

Pengelompokan Pelanggan Pusat Perbelanjaan Menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means

Yebi Depriansyah¹, M Febri Ardiasnyah², Mezi³, M Kevin Rinaldi⁴

^{1,3} Informatika, Teknik, Universitas Bengkulu, Jl. W.R Supratman, Kandang Limun, Bengkulu dan 38371A (+62-736-21170 dan 21884; +62-736-22105)

¹yebidep05@gmail.com

²febard59@gmail.com

³mezimezi941@gmail.com

⁴mkevinrinaldi@gmail.com

Abstrak: Pengelompokan pelanggan merupakan salah satu strategi penting dalam memahami perilaku konsumen dan meningkatkan efektivitas pemasaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan pelanggan pusat perbelanjaan berdasarkan data demografi dan perilaku belanja menggunakan algoritma Fuzzy C-Means (FCM). Dataset yang digunakan adalah "Mall Customer Segmentation Data," yang mencakup informasi usia, jenis kelamin, pendapatan tahunan, dan skor belanja pelanggan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma FCM berhasil membagi pelanggan ke dalam tiga kelompok utama dengan karakteristik yang berbeda-beda. Cluster pertama terdiri dari pelanggan dengan pendapatan tahunan tinggi dan skor belanja yang tinggi, yang merupakan segmen pelanggan premium. Cluster kedua mengelompokkan pelanggan dengan pendapatan tahunan sedang namun memiliki skor belanja rendah, mengindikasikan segmen pelanggan yang sensitif terhadap harga. Cluster ketiga mencakup pelanggan dengan pendapatan tahunan rendah dan skor belanja menengah, yang cenderung mencari nilai terbaik untuk pembelian mereka. Evaluasi performa algoritma FCM menunjukkan bahwa model ini efektif dalam mengidentifikasi pola dan kecenderungan belanja pelanggan, memberikan wawasan berharga bagi pusat perbelanjaan untuk menyusun strategi pemasaran yang lebih tepat sasaran..

Kata Kunci: Pengelompokan pelanggan, Fuzzy C-Means, pusat perbelanjaan, analisis data, strategi pemasaran.

Abstract: Customer clustering is a crucial strategy for understanding consumer behavior and enhancing marketing strategies. This study aims to categorize mall customers based on demographic data and shopping behavior using the Fuzzy C-Means (FCM) algorithm. The dataset used in this research is the "Mall Customer Segmentation Data," which contains information such as age, gender, annual income, and spending scores of customers. The FCM algorithm effectively grouped customers into several clusters based on data similarities, accounting for fuzzy membership values for each customer. The results revealed three distinct customer clusters, each characterized by specific spending behavior and demographic patterns. These insights are expected to help shopping centers develop more targeted marketing strategies. The evaluation demonstrated that the FCM algorithm accurately segmented customers, offering a comprehensive understanding of each cluster's characteristics and potential marketing

implications.

Keywords: Customer segmentation, Fuzzy C-Means, mall customers, data analysis, marketing strategy.

I. PENDAHULUAN

Pusat perbelanjaan saat ini berperan sebagai destinasi utama bagi masyarakat untuk memenuhi kebutuhan gaya hidup, hiburan, dan belanja. Seiring perkembangan teknologi dan perubahan perilaku konsumen, pusat perbelanjaan perlu menghadapi tantangan baru dalam memahami keinginan dan kebutuhan pelanggan dengan lebih baik. Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan ini adalah dengan menerapkan strategi pemasaran yang tepat sasaran berdasarkan pengelompokan pelanggan. Dengan mengelompokkan pelanggan, pusat perbelanjaan

dapat mengidentifikasi berbagai segmen pelanggan berdasarkan karakteristik belanja dan preferensi mereka, sehingga mampu menyediakan promosi yang relevan dan meningkatkan loyalitas pelanggan.[1]

Dalam dunia bisnis modern, data pelanggan menjadi sumber informasi yang sangat bernilai untuk mengambil keputusan strategis. Namun, data pelanggan yang besar dan beragam memerlukan teknik analisis khusus agar dapat diekstraksi menjadi informasi yang bermakna. Pengelompokan data atau *clustering* merupakan salah satu metode analisis yang efektif untuk memahami pola kecenderungan dalam data, seperti data pelanggan. Dengan *clustering*, pelanggan dikelompokkan berdasarkan karakteristik tertentu sehingga kesamaan antar pelanggan dalam satu kelompok lebih besar dibandingkan dengan pelanggan di kelompok lain. Teknik ini memungkinkan pengelola pusat perbelanjaan untuk menyusun pendekatan pemasaran yang lebih personal sesuai dengan kebutuhan setiap kelompok pelanggan.[2]

Salah satu metode *clustering* yang sering digunakan adalah algoritma *Fuzzy C-Means* (FCM). Algoritma FCM menawarkan fleksibilitas dalam pengelompokan data karena memungkinkan setiap data memiliki derajat keanggotaan di beberapa kelompok, bukan hanya satu kelompok tunggal. Hal ini menjadikan FCM efektif untuk mengatasi data yang tidak pasti atau memiliki karakteristik yang tumpang tindih. FCM beroperasi dengan menentukan pusat *cluster* yang akan bertindak sebagai titik rata-rata untuk tiap-tiap *cluster*. Di tahap awal, pusat-pusat *cluster* ini dipilih secara acak, kemudian diperbarui secara iteratif untuk meminimalkan jarak antara data dan pusat *cluster* sesuai dengan derajat keanggotaan

masing-masing data. Proses perulangan ini akan berhenti ketika pusat *cluster* mencapai posisi optimal, di mana fungsi objektif yang digunakan dalam FCM tidak dapat lagi diminimalkan secara signifikan.[3]

Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan data pelanggan pada pusat perbelanjaan dengan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means*, serta menganalisis hasil pengelompokan tersebut guna memberikan label pada setiap kelompok pelanggan. Hasil pengelompokan ini diharapkan dapat memberikan wawasan bagi pengelola pusat perbelanjaan untuk menyusun strategi pemasaran yang lebih efektif dan relevan bagi setiap segmen pelanggan, seperti menyediakan diskon, penawaran khusus, atau layanan yang lebih personal. Selain itu, penelitian ini juga dapat memberikan informasi penting bagi manajemen dalam meningkatkan pelayanan dan pengalaman berbelanja, yang pada akhirnya diharapkan mampu meningkatkan loyalitas pelanggan serta daya saing pusat perbelanjaan tersebut di tengah persaingan yang semakin ketat.[4]

Dengan demikian, penerapan algoritma *Fuzzy C-Means* dalam pengelompokan pelanggan diharapkan tidak hanya menjadi solusi untuk pengelompokan data yang efektif, tetapi juga menjadi dasar bagi pengembangan strategi bisnis berbasis data yang mampu menjawab tantangan bisnis modern dalam industri pusat perbelanjaan.[5]

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Clustering*

Clustering yang berarti *cluster* atau pengelompokan adalah salah satu metode dalam sebuah pengelompokan data *mining* yang digunakan untuk mengelompokkan sebuah data yang banyak untuk melihat setiap data memiliki

kemiripan dari masing-masing nilai yang bersifat homogen dan didapat melalui cara pengamatan terhadap objek-objek, data-data yang ingin diketahui cluster dari tiap data tersebut, dalam proses clustering biasanya sebuah data dibantu menggunakan pendekatan sebuah algoritma bertujuan untuk lebih memperinci dan target dalam pengelempokan data jauh lebih terstruktur dalam sistem matematis. (Adisty et al., 2023)

B. *Fuzzy C-Means* (FCM)

Fuzzy C-Means Clustering (FCM), atau dikenal juga sebagai *Fuzzy Isodata* merupakan salah satu metode clustering yang merupakan bagian dari metode *Hard K-Means*. FCM menggunakan model pengelompokan fuzzy sehingga data dapat menjadi anggota dari semua kelas atau *cluster* terbentuk dengan derajat atau tingkat keanggotaan yang berbeda antara 0 hingga 1. Tingkat keberadaan data dalam suatu kelas atau *cluster* ditentukan oleh derajat keanggotaannya. Konsep dasar FCM, pertama kali adalah menentukan pusat cluster yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap *cluster*. Pada kondisi awal pusat cluster ini masih belum akurat. Tiap-tiap data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap *cluster*. Dengan cara memperbaiki pusat cluster dan nilai keanggotaan tiap-tiap data secara berulang, maka dapat dilihat bahwa pusat *cluster* akan menuju lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimasi fungsi obyektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat cluster yang berbobot oleh derajat keanggotaan titik data tersebut. (Rahakbauw et al., 2017)

C. FUZZY LOGIC

Logika *fuzzy* merupakan sesuatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzziness*) antara benar atau salah. Logika *Fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A.

Zadeh pada tahun 1965. Dalam teori logika *fuzzy* suatu nilai bias bernilai benar atau salah secara bersama. Namun berapa besar keberadaan dan kesalahan suatu tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1. Berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai 1 atau 0. Logika *fuzzy* digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (*linguistic*), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat. Dan logika *fuzzy* menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Tidak seperti logika klasik (*crisp*)/ tegas, suatu nilai hanya mempunyai 2 kemungkinan yaitu merupakan suatu anggota himpunan atau tidak. Derajat keanggotaan 0 (nol) artinya nilai bukan merupakan anggota himpunan dan 1 (satu) berarti nilai tersebut adalah anggota himpunan. (Rahakbauw et al., 2017)

D. PUSAT PERBELANJAAN

Pusat perbelanjaan adalah sekelompok kesatuan bangunan komersial yang dibangun dan dididirikan pada sebuah lokasi yang direncanakan, dikembangkan, dimulai dan diatur menjadi sebuah kesatuan operasi (*operating unit*), berhubungan dengan lokasi, ukuran, tipe toko dan area perbelanjaan dari unit tersebut. Unit ini juga menyediakan parkir yang dibuat berhubungan dengan tipe dan ukuran total dari toko-toko. Pengertian yang lain menyebutkan. (Perbelanjaan & Rekreasi, 1982)

Pusat perbelanjaan adalah suatu tempat kegiatan pertukaran dan distribusi barang/jasa yang berisikan komersial, melibatkan waktu dan perhitungan khusus dengan tujuannya adalah memetik keuntungan. secara umum pusat perbelanjaan mempunyai pengertian sebagai suatu

wadah dalam masyarakat yang menghidupkan kota atau lingkungan setempat; selain berfungsi sebagai tempat untuk kegiatan berbelanja atau transaksi jual beli, juga sebagai tempat untuk berkumpul atau berekreasi/relax. (Perbelanjaan & Rekreasi, 1982)

