



**PENERAPAN *FUZZY SUBTRACTIVE CLUSTERING* UNTUK  
PENGELOMPOKAN KONDISI KETENAGAKERJAAN DI  
INDONESIA**

**SKRIPSI**

**untuk memenuhi persyaratan  
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Statistika**

**Oleh  
RADHITA SYALWA RIZKYA  
NIM. 2211017120005**

**PROGRAM STUDI S-1 STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
MARET 2026**



**PENERAPAN *FUZZY SUBTRACTIVE CLUSTERING* UNTUK  
PENGELOMPOKAN KONDISI KETENAGAKERJAAN DI  
INDONESIA**

**SKRIPSI**

**untuk memenuhi persyaratan  
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Statistika**

**Oleh  
RADHITA SYALWA RIZKYA  
NIM. 2211017120005**

**PROGRAM STUDI S-1 STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
MARET 2026**

## SKRIPSI

# PENERAPAN FUZZY SUBTRACTIVE CLUSTERING UNTUK PENGELOMPOKAN KONDISI KETENAGAKERJAAN DI INDONESIA

Oleh  
**Radhita Syalwa Rizkya**  
NIM. 2211017120005

Telah dipertahankan pada hari Rabu, tanggal 04-03-2026 dan disetujui oleh dosen pembimbing dan dosen penguji sebagai berikut:

### Pembimbing I



Selvi Annisa, S.Si., M.Si.  
NIP. 199212262022032016

### Penguji I



Dewi Anggraini, S.Si., M.App.Sci., Ph.D.  
NIP. 198303282005012001

### Pembimbing II



Al Hujjah Asianingrum, S.Stat., M.Si.  
NIP. 199601092024062003


### Penguji II



Hj. Maisarah, S.Pd.I., M.Pd.  
NIP. 19890713201801213001

Banjarbaru, 12 Maret 2026  
Mengetahui,  
Koordinator Program Studi Statistika  
FMIPA ULM



  
Dewi Anggraini, S.Si., M.App.Sci., Ph.D.  
NIP. 198303282005012001

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Banjarbaru, 12 Maret 2026



Radhita Syalwa Rizkya  
NIM. 2211017120005

PRODI STATISTIKA

## ABSTRAK

**Penerapan *Fuzzy Subtractive Clustering* untuk Pengelompokan Kondisi Ketenagakerjaan di Indonesia** (Oleh: Radhita Syalwa Rizky; Pembimbing: Selvi Annisa dan Al Hujjah Asianingrum, 2025; 46 halaman)

Kondisi ketenagakerjaan di Indonesia menunjukkan perbedaan karakteristik antarprovinsi, baik dari sisi Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK), Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT), pekerja informal, setengah pengangguran, NEET, maupun rata-rata upah. Perbedaan tersebut memerlukan pengelompokan wilayah agar kebijakan ketenagakerjaan dapat dirumuskan secara lebih tepat sasaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan 38 provinsi di Indonesia berdasarkan indikator ketenagakerjaan menggunakan metode *Fuzzy Subtractive Clustering* (FSC). Evaluasi kualitas kluster dilakukan menggunakan indeks *Modified Partition Coefficient* (MPC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terbentuk dua kluster dengan karakteristik pasar tenaga kerja yang berbeda. Kluster pertama ditandai oleh kondisi ketenagakerjaan yang relatif lebih baik dengan proporsi pekerja informal yang lebih rendah dan rata-rata upah yang lebih tinggi, dengan Provinsi Jambi sebagai pusat kluster. Sementara itu, kluster kedua menunjukkan partisipasi angkatan kerja yang tinggi dan tingkat pengangguran terbuka yang rendah, namun didominasi sektor informal dengan upah relatif rendah, sehingga kondisi ini mencerminkan tingkat kerentanan yang lebih tinggi, dengan Provinsi Nusa Tenggara Timur sebagai pusat kluster. Berdasarkan hasil tersebut, kebijakan pada kluster pertama dapat diarahkan pada upaya mempertahankan dan memperkuat sektor formal serta meningkatkan keterampilan tenaga kerja agar produktivitas dan daya saing tetap terjaga. Sementara itu, pada kluster kedua kebijakan perlu difokuskan pada peningkatan kelayakan pekerjaan melalui perluasan lapangan kerja formal, pelatihan keterampilan bagi pekerja informal, serta penguatan perlindungan sosial.

