

Segmentasi Konsumen Zero Waste Menggunakan Metode Gaussian Mixture Model dan Fuzzy C-Means Berdasarkan Preferensi dan Perilaku Pembelian

Ni Luh Putu Ika Candrawengi¹, I Gusti Ngurah Putu Dharmayasa², I Gede Fery Surya Tapa³, Anak Agung Sagung Istri Agung Ratu⁴

¹Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Pendidikan Nasional

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Pendidikan Nasional

³Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Pendidikan Nasional

Corresponding Author: Ni Luh Putu Ika Candrawengi, e-mail: ikacandrawengi@undiknas.ac.id.

Published: July, 2025

ABSTRACT

The increasing concern for the environmental problems has led to the growth of zero-waste stores as a form of sustainable consumption. This study aims to identify consumer segmentation in zero waste stores in North Kuta, Bali, based on preferences and purchasing behavior. Data was gathered through reliable and valid questionnaires involving 80 respondents who had shopped at three zero waste stores. The analysis was conducted using GMM(Gaussian Mixture Model) and FCM (Fuzzy C-Means) algorithms, with evaluation using silhouette coefficient and ICD Rate. The results showed that GMM was more optimal in forming homogeneous clusters (ICD Rate: 0.715). Three main clusters were identified: Eco-Engaged Advocates (respondents who are loyal and environmentally conscious), Value-Conscious Supporters (respondents who focus on product value), and Occasional Shoppers (pragmatic respondents who are responsive to promotions). The findings provide strategic implications for businesses in developing a more adaptive and data-driven marketing approach.

Keywords: *Clustering*, FCM, GMM, Segmentasi Konsumen, *Zero-waste*

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Salah satu masalah besar yang dihadapi oleh penduduk di seluruh dunia adalah sampah. Volume sampah yang dihasilkan terus meningkat secara signifikan seiring dengan pertumbuhan penduduk yang semakin pesat. Laporan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia menunjukkan bahwa timbunan sampah di Indonesia mencapai 34,2 juta ton pada tahun 2024 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, 2024). Sampah makanan (27,5%), sampah campuran (20,42%), sampah plastik (19,41%), sampah kertas (14,54%), dan sampah kayu (9,25%) adalah komposisi utama (Korolevska, 2023). Dari persentase ini dapat dilihat bahwa sampah plastik masih menjadi penyumbang terbesar kedua setelah sampah makanan sehingga perlu dilakukan penanganan khusus dan berkelanjutan untuk mengurangi dampak sampah plastik terhadap lingkungan di Indonesia. Apalagi sampah plastik yang tidak dikelola dengan baik dapat

menyebabkan berbagai masalah di sektor kesehatan karena mencemari lingkungan dan juga dapat mengurangi daya saing ekonomi. Hal ini juga berdampak pada kawasan pariwisata seperti Bali. Pada tahun 2019, Bali menghasilkan hingga 4.281 ton sampah padat setiap hari atau sekitar 1,5 juta ton dalam setahun (Kurniawan, 2019).

Peraturan nasional mengenai Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis (Jakstranas) dibuat oleh pemerintah Indonesia untuk menunjukkan komitmennya terhadap pengelolaan sampah plastik. Peraturan ini mengintegrasikan manajemen sampah rumah tangga dan sampah sejenis dari sumbernya hingga pengolahan akhir. Target Indonesia adalah menjadi bersih dan bebas dari sampah pada tahun 2025 dengan mengurangi 30 persen sampah dan menerapkan pengelolaan sampah 70 persen. Strategi dari kebijakan ini adalah dengan melakukan pembatasan penggunaan plastik sekali pakai hingga peningkatan sistem daur ulang dan edukasi public. Lebih dari 400 kampanye yang didukung oleh pemerintah daerah bali, sektor informal, pemerintah, komunitas, lembaga tradisional, dan organisasi keagamaan aktif bekerja untuk mengurangi, membersihkan, mendidik, mengumpulkan, dan mendaur ulang sampah (Kurniawan, 2019).