E. Segmentasi Pelanggan

Menjelaskan bahwa segmentasi pasar adalah proses untuk mengidentifikasi segmen pasar dan proses membagi basis pelanggan yang luas menjadi sub-kelompok konsumen yang terdiri dari pelanggan yang ada dan calon pelanggan. Segmentasi pasar adalah proses yang berorientasi pada konsumen dan dapat diterapkan pada hampir semua jenis pasar. Dalam membagi atau mengelompokkan pasar, peneliti mencari karakteristik yang sama seperti kebutuhan umum, minat yang sama, gaya hidup yang mirip, atau bahkan profil demografis yang serupa. Dengan membagi pasar menjadi beberapa segmen, manajer pemasaran dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang kebutuhan dan keinginan pelanggan. Hal ini memungkinkan pihak stakeholder untuk menyesuaikan aktivitas pemasaran perusahaan secara lebih akurat dengan keinginan masing-masing pelanggan. Pemasaran segmentasi mendukung bisnis dalam memenuhi dan melampaui persyaratan pelanggan. (Wicaksono et al., 2021)

Algoritma pengelompokan FCM dijelaskan sebagai berikut :

1. Input data yang akan di cluster X, berupa matriks berukuran n x m (n=jumlah sampel data, m = atribut setiap data). X_{ij} = data sampel ke-i (i=1,2,...,n), atribut ke-j (j=1,2,...,m).
2. Tentukan : Jumlah cluster = c Pangkat = w Maksimum iterasi = *MaxIter Error* terkecil yang diharapkan = ϵ Fungsi

obyektif awal = $P_0 = 0$ Iterasi awal = $t = 1$

3. Bangkitkan bilangan random μ_{ik} sebagai elemen-elemen matriks partisi awal

$$Q_i = \sum_{k=1}^c \mu_{ik}$$

Keterangan :

Q_i = matriks partisi awal

μ_{ik} = bilangan random

i = banyaknya data, 1,2,...,n

k = jumlah kluster, 1,2,...,c

Hitung :

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i}$$

4. Hitung pusat cluster ke-k : V_{kj} , dengan $k=1,2,...,c$; dan $j=1,2,...,m$.

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w}$$

Keterangan :

V_{kj} = Pusat kluster kj

k = jumlah kluster, (1,2,...,c)

j = jumlah atribut, (1,2,...,m)

w = pangkat

X_{ij} = data sampel ke-i (i=1,2,...,n), atribut ke-j (j=1,2,...,m)

5. Hitung fungsi objektif pada iterasi ke-t, P_t

$$P_t = \sum_{k=0}^n \sum_{k=1}^c \left(\left[\sum_{j=1}^m (x_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \right)$$

6. Hitung perubahan matriks partisi

$$\mu_{ik} = \frac{\left[\sum_{j=1}^m (x_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left(\left[\sum_{j=1}^m (x_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}} \right)}$$

Keterangan :

i = banyaknya data, (1,2,,.....,n)

k = jumlah kluster, (1,2,,.....,c)

7. Cek kondisi berhenti :

Jika : $(|Pt - Pt-1| < \epsilon)$ atau $(t > MaxIter)$ maka berhenti; Jika tidak : $t = t+1$, ulangi langkah 4

F. Customer Relationship Management

Customer Relationship Management (CRM) adalah sebuah strategi perusahaan untuk memahami dan mempengaruhi perilaku pelanggan melalui komunikasi intensif dengan tujuan untuk meningkatkan pendapatan, penyimpanan, loyalitas, dan profitabilitas dari pelanggan. Proses CRM menyediakan struktur untuk menciptakan hubungan yang sukses dengan pelanggan. CRM merupakan komitmen dari perusahaan untuk menempatkan pengalaman pelanggan pada pusat dari prioritas perusahaan dan untuk memastikan sistem bahwa yang insentif, proses, dan sumber daya informasi dapat mempengaruhi hubungan dengan menambah pengalaman. Dalam konteks teknologi, CRM merupakan desain komunikasi dan penggunaan informasi untuk memastikan bahwa pelanggan tumbuh lebih yakin, percaya, dan rasa nilai pribadi dalam hubungannya dengan perusahaan. (Saputra, 2018)

Fokus utama dalam strategi CRM adalah untuk membuat organisasi menciptakan dan mempertahankan keuntungan pelanggan. Sebagian besar strategi dikembangkan dari tiga aspek, yaitu *customer profitability*, *customer acquisition*, dan *customer retention*, berdasarkan pengurangan biaya mempertahankan pelanggan daripada memperoleh pelanggan baru. Membangun hubungan dengan pelanggan membutuhkan data dari pelanggan. Jika data akan digunakan, data tersebut harus bersih dan tepat

pada waktunya, dan kesan diperoleh bahwa perusahaan memiliki data ekstensif tentang pelanggan. Dalam penggunaan teknologi, sejumlah aplikasi teknologi dapat diidentifikasi yang digunakan pada pengembangan strategi CRM. Tiga komponen utama komponen sistem CRM adalah :

