

**IMPLEMENTASI *FUZZY C-MEANS* UNTUK CLUSTERING  
DATA GEMPA BUMI DI INDONESIA**

**Skripsi**



Disusun Oleh :  
Alif Syifa'ul Qulub  
200602036

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GRESIK  
2024**

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur ke hadirat Allah yang telah memberikan rahmat, nikmat dan kesehatan sehingga laporan proposal skripsi yang berjudul ‘Implementasi *Fuzzy C-Means* Untuk *Clustering* Data Gempa Bumi Di Indonesia’ dapat dilaksanakan dengan cukup baik.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari banyak mendapat dukungan, bimbingan bantuan dan kemudahan dari berbagai pihak sehingga proposal ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan ketulusan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala nikmat, ridho dan kuasanya.
2. Nabi Muhammad SAW sebagai panutan teladan dalam menjadi insan manusia yang baik dan benar.
3. Keluarga. Ayah, Ibu yang selalu terus mendo’akan, memberikan semangat, dan terus mendukung penuh hingga detik ini.
4. Bapak Harunur Rosyid, St, M.Kom. selaku Dekan Fakultas Teknik
5. Ibu Henny Dwi Bhakti, S.Si., M.Si. selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika dan Selaku Dosen Wali Mahasiswa Teknik Informatika Angkatan 2020.
6. Dan juga selaku Dosen Wali Mahasiswa Teknik Informatika Angkatan 2019.
7. Ibu Henny Dwi Bhakti, S.Si., M.Si. dan Ibu Umi Chotijah, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing 1 dan 2 yang senantiasa meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan serta masukan bagi penulis dalam penyelesaian proposal skripsi ini.
8. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Informatika yang telah memberikan segenap ilmu pengetahuan kepada penulis.
9. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Teknik Informatika angkatan 2020 Teknik Informatika Muhammadiyah Gresik.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan dukungan serta do’a selama menjalani perkuliahan.

Permohonan maaf yang sebesar-besarnya jika dalam pengembangan program serta penulisan laporan proposal skripsi ini terdapat kekurangan dan keterlambatan baik yang penulis sengaja maupun tidak penulis sengaja. Sejatinya tidak ada yang sempurna di muka Bumi ini, sehingga dengan belajarnya melalui kesalahan-kesalahan yang didahului semoga menjadikannya esok yang lebih baik lagi. Aamiin Yarabbalamin.

Gresik, 26 November 2024

Penulis



## ABSTRAK

Kepulauan Indonesia berada di zona tumbukan lempeng utama, menjadikannya wilayah dengan aktivitas seismik tertinggi dunia. Aktivitas gempa bumi yang tidak menentu dapat menyebabkan kerugian signifikan, sehingga upaya mitigasi sangat penting. Penelitian ini bertujuan mengelompokkan data gempa bumi di Indonesia menggunakan algoritma *Fuzzy C-Means (FCM)* berdasarkan parameter *latitude*, *longitude*, *kedalaman*, dan *magnitudo*. Data diperoleh dari BMKG, dan evaluasi kualitas *clustering* dilakukan menggunakan *Silhouette Coefficient*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data gempa berhasil dikelompokkan ke dalam tiga *cluster* dengan skor *Silhouette Coefficient* sebesar 0.446, yang termasuk kategori cukup baik. *Cluster1* meliputi gempa berkedalaman menengah (36.45 km) di *latitude* positif dengan *magnitudo* rata-rata 3.4SR. *Cluster2* memiliki kedalaman menengah (43.44 km) di *latitude* negatif kecil dan *magnitudo* rata-rata 3.47SR. *Cluster3* mencakup gempa terdalam (55.22 km) terletak di wilayah selatan dengan *magnitudo* rata-rata 3.32SR. Sistem ini menyajikan hasil *clustering* secara informatif melalui tabel dan visualisasi peta *centroid*.

**Kata Kunci:** Gempa Bumi, *Fuzzy C-Means*, *Clustering*, *Silhouette Coefficient*

## ABSTRACT

The Indonesian Archipelago lies in a major tectonic collision zone, making it one of the most seismically active regions in the world. The unpredictable nature of earthquakes can cause significant damage, emphasizing the importance of mitigation efforts. This study aims to cluster earthquake data in Indonesia using the Fuzzy C-Means (FCM) algorithm based on parameters such as latitude, longitude, depth, and magnitude. Data were obtained from BMKG, and clustering quality was evaluated using the Silhouette Coefficient. The results indicate that earthquake data were successfully grouped into three clusters with a Silhouette Coefficient score of 0.446, categorized as moderately good. Cluster 1 includes earthquakes with moderate depths (36.45 km) at positive latitudes and an average magnitude of 3.4. Cluster 2 consists of earthquakes with moderate depths (43.44 km) at slightly negative latitudes and an average magnitude of 3.47. Cluster 3 comprises the deepest earthquakes (55.22 km) located in southern regions with an average magnitude of 3.32. The system presents clustering results informatively through tables and centroid map visualizations.

