

PERBANDINGAN METODE K-MEANS DAN ALGORITMA FUZZY CLUSTERING DALAM MENENTUKAN UJI KEPUASAN PELANGGAN PADA JASA PENGIRIMAN

Ispandi¹⁾, Imam Budiawan²⁾, Muhamamd Hilman Fakhri³⁾

^{1,2,3} Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Nusa Mandiri, Jl. Jatiwaringin No. 2,
Cipinang Melayu, Makasar Jakarta Timur

Co Responden Email : ¹Ispandi.ipd@nusamandiri.ac.id, ²Imam.imb@nusamandiri.ac.id, ³hilman.mhz@nusamandiri.ac.id

Article history

Received

Revised

Accepted June 19, 2021

Available online June 20, 2021

Keyword

K-Means,

Fuzzy Clustering Algorithm,

Delivery Services Customer.

Abstract

Customer satisfaction responses, or responses given by consumers after their needs for products or services have been met, then service quality becomes very important for competition. Comparison of the clustering algorithm with K-Means Clustering modeling and Fuzzy Clustering modeling based on the processing speed and parameter tracking comparison of K-Means and Fuzzy Clustering is able to show the proposed results. Therefore, the comparison test between the two data mining methods on K-mean clustering and Fuzzy K-means modeling is to determine the best algorithm method in analyzing the level of customer satisfaction in shipping services. The results obtained from the experiment showed that the performance of the fuzzy K-means algorithm was better than the performance of the K-means algorithm. When we increase the value to fuzzy factor of our fuzzy k-means algorithm it gets better.

Riwayat

Diterima

Revisi

Disetujui 19 Juni 2021

Terbit 20 Juni 2021

Abstrak

Tanggapan kepuasan pelanggan, atau tanggapan yang diberikan oleh konsumen setelah kebutuhannya akan suatu produk atau jasa telah terpenuhi, maka kualitas layanan menjadi sangat penting untuk persaingan. Perbandingan performansi algoritma clustering dengan pemodelan K-Means Clustering dan pemodelan Fuzzy Clustering didasarkan pada kecepatan proses dan penelusuran parameter perbandingan K-Means dan Fuzzy Clustering mampu menunjukkan hasil yang diusulkan. Oleh karena itu, uji komparasi antara kedua metode data mining pada K-mean clustering dan pemodelan Fuzzy K-means adalah untuk menentukan metode algoritma terbaik dalam menganalisis tingkat kepuasan pelanggan dalam jasa pengiriman. Hasil yang diperoleh dari percobaan yang dilakukan menunjukkan bahwa performansi algoritma fuzzy K-means lebih baik dari pada kinerja algoritma K-means. Saat kami meningkatkan nilainya faktor fuzzy dari algoritma k-means fuzzy kami menjadi lebih baik

Kata Kunci

K-Means,

Fuzzy Clustering Algoritma,

Jasa pengiriman Barang

PENDAHULUAN

Kepuasan pelanggan merupakan tanggapan atau umpan balik yang diberikan para konsumen setelah terpenuhinya kebutuhan mereka akan sebuah produk ataupun jasa. Dengan demikian konsumen memperoleh rasa nyaman karena harapannya telah terpenuhi (Lin & Tseng, 2018).

Dengan memahami apa yang diinginkan dan diharapkan oleh konsumen dari kualitas pelayanan yang diberikan, maka akan di dapat suatu nilai tambah tersendiri bagi perusahaan tersebut. Karena kualitas pelayanan mempunyai hubungan langsung dengan pelanggan.

Seseorang memperkenalkan sebuah moto “Benar atau salah, pelanggan selalu benar”. Motto ini menunjukkan kepuasan pelanggan. Di

sisi lain, konsep *caveat emptor* (biarkan pembeli berhati-hatilah) mengabaikan sikap pelanggan dan kepentingan mereka tahap awal dalam pemasaran (Kuhl & Krause, 2019).

Pelanggan adalah inti dari setiap kesuksesan perusahaan. Kepuasan pelanggan merupakan aspek dari sikap psikologis atau suasana hati pelanggan, dan perusahaan perlu memfokuskan keadaan emosional ini (Uzir et al., 2020).

