

Implementasi Algoritma Analisis Hotspot dengan Kernel Density Estimation (KDE) untuk Visualisasi Bisnis UMKM Kuliner Berbasis WebGIS (Studi Kasus: Kota Makassar)

Mega Puspita Trianjani¹, Syamsu Alam², Muhammad Ashdaq³

^{1,2,3}Program Studi Bisnis Digital, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Negeri Makassar

trianjanimegapuspita@gmail.com¹, alam.s@unm.ac.id², muhmammad_ashdaq@unm.ac.id³

Abstrak

Penelitian ini mengatasi tantangan krusial dalam pemetaan potensi ekonomi Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) sektor kuliner di Kota Makassar yang selama ini belum terintegrasi secara spasial, meskipun sektor ini menjadi penggerak utama ekonomi kota. Tujuan utama penelitian ini adalah mengembangkan sistem visualisasi WebGIS interaktif guna mengidentifikasi pola aglomerasi bisnis serta mengukur tingkat digitalisasi usaha secara presisi. Menggunakan pendekatan metode Research and Development (R&D), penelitian ini mengakuisisi data geospasial melalui teknik scraping pada OpenStreetMap (OSM) yang kemudian dianalisis secara mendalam menggunakan algoritma Kernel Density Estimation (KDE). Hasil analisis spasial berhasil memvisualisasikan zona konsentrasi bisnis (hotspot) utama yang berpusat di Kecamatan Panakkukang, Rappocini, dan Tamalate, yang terbukti berkorelasi kuat dengan sebaran pusat aktivitas komersial dan kawasan pendidikan. Temuan paling signifikan dan kritis dari studi ini adalah terungkapnya kesenjangan digital (digital gap) yang masif, di mana 94,4% UMKM yang terdata secara administratif pemerintah ternyata tidak memiliki visibilitas di peta digital, menciptakan fenomena invisible economy. Fakta ini mengindikasikan rendahnya literasi spasial digital di kalangan pelaku usaha. Oleh karena itu, platform WebGIS yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai alat analisis potensi pasar bagi investor, tetapi juga berperan vital sebagai instrumen diagnostik strategis bagi pemerintah kota untuk merancang program digitalisasi yang lebih presisi, terarah, dan berbasis lokasi demi meningkatkan daya saing ekonomi daerah secara berkelanjutan.

Kata kunci: Analisis Hotspot; Kernel Density Estimation (KDE); UMKM Kuliner; WebGIS; Kesenjangan Digital.

1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah berdampak besar pada sektor ekonomi. Sistem informasi kini menjadi tulang punggung dalam pengelolaan data bisnis yang kompleks. Khususnya bagi Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), transformasi digital menjadi kunci keberlanjutan usaha, terutama pasca-pandemi (Widnyani et al., 2021). Kota Makassar menjadi salah satu kota dengan pertumbuhan UMKM yang pesat, namun tantangan dalam manajemen data dan pemasaran digital masih menjadi kendala utama (Ashdaq et al., 2025). Berdasarkan data rekapitulasi dari Dinas Koperasi dan UMKM Kota Makassar, jumlah UMKM binaan yang aktif terus mengalami peningkatan yang konsisten dalam lima tahun terakhir, sebagaimana terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Perkembangan Jumlah UMKM Binaan di Kota Makassar per Kecamatan (2019-2023)

NO	Kecamatan (District)	2019	2020	2021	2022	2023
1	Mariso	40	40	41	48	67
2	Mamajang	39	39	42	104	105
3	Tamalate	93	93	93	52	53
4	Rappocini	101	103	103	351	353
5	Makassar	47	48	48	117	116

6	Ujung Pandang	73	74	74	35	39
7	Wajo	36	37	38	22	22
8	Bontoala	33	33	33	15	15
9	Ujung Tanah	21	22	22	1	1
10	Kepulauan Sangkarrang	1	1	1	1	-
11	Tallo	35	35	35	39	42
12	Panakkukang	109	114	115	66	73
13	Manggala	40	40	40	39	44
14	Biringkanaya	71	73	73	54	54
15	Tamalanrea	52	54	54	51	52
Total	Kota Makassar	791	806	812	1.028	1.059

Sumber: Dinas Koperasi dan UMKM Kota Makassar, 2024

Berdasarkan data rekapitulasi Dinas Koperasi, terjadi lonjakan jumlah UMKM. Namun, banyak pelaku UMKM masih bergantung pada metode konvensional dan belum menerapkan pembukuan atau pemetaan lokasi yang rapi (Muttaqien et al., 2022). Padahal, kewirausahaan di era digital menuntut adanya integrasi teknologi untuk memperluas jangkauan pasar (Sudrartono et al., 2022). Pemasaran digital terbukti berpengaruh signifikan terhadap peningkatan volume penjualan industri rumahan (Pradiani, 2018). Sayangnya, ketiadaan sistem visualisasi interaktif menyebabkan pelaku usaha kesulitan mengidentifikasi area dengan potensi pasar tinggi (blue ocean) maupun area yang jenuh.

