PENDEKATAN GEOAI BERBASIS DBSCAN DAN *GEO-TAGGING* UNTUK REKOMENDASI LOKASI UMKM DI KOTA DEPOK

Aulia Rahman Mahyuddin[1], Sirojul Munir[2], Sigit Puspito Wigati Jarot[3]
Program Studi Teknik Informatika
STT Terpadu Nurul Fikri[1,2,3]
Kampus A STT-NF: Jl. Situ Indah 116, Tugu, Cimanggis, Depok, Jawa Barat
auli22018ti@student.nurulfikri.ac.id[1], rojulman@nurulfikri.ac.id[2], sigit.jarot@nurulfikri.ac.id[3]

Abstrak

Kesalahan pemilihan lokasi menjadi salah satu faktor utama kegagalan UMKM, namun sebagian besar sistem informasi geografis yang ada masih terbatas pada visualisasi persebaran tanpa kemampuan analitis berbasis kecerdasan buatan. Penelitian ini mengusulkan pendekatan GeoAI yang mengintegrasikan *geo-tagging* dengan algoritma *Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise* (DBSCAN) untuk menghasilkan sistem rekomendasi lokasi UMKM berbasis klaster spasial. Sistem dibangun menggunakan Django *Framework* dengan PostgreSQL sebagai basis data spasial, serta dikembangkan menggunakan metode *Extreme Programming* (XP). Studi kasus dilakukan pada UMKM *coffee shop* dan *barber shop* di Kota Depok. DBSCAN diterapkan pada 220 data *barber shop* dan 241 data *coffee shop* untuk mengidentifikasi zona konsentrasi usaha sebagai dasar rekomendasi lokasi. Hasil evaluasi *clustering* menunjukkan *Silhouette Score* 0.509 dan DBI 0.551 untuk *barber shop*, serta 0.217 dan 0.743 untuk *coffee shop*, dengan akurasi fungsional sistem sebesar 90.90%. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan GeoAI berbasis spatial *clustering* mampu mentransformasi data geospasial UMKM menjadi intelijen lokasi yang dapat ditindaklanjuti, dan berpotensi diadopsi sebagai alat bantu pengambilan keputusan oleh pelaku usaha maupun pemerintah daerah dalam perencanaan ekosistem UMKM.

Kata kunci: DBSCAN, GeoAI, *Geo-tagging*, Rekomendasi Lokasi, SIG, UMKM

Abstract

Location selection errors are one of the main factors for the failure of MSMEs, but most existing geographic information systems are still limited to distribution visualization without AI-based analytical capabilities. This study proposes a GeoAI approach that integrates geo-tagging with the Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN) algorithm to produce a spatial cluster-based MSME location recommendation system. The system is built using the Django Framework with PostgreSQL as a spatial database, and developed using the Extreme Programming (XP) method. The case study was conducted on coffee shop and barber shop MSMEs in Depok City. DBSCAN was applied to 220 barber shop data and 241 coffee shop data to identify business concentration zones as the basis for location recommendations. The clustering evaluation results showed a Silhouette Score of 0.509 and a DBI of 0.551 for barber shops, and 0.217 and 0.743 for coffee shops, with a system functional accuracy of 90.90%. This research shows that the GeoAI approach based on spatial clustering is able to transform MSME geospatial data into actionable location intelligence, and has the potential to be adopted as a decision-making tool by business actors and local governments in MSME ecosystem planning.

***Keywords**: DBSCAN, Geo-tagging, GeoAI, Geographic Information System, MSME*

PENDAHULUAN

Sebagai salah satu pilar penyangga ekonomi nasional, Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memegang peranan besar dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi, membuka lapangan kerja, dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Putri dkk., 2026). Kontribusi UMKM terhadap perekonomian nasional sangat signifikan, dengan sumbangan sekitar 60.5% terhadap *Produk Domestik Bruto* (PDB) serta kemampuan menyerap sekitar 97% tenaga kerja nasional (Dwifanty dkk., 2025). Meskipun demikian, UMKM masih menghadapi berbagai tantangan yang dapat memengaruhi keberlangsungan usaha, seperti keterbatasan akses permodalan, rendahnya pemanfaatan teknologi, dan tingginya tingkat persaingan pasar (Rosyadah & Nurriaab, 2024). Selain faktor-faktor tersebut, pemilihan lokasi usaha juga merupakan aspek strategis yang berpengaruh

kesuksesan atau kegagalan bisnis (Rosiana & Cahyani, 2024). Namun, dalam praktiknya, keputusan lokasi usaha masih sering dilakukan berdasarkan intuisi atau pengalaman subjektif tanpa didukung analisis berbasis data yang memadai (Adhiarta dkk., 2021).

Dinamika perkembangan UMKM di tingkat daerah turut mencerminkan kompleksitas tantangan yang dihadapi sektor ini secara nasional. Kota Depok sebagai salah satu kota penyangga DKI Jakarta dengan pertumbuhan ekonomi yang relatif pesat menghadapi berbagai tantangan seperti menciptakan lapangan kerja, mengurangi angka kemiskinan, dan meningkatkan taraf hidup masyarakat, di mana UMKM berperan sebagai salah satu penggerak utama aktivitas ekonomi lokal (Yuliani dkk., 2023). Data Portal Statistik Kota Depok menunjukkan bahwa jumlah UMKM mengalami fluktuasi yang cukup signifikan selama periode 2018–2023. Penurunan jumlah UMKM yang terjadi pada tahun 2021 dipengaruhi oleh dampak pandemi COVID-19, seperti menurunnya tingkat penjualan, terganggunya rantai pasok, serta perubahan perilaku konsumen. Meskipun demikian, sektor UMKM menunjukkan kemampuan pemulihan yang baik dengan meningkatnya kembali jumlah unit usaha pada periode 2022–2024 dan memberikan kontribusi sekitar 65% terhadap *Produk Domestik Regional Bruto* (PDRB) Kota Depok (Veronika dkk., 2024). Karakteristik UMKM di Kota Depok didominasi oleh sektor kuliner dan jasa yang umumnya berlokasi di kawasan dengan aktivitas ekonomi tinggi, seperti pusat perbelanjaan, pasar tradisional, dan koridor jalan utama. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan UMKM tidak hanya dipengaruhi oleh faktor internal usaha, tetapi juga oleh kesesuaian lokasi terhadap konsentrasi aktivitas ekonomi dan potensi pasar di sekitarnya. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan berbasis data geospasial yang mampu mengidentifikasi pola persebaran aktivitas usaha dan wilayah potensial secara lebih objektif untuk mendukung pengambilan keputusan pemilihan lokasi usaha yang optimal.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pemilihan lokasi usaha melalui pendekatan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dan analisis geospasial. Beberapa metode berbasis pembobotan multi-kriteria dilakukan untuk menentukan lokasi usaha (Chairina dkk., 2026; Sari, 2024), seperti tingkat kepadatan penduduk, aksesibilitas, biaya sewa, dan tingkat persaingan usaha. Pendekatan tersebut terbukti mampu membantu proses pengambilan keputusan secara lebih sistematis dibandingkan metode konvensional yang hanya mengandalkan intuisi pelaku usaha.