Selain berbagai kebijakan pemerintah dalam penanganan limbah plastik, banyak bisnis mulai berkembang dengan mengadopsi kampanye bebas plastik. Salah satunya adalah maraknya toko dengan konsep Zero Waste Store. Toko Zero Waste adalah salah satu bisnis yang menerapkan konsep bebas kantong plastik bagi pembelinya, di mana pembeli membawa wadah sendiri untuk mengisi ulang makanan, produk perawatan pribadi, dan perlengkapan pembersihan. Toko-toko ini tidak hanya membantu mengurangi limbah plastik dan beban tempat pembuangan akhir, tetapi juga mempromosikan praktik hidup berkelanjutan di kalangan konsumen. Munculnya toko-toko Zero Waste di beberapa wilayah Indonesia mencerminkan adanya pergeseran perilaku konsumen menuju pola konsumsi berkelanjutan. Memahami faktor-faktor yang mendorong pelanggan untuk berbelanja di toko Zero Waste sangat penting untuk menyesuaikan strategi pemasaran, mengoptimalkan penawaran produk, dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

Segmentasi pelanggan adalah alat yang ampuh yang memungkinkan bisnis membagi basis pelanggan yang luas menjadi kelompok-kelompok yang berbeda berdasarkan karakteristik yang sama. Segmentasi ini dapat membantu pemasar menemukan korelasi antara segmen pelanggan tertentu dengan pola belanja mereka, sehingga mereka dapat menjalankan kampanye yang sesuai dengan segmen pelanggan (Tabianan et al., 2022). Dengan melakukan segmentasi terhadap pelanggan toko Zero Waste, dapat diketahui konsumen yang paling mungkin menerima dan mendukung konsep ini dan bagaimana melayani konsumen dengan lebih optimal.

Segmentasi tradisional menggunakan asumsi dan kategori tetap dalam menentukan kelompok konsumen, tetapi hal ini cukup berbeda dengan pengelompokan konsumen menggunakan metode *data driven* seperti *unsupervised learning* yang mengelompokkan konsumen berdasarkan pola yang muncul dari data. Adapun dua teknik *clustering* yang banyak digunakan adalah dengan *Gaussian Mixture Model* (GMM) dan *Fuzzy C-Means* (FCM). GMM memungkinkan pengelompokan berdasarkan keanggotaan *cluster*, sehingga lebih flexible dalam menghadapi keragaman data (Weber et al., 2022), sementara itu FCM memungkinkan untuk satu individu masuk ke dalam beberapa *cluster* sekaligus dengan derajat keanggotaan tertentu (Cebece & Yildiz, 2015).

Studi oleh Laksana dan Fahrezi (2024) menunjukkan bahwa perubahan pola pikir perusahaan digital mendorong organisasi untuk menggunakan segmentasi berbasis data untuk mengembangkan strategi pemasaran yang lebih mudah beradaptasi dan relevan. Studi ini menganalisis perilaku pembelian konsumen menggunakan algoritme Gaussian Mixture Model (GMM), yang menghasilkan empat kelompok konsumen, masing-masing dengan preferensi dan kecenderungan pembelian yang berbeda. Selain itu, penelitian oleh Iryanda (2022) dalam sebuah studi mengenai pelanggan layanan seluler di Indonesia, pendekatan FCM dikombinasikan dengan model RFM (Recency, Frequency, Monetary) untuk membentuk tiga *cluster* pelanggan. Pemanfaatan GMM dan FCM dalam data perilaku konsumen Zero Waste diharapkan dapat mengelompokkan konsumen sesuai dengan preferensi, serta motivasi yang berbeda-beda. Hasil segmentasi ini tidak hanya berguna untuk menyusun strategi pemasaran dan edukasi konsumen, tetapi juga dapat

menjadi dasar dalam pengambilan keputusan bisnis yang lebih inklusif dan berdampak sosial. Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk mengidentifikasi segmen konsumen toko *Zero Waste* di Bali, dengan harapan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan bisnis berkelanjutan di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Area Study

Penelitian ini dilaksanakan di Kuta Utara, Bali, Indonesia. Area spesifik ini dipilih karena terdapatnya toko yang menerapkan konsep *zero-waste* dan tetap beroperasi selama periode "New Normal" pandemi COVID-19. Dari beberapa toko tersebut, tiga toko dipilih untuk studi mendalam yaitu Zero Waste Bali Kerobokan, Bali Buda Kerobokan, dan Soil Food Temple. Toko-toko ini dipilih berdasarkan jumlah pengikut media sosial mereka yang secara signifikan lebih besar dibandingkan toko konsep *zero-waste* serupa lainnya di area Kuta Utara.