Untuk mengatasi permasalahan ini, metode analisis Hotspot berbasis data spasial menjadi solusi relevan. Teknik pengelompokan data atau clustering dapat membantu memetakan persebaran wilayah secara lebih akurat (Simanjuntak & Khaira, 2021). Salah satu algoritma yang efektif adalah Kernel Density Estimation (KDE). KDE mampu mengubah titik data diskrit menjadi permukaan kepadatan yang halus, mirip dengan pendekatan yang digunakan dalam analisis area rawan bencana maupun analisis big data lainnya (Radhi et al., 2022);(Lidrawati et al., 2022).

Hasil analisis KDE idealnya divisualisasikan menggunakan WebGIS. Berbagai penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas WebGIS. (Rokhman et al., 2021) berhasil memetakan sebaran UMKM di Sidoarjo, sementara (Prayogo & Basith, 2020) mengembangkan visualisasi UMKM Batik di Yogyakarta. Penelitian serupa juga dilakukan di Malang oleh (Sulaksono, 2019) serta di Semarang untuk fasilitas kesehatan oleh (Alifian et al., 2023). Bahkan, metode berbasis lokasi (Location Based Service) telah digunakan untuk media promosi UMKM di Kudus (Sholikhan et al., 2018).

Meskipun banyak studi tentang WebGIS, belum banyak yang memadukannya dengan analisis kepadatan (density) secara mendalam untuk kasus kuliner di Makassar. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan algoritma KDE untuk memvisualisasikan hotspot bisnis, sejalan dengan konsep pengembangan klaster UMKM untuk meningkatkan daya saing (Sumaryana, 2018).

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah Research and Development (R&D). Data spasial dikumpulkan melalui scraping OpenStreetMap (OSM). Penggunaan data besar (big data) dalam penelitian ini memerlukan teknik preprocessing yang tepat agar data menjadi terstruktur (Radhi et al., 2022).

Algoritma yang digunakan adalah Kernel Density Estimation (KDE). Metode ini dipilih karena keunggulannya dalam menganalisis probabilitas kepadatan non-parametrik, yang sering digunakan dalam analisis energi maupun spasial (Qin et al., 2016). Selain itu, prinsip kerja KDE dalam mendeteksi konsentrasi area memiliki kemiripan dengan metode evaluasi kerentanan wilayah menggunakan machine learning (Song et al., 2023). Visualisasi dilakukan berbasis Web, yang dirancang agar interaktif seperti halnya sistem pakar berbasis multimedia yang memudahkan pengguna (Hayadi, 2017) dan media pembelajaran interaktif (Muftizar et al., 2020).

3. Hasil dan Diskusi

Bagian ini menyajikan elaborasi komprehensif mengenai hasil implementasi sistem WebGIS yang telah dikembangkan, disertai dengan analisis statistik spasial yang mendalam menggunakan algoritma Kernel Density Estimation (KDE), serta pembahasan kritis mengenai implikasi ekonomi, sosial, dan kebijakan strategis yang muncul dari temuan data lapangan. Diskusi dalam bab ini dirancang untuk tidak hanya sekadar memvalidasi aspek teknis dari sistem yang dibangun, melainkan juga untuk menginterpretasikan dinamika pola aglomerasi ekonomi yang terbentuk secara organik di wilayah perkotaan, serta menyoroti fenomena krusial mengenai kesenjangan digital atau digital gap yang ternyata masih sangat signifikan di Kota Makassar.