- Operational CRM* meliputi aplikasi yang diakses pelanggan, seperti otomatisasi penjualan, otomatisasi pemasaran perusahaan, dan dukungan dan layanan pelanggan. Pusat bantuan pelanggan juga termasuk komponen dari *operational CRM*, dan telah diidentifikasi sebagai aspek dominan pada sistem CRM.
- Analytical CRM* menganalisa data yang telah dibentuk melalui *operational CRM* untuk membangun gambaran pelanggan. *Analytical CRM* meliputi menangkap, menyimpan, mengekstraksi, memproses, menginterpretasi dan melaporkan data pelanggan yang disimpan di data warehouse.
- Collaborative CRM* menggunakan teknologi komunikasi baru dan tradisional untuk memungkinkan pelanggan berinteraksi dengan organisasi. *Collaborative CRM* menyediakan tingkatan yang lebih baik dari respon ke kebutuhan pelanggan dengan mengembangkan semua anggota dari rantai pasok seperti pemasok atau yang lain.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Pendekatan Penelitian

Untuk penelitian ini, kedua pendekatan kualitatif dan kuantitatif digunakan. Teori dan konsep dasar yang mendasari metode *Fuzzy C-Means (FCM)* dipelajari dalam literatur tentang subjek. Sementara itu, pendekatan kuantitatif

menggunakan data sekunder dari pusat perbelanjaan, seperti data transaksi pelanggan, untuk memeriksa pola pembelian dan karakteristik algoritma.

B. Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari sumber sekunder, yaitu dataset yang tersedia di platform *Kaggle*. Data-data ini termasuk data transaksi dan perilaku pelanggan, yang sesuai untuk analisis dalam penelitian ini karena sangat besar dan mencakup informasi penting tentang pola belanja dan fitur pelanggan.

C. Metode Fuzzy C-Means (FCM)

Metode Fuzzy C-Means (FCM) adalah salah satu pendekatan dalam analisis clustering yang digunakan untuk menemukan pengelompokan terbaik dalam ruang vektor, yang didasarkan pada jarak geometris antara vektor data. Metode ini sangat membantu dalam penggunaan pemodelan fuzzy, terutama dalam menemukan aturan berdasarkan data yang telah dikelompokkan.

Berbeda dengan metode *clustering* konvensional, teknik *FCM* memungkinkan data memiliki derajat keanggotaan pada lebih dari satu *cluster*. Dalam *FCM*, setiap data memiliki nilai keanggotaan dalam setiap *cluster*, yang dihitung melalui fungsi keanggotaan. Nilai ini menunjukkan seberapa kuat data terhubung ke *cluster* tertentu, yang membuat metode ini lebih fleksibel saat menangani data yang memiliki atribut yang saling tumpang tindih atau tidak pasti.

Proses *clustering FCM* dimulai dengan pusat *cluster* yang dipilih secara acak dan kemudian berulang kali memperbarui posisi pusat *cluster*. Ini dilakukan untuk mengurangi jarak antara data dan pusat *cluster* sehingga mencapai konvergensi atau stabilitas. Ketika nilai fungsi objektif tidak lagi mengalami perubahan yang signifikan, proses ini berhenti. Ini menunjukkan bahwa posisi pusat

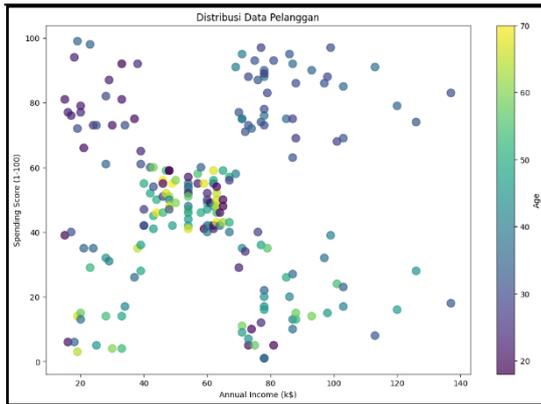
cluster telah mencapai titik optimal. Pada titik akhir prosedur, pelanggan pusat perbelanjaan dikelompokkan ke dalam beberapa kelompok berdasarkan pola pembelian mereka dan atribut unik lainnya. Ini memungkinkan pemahaman yang lebih baik tentang kebutuhan dan preferensi setiap segmen pelanggan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, kami menggunakan 200 data pelanggan dari pusat perbelanjaan. *Dataset* ini mencakup informasi demografis dan perilaku belanja pelanggan, seperti Usia (*Age*), Pendapatan Tahunan (*Annual Income*) dalam ribuan dolar, dan Skor Pengeluaran (*Spending Score*) yang diukur dari 1 hingga 100. Data ini digunakan untuk mengelompokkan pelanggan berdasarkan kemiripan karakteristik mereka dengan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means*.

Dengan pendekatan ini, kami berusaha mengidentifikasi pola-pola yang signifikan di antara pelanggan, seperti kelompok dengan pengeluaran tinggi, menengah, dan rendah. Informasi ini dapat memberikan wawasan yang mendalam bagi pengelola pusat perbelanjaan, sehingga mereka dapat merancang strategi pemasaran yang lebih efektif, meningkatkan pengalaman pelanggan, serta mengoptimalkan program promosi yang sesuai dengan target segmen masing-masing.

Dari total data pelanggan yang tersedia, dilakukan pengelompokan berdasarkan distribusi dari karakteristik yang dianalisis. Berdasarkan hasil analisis distribusi data, terlihat bahwa data pelanggan dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok utama. Oleh karena itu, nilai *C* ditetapkan menjadi 3. Berikut adalah visualisasi distribusi data sebelum dilakukan *clustering*.



