

## OPTIMASI PUSAT CLUSTER FUZZY C-MEANS UNTUK PENGELOMPOKAN DATA KREDIT MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

*Ni Luh Gede Pivin Suwirmayanti*

Program Studi Sistem Komputer, STIKOM Bali

Jl. Raya Puputan No. 86 Renon, Denpasar, Bali, Telp. (0361)244445

e-mail: pivin@stikom-bali.ac.id,

### ABSTRAK

*Pengelompokan data dapat digunakan dalam strategi pemasaran suatu produk. Proses pengelompokan data yang semula berperilaku berbeda-beda menjadi beberapa kelompok yang sekarang berperilaku lebih seragam. Seperti halnya pengelompokan data penilaian kelayakan pemberian kredit, Pengelompokan data ini diperlukan untuk mendapatkan nilai-nilai dominan yang akan menjadi ciri-ciri dari masing-masing kelompok atau segment. Metode clustering cukup banyak digunakan untuk mengatasi permasalahan yang terkait dengan segmentasi data. Clustering ini merupakan metode pengelompokan berdasarkan ukuran kedekatan, semakin akurat cluster yang terbentuk maka akan semakin jelas kesamaan pola perilaku dari pelanggan. Sehingga, perusahaan dapat menentukan strategi pemasaran dengan lebih tepat, berdasarkan pada pola perilaku pelanggan. Salah satu metode clustering yang dapat digunakan untuk mengelompokkan data adalah Fuzzy C-Means (FCM), yang merupakan suatu metode pengelompokan data yang ditentukan oleh derajat keanggotaan. Optimasi dengan menyajikan Algoritma Genetika unyuk memperoleh hasil cluster data uji mengenai pengelompokan data kredit. Adapun tujuan penelitian ini adalah mengkaji penerapan Algoritma Genetika dalam fuzzy clustering, utamanya Fuzzy C-Means, serta mengkaji sejauh mana Algoritma Genetika dapat meningkatkan unjuk kerja Fuzzy C-Means dalam optimasi pusat cluster untuk memperoleh pengelompokan data nasabah yang nantinya digunakan untuk penilaian kelayakan pemberian kredit.*

**Kata Kunci:** *Pengelompokan Data, Clustering, Fuzzy C-Means, Algoritma Genetika*

### 1. PENDAHULUAN

Segmentasi data merupakan pengelompokan data yang nantinya dapat dipilih sebagai target tujuan pemasaran suatu produk. Segmentasi data juga merupakan proses pengelompokan data yang semula berperilaku berbeda-beda menjadi beberapa kelompok pasar yang sekarang berperilaku lebih seragam. Pengelompokan data pada perusahaan seharusnya dapat dianalisis dan dimanfaatkan lebih lanjut dengan menggunakan metode Clustering. Analisis ini memberikan banyak output yang dapat dimanfaatkan perusahaan. Semua output tersebut dapat digunakan perusahaan untuk memenangkan persaingan ataupun meningkatkan income dan omzet perusahaan itu tersebut. Seperti halnya pengelompokan data penilaian kelayakan pemberian kredit yang terdiri dari 1000 *record* dan 20 variabel ditambah dengan sebuah variabel target atau variabel response. Pengelompokan data ini diperlukan untuk mendapatkan nilai-nilai dominan yang akan menjadi ciri-ciri dari masing-masing kelompok atau segment.

Metode clustering cukup banyak digunakan untuk mengatasi permasalahan yang terkait dengan segmentasi data. Clustering ini merupakan metode pengelompokan berdasarkan ukuran kedekatan(kemiripan) dimana cluster tidak harus sama persis akan tetapi merupakan pengelompokan berdasarkan pada kedekatan dari suatu karakteristik sample data yang ada, salah satunya dengan menggunakan rumus jarak *eclidean*. Penerapan metode clustering dapat digunakan untuk mengelompokkan pelanggan yang memiliki kesamaan dalam perilaku pelanggan dalam berbelanja. Semakin akurat *cluster* yang terbentuk maka akan semakin jelas kesamaan pola perilaku dari pelanggan. Sehingga, perusahaan dapat menentukan strategi pemasaran dengan lebih tepat, berdasarkan pada pola perilaku pelanggan yang telah didapatkan dari proses *cluster* yang sudah terbentuk.