Untuk memastikan bahwa perusahaan memiliki keunggulan kompetitif mengingat persaingan pasar yang ketat dan dinamis saat ini harus mengembangkan produk baru untuk memenuhi tuntutan dinamis konsumen untuk meningkatkan kepuasan Pelanggan (Eldin et al., 2021).

Dengan perkembangan dan pematangan pasar, produk yang memenuhi kebutuhan Keinginan dengan menarik lebih banyak pelanggan (Dou et al., 2021). Kepuasan Pelanggan dianggap sebagai faktor penting yang dapat mempengaruhi penjualan perusahaan (Schneberger et al., 2018). Ini dapat dipahami sebagai ukuran yang menentukan Kepuasan pelanggan tentang produk atau layanan yang mereka konsumsi (Nguyen, 2020).

Perkembangan teknologi informasi selama beberapa tahun terakhir telah memberikan tingkat informasi yang tinggi menyebabkan perubahan jasa pengiriman sebagai perusahaan yang menyediakan layanan perantara (Naumov, 2018). Semakin banyaknya masyarakat yang menggunakan jasa pengiriman, maka kualitas pelayanan menjadi sangat penting untuk memenangkan persaingan. Dengan memahami apa yang diinginkan dan diharapkan oleh konsumen dari kualitas pelayanan yang diberikan, maka akan di dapat suatu nilai tambah tersendiri bagi perusahaan tersebut.

Metode yang Populer untuk meminimalkan kesalahan pengelompokan adalah algoritma k-means. Namun, algoritme k-means adalah prosedur pencarian lokal dan diketahui menderita kelemahan serius bahwa kinerjanya sangat bergantung pada kondisi awal awal (Likas et al., 2003).

Untuk mengatasi masalah ini beberapa teknik lain telah dikembangkan yang didasarkan tentang metode pengoptimalan global stokastik. Bagian kedua dari Fuzzy Sets dan Fuzzy Logic, pada dasarnya, berorientasi -aplikasi, tapi itu

juga berisi eksposisi yang kompak namun berwawasan dari kalkuli aturan fuzzy dan hubungan fuzzy. Aplikasi tersebut mencakup spektrum topik yang luas mulai dari kontrol fuzzy dan sistem pakar hingga pengambilan informasi, pengenalan pola dan analisis keputusan (Klir & Yuan, 1995).

Namun, harus diperhatikan bahwa teknik ini belum diterima secara luas dan dalam banyak aplikasi praktis metode pengelompokan yaitu yang digunakan adalah algoritma k-means dengan beberapa restart (Yu et al., 2018). Algoritma k-means adalah salah satu algoritme pengelompokan tanpa pengawasan dengan kinerja paling baik yang diterapkan secara luas di aplikasi menghadapi pengguna online. Dibandingkan dengan metode k-means klasik yang menggunakan seluruh database untuk dilatih model. Dengan diperkenalkannya konsep batch mini, k-means mengatasi ketidakefisienan pemrosesan dalam skala besar data statistik, dan hanya menyebabkan hilangnya akurasi cluster yang dapat diabaikan. Misalkan dataset pelatihan dipartisi menjadi k cluster (Y. Liu et al., 2020).

$$E = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in C_i} ||x - c_i||_2^2. \quad (1)$$

Di sini, x adalah sampel pelatihan di C_i , c_i adalah pusat dari C_i . Centroid c_i dinyatakan sebagai persamaan berikut.

$$c_i = \frac{1}{|C_i|} \sum_{x \in C_i} x, \quad (2)$$

$|C_i|$ artinya banyaknya sampel pelatihan di cluster C_i . Selama setiap iterasi, setiap sampel pelatihan dialokasikan ke cluster yang sentroidnya paling dekat dengan sampel di antara semua sentroid. Skenario pengujian yang didiskusikan menunjukkan deteksi yang akurat dari kesalahan kritis pada mesin diesel tambahan, yang ditandai dengan abnormal (Diez-Olivan et al., 2017).

