu	8,5	80
60	Minyak Kita Bantal 1 L	Ibu Renata	8.8	88
78	Minyak Kita <i>Pouch</i> 1 L	Pak Wandu	8,5	72
84	Minyak Kita <i>Pouch</i> 1 L	Pak Wandu	8,5	50
85	Minyak Kita <i>Pouch</i> 1 L	Pak Wandu	8,5	50
88	Minyak Kita <i>Pouch</i> 1 L	Pak Wandu	8,5	45
91	Minyak Kita <i>Pouch</i> 1 L	Pak Ari	11	100
92	Minyak Kita <i>Pouch</i> 1 L	Pak Wandu	8,5	75
114	Minyak Kita <i>Pouch</i> 1 L	Pak Wandu	8,5	50
127	Minyak Kita <i>Pouch</i> 1 L	Pak Wandu	8,5	100
Total				710

Sumber : data olahan

Tabel 5
Hasil Cluster 2

No	Tipe Produk	Nama Pelanggan	Jarak Pengiriman (Km)	Jumlah Pesan (Dus)
1	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Wandu	8,5	72
2	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Adi	0,5	15
3	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Wandu	8,5	60
4	Minyak Kita Botol 1 L	Ibu Rohima	0,35	3
5	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Radian	0,35	2
6	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Nandar	0,35	4
7	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Adi	0,5	7
8	Minyak Kita Botol 1 L	Ibu Abel	1	5
9	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Adi	0,5	5
10	Minyak Kita Botol 1 L	Mbah Lampung	24	7
11	Minyak Kita Botol 1 L	Ibu Mina	1,7	25
12	Minyak Kita Botol 1 L	Mbah Lampung	24	8
13	Minyak Kita Botol 1 L	Tince	0,35	1
14	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Wandu	8,5	60
15	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Radian	0,35	4
16	Minyak Kita Botol 1 L	Ibu Siti	0,13	5
17	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Doni	2,2	25
18	Minyak Kita Botol 1 L	Ibu Mina	1,7	17
19	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Wawan	0,9	3
20	Minyak Kita Botol 1 L	Ibu Mina	1,7	20
21	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Ari	11	20
22	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Pur	0,35	5
23	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Iwan	3,9	16
24	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Radian	0,35	1
25	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Dinto	0,03	1
26	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Wandu	8,5	60
27	Minyak Kita Botol 1 L	Ibu Henin	2,6	4
28	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Nardi	0,06	5
29	Minyak Kita Botol 1 L	Ibu Sulis	5,3	20
30	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Umar	9,6	3
31	Minyak Kita Botol 1 L	Ibu Tin	0,26	10
32	Minyak Kita Botol 1 L	Ibu Lilik	1,6	2
33	Minyak Kita Botol 1 L	Ibu Ina	0,35	5
35	Minyak Kita Botol 1 L	Pak Totok	0,9	20
36	Minyak Kita Bantal 1 L	Ibu Fatimah	3,1	7
37	Minyak Kita Bantal 1 L	Ibu Coliah	6,6	30
38	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Andrian	2,4	40
39	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Nandar	0,35	2
40	Minyak Kita Bantal 1 L	Ibu Henin	2,6	10
41	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Nandar	0,35	1
42	Minyak Kita Bantal 1 L	Ibu Henin	2,6	12
43	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Purboyo	0,75	10
44	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Wandu	8,5	10
45	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Nardi	0,06	20
46	Minyak Kita Bantal 1 L	Ibu Henin	2,6	10