Salah satu metode clustering yang dapat digunakan untuk mengelompokkan data adalah Fuzzy C-Means (FCM), yang merupakan suatu teknik pengelompokan data dimana keberadaan tiap titik data dalam suatu kelompok (cluster) ditentukan oleh derajat keanggotaan. Dengan cara memperbaiki pusat cluster dan nilai keanggotaan tiap-tiap data secara berulang, maka akan didapat bahwa pusat cluster menuju lokasi yang tepat (Kusumadewi, 2010). Nilai awal titik pusat cluster Fuzzy C-Means dibangkitkan secara acak sehingga terjadi optimum lokal, dimana proses selanjutnya bergantung pada nilai awal yang dibangkitkan secara acak, disini akan digunakan Algoritma Genetika untuk mengoptimasi nilai pusat cluster.

Optimasi dengan menyajikan Algoritma Genetika akan memperoleh hasil cluster data uji. Algoritma Genetika sangat tepat digunakan untuk penyelesaian masalah optimasi yang kompleks dan sukar diselesaikan dengan menggunakan metode konvensional. Algoritma genetika (GA) sebagai teknik optimasi dapat diterapkan pada clustering yang berbasis optimasi. Pada pendekatan GA untuk fuzzy clustering fungsi fitness diambil dari

fungsi objektif yang diminimumkan. Pada pendekatan Algoritma Genetika, pada setiap generasi, kromosom dievaluasi berdasarkan nilai fungsi fitness, untuk pencarian pusat cluster dilakukan dengan meng-evolusikan matriks pusat cluster (seleksi, crossover dan mutasi) melalui fungsi fitness yang menggunakan fungsi objektif yang terdapat pada Fuzzy C-Means.

Berdasarkan pembahasan diatas maka penelitian ini mengusulkan Optimasi Pusat Cluster Fuzzy C-Means untuk Pengelompokan Data Kredit menggunakan Algoritma Genetika. Metode Fuzzy C-Means ini dipilih karena dapat menentukan jumlah cluster yang akan dibentuk. Adapun tujuan penelitian ini adalah mengkaji penerapan Algoritma Genetika dalam fuzzy clustering, utamanya Fuzzy C-Means, serta mengkaji sejauh mana Algoritma Genetika dapat meningkatkan unjuk kerja Fuzzy C-Means dalam optimasi pusat cluster dalam permasalahan klasifikasi untuk penilaian kelayakan pemberian kredit. Sehingga informasi ini nantinya akan dapat ditindaklanjuti sebagai bahan pertimbangan untuk pengambilan keputusan dan juga memungkinkan untuk melakukan pendekatan marketing yang sesuai dengan ciri-ciri dominan dari kelompok-kelompok yang terbentuk.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 State of the Art

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terkait dengan judul yang diangkat:

Penelitian dengan Judul *Student Grouping Using Adaptive Genetic Algorithm* oleh Putu Indah Ciptayani, Kadek Cahya Dewi, I Wayan Budi Sentana, tahun 2016. Penelitian tersebut menjelaskan mengenai Pembelajaran dalam kelompok dengan membentuk beberapa kelompok siswa, kombinasi terbaik siswa dalam suatu kelompok akan memberikan hasil terbaik dalam pembelajaran. Untuk mendapatkan kombinasi terbaik, perlu mengevaluasi semua solusi yang ada. Algoritma genetika adaptif digunakan dalam makalah ini untuk menemukan formasi kelompok terbaik. Jumlah populasi adaptif, probabilitas crossover, dan laju mutasi diterapkan dalam makalah ini berdasarkan kebugaran yang dicapai dalam setiap generasi. Makalah ini menyajikan bagaimana Algoritma genetika adaptif menemukan solusi dari masalah tersebut [1].