Langkah fundamental yang menjadi fondasi utama penelitian ini adalah proses akuisisi dan transformasi data spasial yang dilakukan melalui prosedur teknis yang ketat dan terstruktur. Mengingat pentingnya akurasi data dalam analisis geospasial, penelitian ini memanfaatkan pustaka teknis OSMnx yang terintegrasi secara langsung dengan Overpass API untuk melakukan ekstraksi data Point of Interest (POI). Fokus ekstraksi diarahkan secara spesifik pada kategori amenity yang relevan dengan sektor kuliner mencakup restoran, kafe, warung makan, kedai kopi, hingga gerai makanan cepat saji di seluruh cakupan wilayah administratif Kota Makassar. Pada tahap awal proses data scraping, sistem berhasil mengunduh ribuan entitas data mentah.

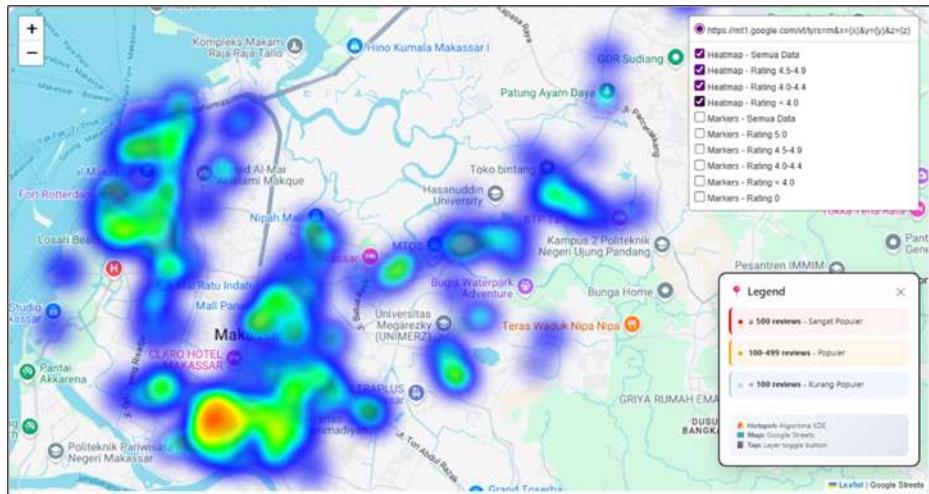
Namun, data mentah ini secara alami masih mengandung berbagai gangguan (noise), duplikasi entitas yang berlebihan, serta anomali geometri yang dapat mendistorsi hasil analisis jika tidak ditangani dengan benar. Oleh karena itu, tahap preprocessing menjadi fase yang sangat krusial dan memakan waktu untuk menjamin integritas analisis akhir. Proses pembersihan data ini meliputi serangkaian algoritma untuk mengeliminasi data ganda, melakukan validasi koordinat spasial guna memastikan seluruh titik benar-benar berada dalam bounding box geografis Kota Makassar, serta menstandarisasi atribut penamaan dan kategorisasi usaha agar seragam. Hasil akhir dari proses filtrasi yang berlapis ini menghasilkan dataset bersih sejumlah 753 titik data UMKM kuliner valid yang memiliki atribut geospasial lengkap, yang kemudian dijadikan basis data atau input utama bagi pemrosesan algoritma spasial selanjutnya.

Dalam upaya memetakan pola sebaran usaha yang seringkali tampak acak secara kasat mata, penerapan algoritma Kernel Density Estimation (KDE) dipilih sebagai metode analisis utama. Algoritma ini bertujuan spesifik untuk mentransformasi titik-titik data diskrit (persebaran lokasi usaha per unit) menjadi sebuah permukaan probabilitas yang kontinu atau smooth surface yang merepresentasikan densitas. Pendekatan berbasis densitas ini menawarkan keunggulan analitis yang signifikan dibandingkan pemetaan titik konvensional (dot density map). Pada peta titik biasa, seringkali terjadi masalah penumpukan (overlapping) visual ketika ribuan titik ditampilkan sekaligus, sehingga sulit bagi pengamat untuk menginterpretasikan pola pada skala makro.

Sebaliknya, KDE bekerja dengan menghitung densitas fitur di lingkungan sekitar titik-titik tersebut berdasarkan radius pencarian tertentu, di mana parameter bandwidth diatur sedemikian rupa untuk menyeimbangkan antara detail lokalitas dan generalisasi pola wilayah. Hasil kalkulasi matematis ini kemudian dikonversi menjadi visualisasi gradasi warna yang intuitif, yang mampu menonjolkan pusat-pusat konsentrasi aktivitas ekonomi dengan sangat jelas. Guna mendiseminasi hasil analisis ini kepada pengguna akhir secara efektif, sistem WebGIS dikembangkan dengan arsitektur yang responsif dan interaktif.