Gambar 1: Distribusi Data Pelanggan

Gambar 1 merupakan Distribusi dari data Pelanggan, dengan menggunakan *Fuzzy C-Mean* diperoleh nilai *centroid* dari setiap *cluster*. Nilai *centroid* ini mewakili karakteristik rata-rata pelanggan dalam setiap *cluster* berdasarkan usia, pendapatan tahunan, dan skor belanja. Berikut adalah nilai *centroid* dari ketiga *cluster*:

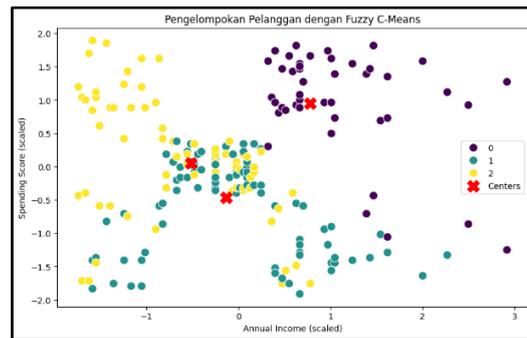
Cluster	Age	Annual Income (k\$)	Spending Score (1-100)
Cluster 0	33.42	89.02	75.58
Cluster 1	52.13	59.78	34.13
Cluster 2	26.21	43.21	53.40

Nilai-nilai di atas memiliki makna sebagai berikut:

- Cluster 0*: *Cluster* ini beranggotakan pelanggan dengan rata-rata usia 33 tahun, pendapatan tahunan \$89k, dan skor belanja 75. Ini mengindikasikan bahwa pelanggan dalam *cluster* ini cenderung memiliki daya beli yang tinggi dan aktif dalam belanja.
- Cluster 1*: *Cluster* ini beranggotakan pelanggan dengan rata-rata usia 52 tahun, pendapatan tahunan \$59k, dan skor belanja 34. *Cluster* ini mencerminkan kelompok pelanggan yang lebih tua dengan daya beli lebih rendah dan aktivitas belanja yang rendah.
- Cluster 2*: *Cluster* ini beranggotakan pelanggan dengan rata-rata usia 26 tahun, pendapatan

tahunan \$43k, dan skor belanja 53. Pelanggan dalam *cluster* ini cenderung lebih muda, dengan pendapatan dan aktivitas belanja yang sedang.

Setelah dilakukan proses *clustering* dengan algoritma *Fuzzy C-Means*, diperoleh visualisasi *clustering* sebagai berikut:



Gambar 2: Visualisasi Pengelompokan Pelanggan

Gambar 2 menunjukkan bagaimana data pelanggan tersebar dan mengelompok dalam tiga *cluster* berbeda berdasarkan karakteristik yang diukur. Setiap warna mewakili satu *cluster*, sedangkan tanda "X" menunjukkan posisi *centroid* masing-masing *cluster*.

Pada Gambar 2, terlihat bagaimana data pelanggan tersebar dan dikelompokkan menjadi tiga *cluster* yang berbeda berdasarkan karakteristik mereka. Masing-masing *cluster* ditandai dengan warna yang berbeda, memudahkan visualisasi perbedaan antar kelompok pelanggan. Setiap *cluster* memiliki titik pusat atau *centroid*, yang ditandai dengan simbol "X" berwarna merah. *Centroid* ini merepresentasikan pusat dari setiap *cluster* dan menunjukkan nilai rata-rata dari data yang termasuk dalam *cluster* tersebut.

Visualisasi ini membantu mengidentifikasi bagaimana pelanggan dengan karakteristik yang serupa cenderung mengelompok bersama. Dengan mempelajari distribusi ini, kita bisa mendapatkan gambaran lebih jelas tentang perilaku belanja pelanggan, yang dapat digunakan untuk strategi pemasaran yang lebih spesifik dan efektif.

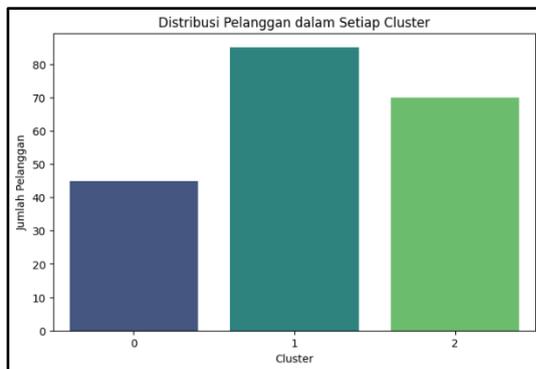
```
Distribusi Pelanggan dalam Setiap Cluster:
Cluster
0    45
1    85
2    70
```

Gambar 3: Distribusi Pelanggan dalam Setiap Cluster

Gambar 3 menunjukkan Hasil dari pengelompokan ini menunjukkan jumlah pelanggan yang termasuk ke dalam masing-masing *cluster*:

- a. *Cluster* 0: 45 pelanggan
- b. *Cluster* 1: 85 pelanggan
- c. *Cluster* 2: 70 pelanggan

Distribusi ini menunjukkan bahwa *cluster* 1 memiliki jumlah pelanggan terbesar, diikuti oleh *cluster* 2, dan *cluster* 0 memiliki jumlah pelanggan yang paling sedikit. Informasi ini dapat dimanfaatkan oleh pihak pengelola pusat perbelanjaan untuk memahami dan menargetkan segmen pelanggan yang paling banyak berkunjung.



