

PENERAPAN DAN EVALUASI *FUZZY GEOGRAPHICALLY WEIGHTED CLUSTERING* BERBASIS ALGORITMA GENETIKA DALAM PEMETAAN KARAKTERISTIK SOSIAL EKONOMI DI PROVINSI JAWA BARAT

FARID YAFI SUWANDI



**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA MATEMATIKA DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penerapan dan Evaluasi *Fuzzy Geographically Weighted Clustering* Berbasis Algoritma Genetika dalam Pemetaan Karakteristik Sosial Ekonomi di Provinsi Jawa Barat” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Farid Yafi Suwandi
G1401221062

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

FARID YAFI SUWANDI. Penerapan dan Evaluasi *Fuzzy Geographically Weighted Clustering* Berbasis Algoritma Genetika dalam Pemetaan Karakteristik Sosial Ekonomi di Provinsi Jawa Barat. Dibimbing oleh PIKA SILVIANTI dan GERRY ALFA DITO.

Provinsi Jawa Barat masih menghadapi ketimpangan sosial ekonomi antarwilayah, tercermin dari Rasio Gini 0,428 (September 2024) dan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) 6,75 persen (Agustus 2024) yang menjadi salah satu yang tertinggi secara nasional. Karena ketimpangan ini erat kaitannya dengan faktor geografis, metode klasterisasi konvensional yang mengabaikan lokasi wilayah dinilai kurang tepat. Penelitian ini menerapkan *Fuzzy Geographically Weighted Clustering* dengan optimasi inisialisasi *centroid* menggunakan Algoritma Genetika (FGWC-AG) untuk memetakan karakteristik sosial ekonomi 27 kabupaten/kota di Jawa Barat berdasarkan delapan indikator tahun 2024 (TPT, TPAK, UMK, laju pertumbuhan PDRB, pengeluaran per kapita, tingkat kemiskinan, rata-rata lama sekolah, dan angka harapan hidup). Algoritma Genetika digunakan untuk mencari kandidat *centroid* awal yang kemudian digunakan dalam iterasi FGWC hingga mencapai kriteria konvergensi. Hasil *grid search* menetapkan kombinasi parameter optimal pada $c = 2$, $\alpha = 0,9$, dan $\beta = 0,1$. Konfigurasi ini menghasilkan struktur pengelompokan yang paling tegas dan kompak, ditunjukkan oleh nilai *Partition Coefficient* (PC) sebesar 0,636 dan *Xie-Beni Index* (XB) sebesar 0,367. Pada satu skenario eksekusi yang dilaporkan, FGWC-AG menghasilkan fungsi objektif dan indeks validitas yang secara numerik hampir sama dengan FGWC klasik. Hasil klasterisasi membagi wilayah menjadi dua kelompok: Klaster 1 (17 wilayah, agraris dan peri-urban di Priangan Timur serta Ciayumajakuning) dengan rata-rata UMK Rp2.747.777 dan kemiskinan 9,53 persen, serta Klaster 2 (10 wilayah metropolitan dan koridor industri) dengan rata-rata UMK jauh lebih tinggi (Rp4.429.222) dan kemiskinan lebih rendah (5,42 persen). Menariknya, TPT Klaster 2 justru lebih tinggi (7,74 persen) dibanding Klaster 1 (5,80 persen), yang mengindikasikan bahwa tingginya aktivitas ekonomi dan industrialisasi di kawasan perkotaan tidak serta-merta berbanding lurus dengan penyerapan tenaga kerja lokal secara optimal. Hasil pemetaan ini diharapkan menjadi bahan pertimbangan pemerintah dalam merumuskan kebijakan pembangunan yang lebih tepat sasaran sesuai karakteristik tiap daerah.

Kata Kunci: algoritma genetika, *fuzzy geographically weighted clustering*, Jawa Barat, pemetaan sosioekonomi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber ;
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRACT

FARID YAFI SUWANDI. Application and Evaluation of Fuzzy Geographically Weighted Clustering Based on Genetic Algorithm in Mapping Socio-Economic Characteristics in West Java Province. Supervised by PIKA SILVIANTI and GERRY ALFA DITO.