Fitur-fitur utama yang disematkan dalam sistem meliputi peta dasar berbasis Leaflet.js yang ringan, kontrol lapisan (layer control) yang memungkinkan pengguna melakukan transisi mulus antara mode tampilan marker dan mode heatmap, serta fitur jendela informasi (pop-up) yang menyajikan detail mikro seperti nama usaha, rating bintang, dan alamat lengkap. Keandalan dan stabilitas sistem ini telah divalidasi melalui serangkaian pengujian fungsionalitas menggunakan metode Black Box Testing.

Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada seluruh fitur utama, yang secara empiris memastikan bahwa sistem ini beroperasi tanpa bug kritis dan layak digunakan sebagai instrumen pendukung keputusan strategis bagi pemerintah maupun investor. Inti dari analisis spasial dalam penelitian ini terefleksikan secara visual pada peta kepadatan (heatmap) yang dihasilkan. Visualisasi ini melampaui sekadar fungsi penunjuk lokasi fisik semata, melainkan merepresentasikan intensitas, dinamika, dan detak jantung aktivitas ekonomi di suatu wilayah tertentu. Hasil visualisasi dari algoritma KDE yang telah diolah dan diintegrasikan pada WebGIS dapat dicermati secara saksama pada Gambar 1 berikut ini..



Gambar 1. Visualization of Culinary MSMEs Heatmap Distribution

Sumber: Data Diolah, 2025

Berdasarkan interpretasi visual yang mendalam terhadap Gambar 1, gradasi warna yang ditampilkan memberikan indikasi yang sangat tegas mengenai keruangan aktivitas ekonomi di Makassar. Spektrum warna merah menyala merepresentasikan area hotspot dengan kepadatan usaha kuliner yang sangat tinggi, warna kuning hingga hijau menunjukkan tingkat kepadatan sedang, sedangkan warna biru menandakan area dengan densitas rendah atau zona transisi.

Peta tersebut secara empiris mengonfirmasi hipotesis bahwa aktivitas ekonomi kuliner di Kota Makassar tidak terdistribusi secara acak (random) atau merata, melainkan membentuk pola pengelompokan (clustering) atau aglomerasi yang sangat kuat dan terpusat di titik-titik strategis tertentu. Fenomena spasial ini sangat konsisten dengan dalil-dalil dalam Teori Aglomerasi Ekonomi (Economic Agglomeration Theory), yang menjelaskan bahwa perusahaan atau pelaku usaha sejenis memiliki kecenderungan alamiah untuk mendekati satu sama lain secara fisik.

Hal ini dilakukan guna meminimalkan biaya transportasi, memanfaatkan efek limpahan pengetahuan (knowledge spillover effect), berbagi basis konsumen yang sama (market pooling), serta mendapatkan akses infrastruktur pendukung yang lebih efisien. Distribusi mendetail mengenai zona-zona hotspot utama beserta karakteristik kewilayahannya disajikan dalam Tabel 1 berikut untuk memberikan gambaran kuantitatif yang lebih rinci.

Table 1. *Distribution of Main Hotspot Zones*

Density Zone	District	Number of MSMEs (Sample)	Regional Characteristics
High	Panakukang	110	Pusat bisnis, mall, dan perkantoran modern
High	Rappocini	106	Area pendidikan tinggi dan pemukiman padat.
High	Tamalate	94	Gabungan area komersial dan pemukiman luas.
High	Makassar	61	Pusat kota lama & perkantoran.
Middle	Biringkanaya	31	Area dekat bandara & trans-Sulawesi
Middle	Manggala	30	Wilayah pemukiman berkembang.

Low	Wajo	8	Area pelabuhan & perdagangan grosir.
Low	Bontoala	2	Area pelabuhan (utara).

Sumber. Data diolah (2025)

Analisis lanjutan terhadap data pada Tabel 1 serta pola spasial yang tampak pada Gambar 1 mengungkapkan adanya korelasi yang sangat erat dan timbal-balik antara tata ruang kota (urban planning), karakteristik sosiologis wilayah, dan pertumbuhan bisnis kuliner. Secara spesifik dan menonjol, Kecamatan Panakkukang teridentifikasi sebagai zona dengan intensitas hotspot tertinggi di seluruh kota. Temuan ini sangat masuk akal dan dapat dipahami mengingat posisi strategis Panakkukang yang telah bertransformasi menjadi Central Business District (CBD) sekunder yang sangat progresif dan modern di Makassar. Keberadaan berbagai "jangkar ekonomi" (economic anchors) berskala besar seperti Mall Panakkukang yang ikonik, deretan hotel berbintang di sepanjang koridor Jalan Boulevard dan Pengayoman, serta kompleks perkantoran yang padat menjadikan wilayah ini sebagai magnet lalu lintas manusia (high footfall area) baik di siang maupun malam hari.