Gambar 4: Distribusi Jumlah Pelanggan dalam Setiap Cluster

Gambar 4 merupakan bar *chart* yang menunjukkan Distribusi Pelanggan dalam Setiap Cluster setelah penerapan algoritma *Fuzzy C-Means*. Pada grafik tersebut, sumbu horizontal (x) mewakili label *Cluster* yang terdiri dari tiga cluster: 0, 1, dan 2. Sedangkan sumbu vertikal (y) menunjukkan jumlah pelanggan yang tergabung dalam setiap *cluster*.

Penjelasan dari masing-masing bar pada grafik:

- *Cluster* 0: Memiliki sekitar 45 pelanggan, menunjukkan bahwa cluster ini berisi kelompok pelanggan yang relatif lebih kecil dibandingkan *cluster* lainnya.
- *Cluster* 1: Memiliki jumlah pelanggan terbanyak, yaitu 85 orang, menjadikannya sebagai *cluster* terbesar di antara ketiga *cluster*.
- *Cluster* 2: Memiliki 70 pelanggan, yang menempatkannya di antara *cluster* 0 dan 1 dalam hal jumlah anggota.

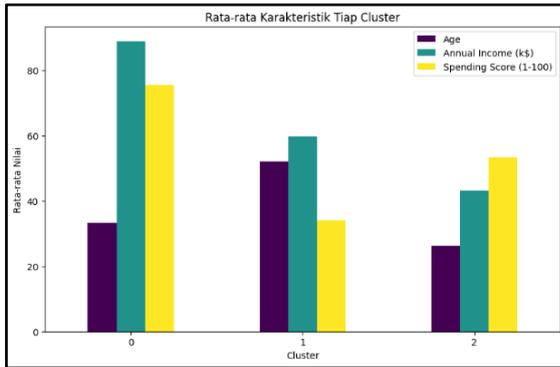
Dari visualisasi ini, dapat disimpulkan bahwa mayoritas pelanggan dikelompokkan dalam *Cluster* 1, sementara *Cluster* 0 memiliki jumlah pelanggan paling sedikit. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa segmen pelanggan yang ada di *Cluster* 1 memiliki karakteristik yang lebih umum ditemukan dalam dataset yang digunakan, dibandingkan dengan segmen pelanggan pada *Cluster* 0 dan *Cluster* 2.

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih detail mengenai karakteristik dari masing-masing *cluster*, berikut adalah rata-rata nilai untuk atribut usia, pendapatan tahunan, dan skor belanja di setiap *cluster*:

<i>Cluster</i>	Rata-rata Usia	Rata-rata Pendapatan Tahunan	Rata-rata Skor Belanja
<i>Cluster</i> 0	33.42 tahun	\$89k	75.58
<i>Cluster</i> 1	52.13 tahun	\$59k	34.13
<i>Cluster</i> 2	26.21 tahun	\$43k	53.40

Informasi rata-rata ini menunjukkan bahwa

setiap *cluster* memiliki karakteristik demografis dan perilaku belanja yang berbeda, yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan pemasaran yang lebih tepat.



Gambar 5: Rata-rata Karakteristik Pelanggan per *Cluster*

Gambar 5 menampilkan Rata-rata Karakteristik Tiap *Cluster* berdasarkan hasil pengelompokan menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means*. Pada visualisasi ini, setiap bar menunjukkan nilai rata-rata dari tiga karakteristik utama pelanggan untuk masing-masing cluster: Usia (*Age*), Pendapatan Tahunan (*Annual Income*), dan Skor Pengeluaran (*Spending Score*).

Deskripsi setiap karakteristik:

- Usia (*Age*) diwakili oleh bar berwarna ungu.
- Pendapatan Tahunan (*Annual Income*) diwakili oleh bar berwarna hijau.
- Skor Pengeluaran (*Spending Score*) diwakili oleh bar berwarna kuning.

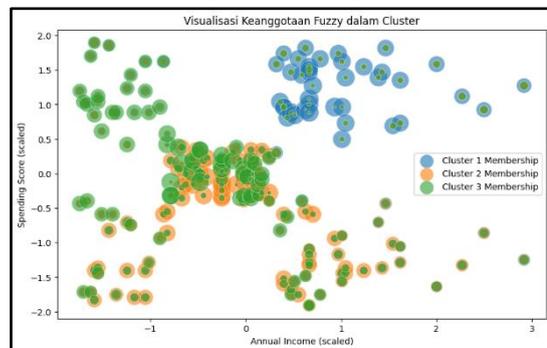
Setiap kelompok *cluster* memiliki profil rata-rata yang berbeda:

- *Cluster 0* memiliki pendapatan tahunan rata-rata tertinggi dibandingkan dengan *cluster* lainnya, sementara usia pelanggan

di *cluster* ini berada pada tingkat sedang dan memiliki skor pengeluaran yang relatif tinggi.

- *Cluster 1* diidentifikasi oleh usia rata-rata pelanggan yang paling tinggi, dengan pendapatan tahunan rata-rata yang sedang dan skor pengeluaran yang rendah, menunjukkan kelompok pelanggan dengan pola belanja yang lebih hemat.
- *Cluster 2* diwakili oleh pelanggan yang lebih muda dengan pendapatan tahunan terendah tetapi memiliki skor pengeluaran yang cukup tinggi.

Visualisasi ini menggambarkan perbedaan karakteristik pelanggan di setiap *cluster*, memberikan gambaran bagaimana setiap kelompok pelanggan berperilaku dan membantu dalam pengambilan keputusan pemasaran yang lebih tepat sasaran.