Penelitian dengan judul Penerapan Algoritma Genetika Untuk Memaksimalkan Laba Produksi Jilbab oleh Samaher dan Wayan Firdaus Mahmudy tahun 2015. Penelitian ini terkait dengan keuntungan maksimal dari proses produksi di industri. Namun dikatakan penghasilan dibatasi oleh ketersediaan bahan produksi dan dana investasi. Kepala bagian produksi harus menentukan jumlah setiap jenis produk (hijab) untuk mendapatkan keuntungan sementara dengan mempertimbangkan berbagai kendala produksi. Penelitian ini mengusulkan algoritma genetika untuk mendapatkan jumlah produksi yang sesuai. Percobaan komputasi dilakukan untuk mendapatkan parameter terbaik untuk Algoritma Genetika. Menggunakan parameter terbaik, algoritma yang diusulkan menghasilkan kombinasi jenis produk yang harus diproduksi dengan keuntungan maksimum dan dengan kesulitan terendah [2].

Penelitian dengan judul Optimasi Pusat Cluster K-Prototype dengan Algoritma Genetika oleh Pivin Suwirmayanti, I Ketut Gede Darma Putra, I Nyoman Satya Kumara, tahun 2014. Penelitian ini menggunakan Metode *K-Prototype* yang dioptimasi dengan Algoritma Genetika dimana data uji yang digunakan memiliki tipe data numerikal dan kategorikal. Dalam penelitian dilakukan perbandingan kinerja antara metode *K-Prototype* dengan Algoritma Genetika, dengan metode *K-Prototype* Tanpa Algoritma Genetika, dan metode *K-Means*. Dari beberapa hasil percobaan yang dilakukan metode *K-Prototype* dengan Algoritma Genetika menghasilkan hasil yang terbaik dari metode *K-Prototype* tanpa Algoritma Genetika, dan metode *K-Means* [3].

Penelitian terkait dengan judul Analisis Cluster Dengan Algoritma K-Means Dan Fuzzy C-Means Clustering Untuk Pengelompokan Data Obligasi Korporasi oleh Desy Rahmawati Ningrat, Di Asih I Maruddani, Triastuti Wuryandari, tahun 2016. Salah satu metode clustering yang dapat digunakan untuk mengelompokkan data adalah Fuzzy C-Means (FCM) dan K-Means clustering. Metode ini mempartisi data ke dalam kelompok (cluster) sehingga data berkarakteristik sama dimasukkan ke dalam satu cluster yang sama dan data yang berbeda dikelompokkan ke dalam cluster yang lain. Konsep perulangan metode FCM sama seperti metode K-Means yakni didasarkan pada minimalisasi fungsi objektif. Dengan metode FCM ini, akan dianalisis banyaknya cluster optimum yang akan mengelompokkan data obligasi korporasi ke dalam cluster-cluster yang berbeda menggunakan Indeks Xie Beni [4].

Penelitian terkait selanjutnya dengan judul Fuzzy C-Means Clustering Based on Improved Marked Watershed Transformation, oleh Cuijie Zhao, Hongdong Zhao, Wei Yao, tahun 2016. Penelitian ini membahas Algoritma Fuzzy C-Means dalam klasifikasi. Namun, sering mengalami optimal lokal, yang mengarah pada klasifikasi yang buruk. Untuk meningkatkan keakuratan klasifikasi dalam makalah ini dilakukan peningkatan *watershed segmentation*. Karena *watershed segmentation* dan Fuzzy C-Means Clustering sensitif terhadap noise pada gambar, makalah ini menggunakan Algoritma Adaptive Median Filtering untuk menghilangkan noise. Selama proses ini, klasifikasi dan pusat cluster awal Fuzzy C-Means ditentukan oleh hasil dari pengelompokan data. Melalui

serangkaian percobaan simulasi komparatif, hasilnya menunjukkan bahwa metode yang diusulkan dalam makalah ini lebih akurat daripada *ISODATA Method*, dan itu adalah metode pelatihan yang layak [5].