**Keywords:** *Earthquake, Fuzzy C-Means, Clustering, Silhouette Coefficient*

## DAFTAR ISI

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL.....               | I    |
| LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....  | II   |
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....  | III  |
| PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI..... | IV   |
| KATA PENGANTAR .....             | V    |
| DAFTAR ISI.....                  | VII  |
| DAFTAR GAMBAR .....              | X    |
| DAFTAR TABEL.....                | XI   |
| DAFTAR PERSAMAAN .....           | XII  |
| ABSTRAK .....                    | XIII |
| ABSTRACT.....                    | XIV  |
| BAB I PENDAHULUAN.....           | 1    |
| 1.1 LATAR BELAKANG .....         | 1    |
| 1.2 RUMUSAN MASALAH.....         | 2    |
| 1.3 BATASAN MASALAH.....         | 2    |
| 1.4 TUJUAN.....                  | 3    |
| 1.5 MANFAAT PENELITIAN .....     | 3    |
| 1.6 METODOLOGI PENELITIAN .....  | 3    |
| 1.7 SISTEMATIKA PENULISAN.....   | 4    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....     | 6    |
| 2.1 GEMPA BUMI .....             | 6    |
| 2.2 DATA MINING .....            | 8    |
| 2.3 CLUSTERING .....             | 9    |
| 2.4 ALGORITMA FUZZY C-MEANS..... | 9    |

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.5 <i>SILHOUETTE COEFICIENT</i> .....                                      | 13 |
| 2.6 PENELITIAN TERKAIT .....                                                | 15 |
| BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM .....                               | 44 |
| 3.1 ANALISIS SISTEM .....                                                   | 44 |
| 3.2 HASIL ANALISIS SISTEM .....                                             | 45 |
| 3.2.1 <i>Flowchart</i> Sistem Menggunakan <i>Metode Fuzzy C-Means</i> ..... | 47 |
| 3.3 REPRESENTASI MODEL .....                                                | 49 |
| 3.4 PERANCANGAN SISTEM .....                                                | 59 |
| 3.4.1 Diagram Konteks Sistem .....                                          | 59 |
| 3.4.2 Diagram Jenjang Sistem .....                                          | 60 |
| 3.4.3 <i>Data Flow Diagram (DFD)</i> Sistem .....                           | 62 |
| 3.5 PERANCANGAN BASIS DATA .....                                            | 63 |
| 3.5.1 Tabel Data Gempa .....                                                | 63 |
| 3.5.2 Tabel Hasil <i>Cluster</i> .....                                      | 64 |
| 3.6 PERANCANGAN ANTARMUKA .....                                             | 65 |
| 3.6.1 Halaman Login .....                                                   | 65 |
| 3.6.2 Halaman Input Data .....                                              | 66 |
| 3.6.3 Halaman Proses Data .....                                             | 67 |
| 3.6.4 Halaman Proses Data Lanjut .....                                      | 67 |
| 3.6.5 Halaman Hasil Clustering .....                                        | 68 |
| 3.6.6 Halaman Visualisasi Data .....                                        | 69 |
| 3.7 PERANCANGAN PENGUJIAN .....                                             | 69 |
| 3.7.1 Skenario Uji Validitas Dengan <i>Silhouette Coefficient</i> .....     | 69 |
| 3.7.2 Skenario Pengujian <i>Black Box Testing</i> .....                     | 70 |
| 3.8 SPESIFIKASI PEMBUATAN SISTEM .....                                      | 72 |
| 3.8.1 Perangkat Keras .....                                                 | 72 |
| 3.8.2 Perangkat Lunak .....                                                 | 73 |
| BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM .....                              | 74 |
| 4.1 IMPLEMENTASI SISTEM .....                                               | 74 |
| 4.1.1 Implementasi Proses Inisialisasi .....                                | 74 |