No	Tipe Produk	Nama Pelanggan	Jarak Pengiriman (Km)	Jumlah Pesan (Dus)
47	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Yudi	0,05	5
48	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Nardi	0,06	4
49	Minyak Kita Bantal 1 L	Ibu Henin	2,6	10
50	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Nandar	0,35	1
51	Minyak Kita Bantal 1 L	Ibu Enny	1,7	4
52	Minyak Kita Bantal 1 L	Ibu Henin	2,6	15
53	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Doni	2,2	10
54	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Wawan	0,9	1
55	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Totok	0,9	20
56	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Totok	0,9	10
57	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Wawan	0,9	4
58	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Pur	0,35	10
59	Minyak Kita Bantal 1 L	Pak Ian	0,35	10
61	Minyak Kita Bantal 1 L	Ajuk Wahyudi	4,7	20
Total				796

Sumber : data olahan

3) Algoritma *Simulated Annealing*

Tabel 6
Rekap Perhitungan Jarak Tempuh Rute Distribusi

Parameter	Klaster	Jarak Terpendek (km)	Total Jarak Tempuh (km)	Running Time (detik)	Total Running Time (detik)
1	0	132,74	278,57	24,558	72,832
	1	28,3		24,1	
	2	117,53		24,174	
2	0	132,74	278,57	98,858	314,734
	1	28,3		97,361	
	2	117,53		118,515	
3	0	132,74	278,57	5,641	16,541
	1	28,3		5,228	
	2	117,53		5,672	
4	0	132,74	278,57	4,8	15,369
	1	28,3		5,042	
	2	117,53		5,527	
5	0	132,74	278,57	80,538	265,117
	1	28,3		91,115	
	2	117,53		93,464	

Sumber : data olahan

Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui bahwa penentuan rute distribusi dengan menggunakan algoritma *simulated annealing* pada semua parameter, bahwa pada parameter 4 merupakan parameter yang terbaik karena memberikan *total running time* terpendek yaitu sebesar 15,369 s dengan nilai suhu awal sebesar 12, suhu akhir (TF) sebesar 0,1, dan koefisien pendinginan sebesar 0,90. Hasil dari parameter tersebut menunjukkan total jarak tempuh sebesar 278,57 km.

Tabel 7
Hasil Pembentukan Rute Distribusi

Cluster Ke	Rute Distribusi
0	CV. BIMA LARASKHATULISTIWA → Bu Windy → Pak Adi → Ibu Siti → Mbah Lampung → Pak Mungarib → Pak Agus → Tince → Ibu Abel → Pak Totok → Ibu Meme → Ibu Melin → Pak Umar → Ibu Mina → Ibu Evi → Pak Deva → Pak Wandu → Ibu Sulis → Pak Pur → Pak Yoyok → Pak Radian → Pak Ari → Pak Dinto → Pak Fendy → Ibu Henin → Ibu Ina → Pak Iwan → Ibu Lilik → Pak Suyitno → Pak Sidik → Pak Nardi → Ajuk Wahyudi → Tince → CV. BIMA LARAS KHATULISTIWA
1	CV. BIMA LARAS KHATULISTIWA → Pak Wandu → Pak Ari → Ibu Renata → CV. BIMA LARAS KHATULISTIWA
2	CV. BIMA LARAS KHATULISTIWA → Mbah Lampung → Ajuk Wahyudi → Pak Iwan → Ibu Ina → Ibu Rohima → Pak Dinto → Pak Yudi → Pak Totok → Ibu Tin → Pak Radian → Pak Purboyo → Ibu Lilik → Ibu Mina → Tince → Pak Adi → Ibu Fatimah → Pak Ari → Pak Umar → Pak Doni → Pak Wawan → Ibu Sulis → Pak Wandu → Ibu Abel → Pak Nardi → Ibu Coliah → Pak Nandar → Pak Ian → Ibu Enny → Pak Andrian → Pak Pur → Ibu Siti → Ibu Henin → CV. BIMA LARAS KHATULISTIWA