Penelitian terkait dengan judul: Clustering the Mixed Numerical and Categorical Dataset using Similarity Weight and Filter Method, oleh M. V. Jagannatha Reddy and B. Kavitha, tahun 2012. Diperoleh hasil bahwa Berbagai algoritma pengelompokan telah dikembangkan untuk mengelompokkan data ke dalam kelompok. Namun, algoritma pengelompokan ini bekerja secara efektif baik pada data numerik murni atau pada data kategori murni, sebagian besar dari mereka berkinerja kurang baik pada jenis data kategoris dan numerik campuran dalam Algoritma K-Means sebelumnya digunakan tetapi tidak akurat untuk dataset besar. Dalam makalah ini kami mengelompokkan kumpulan data numerik dan kategoris campuran secara efisien. Dalam makalah ini kami menyajikan algoritma pengelompokan berdasarkan kesamaan berat dan paradigma metode filter yang bekerja dengan baik untuk data dengan fitur numerik dan kategoris campuran [6].

2.2 Data Uji

Penelitian ini nantinya akan menggunakan data uji yang banyak dipakai dalam permasalahan klasifikasi untuk penilaian kelayakan pemberian kredit yang disebut German Credit Dataset, data set ini didonasikan oleh Prof. Hofman dari Hamburg University, Jerman. Dataset ini terdiri dari 1000 record dan 20 variabel ditambah dengan sebuah variabel target atau variabel response, dimana 13 variabel diantaranya bertipe kategori dan sisanya sebanyak 7 variabel bertipe numerik. German Credit Dataset ini dapat diunduh di UCI Machine Learning Repository.

Studi kasus yang diangkat dalam penelitian ini adalah mengenai segmentasi pasar. Pendefinisian pemasaran memberikan definisi yang lebih terinci dengan mengatakan bahwa segmentasi pasar adalah proses membagi-bagi pasar yang semula berperilaku heterogen menjadi beberapa kelompok pasar yang sekarang berperilaku lebih seragam [1].

Penentuan segmentasi pasar berdasarkan pada beberapa kriteria diantaranya: Segmentasi demografis didasarkan pada karakteristik populasi yang dapat diukur dari umur, jenis kelamin, pendapatan, pendidikan, dan pekerjaan. Segmentasi Psikografis adalah proses pengelompokkan orang dalam arti sikap, nilai-nilai yang dianut, dan gaya hidup. Segmentasi tingkah laku memfokuskan pada apakah orang akan membeli dan menggunakan suatu produk atau tidak, disamping seberapa sering dan berapa banyak yang dipakainya. Konsumen dapat dikategorikan menurut tingkat penggunaan, misalnya, pengguna berat, sedang, ringan, dan bukan pengguna. Segmentasi manfaat (Benefit Segmentation), memfokuskan pada nilai persamaan (value equation) [3].