Meskipun pendekatan berbasis SPK dan GIS telah banyak digunakan dalam penelitian pemilihan lokasi usaha (Nurhamni, 2025; Sidiq dkk., 2025), masih terdapat kesenjangan dalam kemampuan sistem untuk mengekstraksi pola spasial secara otomatis dari data lokasi usaha yang tersedia. Sebagian besar metode yang ada masih bergantung pada penentuan kriteria dan bobot secara manual, sehingga hasil rekomendasi sangat dipengaruhi oleh subjektivitas pengambil keputusan serta kurang mampu menangkap dinamika persebaran aktivitas ekonomi yang terjadi di lapangan. Seiring berkembangnya konsep *Geospatial Artificial Intelligence* (GeoAI) (Choi, 2023; Munir dkk., 2026), analisis geospasial kini dapat dipadukan dengan teknik kecerdasan buatan dan machine learning untuk menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam terhadap pola spasial dan hubungan antarobjek geografis. Dalam konteks rekomendasi lokasi UMKM, pemanfaatan data *geo-tagging* memungkinkan diperolehnya informasi lokasi usaha yang aktual dan representatif, sementara algoritma DBSCAN memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi klaster aktivitas ekonomi berdasarkan tingkat kepadatan spasial tanpa memerlukan jumlah klaster yang ditentukan sebelumnya serta relatif tahan terhadap data pencilan (*noise*) (Kim dkk., 2024). Oleh karena itu, integrasi GeoAI, *geo-tagging*, dan DBSCAN berpotensi menghasilkan pendekatan yang lebih adaptif dalam mengidentifikasi wilayah potensial bagi pengembangan UMKM.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini mengusulkan pendekatan GeoAI berbasis DBSCAN dan *geo-tagging* untuk menghasilkan rekomendasi lokasi UMKM di Kota Depok melalui analisis pola persebaran spasial dan identifikasi area dengan potensi aktivitas ekonomi yang tinggi. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem aplikasi geografis berbasis web menggunakan Django *Framework* dan PostgreSQL, dengan studi kasus klasterisasi UMKM *coffee shop* dan *barber shop* di Kota Depok melalui integrasi *geo-tagging* dan *machine learning* (ML) *clustering*. Leaflet digunakan sebagai alat visualisasi peta untuk menampilkan hasil klasterisasi secara jelas (Saputra & Wismarini, 2025), sementara Django dipilih karena performa, keamanan, dan kecepatan responsnya yang baik (Amarulloh dkk., 2023; Arbiansyah dkk., 2024).

PENELITIAN RELEVAN

Berbagai penelitian telah dilakukan terkait pemanfaatan SIG, ML, dan pengembangan aplikasi berbasis web. (Rahayu dkk., 2022) memanfaatkan SIG untuk pengendalian pemanfaatan ruang perkotaan di Surakarta dan membuktikan kemampuannya dalam menyajikan informasi spasial terstruktur, meskipun belum menghasilkan rekomendasi berbasis data. (Aini dkk., 2024) mengembangkan sistem WebGIS berbasis Leaflet dan OpenStreetMap untuk pemetaan daerah rawan bencana di Kabupaten Jember, namun sistem tersebut masih terbatas sebagai media visualisasi tanpa analisis spasial berbasis machine learning. (Ramadhan dkk., 2025) membandingkan algoritma *Hierarchical Clustering,*DBSCAN, dan K-Means untuk segmentasi UMKM sektor pariwisata di Kabupaten Rembang, dengan hasil menunjukkan DBSCAN unggul dalam mengidentifikasi pola kepadatan sekaligus mendeteksi *noise*, meskipun belum diimplementasikan ke dalam sistem informasi berbasis web. (Ghanem, 2026) juga membuktikan efektivitas DBSCAN dalam mendeteksi anomali pada analisis perilaku dompet blockchain, kendati penelitian tersebut tidak berfokus pada data spasial maupun rekomendasi lokasi.

Dari sisi pengembangan sistem berbasis web, (Munir dkk., 2021) membangun sistem rekomendasi kuliner menggunakan pendekatan rekayasa perangkat lunak XP, yang terbukti mendukung pengembangan iteratif sesuai kebutuhan pengguna yang dinamis. (Anggarah dkk., 2025) menegaskan keunggulan *framework* Django dalam implementasi arsitektur *Model-View-Controller* (MVC) untuk pengembangan aplikasi web. Sementara itu, dari aspek pengujian perangkat lunak, (Aprila & Imbar, 2025) menerapkan *Black Box Testing* pada sistem pembayaran PaDi UMKM dan berhasil mengidentifikasi berbagai kesalahan fungsional sebelum sistem dirilis. Berbagai penelitian tersebut secara kolektif menjadi landasan dalam pengembangan sistem rekomendasi lokasi UMKM berbasis GeoAI yang diusulkan pada penelitian ini. Berdasarkan berbagai penelitian relevan tersebut, dapat disimpulkan bahwa SIG telah banyak dimanfaatkan untuk visualisasi data spasial, algoritma DBSCAN telah terbukti efektif untuk analisis *clustering*, dan Django *Framework* memiliki kemampuan yang baik dalam pengembangan aplikasi berbasis web. Namun, masih terdapat keterbatasan pada penelitian sebelumnya karena umumnya hanya berfokus pada salah satu aspek, baik visualisasi spasial, *clustering*, maupun pengembangan sistem.