**Kata kunci:** Ketenagakerjaan, *Fuzzy Subtractive Clustering*, MPC, Klusterisasi

## ABSTRACT

**Application of *Fuzzy Subtractive Clustering* for Clustering Employment Conditions in Indonesia** (By: Radhita Syalwa Rizkya; Supervisors: Selvi Annisa and Al Hujjah Asianingrum, 2025; 46 pages)

Employment conditions in Indonesia show differences in characteristics between provinces, both in terms of Labor Force Participation Rate (LFPR), Open Unemployment Rate (OUR), informal workers, underemployment, NEET, and average wages. These differences require regional grouping so that employment policies can be formulated in a more targeted manner. This study aims to group 38 provinces in Indonesia based on labor market indicators using the *Fuzzy Subtractive Clustering* (FSC) method. Cluster quality is evaluated using the Modified Partition Coefficient (MPC) index. The results show that two clusters with different labor market characteristics were formed. The first cluster is characterized by relatively better employment conditions with a lower proportion of informal workers and higher average wages, with Jambi Province as the center of the cluster. Meanwhile, the second cluster shows high labor force participation and low open unemployment rates, but is dominated by the informal sector with relatively low wages, reflecting a higher level of vulnerability, with East Nusa Tenggara Province as the center of the cluster. Based on these results, policies in the first cluster can be directed at efforts to maintain and strengthen the formal sector and improve worker skills so that productivity and competitiveness are maintained. Meanwhile, in the second cluster, policies need to focus on improving job quality through the expansion of formal employment, skills training for informal workers, and strengthening social protection.

**Keywords:** Employment Conditions, *Fuzzy Subtractive Clustering*, MPC, Clustering

## PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas limpahan rahmat, taufik, serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berupa skripsi yang berjudul “Penerapan *Fuzzy Subtractive Clustering* untuk Pengelompokan Kondisi Ketenagakerjaan di Indonesia” dengan baik dan lancar. Penyusunan skripsi ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setulus-tulusnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan doa, dukungan, serta bantuan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, di antaranya:

1. Orang tua dan keluarga tercinta, atas segala doa, kasih sayang, serta dukungan moral dan material yang tidak pernah berhenti diberikan selama penulis menempuh perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini. Teristimewa kepada Mama, yang selalu mendoakan, memberikan semangat, dan menjadi sumber kekuatan dalam setiap Langkah penulis.
2. Ibu Selvi Annisa, S.Si., M.Si. dan Ibu Al Hujjah Asianingrum, S.Stat., M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Dewi Anggraini, S.Si., M.App.Sci., Ph.D. dan Ibu Hj. Maisarah, S.Pd.I., M.Pd. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, saran, serta bantuan dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini.
4. Koordinator Program Studi, Bapak dan Ibu dosen pengajar serta staf Program Studi Statistika FMIPA ULM, yang telah memberikan ilmu, motivasi, nasihat, dan dukungan selama masa perkuliahan.
5. Teman-teman yang selalu menemani, mendukung, dan memberikan semangat selama penulisan Tugas Akhir maupun selama masa perkuliahan. Terima kasih telah menjadi bagian berharga dalam perjalanan ini.

Penyusunan skripsi ini tentu masih memiliki kekurangan, baik dalam penulisan maupun hasilnya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan ke depan. Semoga seluruh pihak yang telah membantu senantiasa mendapat kebaikan, dan hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Banjarbaru, 12 Maret 2026