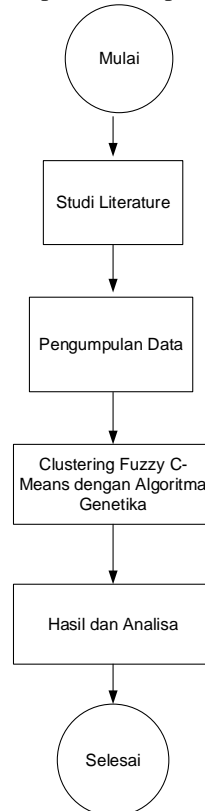
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	A11	6	A34	A43	1169	A65	A75	4	A93	A101	4	A121	67	A143	A152	2	A173	1	A192	A201	1
2	A12	48	A32	A43	5951	A61	A73	2	A92	A101	2	A121	22	A143	A152	1	A173	1	A191	A201	2
3	A14	12	A34	A46	2096	A61	A74	2	A93	A101	3	A121	49	A143	A152	1	A172	2	A191	A201	1
4	A11	42	A32	A42	7882	A61	A74	2	A93	A103	4	A122	45	A143	A153	1	A173	2	A191	A201	1
5	A11	24	A33	A40	4870	A61	A73	3	A93	A101	4	A124	53	A143	A153	2	A173	2	A191	A201	2
6	A14	36	A32	A46	9055	A65	A73	2	A93	A101	4	A124	35	A143	A153	1	A172	2	A192	A201	1
7	A14	24	A32	A42	2835	A63	A75	3	A93	A101	4	A122	53	A143	A152	1	A173	1	A191	A201	1
8	A12	36	A32	A41	6948	A61	A73	2	A93	A101	2	A123	35	A143	A151	1	A174	1	A192	A201	1
9	A14	12	A32	A43	3059	A64	A74	2	A91	A101	4	A121	61	A143	A152	1	A172	1	A191	A201	1
10	A12	30	A34	A40	5234	A61	A71	4	A94	A101	2	A123	28	A143	A152	2	A174	1	A191	A201	2
11	A12	12	A32	A40	1295	A61	A72	3	A92	A101	1	A123	25	A143	A151	1	A173	1	A191	A201	2
12	A11	48	A32	A49	4308	A61	A72	3	A92	A101	4	A122	24	A143	A151	1	A173	1	A191	A201	2
13	A12	12	A32	A43	1567	A61	A73	1	A92	A101	1	A123	22	A143	A152	1	A173	1	A192	A201	1
14	A11	24	A34	A40	1199	A61	A75	4	A93	A101	4	A123	60	A143	A152	2	A172	1	A191	A201	2
15	A11	15	A32	A40	1403	A61	A73	2	A92	A101	4	A123	28	A143	A151	1	A173	1	A191	A201	1
16	A11	24	A32	A43	1282	A62	A73	4	A92	A101	2	A123	32	A143	A152	1	A172	1	A191	A201	2
17	A14	24	A34	A43	2424	A65	A75	4	A93	A101	4	A122	53	A143	A152	2	A173	1	A191	A201	1
18	A11	30	A30	A49	8072	A65	A72	2	A93	A101	3	A123	25	A141	A152	3	A173	1	A191	A201	1
19	A12	24	A32	A41	12579	A61	A75	4	A92	A101	2	A124	44	A143	A153	1	A174	1	A192	A201	2
20	A14	24	A32	A43	3430	A63	A75	3	A93	A101	2	A123	31	A143	A152	1	A173	2	A192	A201	1
21	A14	9	A34	A40	2134	A61	A73	4	A93	A101	4	A123	48	A143	A152	3	A173	1	A192	A201	1
22	A11	6	A32	A43	2647	A63	A73	2	A93	A101	3	A121	44	A143	A151	1	A173	2	A191	A201	1
23	A11	10	A34	A40	2241	A61	A72	1	A93	A101	3	A121	48	A143	A151	2	A172	2	A191	A202	1

Gambar 1. Data Uji

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Alur Analisis

Penelitian merupakan investigasi yang sistematis, terkontrol, empiris dan kritis dari suatu proposal hipotesis mengenai hubungan tertentu antar fenomena. Penelitian disini bertujuan untuk memberikan kontribusi terhadap ilmu pengetahuan dalam memecahkan masalah dengan menggunakan metode-metode yang sesuai. Tahapan-tahapan dari metode penelitian yang akan dilakukan penulis untuk pembuatan penelitian ini, diantaranya sebagai berikut :



Gambar 2. Alur Analisis

Tahapan-tahapan dari alur analisis penelitian yang akan dilakukan, diantaranya sebagai berikut :

1. Manfaat dari studi literatur dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai sejauh mana perkembangan penelitian-penelitian yang terkait dengan penelitian yang akan diambil. Dalam penelitian ini referensi diperoleh dari jurnal, artikel laporan penelitian, dan buku yang berhubungan mengenai penelitian yang *Fuzzy C-Means* untuk pengelompokan data.
2. Pengumpulan Data. Berdasarkan bentuk dan sifatnya, data penelitian yang digunakan bersifat campuran yaitu data kualitatif (yang berbentuk kata-kata/kalimat) dan data kuantitatif (yang berbentuk angka). Data kuantitatif dapat dikelompokkan berdasarkan cara mendapatkannya yaitu data diskrit dan data kontinu. Berdasarkan sifatnya, data kuantitatif terdiri atas data nominal, data ordinal, data interval dan data rasio.
3. Metode yang diusulkan dalam penelitian ini adalah kombinasi metode Algoritma Genetika dan *Fuzzy C-Means* yang. Dimana dalam penelitian ini akan mencoba melakukan pembentukan cluster pada data bertipe campuran yaitu penentuan pemberian kredit yang dioptimasi dengan Algoritma Genetika, sehingga mengoptimalkan hasil cluster.
4. Tahapan Hasil dan Analisis merupakan tahapan evaluasi yang melakukan pengukuran terhadap hasil yang diperoleh terhadap hasil penelitian sebelumnya. Hasil akhir yang diharapkan dari penelitian mengenai penerapan metode *Fuzzy C-Means* dalam pengelompokan data adalah memperoleh Cluster data kredit.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Cluster