Belum banyak penelitian yang mengintegrasikan teknologi *geo-tagging*, SIG, algoritma DBSCAN, dan aplikasi web berbasis Django untuk menghasilkan rekomendasi lokasi UMKM secara interaktif. Penelitian ini dikembangkan untuk mengisi celah penelitian tersebut melalui pembangunan sistem rekomendasi lokasi UMKM berbasis GeoAI yang mampu melakukan visualisasi, analisis *clustering* spasial, dan penyajian rekomendasi lokasi usaha dalam satu platform terintegrasi. Kontribusi penelitian berada pada bagian integrasi *geo-tagging*, SIG, dan algoritma DBSCAN dalam sebuah sistem berbasis web yang mampu menghasilkan rekomendasi lokasi UMKM berdasarkan pola kepadatan spasial. Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya dengan fokus pada visualisasi data atau *clustering* secara terpisah, penelitian ini memanfaatkan hasil *clustering* sebagai dasar dalam proses rekomendasi lokasi usaha.

Penelitian ini memberikan beberapa kontribusi sebagai berikut:

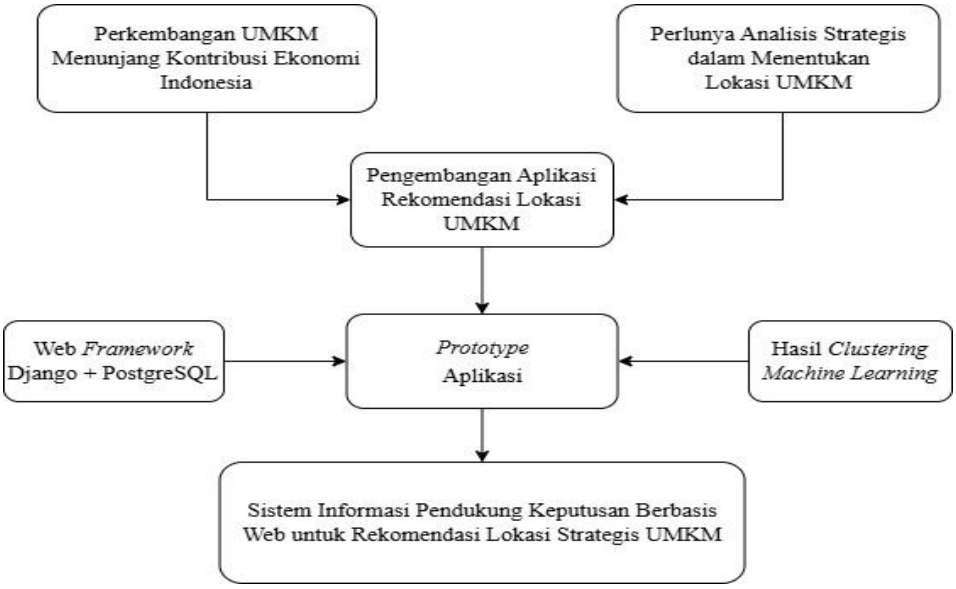
1. Mengembangkan sistem GeoAI berbasis web menggunakan Django *Framework* yang mampu mengelola dan memvisualisasikan data spasial UMKM secara interaktif.
2. Mengimplementasikan algoritma DBSCAN untuk mengidentifikasi pola persebaran UMKM berdasarkan tingkat kepadatan wilayah.
3. Menghasilkan rekomendasi lokasi usaha berdasarkan hasil *clustering* spasial sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan bagi calon pelaku UMKM.
4. Menyediakan studi kasus pada data *coffee shop* dan *barber shop* di Kota Depok yang menjadi referensi untuk pengembangan sistem rekomendasi lokasi berbasis spasial pada kategori UMKM lainnya.

METODE PENELITIAN

Kerangka penelitian ini diperlihatkan dalam Gambar 1, Penelitian dilatarbelakangi oleh dua permasalahan utama, yaitu perkembangan UMKM yang berkontribusi terhadap perekonomian Indonesia serta perlunya analisis strategis dalam menentukan lokasi usaha yang tepat. Kedua faktor tersebut menjadi dasar dalam pengembangan aplikasi rekomendasi lokasi UMKM sebagai inti dari

penelitian ini. Tahap pengembangan aplikasi kemudian diarahkan pada pembangunan prototipe sistem yang menjadi komponen sentral dalam alur penelitian.

Prototipe aplikasi dibangun dengan memadukan dua komponen teknis utama, yakni web *framework* Django yang dikombinasikan dengan PostgreSQL sebagai infrastruktur pengembangan sistem, serta hasil *clustering* ML sebagai sumber analisis spasial yang menghasilkan rekomendasi lokasi berbasis data. Integrasi kedua komponen tersebut menghasilkan luaran akhir berupa Sistem Informasi Pendukung Keputusan Berbasis Web untuk Rekomendasi Lokasi Strategis UMKM, yang diharapkan mampu membantu para pelaku usaha maupun pemangku kepentingan dalam menentukan lokasi UMKM secara lebih objektif dan terukur.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