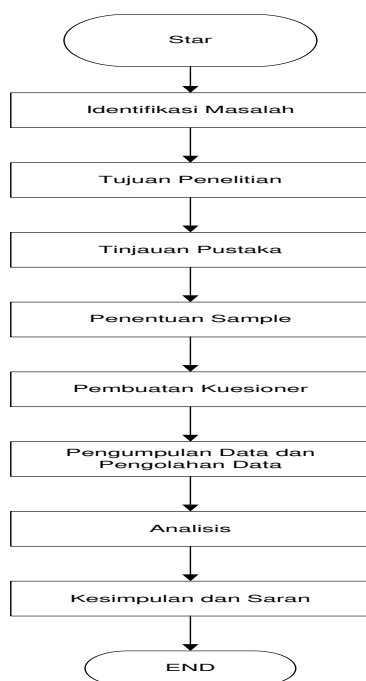
Beberapa metode untuk secara otomatis mensintesis dan menyetel pengontrol fuzzy, dan kemudian kami mengilustrasikannya aplikasi melalui beberapa studi kasus desain dan implementasi (Passino & Yurkovich, 1998). K-means adalah pengelompokan tugas yang sulit algoritme, di mana setiap objek memiliki tepat satu cluster.

Namun, penugasan yang berat dapat menyebabkan beberapa masalah untuk objek-objek yang terletak di perbatasan antara pusat cluster. Pengelompokan Fuzzy(C. Liu et al., 2013). Untuk tujuan ini kami mendefinisikan partisi hard dan fuzzy dalam konteks satu sama lain di mana dalam ruang partisi keras kami biarkan $X = [x_1, x_1, ..., x_N]$ mewakili himpunan terbatas dimana $2 \leq c \leq N$ adalah bilangan bulat di mana ruang partisi keras untuk X is set(B et al., 2020).

Oleh karena itu uji perbandingan antara dua metode data mining pada pemodelan K-Means clustering dan Fuzzy K-means untuk menentukan metode algoritma yang terbaik dalam menganalisa tingkat kepuasan Pelanggan di jasa pengiriman barang.

METODE PENELITIAN

Berikut alur penyusunan penelitian:



Gambar 1. Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan menggunakan metode K-Means, pada metode ini menggunakan 2 perhitungan yaitu: perhitungan secara manual dan menggunakan aplikasi Rapidminer.

Tabel 1. Centroid Awal

C1	20	20	8	1	2
C2	16	17	15	2	1

Menghitung jarak setiap data yang ada terhadap setiap pusat cluster dengan menggunakan persamaan Euclidean Distance Space.

- $\sqrt{(20 - 20)^2 + (20 - 20)^2 + (8 - 8)^2 + (1 - 1)^2 + (2 - 2)^2} = 0$
- $\sqrt{(16 - 20)^2 + (17 - 20)^2 + (15 - 8)^2 + (2 - 1)^2 + (1 - 2)^2} = 18,25$

Tabel 2. Centroid movement c1 dan c2

c1	c2
0	18.25
7.14	8.72
9.22	8.37
5.39	11.27
12.37	10.63
13.67	5.20
13.82	4.90
18.25	11.22
8.72	15.84
8.37	29.48
11.27	29.48
10.63	29.48
5.20	29.48
4.90	29.48
11.22	29.48
15.84	29.48

Table 3. Centroid movement of cluster 1

c1	c2	c0	c1
0	18.25	0	1
7.14	8.72	0	0
9.22	8.37	0	0
5.39	11.27	0	1
12.37	10.63	1	1
13.67	5.20	1	0
13.82	4.90	1	0
18.25	11.22	1	1
8.72	15.84	0	1
8.37	29.48	0	1
11.27	29.48	1	1
10.63	29.48	1	1
5.20	29.48	0	1
4.90	29.48	0	1
11.22	29.48	1	1
15.84	29.48	1	1

Table 4. Centroid movement of cluster 2

C1	C2	c0	c1
5.64	9.78	1	1
3.40	6.83	0	1
3.78	3.95	0	0
2.07	5.44	0	1
8.86	5.35	1	1
10.24	6.41	1	1
8.85	4.26	1	0
12.82	8.58	1	1
3.50	2.47	0	0
3.21	1.77	0	0
8.69	6.13	1	1
6.89	3.41	1	0
4.00	6.41	0	1
2.70	6.83	0	1

Table 5. The result of the 2nd iteration calculation

C1	17,75	17,25	12,375	1	2,125
C2	14,25	17,5	15,5	1	2,25

Hasil Perhitungan Menggunakan Metode fuzzy logic metode tsukamoto, Pada metode ini ada beberapa tahapan yaitu.