Dalam analisis cluster metode cluster validity yang digunakan yaitu [4]:

#### a. Korelasi

Menggunakan 2 jenis matriks, yaitu proximity matrix dan incidence matrix

- 1) Proximity matrix adalah matriks yang berisi jarak antar obyek
- 2) Incidence matrix adalah matriks biner yang mengindikasikan keanggotaan kluster
  - I. 0 jika anggota dari kluster yang berbeda
  - II. 1 jika anggota dari kluster yang sama

#### b. Cohession dan Separation

Cohession merupakan cluster validity yang menghitung varian intra kluster (WSS).

$$WSS = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in C_i} (x - m_i)^2 \quad (1)$$

Sedangkan Separation merupakan cluster validity yang menghitung varian inter kluster(BSS)

$$BSS = \sum_{i=1}^k |C_i|(m - m_i)^2 \quad (2)$$

#### c. Silhouette Coefficient

Menggunakan gabungan kedua prinsip dasar dari cohesion dan separation

$$s = \begin{cases} 1 - \frac{a}{b}, & \text{jika } a < b \\ \frac{b}{a} - 1, & \text{jika } a \geq b \end{cases} \quad (3)$$

dimana:

a = rata-rata jarak ke obyek satu kluster

b = minimal rata-rata jarak ke obyek berbeda kluster

#### d. Dunn Index

Memiliki dasar pemikiran bahwa kluster yang baik adalah yang memiliki diameter yang kecil dan jarak yang besar terhadap kluster lainnya.

$$D = \min_{i=1 \dots nc} \left( \min_{j=i+1 \dots nc} \left( \frac{d(c_i, c_j)}{\max_{k=1 \dots nc} (diam(c_k))} \right) \right) \quad (4)$$

dimana:

1)  $d(c_i, c_j)$  adalah jarak terhadap kluster lain

2)  $diam(c_k)$  adalah jarak terhadap sesama kluster

#### e. Davies-Bouldin Index

Memiliki prinsip dasar dalam menghitung similarity antar kluster

$$DB = \left( \frac{1}{nc} \right) \sum_{i=1}^{nc} \left( \max_{j=1 \dots nc, j \neq i} (R_{ij}) \right) \quad (5)$$

dimana nilai

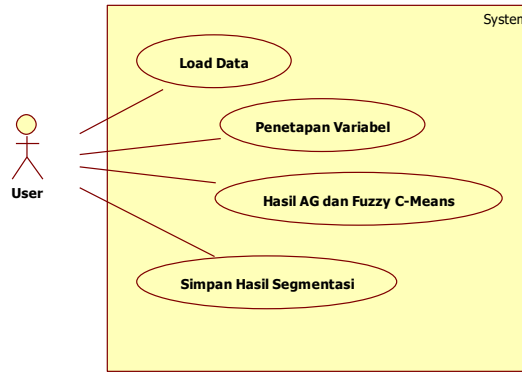
$$R_{ij} = \frac{s_i + s_j}{d_{ij}} \quad (6)$$