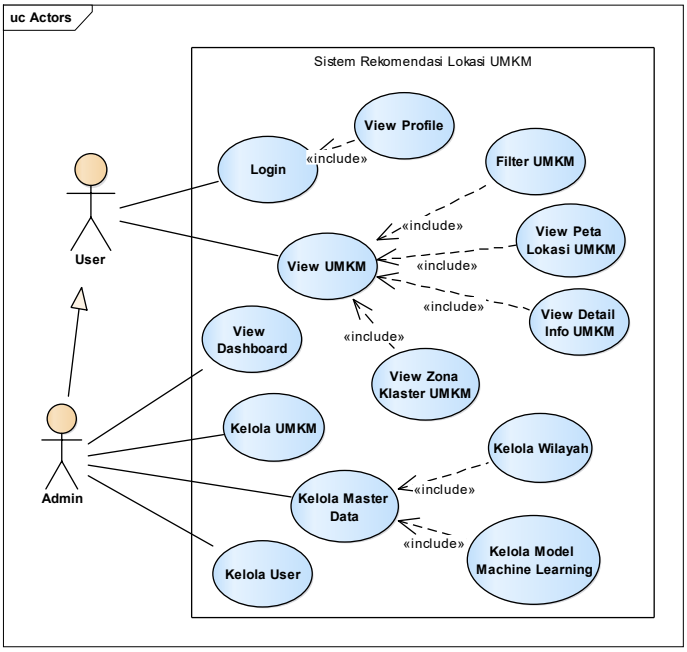
Penelitian ini menggunakan desain penelitian kualitatif yaitu *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan studi literatur dan observasi sebagai teknik pengumpulan data, dengan pengembangan *software* yang dilakukan menggunakan metode XP dan alat bantu analisis desain menggunakan diagram *Unified Modeling Language* (UML) sehingga diharapkan akan menghasilkan desain yang sesuai dengan kebutuhan sistem. Dataset UMKM diperoleh melalui identifikasi lokasi *coffee shop* dan *barber shop* yang tersedia pada Google Maps di wilayah Kota Depok. Data spasial berupa koordinat geografis (latitude dan longitude) diperoleh melalui proses *geo-tagging*, sedangkan data non spasial meliputi nama usaha, alamat, koordinat geografis, rating, jumlah ulasan, jam operasional, dan atribut pendukung lainnya. Untuk memastikan keakuratan data, dilakukan proses validasi melalui observasi lapangan secara langsung. Data kemudian melalui tahap pembersihan dan verifikasi untuk menghilangkan duplikasi serta memastikan konsistensi atribut sebelum digunakan dalam proses analisis *clustering*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan dan Perancangan Sistem

1. *Use Case Diagram*

   Use case diagram digunakan untuk menggambarkan hubungan interaksi antara aktor dan sistem. Berdasarkan kebutuhan fungsional, pada penelitian ini memiliki dua aktor utama yaitu *User* dan Admin. Kemudian terdiri dari enam sistem yang terhubung dengan aktor tersebut yang ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. *Use Case Diagram* Sistem Rekomendasi Lokasi UMKM

2. *User Stories*

User stories digunakan untuk menggambarkan kebutuhan aktor dengan sistem yang akan dikembangkan berdasarkan sudut pandang aktor yang terlibat. Dalam metode XP, *user stories* berperan sebagai dasar dalam menentukan fitur yang akan diimplementasikan pada setiap iterasi pengembangan. Setiap *user stories* memuat aktor, kebutuhan pengguna terhadap sistem (*user story*), tugas (*task*) yang akan dikembangkan, serta estimasi tingkat kompleksitas pengerjaan (*story point*). *Story point* digunakan untuk memperkirakan tingkat usaha yang diperlukan dalam mengimplementasikan suatu fitur, dimana semakin besar nilai *story point* maka semakin tinggi kompleksitas pengerjaan fitur tersebut. Adapun *user stories* pada pengembangan sistem ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *User* Stories

Task	**Aktor**	***User* Story**	**Story Point**	***Velocity* XP**
Login	*User*	Sebagai pengguna saya ingin *login* ke sistem sehingga dapat mengakses	3	
View Profile	*User*	Sebagai pengguna saya ingin akses halaman profil sehingga dapat melihat detail profil saya dan mengubahnya	3	11
View UMKM	*User*	Sebagai pengguna saya ingin melihat halaman informasi UMKM sehingga dapat melakukan analisis data UMKM	5	
Filter UMKM	*User*	Sebagai penguna saya ingin menyaring data UMKM sehingga dapat melihat data UMKM sesuai kategori data	5	
View Lokasi UMKM	*User*	Sebagai pengguna saya ingin melihat peta lokasi UMKM sehingga dapat lebih detail melakukan analisis lokasi UMKM yang dipilih	7	12
View Detail UMKM	*User*	Sebagai pengguna saya ingin dapat memilih satu UMKM sehingga dapat melihat detail informasi UMKM	5	
View Zona Klaster UMKM	*User*	Sebagai pengguna saya ingin melihat zona klaster UMKM sehingga dapat melihat sebaran lokasi UMKM pada zona klaster	9	14
View Dashboard	Admin	Sebagai admin saya ingin melihat *dashboard* sehingga dapat mengetahui ringkasan data UMKM dan hasil *clustering*.	7	
Kelola UMKM	Admin	Sebagai admin saya ingin mengelola data UMKM sehingga saya dapat menambah data, mengubah dan menghapus data UMKM	5	12
Kelola *Master* Data	Admin	Sebagai admin saya ingin mengelola master data wilayah sehingga dapat melakukan operasi tambah, ubah dan hapus data.	7	
		Sebagai admin saya ingin mengelola master data model ML sehingga dapat melakukan operasi tambah, ubah dan hapus data model ML.	5	12
Kelola *User*	Admin	Sebagai admin saya ingin mengelola data user grup sehingga dapat melakukan operasi tambah, ubah dan hapus data user grup sistem.	7	7

3. *Entity Relationship Diagram* (ERD)
   Basis data dirancang menggunakan PostgreSQL untuk mendukung penyimpanan data spasial dan non-spasial. Hubungan antar entitas dimodelkan menggunakan ERD pada Gambar 3.