1. Fuzzyfication Stage

a). **Service Procedure** Variabel Prosedur Pelayanan terbagi atas 5 (lima) himpunan fuzzy yaitu sangat tidak puas, tidak puas, cukup puas, puas, dan sangat puas. Oleh karena itu perlu dicari nilai dari masing-masing himpunan seperti di bawah ini :

$$\mu_{\text{Tidak Puas}} = (\max \text{ kuisisioner} - \text{prosedur pelayanan}) / (\max \text{ kuisisioner} - \min \text{ kuisisioner})$$

$$\mu_{\text{Tidak Puas}} = (50 - 3) / (50 - 1) = 0,959$$

$$\mu_{\text{Sangat Tidak Puas}} = (\max \text{ kuisisioner} - \text{prosedur pelayanan}) / (\max \text{ kuisisioner} - \min \text{ kuisisioner})$$

$$\mu_{\text{Sangat Tidak Puas}} = (50 - 10) / (50 - 1) = 0,86$$

$$\mu_{\text{Cukup Puas}} = (\min \text{ kuisisioner} - \text{prosedur pelayanan}) / (\max \text{ kuisisioner} - \min \text{ kuisisioner})$$

$$= (50 - 47) / (50 - 1) = 0,061$$

$$\mu_{\text{Puas}} = (\text{prosedur pelayanan} - \min \text{ kuisisioner}) / (\max \text{ kuisisioner} - \min \text{ kuisisioner})$$

$$= (67 - 50) / (50 - 1)$$

$$= 0,346$$

$$\mu_{\text{Sangat Puas}} = (\text{prosedur pelayanan} - \min \text{ kuisisioner}) / (\max \text{ kuisisioner} - \min \text{ kuisisioner})$$

$$\mu_{\text{Sangat Puas}} = (74 - 50) / (50 - 1)$$

$$= 0,489$$

b). Tidiness and Cleanliness

Variabel Kerapihan dan Kebersihan terbagi atas 5 (lima) himpunan fuzzy yaitu sangat tidak puas, tidak puas, cukup puas, puas, dan sangat puas. Oleh karena itu perlu dicari nilai dari masing-masing himpunan seperti di bawah ini :

$$\mu_{\text{Tidak Puas}} = (\max \text{ kuisisioner} - \text{kerapihan dan kebersihan}) / (\max \text{ kuisisioner} - \min \text{ kuisisioner})$$

$$\mu_{\text{Tidak Puas}} = (50 - 9) / (50 - 1)$$

$$= 0,836$$

$$\mu_{\text{Sangat Tidak Puas}} = (\max \text{ kuisisioner} - \text{prosedur pelayanan}) / (\max \text{ kuisisioner} - \min \text{ kuisisioner})$$

$$\mu_{\text{Sangat Tidak Puas}} = (50 - 8) / (50 - 1)$$

$$= 0,857$$

$$\mu_{\text{Cukup Puas}} = (\text{prosedur pelayanan} - \max \text{ kuisisioner}) / (\max \text{ kuisisioner} - \min \text{ kuisisioner})$$

$$= (71 - 50) / (50 - 1)$$

$$= 0,428$$

$$\mu_{\text{Puas}} = (\text{prosedur pelayanan} - \min \text{ kuisisioner}) / (\max \text{ kuisisioner} - \min \text{ kuisisioner})$$

$$= (72 - 50) / (50 - 1) = 0,448$$

$$\mu_{\text{Sangat Puas}} = (\min \text{ kuisisioner} - \text{prosedur pelayanan}) / (\max \text{ kuisisioner} - \min \text{ kuisisioner})$$

$$\mu_{\text{Sangat Puas}} = (50 - 40) / (50 - 1) = 0,204$$

c). Facilities

Variabel Fasilitas terbagi atas 5 (lima) himpunan fuzzy yaitu sangat tidak puas, tidak puas, cukup puas, puas, dan sangat puas. Oleh karena itu perlu dicari nilai dari masing-masing himpunan seperti di bawah ini :

$$\mu_{\text{Tidak Puas}} = (\max \text{ kuisisioner} - \text{fasilitas}) / (\max \text{ kuisisioner} - \min \text{ kuisisioner})$$