West Java Province continues to face socioeconomic disparities across regions, as reflected by a Gini Ratio of 0.428 (September 2024) and an Open Unemployment Rate (TPT) of 6.75 percent (August 2024), ranking among the highest nationally. Because these spatial disparities are closely linked to geographic factors, conventional clustering methods that ignore spatial locations are deemed inadequate. This study applies Fuzzy Geographically Weighted Clustering with *centroid* initialization optimization using a Genetic Algorithm (FGWC-AG) to map the socioeconomic characteristics of 27 regencies/cities in West Java based on eight 2024 indicators (TPT, LFPR, minimum wage, GRDP growth rate, per capita expenditure, poverty rate, mean years of schooling, and life expectancy). A Genetic Algorithm is used to search for initial *centroid* candidates, which are subsequently utilized in the FGWC iterations until convergence criteria are met. The grid-search results identified $c = 2$, $\alpha = 0.9$, and $\beta = 0.1$ as the best configuration among the evaluated combinations. This configuration produced the most distinct and compact partition structure, as indicated by a Partition Coefficient (PC) of 0.636 and a Xie-Beni Index (XB) of 0.367. In one reported execution scenario, FGWC-AG produced an objective function and validity indices that were numerically nearly identical to classic FGWC. The final clustering divided the regions into two groups: Cluster 1 (17 agrarian and peri-urban regions in Eastern Priangan and Ciayumajakuning) with an average minimum wage of IDR 2,747,777 and a poverty rate of 9.53 percent, and Cluster 2 (10 metropolitan and industrial corridor regions) with a higher average minimum wage (IDR 4,429,222) and lower poverty rate (5.42 percent). Interestingly, the unemployment rate in Cluster 2 was higher (7.74 percent) than in Cluster 1 (5.80 percent), indicating that high economic activity and industrialization in urban areas do not necessarily correspond directly with optimal local labor absorption. These mapping results are expected to serve as a reference for policymakers in formulating targeted regional development strategies tailored to the unique characteristics of each region.

Keywords: genetic algorithm, fuzzy geographically weighted clustering, West Java, socioeconomic mapping.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PENERAPAN DAN EVALUASI *FUZZY GEOGRAPHICALLY WEIGHTED CLUSTERING* BERBASIS ALGORITMA GENETIKA DALAM PEMETAAN KARAKTERISTIK SOSIAL EKONOMI DI PROVINSI JAWA BARAT

FARID YAFI SUWANDI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA MATEMATIKA DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Dr. Septian Rahardiantoro, S.Stat., M.Si

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Skripsi : Penerapan dan Evaluasi *Fuzzy Geographically Weighted Clustering* Berbasis Algoritma Genetika dalam Pemetaan Karakteristik Sosial Ekonomi di Provinsi Jawa Barat

Nama : Farid Yafi Suwandi

Nim : G1401221062

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Pika Silvianti, S.Si., M.Si

Pembimbing 2:

Gerry Alfa Dito, S.Si., M.Si

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Bagus Sartono, S.Si, M.Si

NIP 197804112005011002

Tanggal Ujian:
27 Agustus 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala rahmat, anugrah, dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Penerapan dan Evaluasi *Fuzzy Geographically Weighted Clustering* Berbasis Algoritma Genetika dalam Pemetaan Karakteristik Sosial Ekonomi di Provinsi Jawa Barat”. Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu serta memberikan banyak dukungan dalam proses penyusunan skripsi ini, di antaranya:

1. Ibu Pika Silvianti, S.Si., M.Si. dan Bapak Gerry Alfa Dito, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan ilmu hingga peneliti menyelesaikan karya ilmiah ini;
2. Bapak Dr. Septian Rahardiantoro, S.Stat., M.Si selaku dosen penguji luar komisi, Ibu Eka Putri Nur Utami, S.Stat., M.Si. selaku moderator seminar hasil, dan Ibu Dr. Utami Dyah Syafitri, S.Si., M.Si. selaku moderator kolokium yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan karya ilmiah ini;
3. Seluruh dosen dan tenaga pendidik Program Studi Statistika dan Sains Data IPB yang telah memberikan ilmu dan sarana penunjang selama masa perkuliahan serta membantu dalam kegiatan administrasi dalam penyusunan karya ilmiah;
4. Keluarga penulis, terutama Bapak Nanang Suwandi, Ibu Nuryeni dan Kakak Fakhri Fauzi Suwandi, serta keluarga besar penulis yang selalu melimpahkan kasih sayang, doa dan dukungan;
5. Indra Mahib, Fahrezi, Abyan, Hafidz, Raihan, Fauzan, Aji, Bintang, Rakesh, Arfan, dan Khanza yang telah banyak membantu dan menjadi bagian penting dalam perjalanan studi penulis;
6. Pionirmuda IPB, Senbuddies, Kami Halal, Inteam, Agrisymphony, Pesta Sains Nasional, dan Duta IPB yang telah menemani dan memberi semangat dalam perjalanan studi penulis;
7. Keluarga Statistika IPB Angkatan 59 dan sahabat-sahabat penulis di luar Departemen Statistika yang selalu memberikan dukungan dan semangat; serta
8. Seluruh pihak terkait yang telah membantu penulis dalam menyusun karya ilmiah ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Farid Yafi Suwandi

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Indikator Sosial Ekonomi Wilayah	4
2.2 <i>Fuzzy C-Means (FCM)</i>	4
2.3 <i>Fuzzy Geographically Weighted Clustering (FGWC)</i>	6
2.4 Algoritma Genetika (AG)	7
2.5 Indeks Validitas Kluster	12
III METODE	13
3.1 Data	13
3.2 Variabel Penelitian	13
3.3 Analisis Data	14
3.4 Spesifikasi Perangkat Lunak	18
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Eksplorasi Data	19
4.2 Standardisasi Data	20
4.3 Matriks Jarak Geografis	21
4.4 Pembobot Spasial	21
4.5 Penentuan kombinasi <i>hyperparameter</i> optimal	23
4.6 <i>Centroid</i> Awal Hasil Algoritma Genetika dan <i>Centroid</i> Final FGWC	25
4.7 Hasil Pembentukan Kluster FGWC-AG	26
4.8 Profil karakteristik dan interpretasi kluster	28
4.9 Perbandingan Kinerja Numerik FGWC-AG dan FGWC Klasik	30
V SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Simpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	35
RIWAYAT HIDUP	37

DAFTAR TABEL

11	Tabel 1 Peubah Karakteristik Sosial Ekonomi	13
12	Tabel 2 Skema <i>grid search hyperparameter</i>	15
13	Tabel 3 Parameter GA	15
14	Tabel 4 Statistik Deskriptif Data	19
15	Tabel 5 Data sebelum di standardisasi <i>Z-Score</i> (lima wilayah sebagai contoh)	20
16	Tabel 6 Data sesudah di standardisasi <i>Z-Score</i> (lima wilayah sebagai contoh)	21
17	Tabel 7 Matriks jarak geografis	21
18	Tabel 8 Jumlah Penduduk	22
19	Tabel 9 Matriks Pembobot Spasial	23
20	Tabel 10 Hasil <i>Grid Search hyperparameter</i>	24
21	Tabel 11 <i>Centroid</i> Awal Terbaik Hasil Algoritma Genetika	25
22	Tabel 12 <i>Centroid</i> Final FGWC setelah Konvergensi dengan Inisialisasi	25
23	Tabel 13 Derajat keanggotaan wilayah pada setiap klaster	26
24	Tabel 14 Rincian Anggota Klaster	28
25	Tabel 15 Profil rata-rata peubah per klaster	28
26	Tabel 16 Perbandingan Kinerja Numerik FGWC-AG dan FGWC Klasik	30

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram Alir Analisis	14
2	Visualisasi distribusi indikator sosial ekonomi Jawa Barat	19
3	Visualisasi Jumlah Penduduk	22
4	Visualisasi Klasterisasi Wilayah FGWC-AG	27
5	Visualisasi klasterisasi wilayah tegas FGWC-AG	27

DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Data sebelum standardisasi Z-Score</i>	35
2	<i>Data sesudah standardisasi Z-Score</i>	36



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber ;
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.