Desain Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode kuantitatif. Menggunakan data primer yang dikumpulkan melalui survei dan kuesioner, memungkinkan pengumpulan data numerik secara sistematis untuk analisis statistik.

Tahap Pengumpulan Data

Data primer yang digunakan untuk analisis dikumpulkan dengan menggunakan kuesioner yang dibuat dengan Google Forms dan disebar lewat tautan di media sosial. Kuesioner yang disebar memiliki desain kuesioner terstruktur dengan pilihan jawaban yang sudah ditentukan, ini bertujuan untuk memastikan konsistensi dan mempermudah proses data. Seluruh tanggapan responden diukur dengan skala Likert lima poin, yang detailnya tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Skor Penilaian untuk Jawaban Kuesioner

Simbol	Arti	Skor
SS	Sangat Setuju	5
S	Setuju	4
N	Netral	3
TS	Tidak Setuju	2
STS	Sangat Tidak Setuju	1

Populasi dan Pengambilan Sampel

Adapun populasi dari yang digunakan pada penelitian adalah konsumen asal Indonesia yang pernah melakukan pembelian di salah satu dari tiga toko berkonsep *zero waste* yang berada di wilayah Kuta Utara, Bali, yaitu Zero Waste Bali Kerobokan, Bali Buda Kerobokan, dan Soil Food Temple. Jumlah sampel yang digunakan ditentukan berdasarkan jumlah pertanyaan atau indikator yang terdapat pada kuesioner. Penelitian ini menggunakan lima macam variabel dan 16 indikator pertanyaan, sehingga, jumlah responden minimum yang digunakan untuk penelitian ini adalah 80 responden.

Tabel 2 merupakan indikator pertanyaan yang digunakan dalam kuesioner.

Tabel 2. Variabel dan Indikator Pertanyaan

No	Indikator Pertanyaan	No	Indikator Pertanyaan
1	Budaya	9	Variasi Produk
2	Kelas Sosial	10	Kualitas Produk
3	Kelompok Referensi	11	Harga dengan Kualitas
4	Keluarga	12	Harga dengan Kemampuan

Konsumen			
5	Keadaan Ekonomi	13	Promosi Penjualan
6	Gaya Hidup	14	Iklan
7	Motivasi	15	Aksesibilitas
8	Persepsi	16	Dekat dengan Konsumen

Metode Analisis Data

1. Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Uji validitas digunakan untuk mengukur mengetahui indikator-indikator yang digunakan dalam penelitian benar-benar mampu mengukur konsep atau variabel yang ingin diteliti. Sebuah instrument dianggap valid jika pertanyaan yang digunakan dapat dengan akurat merepresentasikan studi kasus yang dipelajari, sehingga data yang terkumpul relevan dan dapat digunakan untuk mencapai tujuan penelitian (Cohen et al., 2017). Pengujian validitas instrument pada penelitian ini dilakukan dengan menganalisis respons dari 15 responden awal. Kriteria validitas ditentukan berdasarkan perbandingan antara r hasil perhitungan dengan nilai r -tabel dengan derajat bebas $n-2$. (Hair et al., 2019).

Sedangkan, uji reliabilitas merupakan salah satu pengujian yang digunakan untuk mengukur konsistensi dan stabilitas dari suatu instrumen pengukuran. Sebuah kuesioner dianggap reliabel apabila data yang dihasilkan konsisten ketika digunakan kembali untuk mengukur hal serupa. Dalam penelitian ini, koefisien Cronbach Alpha digunakan untuk menguji reliabilitas instrumen; jika koefisien Cronbach Alphanya lebih besar dari 0,6, instrumen tersebut dianggap reliabel. .

2. Gaussian Mixture Model (GMM)

Gaussian Mixture Model atau yang biasa dikenal dengan GMM merupakan teknik *unsupervised learning* yang digunakan untuk mengelompokkan objek berdasarkan kesamaan (Patel & Kushwaha, 2020). GMM menggunakan pendekatan distribusi dalam mengelompokkan objek. Pada *clustering* dengan GMM, setiap *cluster* direpresentasikan ke dalam distribusi gaussian atau distribusi normal dengan parameter mean (μ), *covariance* (σ), dan bobot (weight) (π). Parameter tersebut selanjutnya akan dioptimisasi dan diestimasi dengan menggunakan algoritma *Expectation Maximization* (EM) (Rizqi, 2023). GMM dapat dimodelkan dengan menggunakan Persamaan 1.

$$p(x) = \sum_{k=1}^K \pi_k N(x | \mu_k, \sigma_k) \quad (1)$$

dengan, $p(x)$ adalah probability density function, K adalah jumlah cluster, N adalah jumlah observasi, μ_k adalah rata-rata (mean) dari cluster ke- k , σ_k adalah covariance dari cluster ke- k serta π_k adalah bobot dari cluster k .