$$\mu_{\text{Tidak Puas}} = (50 - 6) / (50 - 1) = 0,897$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Sangat Tidak Puas}} &= (\text{max kuisisioner} - \text{fasilitas}) / (\text{max kuisisioner} - \text{min kuisisioner}) \\ \mu_{\text{Sangat Tidak Puas}} &= (50 - 7) / (50 - 1) = 0,877\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Cukup Puas}} &= (\text{fasilitas} - \text{max kuisisioner}) / (\text{max kuisisioner} - \text{min kuisisioner}) = \\ &= (57 - 50) / (50 - 1) = 0,142\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Puas}} &= (\text{fasilitas} - \text{min kuisisioner}) / (\text{max kuisisioner} - \text{min kuisisioner}) \\ &= (72 - 50) / (50 - 1) = 0,510\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Sangat Puas}} &= (\text{fasilitas} - \text{min kuisisioner}) / (\text{max kuisisioner} - \text{min kuisisioner}) \\ \mu_{\text{Sangat Puas}} &= (53 - 50) / (50 - 1) = 0,061\end{aligned}$$

d) Complaint Stage

Variabel Penanganan Komplain terbagi atas 5 (lima) himpunan fuzzy yaitu sangat tidak puas, tidak puas, cukup puas, puas, dan sangat puas. Oleh karena itu perlu dicari nilai dari masing-masing himpunan seperti di bawah ini :

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Tidak Puas}} &= (\text{max kuisisioner} - \text{penanganan komplain}) / (\text{max kuisisioner} - \text{min kuisisioner}) \\ \mu_{\text{Tidak Puas}} &= (50 - 4) / (50 - 1) = 0,938\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Sangat Tidak Puas}} &= (\text{max kuisisioner} - \text{penanganan komplain}) / (\text{max kuisisioner} - \text{min kuisisioner}) \\ \mu_{\text{Sangat Tidak Puas}} &= (50 - 8) / (50 - 1) = 0,938\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Cukup Puas}} &= (\text{penanganan komplain} - \text{max kuisisioner}) / (\text{max kuisisioner} - \text{min kuisisioner}) \\ &= (55 - 50) / (50 - 1) \\ &= 0,102\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Puas}} &= (\text{prosedur pelayanan} - \text{min kuisisioner}) / (\text{max kuisisioner} - \text{min kuisisioner}) \\ &= (75 - 50) / (50 - 1) = 0,510\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Sangat Puas}} &= (\text{min kuisisioner} - \text{prosedur pelayanan}) / (\text{max kuisisioner} - \text{min kuisisioner}) \\ \mu_{\text{Sangat Puas}} &= (56 - 50) / (50 - 1) = 0,122\end{aligned}$$

1. Inference Stage

Masing-masing himpunan fuzzy pada rule akan dibandingkan dengan menggunakan fungsi min.

Oleh karena itu perhitungan fungsi min berdasarkan rule yang ada.

[R1] IF very dissatisfied AND not satisfied AND not satisfied AND quite satisfied AND satisfied THEN is very satisfied

$$\alpha\text{-predicate1} = 0.489$$

$$(x-a) / (b-a) = 0.489$$

$$(x-1) / (100-a) = 0.489$$

$$(x-1) / (99) = 0.489$$

$$(x-1) = 0.489 * 99$$

$$= 48.441$$

$$= 48,104 + 1$$

$$X1 = 49,411$$

[R2] IF very dissatisfied AND not satisfied AND not satisfied AND quite satisfied AND satisfied THEN is very satisfied

$$\alpha\text{-predicate2} = 0.061$$

$$(x-a) / (b-a) = 0.061$$

$$(x-1) / (100-a) = 0.061$$

$$(x-1) / (99) = 0.061$$

$$(x-1) = 0.061 * 99$$

$$= 6,039$$

$$= 6,039 + 1$$

$$X2 = 7.039$$

[R3] IF very dissatisfied AND not satisfied AND not satisfied AND quite satisfied AND satisfied THEN is very satisfied

$$\alpha\text{-predicate 3} = 0.448$$

$$(x-a) / (b-a) = 0.448$$

$$(x-1) / (100-a) = 0.448$$

$$(x-1) / (99) = 0.448$$

$$(x-1) = 0.448 * 99$$

$$= 44,352$$

$$= 44,352 + 1$$

$$X3 = 45,352$$

[R4] IF very dissatisfied AND not satisfied AND not satisfied AND quite satisfied AND satisfied THEN is very satisfied

$$\alpha\text{-predicate 4} = 0.204$$

$$(x-a) / (b-a) = 0.204$$

$$(x-1) / (100-a) = 0.204$$

$$(x-1) / (99) = 0.204$$

$$(x-1) = 0.204 * 99$$

$$= 20,196$$

$$= 20,196 + 1$$

$$X4 = 21,196$$

[R5] IF very dissatisfied AND not satisfied AND not satisfied AND quite satisfied AND satisfied THEN is very satisfied