Gambar 3. ERD Aplikasi

Clustering DBSCAN

Analisis spasial pada penelitian ini menggunakan algoritma DBSCAN. Algoritma ini dipilih karena mampu mengelompokkan data berdasarkan tingkat kepadatan serta mengidentifikasi data yang berada di luar pola utama (*noise*). DBSCAN bekerja dengan membentuk kelompok data berdasarkan jumlah tetangga yang berada dalam radius tertentu (epsilon atau ε). Suatu titik akan dianggap sebagai bagian dari klaster apabila memiliki jumlah tetangga minimum (MinPts) yang memenuhi kriteria kepadatan, sebagaimana dirumuskan pada Persamaan (1):

$$N_\varepsilon(p) = \{q \in D \mid dist(p,q) \leq \varepsilon\} \quad (1)$$

Nε(p) menyatakan himpunan titik tetangga yang berada dalam radius ε dari titik p, sedangkan dist(p,q) menunjukkan jarak antara dua titik data. Parameter ε digunakan untuk menentukan radius pencarian tetangga di sekitar suatu titik data, sedangkan MinPts digunakan untuk menentukan jumlah minimum titik yang harus berada dalam radius tersebut agar suatu titik dapat dikategorikan sebagai *core point*.

Evaluasi Hasil *Clustering* DBSCAN

Evaluasi kualitas hasil *clustering* dilakukan menggunakan metrik *Silhouette Score* dan *Davies-Bouldin Index* (DBI). *Silhouette Score* digunakan untuk mengukur tingkat kedekatan data dalam satu klaster (*cohesion*) dan keterpisahan antar klaster (*separation*), dengan rentang nilai antara -1 hingga 1, dimana nilai yang semakin mendekati 1 menunjukkan kualitas klaster yang semakin baik. DBI digunakan untuk mengukur tingkat kemiripan antar klaster, dimana nilai yang lebih kecil menunjukkan pemisahan klaster yang lebih baik.

Nilai epsilon sebesar 1 km dipilih untuk merepresentasikan kedekatan geografis antar lokasi UMKM dalam wilayah perkotaan, sedangkan nilai MinPts sebesar 5 digunakan untuk memastikan bahwa suatu wilayah memiliki jumlah UMKM minimum yang cukup untuk dianggap sebagai area dengan tingkat kepadatan yang signifikan. Berdasarkan parameter tersebut, DBSCAN mengelompokkan lokasi UMKM ke dalam tiga kategori, yaitu core point, border point, dan *noise*. Hasil *clustering* yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk mengidentifikasi wilayah dengan tingkat konsentrasi UMKM tinggi maupun rendah sebagai dasar penyusunan rekomendasi lokasi usaha.

Tabel 2. Hasil Evaluasi *Clustering*

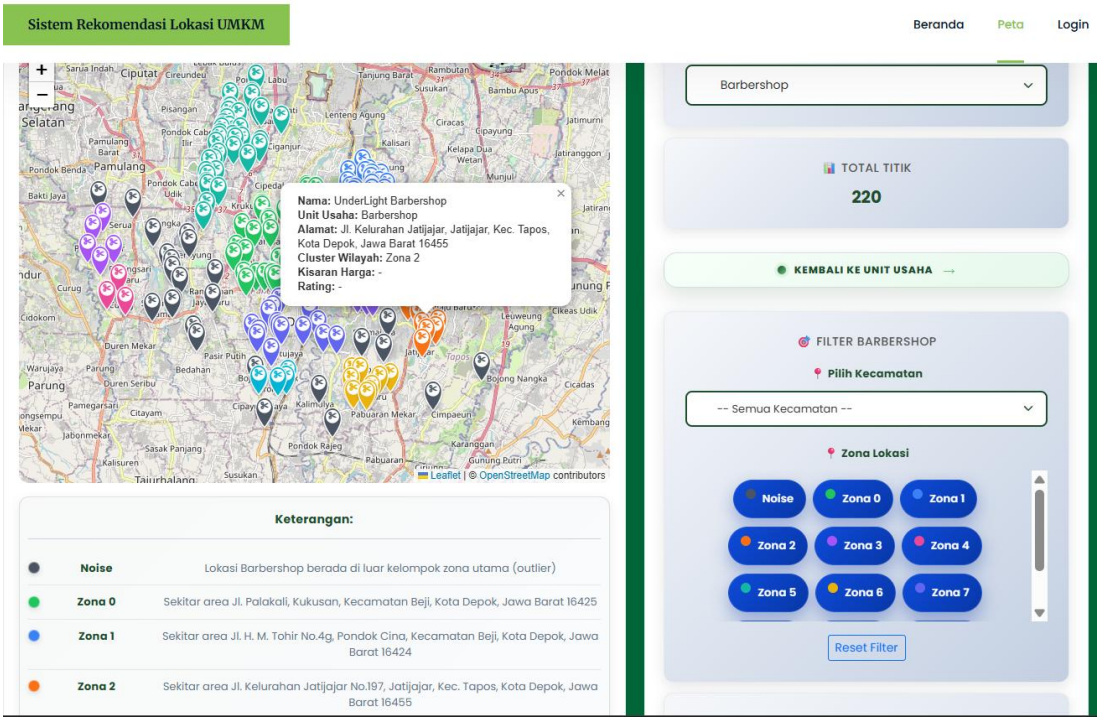
e-ISSN : 2715-8756

Parameter	*Coffee shop*	*Barber shop*
Jumlah Data	241	220
Epsilon (ε)	1 km	1 km
MinPts	5	5
Jumlah *Cluster*	5	11
Noise	56	33
Silhouette Score	0.217	0.509
DBI *Score*	0.743	0.551