Akibatnya, ekosistem UMKM kuliner berkumpul secara masif di zona ini untuk melayani segmen pasar yang sangat jelas dan berdaya beli tinggi, yaitu para pekerja kantor, wisatawan bisnis, dan pengunjung pusat perbelanjaan. Dalam perspektif strategi investasi, Panakkukang merepresentasikan zona Red Ocean, sebuah pasar yang memiliki volume permintaan sangat besar namun diiringi dengan tingkat persaingan yang sangat ketat dan saturasi pasar yang tinggi. Bergeser ke wilayah lain, pola hotspot yang terbentuk di Kecamatan Rappocini didorong oleh faktor demografi yang lebih spesifik, yakni keberadaan populasi mahasiswa yang masif. Wilayah Rappocini merupakan rumah bagi berbagai institusi pendidikan tinggi utama di Sulawesi Selatan, seperti Universitas Negeri Makassar (UNM) dan Universitas Muhammadiyah (Unismuh).

Konsentrasi ribuan mahasiswa aktif di wilayah ini menciptakan permintaan pasar yang stabil, masif, dan berkelanjutan terhadap penyediaan makanan sehari-hari dan tempat bersosialisasi. Karakteristik kuliner yang mendominasi wilayah ini cenderung berupa kafe yang berfungsi ganda sebagai ruang sosial dan tempat belajar dengan fasilitas Wi-Fi serta warung makan dengan struktur harga yang terjangkau bagi kantong mahasiswa. Pola aglomerasi di Rappocini cenderung bersifat linear, memanjang mengikuti jalur arteri utama transportasi seperti Jalan A.P. Pettarani dan Jalan Sultan Alauddin. Sementara itu, Kecamatan Tamalate menunjukkan karakteristik kepadatan tinggi yang unik karena sifat wilayahnya sebagai kawasan campuran (mixed-use area).

Di satu sisi, terdapat pemukiman padat penduduk yang mapan di area Hartaco dan Parangtambung, namun di sisi lain terdapat kawasan pengembangan hunian modern elite di Metro Tanjung Bunga serta destinasi wisata pantai populer seperti Pantai Akkarena dan Tanjung Merdeka. Dualisme karakteristik ini menyebabkan bisnis kuliner di Tamalate harus melayani spektrum konsumen yang sangat luas dan beragam, mulai dari kebutuhan harian warga lokal kelas menengah hingga kebutuhan rekreasi para wisatawan dan penghuni kawasan elite. Sebaliknya, analisis spasial juga menyoroti fenomena "Cold Spots" atau kepadatan online yang rendah di kecamatan-kecamatan seperti Wajo, Bontoala, dan Ujung Tanah.

Fenomena ini sangat menarik untuk dikaji secara kritis karena Kecamatan Wajo sejatinya merupakan pusat perdagangan grosir terbesar (Pasar Butung) dan kawasan historis Kota Tua yang selalu ramai. Rendahnya densitas titik pada peta digital di wilayah ini kemungkinan besar bukan menandakan ketidadaan aktivitas ekonomi riil, melainkan mengindikasikan karakteristik usaha yang berbeda. Besar kemungkinan jenis usaha yang beroperasi di wilayah ini didominasi oleh pedagang kaki lima non-permanen atau usaha tradisional turun-temurun yang belum terjamah teknologi digitalisasi, atau karakteristik konsumen setempat (pedagang grosir dan buruh pelabuhan) yang lebih mengandalkan transaksi tatap muka secara langsung (offline) tanpa memerlukan pencarian daring.