Sumber : data olahan

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa terbentuk tiga *cluster* rute distribusi. Pada *cluster* 0 armada distribusi berangkat dari CV. BIMA LARAS KHATULISTIWA menuju ke Bu Windy hingga perjalanan terakhir yaitu mengunjungi Tince lalu kembali lagi ke CV. BIMA LARAS KHATULISTIWA dengan menempuh jarak 132,74 km dan mendistribusikan produk minyak goreng sejumlah 572 dus Minyak Goreng. Pada *cluster* 1 hanya mengunjungi tiga lokasi dengan titik keberangkatan dari CV. BIMA LARAS KHATULISTIWA menuju ke Pak Wandu dan titik distribusi terakhir yaitu Ibu Renata lalu kembali ke CV. BIMA LARAS KHATULISTIWA dengan menempuh jarak 28,3 km dan produk minyak goreng yang didistribusikan sejumlah 710 dus minyak goreng. Pada *cluster* 3 rute distribusi diawali dari CV. BIMA LARAS KHATULISTIWA menuju ke Mbah Lampung dengan tujuan akhir yaitu Ibu Henin kemudian kembali ke CV. BIMA LARAS KHATULISTIWA dengan menempuh jarak 117,53 km dan produk minyak goreng yang didistribusikan sejumlah 796 dus minyak goreng.

SIMPULAN

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa jumlah *cluster* pelanggan terdiri dari 3 (tiga) *cluster* yaitu *cluster* 0 sejumlah 58 data, *cluster* 1 sejumlah 10 data, dan *cluster* 2 sejumlah 59 data. Total jarak tempuh pengiriman minyak goreng adalah 278,57 km, dengan rincian jarak tempuh untuk *cluster* 0 sebesar 132,74 km, *cluster* 1 sebesar 28,3 km, dan *cluster* 2 sebesar 117,53 km.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhitama, L., Murniati, S., Ramudyo, C. S., 2023. Minimasi Jarak Pengiriman Roti Cv. Twin Setia Dengan Metode K-Means Clustering Dan Simulated Annealing. *Jurnal Teknik SILITEK*, 3(2).
- Andriansyah, Novatama, R., Sentia, P. D., 2020. Algoritma Simulated Annealing untuk Menentukan Rute Kendaraan Heterogen (Studi Kasus) Simulated Annealing Algorithm For Heterogeneous Vehicle Routing Problem (Case Study). *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, 7(5).
- Darina, S., Wibowo, A. T., Ridwan, M., 2021. Penggunaan Algoritma Simulated Annealing untuk Menyelesaikan Masalah Vehicle Routing Pada Rute Distribusi Supermarket. *Network Engineering Research Operation*. 6(2), 99.
- Dinata, R. K., Safwandi, Hasdyna, N., Azizah, N., 2020. Analisis K-Means Clustering pada Data Sepeda Motor. *Informatics Journal*, 5(1), 11–12.
- Muslim, M. A., Prasetyo, B., Mawarni, E. L. H., Herowati, A. J., Mirqotussa'adah, Rukmana, S. H., Nurzahputra, A., 2019. *Data Mining Algoritma C4.5 Disertai Contoh Kasus dan Penerapannya dengan Program Komputer*, Cetakan Pertama, CV. Harian Jateng Network
- Nabila, Z., Rahman Isnain, A., Abidin, Z., 2021. Analisis Data Mining untuk Clustering Kasus Covid-19 di Provinsi Lampung dengan Algoritma K-Means. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTSI)*, 2(2), 101–102.
- Ritonga, R. P., Zakaria, M., Syukriah. 2021. Penugasan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Tabu Search pada PT. Yakult Indonesia Persada Cabang Lhokseumawe. *Industrial Engineering Journal*, 10(1).
- Yu, V. F., Susanto, H., Jodiawan, P., Ho, T. W., Lin, S. W., Huang, Y. T., 2022. A Simulated Annealing Algorithm for the Vehicle Routing Problem With Parcel Lockers. *IEEE Access*, 10, 20768.
- Zukhruf, F., Frazila, R. B., 2021. *Pengantar Optimasi dalam Rekayasa Transportasi*. ITB Press.