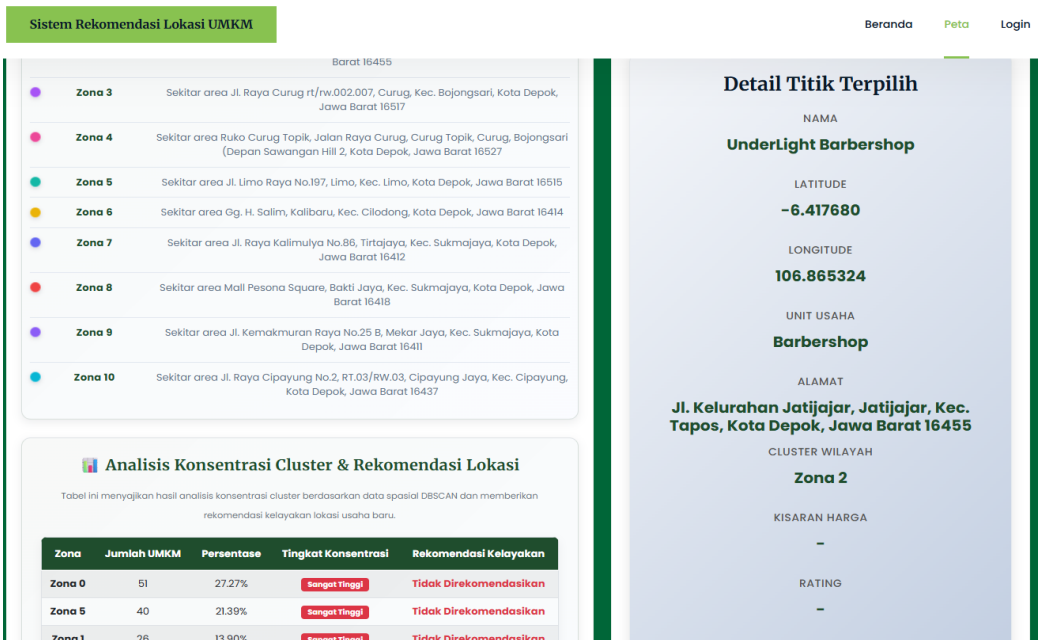
Berdasarkan hasil evaluasi (Tabel 2), evaluasi model klaster *coffee shop* memperoleh nilai *Silhouette Score* sebesar 0.217 dan DBI sebesar 0.743, hal ini menunjukkan bahwa klaster yang terbentuk memiliki tingkat pemisahan yang cukup baik meskipun masih terdapat beberapa area yang saling berdekatan. Sementara itu, klaster *barber shop* memperoleh nilai *Silhouette Score* sebesar 0.509 dan DBI sebesar 0.551, menunjukkan kualitas *clustering* yang lebih baik dibandingkan model klaster *coffee shop* karena memiliki tingkat kohesi internal yang lebih tinggi serta pemisahan antar klaster yang lebih jelas. Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa algoritma DBSCAN mampu mengidentifikasi pola persebaran spasial UMKM dengan baik pada kedua dataset.

Implementasi Sistem

Implementasi sistem terdiri atas beberapa fitur utama, yaitu halaman beranda, visualisasi peta persebaran UMKM, halaman hasil *clustering*, dan hasil rekomendasi lokasi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Peta Hasil *Clustering*



Gambar 5. Peta Rekomendasi Lokasi

Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem yang dilakukan menggunakan *Black Box Testing* yang memverifikasi kesesuaian fungsi sistem terhadap kebutuhan pengguna. Pengujian difokuskan pada fitur-fitur utama yang tersedia pada aplikasi, sebagaimana diringkas pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian *Black Box*

Skenario Pengujian	Aksi Aktor	Hasil yang Diharapkan	Status Pengujian
Login tanpa input	Aktor memilih tombol *login* tanpa mengisi data	Sistem menampilkan validasi	Berhasil
Menampilkan halaman profil	Aktor membuka halaman profil	Data profil berhasil ditampilkan	Berhasil
Menampilkan data UMKM	Aktor membuka halaman data UMKM	Data UMKM berhasil ditampilkan	Berhasil
Filter UMKM	Aktor memilih kategori data UMKM	Data UMKM ditampilkan sesuai kategori	Berhasil
Menampilkan lokasi UMKM	Aktor membuka halaman peta	Marker pada lokasi peta UMKM berhasil ditampilkan	Berhasil
Menampilkan detail UMKM	Aktor memilih marker UMKM	Informasi UMKM berhasil ditampilkan	Berhasil
Menampilkan Zona Klaster UMKM	Aktor klik tombol cluster	Hasil cluster DBSCAN berhasil ditampilkan dengan otomatis	Belum Sesuai
Menampilkan *dashboard*	Aktor membuka *dashboard*	*Dashboard* berhasil ditampilkan	Berhasil
Mengelola data UMKM	Aktor mengelola data UMKM	Data UMKM berhasil dikelola	Berhasil
Mengelola Master data	Aktor mengelola Master data	Master data berhasil dikelola	Berhasil
Mengelola data *User*	Aktor mengelola data *User*	data *User* berhasil dikelola	Berhasil

Tingkat keberhasilan sistem dihitung menggunakan Persamaan (2) berikut:

$$Tingkat\ Keberhasilan = \frac{Jumlah\ Skenario\ Berhasil}{Tottal\ Skenario\ Pengujian} \times 100\% \quad (2)$$

Pengembangan sistem dilakukan secara bertahap menggunakan metode XP selama 3 bulan, dengan jumlah iterasi 6, yang setiap iterasi dilakukan selama dua pekan. Berdasarkan tingkat kesulitan dari masing-masing penugasan yang diperlihatkan pada Tabel 1. *User Stories* didapat hasil rata-rata kecepatan pengembangan sistem (velocity) adalah sebesar 11.33. Hasil pengujian fungsional seperti

diperlihatkan pada Tabel 3. dari 11 skenario pengujian, 10 skenario berhasil dijalankan sesuai kebutuhan sistem, 1 skenario yaitu menampilkan zona klaster UMKM belum berjalan dengan baik, sehingga diperoleh tingkat keberhasilan pengujian fungsional sebesar 90.90%.