Table 2. Comparison of Mapped Data (OSM) vs Official Data

Kecamatan	Jumlah UMKM Terpetakan (OSM)	Jumlah UMKM Resmi (Dinas Koperasi 2025)	Gap (Selisih)
Panakkukang	111	2.065	-1.954
Rappocini	55	3.107	-3.052

Tamalate	67	1.902	-1.835
Makassar	117	4.553	-4.436
Biringkanaya	70	4.280	-4.210
Manggala	108	3.981	-3.873
TOTAL	1.883	33.529	-31.646
(Semua Kec)			

Sumber: Data Diolah 2025

Data yang tersaji pada Tabel 2 memaparkan fakta empiris yang cukup mengejutkan mengenai lanskap digital UMKM di Makassar. Dari total 33.529 unit UMKM yang terdaftar secara resmi di dinas terkait, hanya 1.883 unit UMKM (gabungan berbagai kategori) yang berhasil teridentifikasi eksistensinya di peta digital OpenStreetMap. Jika dikalkulasikan secara persentase, angka statistik ini menunjukkan realitas yang suram: sekitar 94,4% UMKM di Kota Makassar merupakan bagian dari "Invisible Economy" atau Ekonomi Tak Terlihat dalam konteks geospasial digital. Mereka ada secara fisik, membayar retribusi, dan melayani pelanggan, namun "tidak ada" di dalam peta yang menjadi panduan utama masyarakat modern. Analisis mendalam mengenai implikasi dari Digital Gap ini menyoroti beberapa isu kritis yang bersifat sistemik.

Pertama, terdapat potensi hilangnya peluang ekonomi (Opportunity Cost) yang sangat besar bagi para pelaku usaha kecil. Di era Ekonomi Digital 4.0 saat ini, perilaku konsumen telah bergeser secara drastis, di mana model mental pencarian informasi melalui peta digital (seperti Google Maps atau OSM) seringkali menjadi langkah pertama yang mutlak dilakukan sebelum keputusan pembelian diambil atau kunjungan fisik dilakukan sebuah perilaku yang dikenal dengan istilah *Search before you go*. Dengan fakta bahwa 94% UMKM tidak terdaftar di peta, mereka secara efektif terisolasi dan terputus dari akses terhadap segmen pasar modern seperti wisatawan luar kota yang tidak hafal jalan, pendatang baru, dan generasi digital native (Gen Z dan Milenial) yang sangat bergantung pada navigasi digital untuk menemukan tempat makan. Pasar mereka menjadi terkungkung dan terbatas hanya pada pelanggan lokal di sekitar lingkungan (neighborhood market) yang mengetahui lokasi fisik usaha secara konvensional.

Kedua, kesenjangan data yang masif ini menjadi indikator kuat mengenai kondisi literasi spasial digital para pelaku usaha di Makassar yang masih rendah. Meskipun literasi digital dalam aspek komunikasi sosial (seperti penggunaan aplikasi pesan instan WhatsApp atau media sosial Instagram/TikTok) mungkin sudah cukup baik dan meluas, literasi dalam aspek manajemen aset digital khususnya pendaftaran titik lokasi peta, verifikasi profil bisnis, dan manajemen reputasi online masih tergolong sangat lemah. Ada kemungkinan persepsi keliru yang berkembang di kalangan pelaku UMKM bahwa mendaftarkan lokasi usaha di peta adalah proses yang rumit, memerlukan keahlian teknis tinggi, atau berbayar mahal, padahal platform global seperti OSM dan Google Maps sejatinya bersifat terbuka, berbasis komunitas, dan gratis.

Ketiga, kondisi disparitas data ini berpotensi menimbulkan bias data yang serius dalam pengambilan kebijakan strategis pemerintah. Jika pemangku kebijakan, perencana kota, atau investor hanya mengandalkan big data digital tanpa melakukan validasi lapangan (ground truthing), mereka akan mendapatkan gambaran ekonomi yang terdistorsi. Wilayah yang tampak "sepi" dan tidak produktif di peta digital, seperti Kecamatan Biringkanaya yang memiliki gap data negatif terbesar mencapai -4.210 unit, sebenarnya memiliki aktivitas ekonomi riil yang sangat tinggi dan dinamis, namun aktivitas tersebut sama sekali tidak tercatat dalam infrastruktur digital global.

Berdasarkan sintesis temuan analisis hotspot dan fenomena kesenjangan digital yang telah diuraikan di atas, WebGIS yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki implikasi manajerial dan strategis ganda yang signifikan bagi berbagai pemangku kepentingan. Bagi Pemerintah Kota Makassar, sistem WebGIS ini tidak boleh hanya dipandang sebagai peta statis atau inventaris aset semata, melainkan harus difungsikan secara aktif sebagai Dasbor Diagnostik Kebijakan (Policy Diagnostic Dashboard).