3. Fuzzy C-Means (FCM) Clustering

Fuzzy C-Means atau FCM adalah salah satu metode *clustering* yang diperkenalkan oleh Dunn (Dunn, 1973) yang merupakan perluasan dari algoritma K-Means. Yang membedakan FCM dengan K-Means, Dimana setiap titik data secara tegas hanya menjadi anggota satu *cluster*, FCM menerapkan konsep *clustering* Dimana setiap titik dapat menjadi anggota dari beberapa *cluster* secara bersamaan (Krasnov et al., 2023). Algoritma FCM akan menghasilkan derajat keanggotaan untuk *cluster* yang bernilai diantara 0 hingga 1 (Wierzchon & Klopotek, 2018). Derajat keanggotaan ini diperoleh dengan cara meminimalkan fungsi objektif yang dapat dilihat pada Persamaan 2.

$$K_t = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^c \theta_{ik}^m \|x_i - c_k\|^2 \quad (2)$$

Dimana $m > 1$ adalah skalar yang disebut eksponen bobot dan mengontrol tingkat ketidakjelasan *cluster*, dengan nilai yang ditetapkan sebesar 2, θ_{ij} adalah derajat keanggotaan x_i dalam *cluster* k , x_i adalah dimensi data dan c_k adalah dimensi pusat *cluster*, serta $\|x_i - c_k\|$ adalah jarak euclidean antara

data dengan pusat *cluster*. Adapun cara untuk menghitung jarak euclidean ditunjukkan pada Persamaan 3 (Syaifudin et al., 2023).

$$\|x_i - c_k\| = \sqrt{\sum_{k=1}^c (x_i - c_k)^2} \quad (3)$$

4. Indeks Validitas Silhouette

Indeks Validitas Silhouette adalah ukuran statistik yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas *clustering* dan membantu menentukan jumlah *cluster* optimal. Metode ini memberikan representasi grafis tentang posisi setiap objek dalam *clusternya*. Setiap objek *i* dalam kumpulan data dinilai menggunakan dua metrik jarak, dengan asumsi bahwa data telah dikelompokkan dengan sukses ke dalam *K* cluster. Metrik *a(i)* menunjukkan jarak rata-rata objek *i* ke semua objek lain dalam cluster yang sama, dan *b(i)* menunjukkan jarak minimum rata-rata objek *i* ke semua objek dalam cluster terdekat yang tidak termasuk dalam cluster tersebut (Cholissodin & Furqon, 2014). Berdasarkan definisi ini, indeks silhouette dapat dinyatakan melalui Persamaan 4.

$$S(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\text{Max}\{a(i), b(i)\}} \quad (4)$$

5. ICD Rate

ICD Rate adalah metrik yang dapat digunakan untuk menentukan *cluster* terbaik. *Cluster* terbaik diperoleh dengan mengukur tingkat dispersi atau sebaran data dalam setiap *cluster*. Semakin kecil nilai ICD Rate, semakin baik *clustering* yang terbentuk (Chusna & Rumiati, 2021). Hal ini menandakan bahwa terdapat dispersi yang rendah dalam *cluster*, yang artinya bahwa *cluster-cluster* yang dibentuk lebih padat dan homogen. Nilai ICD Rate dapat dihitung dengan Persamaan 5.

$$icdrate = 1 - \frac{SSB}{SST} = 1 - \frac{SST - SSW}{SST} = 1 - R^2 \quad (5)$$

Di mana R^2 adalah rasio SSB/SST , SSB adalah total jumlah kuadrat jarak antar kelompok yang diperoleh dari $SST - SSW$, SST adalah total jumlah kuadrat jarak setiap observasi terhadap rata-rata keseluruhan data, dan SSW adalah total jumlah kuadrat jarak setiap sampel terhadap rata-rata kelompoknya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas

Hasil pengujian validitas instrumen terhadap 16 pertanyaan yang digunakan pada kuesioner yang dibagikan kepada responden menunjukkan bahwa keseluruhan item sudah memiliki nilai $r > r_{\text{tabel}}$ (0,514) yang artinya keseluruhan item pertanyaan yang digunakan sudah valid dan dapat mewakili variable yang ingin diteliti. Selain itu, pengujian reliabilitas instrumen dengan Cronbach's Alpha menghasilkan nilai 0,899, yang menunjukkan bahwa alat yang digunakan dalam penelitian ini sudah reliabel.