Analisis Rekomendasi Lokasi UMKM

Hasil *clustering* yang diperoleh selanjutnya dimanfaatkan sebagai dasar dalam penyusunan rekomendasi lokasi usaha berdasarkan tingkat konsentrasi UMKM pada suatu wilayah. Wilayah yang memiliki jumlah klaster padat menunjukkan tingkat persaingan usaha yang relatif tinggi, sebaliknya wilayah dengan tingkat konsentrasi yang lebih rendah dapat menjadi alternatif lokasi yang berpotensi untuk pengembangan usaha baru, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Analisis Rekomendasi Lokasi *Coffee shop*

Wilayah	Jumlah Point (%)	Tingkat Konsentrasi	Rekomendasi Lokasi
Zona 0	127 (68.65%)	Sangat Tinggi	Tidak Direkomendasikan
Zona 1	21 (11.35%)	Tinggi	Kurang Direkomendasikan
Zona 3	17 (9.19%)	Sedang	Direkomendasikan
Zona 2	15 (8.11%)	Rendah	Sangat Direkomendasikan
Zona 4	5 (2.7%)	Rendah	Sangat Direkomendasikan
Noise	56 (23.24%)	Tidak Terkelompok	Prioritas Rekomendasi

Tabel 5. Analisis Rekomendasi Lokasi *Barber shop*

Wilayah	Jumlah Point (%)	Tingkat Konsentrasi	Rekomendasi Lokasi
Zona 0	51 (27.27%)	Sangat Tinggi	Tidak Direkomendasikan
Zona 5	40 (21.39%)	Sangat Tinggi	Tidak Direkomendasikan
Zona 1	26 (13.9%)	Sangat Tinggi	Tidak Direkomendasikan
Zona 7	15 (8.02%)	Tinggi	Kurang Direkomendasikan
Zona 8	15 (8.02%)	Tinggi	Kurang Direkomendasikan
Zona 6	10 (5.35%)	Sedang	Direkomendasikan
Zona 2	8 (4.28%)	Sedang	Direkomendasikan
Zona 9	7 (3.74%)	Sedang	Direkomendasikan
Zona 10	5 (2.67%)	Rendah	Sangat Direkomendasikan
Zona 4	5 (2.67%)	Rendah	Sangat Direkomendasikan
Zona 3	5 (2.67%)	Rendah	Sangat Direkomendasikan
Noise	33 (15%)	Tidak Terkelompok	Prioritas Rekomendasi

Berdasarkan analisis tersebut, sistem dapat membantu calon pelaku UMKM dalam mengidentifikasi wilayah yang memiliki peluang pengembangan usaha yang lebih baik.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem rekomendasi lokasi UMKM berbasis *geo-tagging* yang mengintegrasikan SIG, algoritma DBSCAN, dan aplikasi web berbasis Django *Framework* untuk mendukung pengambilan keputusan lokasi usaha di Kota Depok. Algoritma DBSCAN dengan parameter epsilon (ε) sebesar 1 km dan MinPts sebesar 5 berhasil mengelompokkan 220 data *barber shop* menjadi 11 klaster serta 241 data *coffee shop* menjadi 5 klaster beserta kategori *noise*. Hasil *clustering* digunakan untuk mengidentifikasi tingkat konsentrasi UMKM pada berbagai wilayah sehingga dapat dimanfaatkan sebagai dasar rekomendasi lokasi usaha.

Evaluasi kualitas *clustering* menggunakan *Silhouette Score* dan DBI menunjukkan bahwa algoritma DBSCAN mampu menghasilkan klaster yang representatif pada kedua dataset, dengan kualitas klaster pada dataset *barber shop* yang lebih baik dibandingkan dataset *coffee shop*. Hasil pengujian menggunakan metode *Black Box Testing* menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 90.90% dengan 10 dari 11 skenario pengujian berjalan dengan baik sesuai kebutuhan sistem.

DAFTAR PUSTAKA

Adhiarta, I. B. K. K., Witanti, W., & Sabrina, P. N. (2021). Pemilihan Lokasi Awal Usaha Bagi Usaha Mikro Kecil Dan Menengah Dengan Metode Analitycal Hierarchy Process. *Journal of Information Technology*, *3*(2), 43–46. https://doi.org/10.47292/joint.v3i2.63

Aini, D. S. N., Susanto, A., & Yunita, I. (2024). Pemetaan Menggunakan Leaflet dan Open Street Maps pada Daerah Rawan Bencana Kabupaten Jember Berbasis WebGIS. *SNIV: SEMINAR NASIONAL INOVASI VOKASI*, *3*(1), 670–677.

Amarulloh, A., Kurniasih, K., & Muchlis, M. (2023). Analisis Perbandingan Performa Web Service REST Menggunakan Framework Laravel, Django, dan Node Js untuk Akses Data Dengan Aplikasi Website. *Jurnal Teknik Informatika STMIK Antar Bangsa*, *9*(1), 14–19. https://doi.org/10.51998/jti.v9i1.515

Anggarah, R., Feblia, K. N., Amanda, K. R., Mardiyah, Q. A., Amanda, F. C., Mursyidah, A. S., Villareal, Y., Aritonang, M. D. V., & Setiawan, Y. (2025). Studi Perbandingan Penerapan Pola Model-View-Controller (MVC) dalam Lima Framework Web Populer: Laravel, Django, Ruby on Rails, Asp.net MVC, Spring MVC. *Indonesian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)*, *2*(1), 16–22.

Aprila, M. A., & Imbar, R. V. (2025). Penggunaan Black-Box Testing dalam Integration Testing Sistem Pembayaran PaDi UMKM. *Jurnal Strategi*, *7*(1), 86–93.