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predicate } 5 &= 0.510 \\ (x-a) / (b-a) &= 0.510 \\ (x-1) / (100-a) &= 0.510 \\ (x-1) / (99) &= 0.510 \\ (x-1) &= 0.510 * 99 \\ &= 50.49 \\ &= 50.49 + 1 \\ X5 &= 51.49\end{aligned}$$

[R6] IF very dissatisfied AND not satisfied AND not satisfied AND quite satisfied AND satisfied THEN is very satisfied

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predicate } 6 &= 0.061 \\ (x-a) / (b-a) &= 0.061 \\ (x-1) / (100-a) &= 0.061 \\ (x-1) / (99) &= 0.061 \\ (x-1) &= 0.061 * 99 \\ &= 6.039 \\ &= 6.039 + 1 \\ X6 &= 7.039\end{aligned}$$

[R7] IF very dissatisfied AND not satisfied AND not satisfied AND quite satisfied AND satisfied THEN is very satisfied

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predicate } 7 &= 0.510 \\ (x-a) / (b-a) &= 0.510 \\ (x-1) / (100-a) &= 0.510 \\ (x-1) / (99) &= 0.510 \\ (x-1) &= 0.510 * 99 \\ &= 50.49 \\ &= 50.49 + 1 \\ X7 &= 51.49\end{aligned}$$

[R8] IF very dissatisfied AND not satisfied AND not satisfied AND quite satisfied AND satisfied THEN is very satisfied

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predicate } 8 &= 0.102 \\ (x-a) / (b-a) &= 0.102 \\ (x-1) / (100-a) &= 0.102 \\ (x-1) / (99) &= 0.102 \\ (x-1) &= 0.102 * 99 \\ &= 10.098 \\ &= 10.098 + 1 \\ X8 &= 11.098\end{aligned}$$

2. Defuzzification Stage

Tahap Defuzzifikasi merupakan tahap pengubahan output fuzzy yang diperoleh dari mesin inferensi menjadi nilai tegas dan

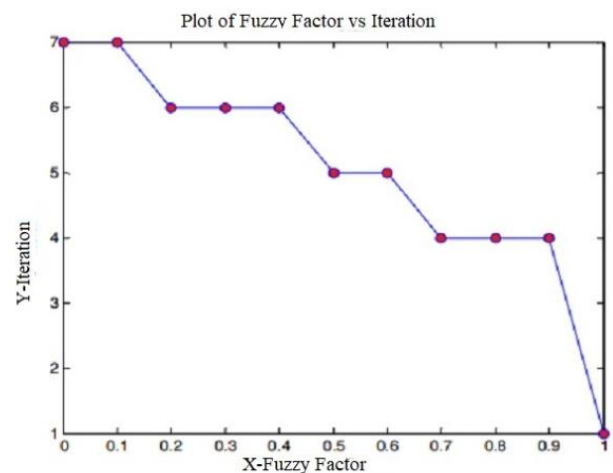
menggunakan fungsi keanggotaan yang sesuai dengan saat dilakukan fuzzyfikasi. Pada tsukomoto proses defuzzyfikasi yang dilakukan menggunakan metode rata-rata (*Average*) dengan rumus seperti berikut:

$$ZX = \frac{Z1 * \text{pred1} + Z2 * \text{pred2} + Z3 * \text{pred3} + Z4 * \text{pred4}}{\text{pred1} + \text{pred2} + \text{pred3} + \text{pred4}}$$

$$ZX = \frac{0,489 * 49,411 + 0,061 * 7,039 + 0,448 * 45,352 + 0,204 * 21,196}{0,489 + 0,061 + 0,448 + 0,204}$$

$$ZX = \frac{24,162 + 429,38 + 20,318 + 4,319}{1,202}$$

$$ZX = \frac{49,228,38}{1,202} = 40,95$$



Gambar 4. Show a plot of Fuzzy Factor Vs Number of Iterations.

KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh dari percobaan yang dilakukan menunjukkan bahwa performansi algoritma fuzzy K-means lebih baik dari pada kinerja algoritma K-means. Saat kami meningkatkan nilainya faktor fuzzy dari algoritma k-means fuzzy kami menjadi lebih baik hasil (tunjukkan pada gambar7). Hasil dari algoritma k-means dan Algoritma fuzzy k-means yang diterapkan pada kumpulan data jasa pengiriman barang masukan ditunjukkan pada hasil di atas dan tabel menunjukkan bahwa algoritma k-means fuzzy membutuhkan waktu lebih sedikit daripada k-means untuk mengelompokkan dataset gambar, sehingga berkinerja lebih baik

REFRENSI

- B, B., N, S., P, R. B., & Gugulothu, S. K. (2020). A novel assessment study on a dynamic analysis of hydrodynamic journal bearing performance: A Taguchi-fuzzy based approach optimization. *Transportation Engineering*, 2(July), 100033. <https://doi.org/10.1016/j.treng.2020.100033>
- Diez-Olivan, A., Pagan, J. A., Sanz, R., & Sierra, B. (2017). Data-driven prognostics using a combination of constrained K-means clustering, fuzzy modeling and LOF-based score. *Neurocomputing*, 241, 97–107. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2017.02.024>
- Dou, R., Li, W., Nan, G., Wang, X., & Zhou, Y. (2021). How can manufacturers make decisions on product appearance design? A research on optimal design based on customers' emotional satisfaction. *Journal of Management Science and Engineering*, xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.jmse.2021.02.010>
- Eldin, S. S., Mohammed, A., Hefny, H., & Ahmed, A. S. E. (2021). An Enhanced Opinion Retrieval Approach on Arabic Text for Customer Requirements Expansion. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 33(3), 351–363. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2019.01.010>
- Klir, G. J., & Yuan, B. O. (1995). *Fuzzy sets and fuzzy logic* (P. Guerrieri (ed.)).
- Kuhl, J., & Krause, D. (2019). Strategies for customer satisfaction and customer requirement fulfillment within the trend of individualization. *Procedia CIRP*, 84, 130–135. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.278>
- Likas, A., Vlassis, N., & Verbeek, J. J. (2003). *The global k -means clustering algorithm*. 36, 451–461.
- Lin, E. M. H., & Tseng, M. M. (2018). Tolerances of Customers' Requirements: A Review of Current Researches. *Procedia CIRP*, 72, 1208–1213. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.203>
- Liu, C., Chang, T., & Li, H. (2013). Clustering documents with labeled and unlabeled documents using fuzzy semi-Kmeans. *Fuzzy Sets and Systems*, 221, 48–64. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2013.01.004>
- Liu, Y., Ma, Z., Yan, Z., Wang, Z., Liu, X., & Ma, J. (2020). Privacy-preserving federated k-means for proactive caching in next generation cellular networks. *Information Sciences*, 521, 14–31. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2020.02.042>
- Naumov, V. (2018). Modeling Demand for Freight Forwarding Services on the Grounds of Logistics Portals Data. *Transportation Research Procedia*, 30, 324–331. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.09.035>
- Nguyen, T. T. N. (2020). Developing and validating five-construct model of customer satisfaction in beauty and cosmetic E-commerce. *Heliyon*, 6(9), e04887. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04887>
- Passino, K. M., & Yurkovich, S. (1998). *Fuzzy Control*. Addison Wesley Longman.
- Schneberger, J. H., Luedeke, T., & Vielhaber, M. (2018). Agile Transformation and Correlation of Customer-Specific Requirements and System-Inherent Characteristics - An Automotive Example. *Procedia CIRP*, 70(i), 78–83. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.068>
- Uzir, M. U. H., Jerin, I., Al Halbusi, H., Hamid, A. B. A., & Latiff, A. S. A. (2020). Does quality stimulate customer satisfaction where perceived value mediates and the usage of social media moderates? *Heliyon*, 6(12), e05710. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05710>
- Yu, A. S., Chu, S., & Wang, C. (2018). Two Improved k-means Algorithms. *Applied Soft Computing Journal*, 68, 747–755. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.08.032>