Gambar 6: Visualisasi Keanggotaan *Fuzzy* dalam *Cluster*

Gambar 6 menampilkan Visualisasi Keanggotaan *Fuzzy* dalam *Cluster* yang dihasilkan melalui algoritma *Fuzzy C-Means*. Pada visualisasi ini, sumbu horizontal merepresentasikan *Annual Income (scaled)*, sementara sumbu vertikal menunjukkan *Spending Score (scaled)*.

Ukuran setiap titik menunjukkan tingkat pelanggan yang memiliki afinitas pada dua keanggotaan (*membership degree*) pelanggan cluster dengan pendekatan yang lebih bervariasi. terhadap *cluster* terdekatnya. Titik yang lebih besar mengindikasikan bahwa pelanggan tersebut memiliki tingkat keanggotaan yang tinggi pada *cluster* yang ditunjuk, sedangkan titik yang lebih kecil menunjukkan tingkat keanggotaan yang lebih rendah. Hal ini berarti pelanggan dengan titik yang besar sangat sesuai dengan karakteristik *cluster* tersebut, sedangkan pelanggan dengan titik yang lebih kecil mungkin memiliki karakteristik yang mirip dengan lebih dari satu *cluster*.

Pada Gambar 6, warna setiap titik merepresentasikan keanggotaan pelanggan pada masing-masing *cluster*:

- Warna biru menunjukkan Keanggotaan *Cluster 1*
- Warna oranye menunjukkan Keanggotaan *Cluster 2*
- Warna hijau menunjukkan Keanggotaan *Cluster 3*

Visualisasi ini memberikan informasi penting terkait keterkaitan pelanggan dengan berbagai *cluster*. Meskipun banyak pelanggan yang dapat dikategorikan dengan jelas ke dalam satu *cluster*, terlihat pula bahwa beberapa pelanggan memiliki tingkat keanggotaan yang signifikan pada lebih dari satu *cluster*. Hal ini menunjukkan adanya pelanggan yang memiliki karakteristik campuran, yang mungkin cocok dengan dua atau lebih *cluster* sekaligus. Informasi seperti ini dapat digunakan untuk menyusun strategi pemasaran yang lebih fleksibel, misalnya, dengan menargetkan

Berdasarkan hasil clustering, kita dapat memberi label pada setiap cluster sebagai berikut:

- a. Cluster 0 dilabelkan sebagai 'cluster daya beli tinggi' karena memiliki skor belanja dan pendapatan yang tinggi dibandingkan dengan cluster lainnya.
- b. Cluster 1 dilabelkan sebagai 'cluster daya beli rendah' karena mencakup pelanggan dengan usia yang lebih tua dan daya beli yang lebih rendah.
- c. Cluster 2 dilabelkan sebagai 'cluster daya beli sedang' karena memiliki pendapatan dan skor belanja yang berada di antara dua cluster lainnya.

Penamaan ini dapat membantu pihak pengelola pusat perbelanjaan dalam menyusun strategi pemasaran yang sesuai dengan karakteristik masing-masing kelompok pelanggan.

V. KESIMPULAN

1. Algoritma *Fuzzy C-Means (FCM)* adalah metode *clustering* yang bersifat *unsupervised*, yang memungkinkan pengelompokan data ke dalam beberapa *cluster* tanpa arahan. *FCM* menggunakan pendekatan keanggotaan *fuzzy*, yang memungkinkan suatu data memiliki derajat keanggotaan pada lebih dari satu *cluster*. Hal ini berbeda dengan metode *clustering* yang bersifat tegas (*hard clustering*), di mana setiap data hanya bisa menjadi

-
- anggota satu *cluster* saja.
2. Berdasarkan analisis *clustering* menggunakan *FCM*, data pelanggan pusat perbelanjaan dapat dikelompokkan ke dalam tiga *cluster* utama berdasarkan karakteristik usia, pendapatan tahunan, dan skor belanja. Nilai *centroid* dari setiap *cluster* menggambarkan rata-rata karakteristik pelanggan dalam *cluster* tersebut, yang dapat dimanfaatkan sebagai representasi umum dari kelompok pelanggan yang memiliki karakteristik serupa.
 3. Hasil *clustering* menunjukkan bahwa terdapat tiga kelompok pelanggan utama, yaitu:
 - a. *Cluster 0* (Daya Beli Tinggi): Berisi pelanggan dengan rata-rata usia sekitar 33 tahun, pendapatan tahunan sebesar \$89k, dan skor belanja 75. *Cluster* ini mencerminkan kelompok pelanggan dengan daya beli tinggi dan kecenderungan belanja yang aktif.
 - b. *Cluster 1* (Daya Beli Rendah): Berisi pelanggan yang rata-rata berusia 52 tahun, dengan pendapatan tahunan \$59k, dan skor belanja sebesar 34. *Cluster* ini menunjukkan kelompok pelanggan yang lebih tua, dengan daya beli dan aktivitas belanja yang lebih rendah.
 - c. *Cluster 2* (Daya Beli Sedang): Berisi pelanggan berusia muda dengan rata-rata usia 26 tahun, pendapatan tahunan \$43k, dan skor belanja 53. *Cluster* ini menggambarkan pelanggan dengan daya beli dan aktivitas belanja yang sedang.
 4. Visualisasi keanggotaan *fuzzy* menunjukkan bahwa beberapa pelanggan memiliki derajat keanggotaan yang signifikan pada lebih dari satu *cluster*. Ini menunjukkan adanya pelanggan yang memiliki karakteristik campuran, yang tumpang tindih antara *cluster* satu dengan lainnya. Informasi ini penting untuk strategi pemasaran yang lebih fleksibel dan tersegmentasi.
- Saran Agar penelitian selanjutnya lebih komprehensif, disarankan untuk:
1. Menggunakan *dataset* dengan jumlah data yang lebih besar agar analisis dapat mewakili populasi yang lebih luas.
 2. Membandingkan algoritma *Fuzzy C-Means* dengan metode *clustering* lainnya, seperti *K-Means* atau *DBSCAN*, untuk menentukan metode terbaik dalam pengelompokan pelanggan pusat perbelanjaan.
 3. Menambahkan variabel atau karakteristik pelanggan lainnya yang relevan, seperti frekuensi kunjungan dan kategori produk yang dibeli, untuk mendapatkan segmentasi pelanggan yang lebih mendetail.