Arbiansyah, R., Triwidodo, A., Grafvera, E. D., & Wahyuni, S. N. (2024). Pengembangan Sistem Informasi SPPD Kabupaten Dogiyai Berbasis Website Menggunakan Framework Django. *Journal Automation Computer Information System*, *4*(1), 23–30. https://doi.org/10.47134/jacis.v4i1.73

Chairina, B., Mesra, T., Belen, M., Alfian, W., Simanjuntak, F. R., & Pratama, R. (2026). Penentuan Pemilihan Lokasi Usaha Terbaik Menggunakan Metode AHP dan TOPSIS. *JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, *9*(1), 932–940.

Choi, Y. (2023). GeoAI: Integration of Artificial Intelligence, Machine Learning, and Deep Learning with GIS. *Applied Sciences*, *13*(6), 3895. https://doi.org/10.3390/app13063895

Dwifanty, D. J., Leobisa, J. N., Bernoli, A. A., & Dima, E. T. Y. (2025). Kontribusi UMKM Terhadap Perekonomian Indonesia Serta Peluang dan Tantangan dalam Era Digitalisasi. *Akuntansi dan Ekonomi Pajak: Perspektif Global*, *2*(3), 71–78. https://doi.org/10.61132/aeppg.v2i3.1357

Ghanem, R. (2026). Clustering Blockchain Wallet Behaviour Using K-Means and DBSCAN for Risk Profiling and Address Segmentation. *Journal of Current Research in Blockchain*, *3*(2), 113–124. https://jcrb.net/index.php/Journal/article/view/67

Kim, J., Lee, H., & Ko, Y. M. (2024). Constrained Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN) using hyperparameter optimization. *Knowledge-Based Systems*, *303*, 112436. https://doi.org/10.1016/j.knosys.2024.112436

Munir, S., Adriansyah, A. R., Saputra, G. E., & Suhendi. (2026). GeoAI-Based Spatial Prediction of Oil Palm Macronutrients Using Radar Imagery and the CRISP-DM Framework. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1650*(1), 012019. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1650/1/012019

Munir, S., Haromain, I., Wahyudi, R., Asqia, M., & Raafi'udin, R. (2021). Wikuliner - Regional Culinary Recommendation System Based on The Web Using Extreme Programming Method. *2021 International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Information System (ICIMCIS*, 102–107. https://doi.org/10.1109/ICIMCIS53775.2021.9699369

Nurhamni, N. (2025). Geographic Information System (GIS) Uses A* Algorithm for Sorting Nearest UMKM Locations. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, *13*(2). https://doi.org/10.23960/jitet.v13i2.6256

Putri, D. R., Hidayat, M. S., Ilman, M. wildan, & Fauziyah, S. N. (2026). Peran UMKM dalam Meningkatkan Kesejahteraan dan Pembangunan Perekonomian di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Manajemen (JIEM)*, *4*(2), 98–107.

Rahayu, M. J., Rahayu, P., Putri, R. A., & Rini, E. F. (2022). Peran Pemanfaatan SIG dalam Pengendalian Pemanfaatan ruang Perkotaan: Studi Kasus Kelurahan Penumping dan Sriwedari, Surakarta. *Region : Jurnal Pembangunan Wilayah dan Perencanaan Partisipatif*, *17*(2), 226. https://doi.org/10.20961/region.v17i2.44598

Ramadhan, A., Achmad, F., Zulkarnain, I., & Aritsugi, M. (2025). Evaluation of K-Means, DBSCAN, and Hierarchical Clustering for Strategic Segmentation of Tourism SMEs in Rembang, Indonesia. *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, *6*(3), 1605–1630. https://doi.org/10.52436/1.jutif.2025.6.3.4602

Rosiana, D., & Cahyani, R. R. (2024). Strategi Pemilihan Lokasi Usaha Yang Optimal Dan Strategis Untuk Keberhasilan Bisnis Bagi Para Perintis Usaha. *Jurnal Inovasi Manajemen, Kewirausahaan, Bisnis dan Digital*, *1*(2), 114–121. https://doi.org/10.61132/jimakebidi.v1i2.80

Rosyadah, G. A., & Nurriaab, A. D. (2024). Peran UMKM dalam perekonomian Indonesia: Peluang dan tantangan serta kebijakan untuk meningkatkan daya asing. *Maliki Interdisciplinary Journal (MIJ)*, *2*(6), 1998–2003.

Saputra, M. R. W. A., & Wismarini, T. D. (2025). Webgis Fasilitas Kesehatan di Kabupaten Demak dengan Leaflet dan Web Mapping Interaktif Client-Side. *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, *7*(3), 587–600. https://doi.org/10.35746/jtim.v7i3.751

Sari, Y. (2024). Sistem Pengambilan Keputusan Penentuan Lokasi Usaha Salon di Banda Aceh Menggunakan Metode SAW. *Journal Digital Technology Trend*, *3*(2), 65–75. https://doi.org/10.56347/jdtt.v3i2.258

Sidiq, T. R. M., Karlitasari, L., & Suriansyah, M. I. (2025). Rekomendasi Lokasi Bisnis UMKM Menggunakan Metode SAW Berbasis WebGIS. *Informatics for Educators and Professional : Journal of Informatics*, *10*(1), 1. https://doi.org/10.51211/itbi.v10i1.3353

Veronika, E., Izti, I., Yunita, C., Pebriyani, N., & Dirgantara, D. (2024). Peran UMKM di Kota Depok dalam Pembangunan Ekonomi Berkelanjutan dan Kesejahteraan Masyarakat pada Provinsi Jawa Barat. *Wawasan : Jurnal Ilmu Manajemen, Ekonomi dan Kewirausahaan*, *3*(1), 01–17. https://doi.org/10.58192/wawasan.v3i1.2669

Yuliani, N., Sari Sakti, E. M., & Gustina, D. (2023). UMKM Kuliner Jawara Depok Menuju Transformasi Digital Dalam Menghadapi Tantangan Era Revolusi Industri 4.0. *IKRA-ITH ABDIMAS*, *7*(3), 213–221. https://doi.org/10.37817/ikra-ithabdimas.v7i3.3038.