Karakteristik Responden

Penelitian ini melibatkan 80 responden yang pernah berbelanja di tiga toko *zero waste* di Kuta Utara, Bali. Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa mayoritas berusia 15–25 tahun (62.5%) dan berjenis kelamin perempuan (82.5%). Sebagian besar responden adalah wirausaha (37.5%) dengan pendapatan Rp1.500.000–Rp5.000.000 (65%). Dari sisi toko, Bali Buda Kerobokan dan Soil Food Temple memiliki proporsi konsumen tertinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa gerakan *zero-waste* di wilayah ini saat ini didorong oleh segmen pasar yang spesifik, memiliki kemampuan ekonomi, dan sadar sosial, bukan adopsi arus utama yang luas.

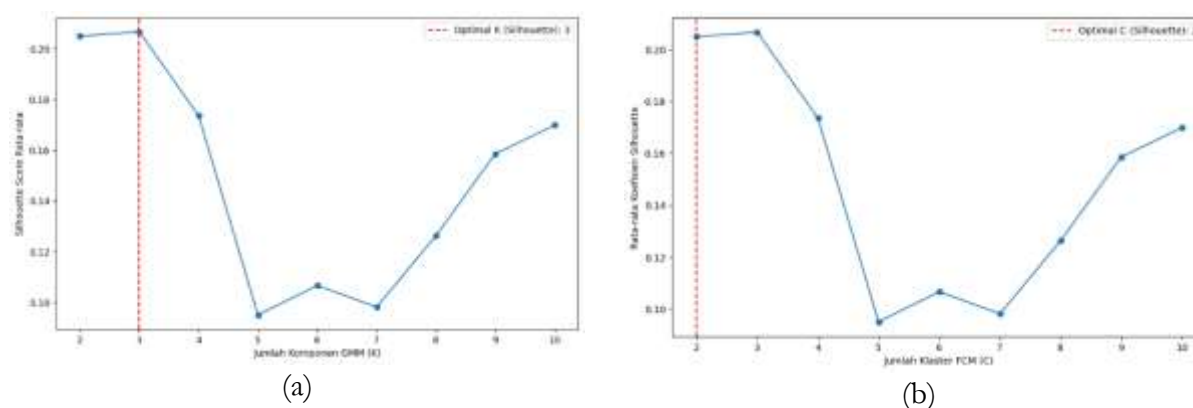
Tabel 3. Karakteristik Responden

Karakteristik	Kategori	Frekuensi	Persentase
Usia	15-25 tahun	50	62,50%

	26-35 tahun	25	31,30%
	>35 tahun	5	6,30%
Jenis Kelamin	Perempuan	66	82,50%
	Laki-laki	14	17,50%
Pekerjaan	Pelajar atau Mahasiswa	27	33,80%
	Pengusaha	30	37,50%
	Karyawan	15	18,80%
	Lainnya	8	10,00%
Tingkat Pendapatan	< Rp.1.500.000	18	21,30%
	Rp.1.500.000-Rp.5.000.000	52	65,00%
	>Rp. 5.000.000	10	13,80%
Toko yang Dikunjungi	Bali Buda Kerobokan	29	36,30%
	Soil Food Temple	29	36,30%
	Zero Waste Bali Kerobokan	22	27,50%