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1.2 Implementasi Proses <i>Fuzzy C-Means</i> .....                            | 77  |
| 4.1.1 Prlabelan Keanggotaan <i>Cluster</i> .....                                | 85  |
| 4.2 PENGUJIAN SISTEM .....                                                      | 86  |
| 4.2.1 Halaman Login .....                                                       | 87  |
| 4.2.2 Halaman Input Data .....                                                  | 87  |
| 4.2.3 Halaman Proses Data .....                                                 | 88  |
| 4.2.4 Halaman Proses Data Lanjut .....                                          | 89  |
| 4.2.5 Halaman Hasil <i>Clustering</i> .....                                     | 90  |
| 4.2.6 Halaman Visualisasi Data .....                                            | 92  |
| 4.3 ANALISIS HASIL PENGUJIAN SISTEM .....                                       | 93  |
| 4.3.1 Hasil Pengujian <i>Cluster</i> dengan <i>Silhouette Coefficient</i> ..... | 93  |
| 4.3.2 Hasil Pengujian <i>Blackbox Testing</i> .....                             | 94  |
| 4.3.3 Hasil Analisis Global .....                                               | 97  |
| BAB V PENUTUP .....                                                             | 99  |
| 5.1 KESIMPULAN .....                                                            | 99  |
| 5.2 SARAN .....                                                                 | 99  |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                                            | 100 |
| LAMPIRAN .....                                                                  | 103 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 2. 1</b> Deskripsi Ukuran Skala Richter .....                                    | 14 |
| <b>Tabel 2. 2</b> Deskripsi Ukuran Skala Modified Mercalli Intensity (MMI).....           | 14 |
| <b>Tabel 2. 3</b> Interpretasi nilai Silhouette Coefficient .....                         | 16 |
| <b>Tabel 3. 1</b> Kelebihan dan kekurangan metode konvensional dengan Fuzzy C-Means ..... | 16 |
| <b>Tabel 3. 2</b> Dataset Gempa Bumi di Indonesia .....                                   | 17 |
| <b>Tabel 3. 3</b> Sampel Data Uji Gempa Bumi Di Indonesia.....                            | 19 |
| <b>Tabel 3. 4</b> Hasil Normalisasi Data Sampel .....                                     | 19 |
| <b>Tabel 3. 5</b> Hasil Inisialisasi Matriks Pseudo-Partition.....                        | 19 |
| <b>Tabel 3. 6</b> Centroid awal.....                                                      | 19 |
| <b>Tabel 3. 7</b> Hasil Perhitungan Jarak Euclidean .....                                 | 19 |
| <b>Tabel 3. 8</b> Hasil Perhitungan derajat keanggotaan .....                             | 19 |
| <b>Tabel 3. 9</b> Hasil Perhitungan Fungsi Objektif .....                                 | 19 |
| <b>Tabel 3. 10</b> Hasil perhitungan fungsi objektif .....                                | 19 |
| <b>Tabel 3. 12</b> Data Yang Terletak Pada Centroid Cluster .....                         | 19 |
| <b>Tabel 3. 14</b> Tabel Data Gempa .....                                                 | 23 |
| <b>Tabel 3. 15</b> Tabel hasil cluster .....                                              | 23 |
| <b>Tabel 3. 16</b> Skenario Pengujian Black Box .....                                     | 24 |
| <b>Tabel 4. 1</b> Hasil Perhitungan Skor Silhouette Coefficient.....                      | 26 |
| <b>Tabel 4. 2</b> Data Centroid.....                                                      | 27 |
| <b>Tabel 4. 3</b> Pengujian Blackbox Testing .....                                        | 27 |
| <b>Tabel 4. 4</b> Hasil Analisis Sistem.....                                              | 30 |
| <b>Tabel 4. 5</b> Hasil Analisis Sistem Lanjutan.....                                     | 30 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 2 1</b> Flowchart Fuzzy C-Means.....                                         | 10 |
| <b>Gambar 3.1</b> <i>Flowchart</i> Sistem menggunakan <i>Fuzzy C-Means</i> .....       | 48 |
| <b>Gambar 3.2</b> Diagram Konteks Sistem Clustering Gempa Bumi.....                    | 59 |
| <b>Gambar 3.3</b> Diagram jenjang Sistem Clustering Data Gempa Bumi Di Indonesia ..... | 61 |
| <b>Gambar 3.4</b> DFD level 1 Sistem Clustering Data Gempa Bumi Di Indonesia ...       | 62 |
| <b>Gambar 3.5</b> ERD Sistem Clustering Data Gempa Bumi Di Indonesia .....             | 64 |
| <b>Gambar 3.6</b> Halaman Login Admin .....                                            | 65 |
| <b>Gambar 3.7</b> Halaman Input Data.....                                              | 66 |
| <b>Gambar 3.8</b> Halaman Proses Data.....                                             | 67 |
| <b>Gambar 3.9</b> Halaman Proses Data Lanjut .....                                     | 67 |
| <b>Gambar 3.10</b> Halaman Hasil Clustering.....                                       | 68 |
| <b>Gambar 3.11</b> Halaman Visualisasi Data.....                                       | 69 |
| <b>Gambar 4. 1</b> Halaman Login Sistem .....                                          | 87 |
| <b>Gambar 4. 2</b> Halaman Input Data.....                                             | 88 |
| <b>Gambar 4. 3</b> Halaman Proses Data.....                                            | 89 |
| <b>Gambar 4. 4</b> Halaman Proses Lanjut.....                                          | 90 |
| <b>Gambar 4. 5</b> Halaman Hasil Clustering.....                                       | 91 |
| <b>Gambar 4. 6</b> Halaman Hasil Clustering.....                                       | 92 |
| <b>Gambar 4. 7</b> Halaman Visualisasi Data.....                                       | 93 |