a.  $s_i$  adalah rata-rata jarak obyek seluruh kluster  $i$  dengan pusatnya

b.  $d_{ij}$  adalah jarak pusat kluster  $i$  dan pusat kluster  $j$

### 4.2 Perancangan Sistem

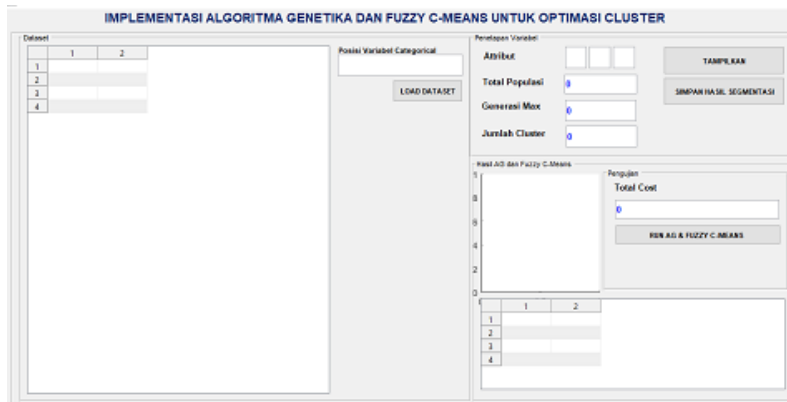
Perancangan Sistem menggunakan Use Case Diagram untuk menjabarkan fungsi sistem yang ada pada Optimasi Pusat Cluster Fuzzy C-Means untuk Pengelompokan Data Kredit Menggunakan Algoritma Genetika dapat dilihat pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Perancangan Sistem

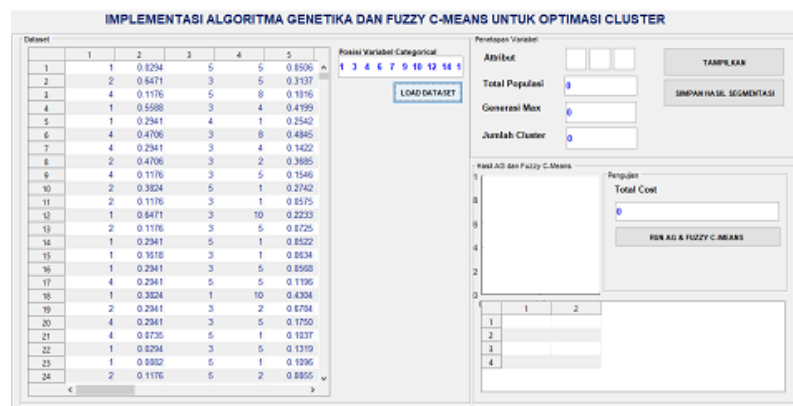
4.2 Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan setelah tahapan perancangan sistem. Adapun hasil implementasi sistem tentang Optimasi Pusat Cluster Fuzzy C-Means untuk Pengelompokan Data Kredit Menggunakan Algoritma Genetik dapat dilihat pada gambar 4.



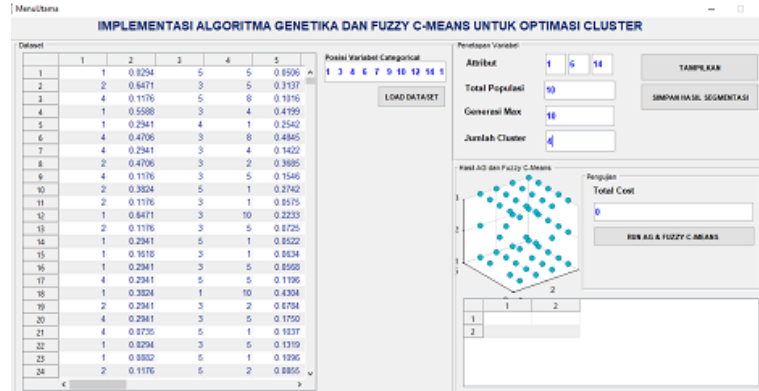
Gambar 4. Halaman Utama

Gambar 5 menunjukkan inputan dataset berupa data kredit, dimana data yang diinputkan bertipe data campuran yaitu numerik dan kategorikal. Akan muncul posisi data kategorikal untuk menunjukkan posisi data tersebut.