Analisis Cluster

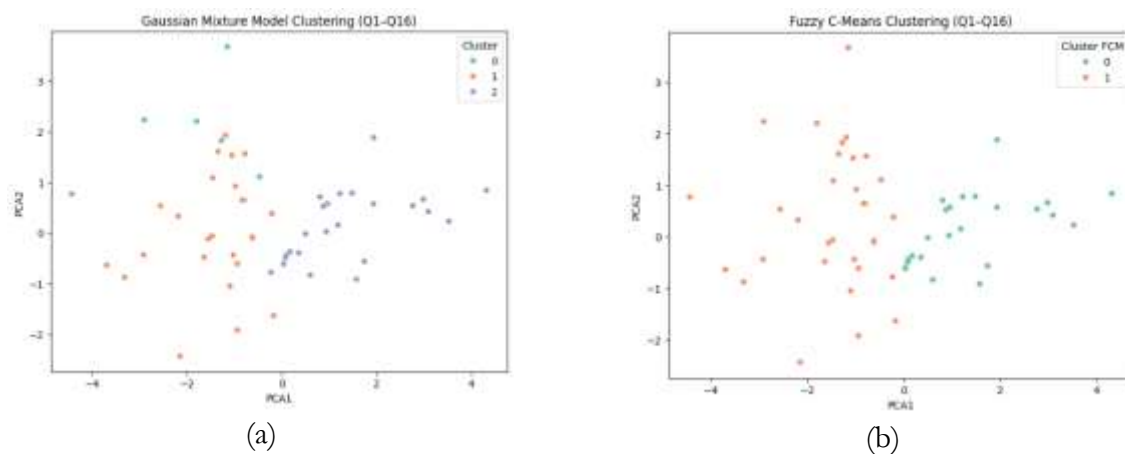
Pada penelitian ini dilakukan analisis *cluster* dengan menggunakan dua macam algoritma yaitu menggunakan GMM dan FCM. Nilai koefisien silhouette untuk masing-masing algoritma dihitung untuk menentukan cluster mana yang paling cocok untuk kedua algoritma tersebut. Dalam penelitian ini, jumlah cluster dari 2 hingga 10 akan digunakan. Koefisien silhouette untuk masing-masing algoritma ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 a) Hasil Koefisien Silhouette untuk Metode GMM, b) Hasil koefisien silhouette untuk metode FCM

Hasil dari plot koefisien silhouette pada Gambar 1 menunjukkan Nilai k optimal untuk cluster GMM adalah $k = 3$ dengan nilai koefisien silhouette 0,207, sedangkan nilai k optimal untuk metode FCM adalah $k = 2$ dengan nilai koefisien silhouette 0,201. Dalam metode FCM, masing-masing cluster memiliki 40 anggota sedangkan dalam metode GMM, anggota cluster 0 adalah 7 orang, cluster 1 adalah 32 orang, dan cluster 2 adalah 41 orang.

Selanjutnya dilakukan visualisasi hasil clustering dengan mereduksi data yang berdimensi tinggi menjadi dua dimensi utama menggunakan Principal Componen Analysis (PCA). Hasil ini digunakan untuk mengidentifikasi pola dalam data dan mengelompokkan responden berdasarkan karakteristik jawaban mereka. Gambar 2 merupakan hasil visualisasi cluster untuk metode GMM dan FCM.



Gambar 2. a) Hasil visualisasi cluster untuk metode GMM, b) Hasil visualisasi cluster untuk metode FCM

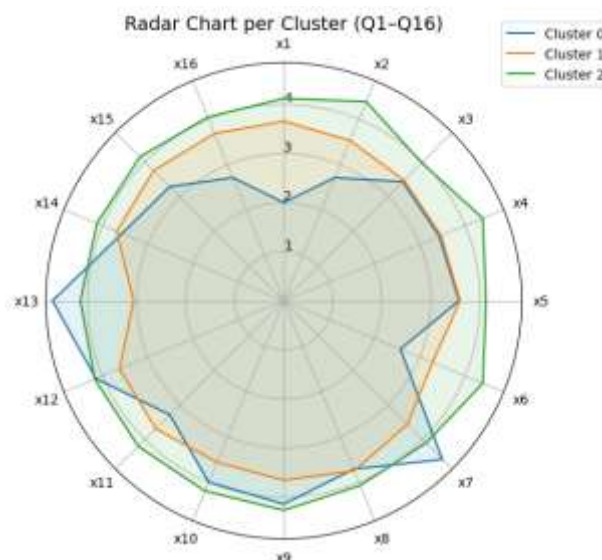
Berdasarkan Gambar 2, dapat diketahui pada bagian Gambar 2a yang merupakan visualisasi cluster dengan menggunakan GMM menunjukkan bahwa data terbagi menjadi tiga cluster. Cluster 2 tampak paling terkonsentrasi di sisi kanan, mencerminkan jawaban yang seragam. Cluster 1 menyebar luas ditengah yang menunjukkan bahwa terdapat keragaman dalam kelompok tersebut, sedangkan cluster 0 berada di sisi kiri atas dengan karakteristik yang lebih unik. Sedangkan pada Gambar 2b, yang merupakan visualisasi cluster dengan metode FCM menunjukkan bahwa data dibagi menjadi dua cluster. Cluster 0 mencakup sebagian besar responden sedangkan cluster 1 lebih sedikit dan terkonsentrasi di beberapa area tertentu.