REFERENSI

- Matematika Dan Terapan, 11(1), 1–12.
<https://doi.org/10.30598/barekengvol11iss1pp1-12>
- [1] Adisty, A. P., Lutfiyani, N., Tara, P., Rifaldi, Adriyan, R., & Rosyani, P. (2023). Klasterisasi Menggunakan Algoritma K-Means Clustering Untuk Memprediksi Kelulusan Mata Kuliah Mahasiswa. *OKTAL : Jurnal Ilmu Komputer Dan Science*, 2(8), 2301–2306.
- [2] Aisah, S. N., Nurcahyani, A., & Rini, D. C. (2022). *Implementasi Fuzzy C-Means Clustering (FCM) pada Pemetaan Daerah Potensi Transmigrasi di Jawa Timur*.
- [3] Dwitiyanti, N., Selvia, N., & Andrari, F. R. (2019). Penerapan Fuzzy C-Means Cluster dalam Pengelompokan Provinsi Indonesia Menurut Indikator Kesejahteraan Rakyat. *Faktor Exacta*, 12(3), 201. <https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v12i3.4526>
- [4] Dista, T. M., & Abdulloh, F. F. (2022). Clustering Pengunjung Mall Menggunakan Metode K-Means dan Particle Swarm Optimization. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 6(3), 1339. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i3.4172>
- [5] Huy, N., Phuc, T., Thi, H., & Chi, X. (n.d.). *Customer Segmentation Based on Fuzzy C-Means and Weighted Interval-Valued Dual Hesitant Fuzzy Sets*.
- [6] Haqiqi, B. N., & Kurniawan, R. (n.d.). *Analisis Perbandingan ... (Baiq Nurul Haqiqi)*.
- [7] Herlinda, V., & Darwis, D. (2021). ANALISIS CLUSTERING UNTUK RECREDESIALING FASILITAS KESEHATAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY C-MEANS. *Darwis, Dartono*, 2(2), 94–99. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTSI>
- [8] J. Sreevalsan-Nair, *Fuzzy C-Means Clustering*, in Encyclopedia of Mathematical Geosciences, B. S. Daya Sagar, Q. Cheng, J. McKinley, and F. Agterberg, Eds. Cham: Springer, 2022, doi: 10.1007/978-3-030-26050-7_129-1.
- [9] Kusumadewi, S. dan. Hari, P. 2010. Aplikasi Logika Fuzzy Sistem Pendukung Keputusan. Edisi 2. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [10] Perbelanjaan, P., & Rekreasi, D. A. N. (1982). *BAH IT SHOPPING MALL : TINJAUAN*.
- [11] Purnama Sari, I., & Hanif Batubara, I. (2021). Cluster Analysis Using K-Means Algorithm and Fuzzy C-Means Clustering for Grouping Students' Abilities in Online Learning Process. *Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering (JCoSITTE)*, 2(1), 139–144. <https://doi.org/10.30596/jcositte.v2i1.6504>
- [12] Rahakbauw, D. L., Ilwaru, V. Y. I., & Hahury, M. H. (2017). Implementasi Fuzzy C-Means Clustering Dalam Penentuan Beasiswa. *BAREKENG: Jurnal Ilmu*
- [13] S. Goyat, *The basis of market segmentation: a critical review of literature*, European Journal of Business and Management, vol. 3, no. 9, 2011. [Online]. Available: www.iiste.org. Accessed: Nov. 26, 2024.
- [14] S. Munusamy and P. Murugesan, *Modified dynamic fuzzy c-means clustering algorithm – Application in dynamic customer segmentation*, Appl. Intell., vol. 50, pp. 1922–1942, 2020, doi: 10.1007/s10489-019-01626-x.
- [15] Saputra, D. B. (2018). Implementasi Fuzzy C-Means Dan Model Rfm Untuk Segmentasi Pelanggan (Studi Kasus : Pt . Xyz) Implementation of Fuzzy C-Means and Rfm Model for Customer Segmentation (Case Study : Pt . Xyz) Implementasi Fuzzy C-Means Dan Model Rfm Untuk Segmentasi Pela.
- [16] Wicaksono, A., Bachtiar, F. A., & Setiawan, N. Y. (2021). Segmentasi Pelanggan Menggunakan Fuzzy C-Means Clustering berdasarkan RFM Model pada E-Commerce (Studi Kasus: E-Commerce XYZ). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(4), 1351–1360.