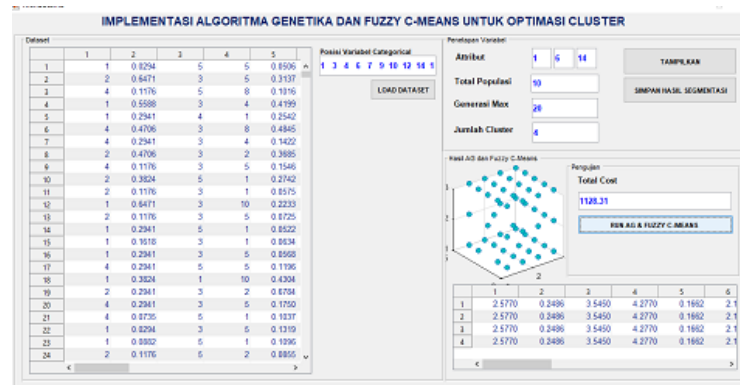
Gambar 5. Inputan Dataset

Gambar 6 merupakan tampilan dari penetapan variabel dengan menginputkan 3 atribut, di mana atribut merupakan posisi kolom data yang dipilih dari 1 sampai 20 kolom. Dengan mengisi total populasi yang diisi bebas dengan angka yang nantinya akan mempengaruhi lama proses dan Generasi Max yang mewakili jumlah populasi yang nantinya menghasilkan kromosom serta yang terakhir pengisian kolom jumlah cluster yang ditentukan yaitu 4 cluster.



Gambar 6. Penetapan Variabel

Setelah proses penetapan variabel maka akan diperoleh hasil grafik tiga dimensi untuk menggambarkan cluster yang terbentuk. Dari Grafik juga akan muncul tabel pusat cluster yang terbentuk dari cluster yang sudah dihasilkan dengan total cost yang merupakan total jarak antar cluster yang terbentuk.



Gambar 7. Hasil Proses AG dan Fuzzy C-Means

**5. KESIMPULAN**

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah telah berhasil diterapkan metode *Fuzzy C-Means* dengan Algoritma Genetika untuk menghasilkan optimasi pusat cluster mengenai pengelompokan data kredit, dimana data uji ini banyak dipakai dalam permasalahan klasifikasi untuk penilaian kelayakan pemberian kredit yang disebut German Credit Dataset. Sistem ini dapat membantu perusahaan dalam pengambilan keputusan dan juga memungkinkan untuk melakukan pendekatan marketing yang sesuai dengan ciri-ciri dominan dari kelompok-kelompok yang terbentuk.

**6. SARAN**

Saran penelitian lebih lanjut untuk menguji penelitian ini sebagai perbandingan hasilnya yaitu dengan mengkombinasikan metode lain seperti Algoritma Genetika dengan K-Means Clustering.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada **STMIK STIKOM Bali** yang telah memberi **“dukungan financial”** terhadap penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Putu Indah Ciptayani, Kadek Cahya Dewi, I Wayan Budi Sentana. (2016), *Student Grouping Using Adaptive Genetic Algorithm*. International Electronics Symposium (IES).

[2] Samaher, Wayan Firdaus Mahmudy. (2015), *Penerapan Algoritma Genetika Untuk Memaksimalkan Laba Produksi Jilbab*. Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology JEEST Vol. 02 No. 01.

[3] Pivin Suwirmayanti, I Ketut Gede Darma Putra, I Nyoman Satya Kumara. (2014), *Optimasi Pusat Cluster K-Prototype dengan Algoritma Genetika*, Jurnal Teknologi Elektro, Vol. 13, No. 2.

- [4] Desy Rahmawati Ningrat, Di Asih I Maruddani, Triastuti Wuryandari. (2016), *Analisis Cluster Dengan Algoritma K-Means Dan Fuzzy C-Means Clustering Untuk Pengelompokan Data Obligasi Korporasi*, Jurnal Gaussian, Vol.5, No. 4.
- [5] Cuijie Zhao, Hongdong Zhao, Wei Yao. (2016), *Fuzzy C-Means Clustering Based on Improved Marked Watershed Transformation*, Jurnal Telkomnika, Vol.14, No.3.
- [6] M. V. Jagannatha Reddy and B. Kavitha. (2012). *Clustering the Mixed Numerical and Categorical Dataset using Similarity Weight and Filter Method*, International Journal of Database Theory and Application Vol. 5, No. 1.