Untuk mendapatkan metode mana yang paling baik dalam memisahkan cluster, selanjutnya dilakukan analisis dengan menghitung ICD rate dari tiap cluster. Berdasarkan hasil pada Tabel, clustering dengan algoritma GMM memiliki ICD rate sebesar 0,715, sedangkan clustering dengan algoritma FCM memiliki ICD rate sebesar 0,793. Artinya, GMM menghasilkan cluster yang lebih rapat dan seragam dibanding FCM, yang menunjukkan bahwa responden dalam setiap kelompok GMM memiliki pola jawaban yang lebih mirip satu sama lain. Sebaliknya, nilai ICD rate FCM yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa cluster yang dibentuk cenderung lebih tersebar dan kurang homogen.

Tabel 4. Hasil perbandingan ICD Rate metode GMM dan FCM

Metode	ICD rate
GMM	0,715
FCM	0,793

Gambar radar chart menunjukkan profil tiga *cluster* konsumen berdasarkan persepsi mereka terhadap 16 indikator yang mewakili tujuh faktor pembelian. Pola jawaban yang ditampilkan memungkinkan untuk mengidentifikasi karakteristik unik dari masing-masing *cluster*, yang selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar penamaan segmen.



Gambar 3. Radar chart setiap variabel dalam cluster

Berdasarkan analisis radar chart terhadap 16 indikator keputusan pembelian, diperoleh tiga *cluster* konsumen dengan karakteristik yang berbeda. *Cluster 2*, yang diberi nama *Eco-Engaged Advocates*, menunjukkan skor tertinggi dan paling konsisten di hampir seluruh indikator. Konsumen dalam kelompok ini sangat menghargai kualitas produk, kesesuaian harga, serta memiliki kesadaran lingkungan dan dukungan sosial yang kuat terhadap konsep *zero waste*. Mereka merupakan segmen loyal dan teredukasi yang dapat menjadi target utama untuk strategi pemasaran berkelanjutan dan kolaborasi komunitas.

Sementara itu, *Cluster 1*, yang disebut *Value-Conscious Supporters*, memperlihatkan skor sedang pada hampir seluruh aspek. Konsumen dalam *cluster* ini menghargai nilai produk dan promosi, namun belum sepenuhnya menjadikan gaya hidup ramah lingkungan sebagai bagian dari kebiasaan tetap. Oleh karena itu, strategi pemasaran untuk kelompok ini sebaiknya difokuskan pada peningkatan persepsi nilai melalui promosi edukatif dan penawaran menarik.

Adapun *Cluster 0*, yang dinamakan *Occasional Shoppers*, memiliki skor terendah dan paling fluktuatif. Konsumen dalam *cluster* ini cenderung dipengaruhi oleh motivasi sesaat dan faktor promosi, tetapi belum menunjukkan keterikatan yang kuat terhadap nilai-nilai *zero waste*. Strategi yang tepat untuk kelompok ini melibatkan pendekatan promosi visual yang menarik, insentif taktis, serta edukasi ringan melalui kampanye media sosial untuk membangun ketertarikan jangka panjang.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini, seluruh item dalam instrumen kuesioner telah terbukti valid dan reliabel, sehingga layak digunakan untuk menganalisis perilaku konsumen pada toko *zero waste* di wilayah Kuta Utara, Bali. Karakteristik responden didominasi oleh perempuan muda berusia 15–25 tahun dengan latar belakang ekonomi menengah dan profesi sebagai wirausaha, yang menunjukkan bahwa pasar *zero waste* saat ini digerakkan oleh segmen konsumen yang spesifik dan sadar lingkungan. Hasil analisis deskriptif menunjukkan mulai dari produk, harga, psikologi, lokasi, sosial, budaya, promosi, hingga faktor pribadi mendapat penilaian yang positif, dengan variabel *Product* menempati skor rata-rata tertinggi. Ini menegaskan pentingnya kualitas produk dan nilai keberlanjutan dalam mendorong keputusan pembelian konsumen.