Radhita Syalwa Rizkya

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL .....  | i    |
| HALAMAN PENGESAHAN.....  | ii   |
| PERNYATAAN .....   | iii  |
| ABSTRAK.....   | iv   |
| ABSTRACT .....   | v    |
| PRAKATA .....  | vi   |
| DAFTAR ISI.....  | vii  |
| DAFTAR TABEL.....  | viii |
| DAFTAR GAMBAR.....   | ix   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....  | x    |
| DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN .....   | xi   |
| BAB I PENDAHULUAN .....  | 1    |
| 1.1 Latar Belakang.....  | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah.....   | 3    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....  | 4    |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....  | 4    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....  | 5    |
| 2.1 Penelitian Terdahulu.....  | 5    |
| 2.2 Kajian Teori.....  | 8    |
| 2.2.1 Ketenagakerjaan.....   | 8    |
| 2.2.2 Statistika Deskriptif.....   | 12   |
| 2.2.3 Analisis Kluster .....   | 13   |
| 2.2.4 Himpunan <i>Fuzzy</i> .....  | 14   |
| 2.2.5 <i>Fuzzy Subtractive Clustering</i> .....                                      | 15   |
| 2.2.6 Evaluasi Partisi <i>Fuzzy</i> .....  | 20   |
| BAB III METODE PENELITIAN .....  | 22   |
| 3.1 Sumber Data dan Variabel Penelitian.....   | 22   |
| 3.2 Prosedur Penelitian.....   | 23   |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....  | 27   |
| 4.1 Analisis Deskriptif Data.....  | 27   |
| 4.2 Pra-pengolahan data.....   | 28   |
| 4.3 Proses Klusterisasi Menggunakan Metode <i>Fuzzy Subtractive Clustering</i> ..... | 29   |
| 4.3.1 Penentuan Parameter <i>Fuzzy Subtractive Clustering</i> Terbaik.....           | 29   |
| 4.3.2 Ilustrasi Perhitungan Manual.....  | 32   |
| 4.4 Profil dan Interpretasi Kluster.....   | 41   |
| BAB V PENUTUP .....  | 46   |
| 5.1 Kesimpulan.....  | 46   |
| 5.2 Saran .....  | 46   |
| DAFTAR PUSTAKA .....   | 48   |
| LAMPIRAN.....  | 52   |
| RIWAYAT HIDUP .....  | 71   |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu .....                                    | 5  |
| Tabel 3.1 Variabel Penelitian .....                                     | 22 |
| Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Indikator Ketenagakerjaan .....         | 27 |
| Tabel 4.2 Data Asli Indikator Pasar Tenaga Kerja Provinsi Aceh .....    | 29 |
| Tabel 4.3 Data Provinsi Aceh Setelah Normalisasi .....                  | 29 |
| Tabel 4.4 Hasil Denormalisasi Pusat Klaster .....                       | 39 |
| Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Simpangan Baku .....                        | 39 |
| Tabel 4.6 Hasil Klaster Akhir .....                                     | 41 |
| Tabel 4.7 Rata-rata Indikator Ketenagakerjaan pada Setiap Klaster ..... | 42 |

PRODI STATISTIKA

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 1.1 Perkembangan Indikator Ketenagakerjaan 2023–2024 .....                  | 2  |
| Gambar 2.1 Fungsi Kenggotaan Gaussian .....  | 15 |
| Gambar 2.2 Ilustrasi Proses <i>Fuzzy Subtractive Clustering</i> .....              | 17 |
| Gambar 3.1 Alur Penelitian .....   | 26 |
| Gambar 4.1 Hubungan Parameter Radius terhadap Jumlah Kluster pada FSC ...<br>..... | 31 |
| Gambar 4.2 Peta Tematik Hasil Klusterisasi .....                                   | 42 |

PRODI STATISTIKA

## DAFTAR LAMPIRAN

|  |    |
|--|----|
| Lampiran 1. Data Indikator Ketenagakerjaan Tahun 2024.....   | 52 |
| Lampiran 2. Data Ternormalisasi.....   | 54 |
| Lampiran 3. Nilai <i>Modified Partition Coefficient</i> (MPC) untuk Semua<br>Kombinasi Parameter .....     | 56 |
| Lampiran 4. Jarak Euclidean Antar Provinsi .....   | 58 |
| Lampiran 5. Nilai Eksponen pada Fungsi Gaussian tiap Pasangan Provinsi ...                                 | 59 |
| Lampiran 6. Potensi Awal tiap Provinsi.....  | 60 |
| Lampiran 7. Potensi Baru tiap Provinsi terhadap Pusat Klaster Pertama<br>(Provinsi Jambi) .....            | 61 |
| Lampiran 8. Potensi Baru tiap Provinsi terhadap Pusat Klaster Kedua<br>(Provinsi Nusa Tenggara Timur)..... | 62 |
| Lampiran 9. Derajat Keanggotaan.....   | 63 |
| Lampiran 10. Derajat Keanggotaan Ternormalisasi .....  | 64 |
| Lampiran 11. <i>Syntax</i> RStudio .....   | 65 |

## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

|                   |   |
|-------------------|---|
| $c$               | Jumlah kluster yang terbentuk   |
| $e$               | Eksponen  |
| $n$               | Jumlah total data atau observasi sampel                                       |
| $N$               | Jumlah total data atau observasi populasi                                     |
| $m$               | Jumlah variabel (dimensi data)  |
| $d_{min}$         | Jarak minimum   |
| $x$               | Nilai data  |
| $X_i$             | Vektor atau nilai data ke- $i$  |
| $x_i$             | Vektor atau nilai data ke- $i$  |
| $x_h$             | Vektor atau nilai data ke- $h$  |
| $x_{min}$         | Nilai minimum data  |
| $x_{max}$         | Nilai maksimum data   |
| $x_{min,j}$       | Nilai minimum data pada variabel ke- $j$                                      |
| $x_{max,j}$       | Nilai maksimum data pada variabel ke- $j$                                     |
| $x_{ij}$          | Nilai data ke- $i$ pada variabel ke- $j$                                      |
| $x_{hj}$          | Nilai data ke- $h$ pada variabel ke- $j$                                      |
| $x'_{ij}$         | Nilai hasil normalisasi data ke- $i$ pada variabel ke- $j$                    |
| $x_i^*$           | Titik data pusat kluster pertama  |
| $x_c^*$           | Titik data pusat kluster terpilih   |
| $\ x_i - x_h\ $   | Jarak Euclidean antara titik data ke- $i$ dan ke- $h$                         |
| $\ x_i - x_1^*\ $ | Jarak Euclidean antara titik data ke- $i$ dan pusat kluster pertama           |
| $\ x_i - x_c^*\ $ | Jarak Euclidean antara titik data ke- $i$ dan pusat kluster terpilih          |
| $\ x_c^* - C_l\ $ | Jarak Euclidean antara titik calon pusat kluster dengan pusat kluster ke- $l$ |
| $C_{lj}$          | Pusat kluster ke- $l$ pada variabel ke- $j$                                   |
| $C_{lj}^{denorm}$ | Pusat kluster ke- $l$ pada variabel ke- $j$ pada skala data asli              |
| $P_i$             | Potensi titik data ke- $i$  |
| $P_i^{baru}$      | Potensi titik data ke- $i$ setelah dilakukan pembaruan potensi                |
| $P_i^{lama}$      | Potensi titik data ke- $i$ sebelum dilakukan pembaruan potensi                |
| $P_1^*$           | Potensi pusat kluster pertama   |
| $P_c^*$           | Potensi pusat kluster terpilih  |
| $r_a$             | <i>Radius of influence</i>  |
| $ar$              | <i>Accept ratio</i>   |
| $rr$              | <i>Reject ratio</i>   |
| $\mu$             | Rata-rata   |
| $\sigma$          | Standar deviasi atau simpangan baku   |
| $\sigma_j$        | Simpangan baku pada variabel ke- $j$  |
| $\mu_x$           | Derajat keanggotaan data ke- $x$  |
| $\mu_{li}$        | Derajat keanggotaan data ke- $i$ terhadap kluster ke- $l$                     |
| $\mu_{lj}$        | Derajat keanggotaan data ke- $j$ terhadap kluster ke- $l$                     |
| BPS               | Badan Pusat Statistik   |
| CTM               | <i>Cluster Tightness Measure</i>  |
| FCM               | <i>Fuzzy C-Means</i>  |

|          |   |
|----------|---|
| FSC      | <i>Fuzzy Subtractive Clustering</i>                           |
| GMM      | <i>Gaussian Mixture Model</i>                                 |
| ICLS     | <i>International Conference of Labour Statisticians</i>       |
| ILO      | <i>International Labour Organization</i>                      |
| KILM     | <i>Key Indicators of Labour Market</i>                        |
| MPC      | <i>Modified Partition Coefficient</i>                         |
| NEET     | <i>Not in Employment, Education, or Training</i>              |
| OECD     | <i>Organisation for Economic Co-Operation and Development</i> |
| PC       | <i>Partition Coefficient</i>                                  |
| Sakernas | Survei Angkatan Kerja Nasional                                |
| SDGs     | <i>Sustainable Development Goals</i>                          |
| TPAK     | Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja                            |
| TPT      | Tingkat Pengangguran Terbuka                                  |
| UNECE    | <i>United Nations Economic Commission for Europe</i>          |

PRODI STATISTIKA