Hasil segmentasi konsumen dengan menggunakan analisis *cluster* dengan algoritma GMM dan FCM berhasil mengidentifikasi tiga segmen konsumen yang berbeda, dengan GMM terbukti lebih efektif berdasarkan nilai *ICD rate* yang lebih rendah (0,715). Visualisasi radar chart menunjukkan adanya perbedaan yang jelas antar *cluster*. *Eco-Engaged Advocates* sebagai kelompok konsumen yang sangat loyal dan sadar lingkungan, *Value-Conscious Supporters* yang moderat namun responsif terhadap nilai produk, serta *Occasional Shoppers* yang lebih dipengaruhi promosi dan motivasi sesaat. Temuan ini memberikan arah strategis bagi pelaku bisnis *zero waste* untuk

mengembangkan pendekatan pemasaran yang lebih tepat sasaran berdasarkan karakteristik masing-masing segmen.

REFERENSI

- Cebeci, Z., & Yildiz, F. (2015). Comparison of K-Means and Fuzzy C-Means Algorithms on Different Cluster Structures. *Journal of Agricultural Informatics*, 6(3), Article 3. <https://doi.org/10.17700/jai.2015.6.3.196>
- Chusna, H. A., & Rumiati, A. T. (2021). Penerapan Metode K-Means dan Fuzzy C-Means untuk Pengelompokan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di Indonesia Berdasarkan Standar Nasional Pendidikan (SNP). *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 9(2), D216–D223.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). *Research Methods in Education* (8th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315456539>
- Dunn, J. C. (1973). A Fuzzy Relative of the ISODATA Process and Its Use in Detecting Compact Well-Separated Clusters. *Journal of Cybernetics*, 3(3), 32–57. <https://doi.org/10.1080/01969727308546046>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate Data Analysis*. Cengage.
- Irfiyanda, C., Andreswari, R., & Hamami, F. (2022). Customer Segmentation Using Fuzzy C-Means Algorithm in Telco Industry. *2022 International Conference of Science and Information Technology in Smart Administration (ICSINTESA)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICSINTESA56431.2022.10041585>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. (2024). <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- Korolevska, I. (2023). *Support for Infrastructure Investments in Indonesia (S4I) Consulting Services for Project Implementation*.
- Krasnov, D., Davis, D., Malott, K., Chen, Y., Shi, X., & Wong, A. (2023). Fuzzy C-Means Clustering: A Review of Applications in Breast Cancer Detection. *Entropy*, 25(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/e25071021>
- Kurniawan, D. (2019). FKP Unud bersama tim Bali Partnership release Data Kebocoran Sampah ke laut Di prov. Bali. <https://fkp.unud.ac.id/posts/fkp-unud-bersama-tim-bali-partnership-release-data-kebocoran-sampah-ke-laut-di-prov-bali>
- Laksana, E. A., & Fahrezi, M. M. (2024). *Customer Segmentation and Analysis Based on Gaussian Mixture Model Algorithm*. 67–75. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-618-5_8
- Patel, E., & Kushwaha, D. S. (2020). Clustering cloud workloads: K-means vs gaussian mixture model. *Procedia Computer Science*, 171, 158–167.
- Rizqi, U. (2023). *Gaussian Mixture Model dengan Algoritme Expectation Maximization untuk Pengelompokan Data Distribusi Air Bersih di Jawa Barat*. 6, 745–750.
- Syaifudin, A., Purwanto, P., Himawan, H., & Soeleman, M. A. (2023). Customer Segmentation with RFM Model using Fuzzy C-Means and Genetic Programming. *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 22(2), 239–248. <https://doi.org/10.30812/matrik.v22i2.2408>
- Tabianan, K., Velu, S., & Ravi, V. (2022). K-Means Clustering Approach for Intelligent Customer Segmentation Using Customer Purchase Behavior Data. *Sustainability*, 14(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/su14127243>
- Weber, C. M., Ray, D., Valverde, A. A., Clark, J. A., & Sharma, K. S. (2022). Gaussian mixture model clustering algorithms for the analysis of high-precision mass measurements. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 1027, 166299. <https://doi.org/10.1016/j.nima.2021.166299>
- Wierzchon, S., & Kłopotek, M. (2018). *Modern Algorithms of Cluster Analysis*. 34. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-69308-8>