Data kesenjangan pada Tabel 2 dapat digunakan sebagai basis data untuk melakukan targeting program pelatihan digitalisasi yang lebih presisi dan efisien anggaran. Kecamatan-kecamatan yang memiliki kesenjangan data terbesar, seperti Tamalate dan Biringkanaya, harus diprioritaskan sebagai lokus utama program "UMKM Go Digital" dengan kurikulum materi yang diubah: dari sekadar pelatihan pemasaran media sosial menjadi pelatihan literasi lokasi (location literacy) dan pendampingan teknis pendaftaran usaha di peta digital.

Selain itu, dari sisi perencanaan tata ruang kota, peta heatmap dapat membantu pemerintah mengidentifikasi area yang sudah jenuh (saturated) untuk menghindari pemberian izin usaha baru yang berpotensi menimbulkan kemacetan lalu lintas atau persaingan usaha yang tidak sehat (kanibalisme pasar), serta sebaliknya, mengarahkan investasi baru dan pembangunan infrastruktur pendukung ke area yang masih berkembang (emerging markets) untuk memeratakan pertumbuhan ekonomi kota.

Sementara itu, bagi pelaku bisnis korporasi dan investor swasta, WebGIS ini berfungsi vital sebagai alat analisis pasar (Market Intelligence Tool). Peta heatmap memungkinkan investor untuk menerapkan strategi lokasi yang lebih cerdas dan berbasis data, seperti memilih secara sadar antara strategi Red Ocean atau Blue Ocean. Memutuskan untuk masuk berekspansi ke zona merah seperti Panakkukang berarti investor harus siap dengan potensi pasar yang besar namun diiringi dengan konsekuensi perang harga, biaya sewa properti yang tinggi, dan kompetisi yang ketat.

Sebaliknya, keputusan untuk berekspansi ke zona kuning atau biru di pinggiran kota menawarkan potensi keuntungan sebagai penggerak pertama (first-mover advantage) dengan tingkat persaingan yang lebih lunak dan biaya operasional yang lebih rendah. Pelaku usaha juga dapat menggunakan analisis spasial ini untuk memetakan posisi kompetitor secara real-time dan mencari celah lokasi strategis (white space) yang belum terlayani secara optimal di antara dua hotspot besar.

Secara keseluruhan, penelitian ini mengonfirmasi bahwa integrasi teknologi geospasial mampu memberikan wawasan yang jauh lebih mendalam, multidimensi, dan akurat daripada sekadar tabel statistik konvensional. WebGIS ini berhasil mengungkap "wajah ganda" ekonomi kuliner Makassar: wajah fisik yang sangat padat, dinamis, dan teraglomerasi kuat di pusat kota, namun di sisi lain terdapat wajah digital yang masih sangat minim visibilitasnya di hampir seluruh wilayah.

Transformasi dari pola ekonomi konvensional menuju ekonomi digital berbasis lokasi menjadi pekerjaan rumah terbesar sekaligus peluang strategis paling berharga bagi pengembangan ekosistem UMKM di Kota Makassar di masa depan. Data yang tersaji pada Tabel 2 memaparkan fakta empiris yang cukup mengejutkan mengenai lanskap digital UMKM di Makassar. Dari total 33.529 unit UMKM yang terdaftar secara resmi di dinas terkait, hanya 1.883 unit UMKM (gabungan berbagai kategori) yang berhasil teridentifikasi eksistensinya di peta digital OpenStreetMap. Jika dikalkulasikan secara persentase, angka ini menunjukkan bahwa sekitar 94,4% UMKM di Kota Makassar merupakan bagian dari "Invisible Economy" atau Ekonomi Tak Terlihat dalam konteks geospasial digital.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi teknologi WebGIS dengan algoritma Kernel Density Estimation (KDE) telah berhasil menciptakan instrumen analitik yang valid dan reliabel untuk memetakan dinamika spasial UMKM kuliner di Kota Makassar. Secara teknis, sistem yang dibangun terbukti mampu mengakuisisi, menstandarisasi, dan memvisualisasikan data geospasial yang kompleks menjadi informasi peta panas (heatmap) yang intuitif, dengan tingkat keberhasilan fungsionalitas sistem mencapai 100% berdasarkan pengujian Black Box. Lebih dari sekadar alat visualisasi, penerapan algoritma KDE secara empiris mengonfirmasi kebenaran Teori Aglomerasi Ekonomi dalam konteks perkotaan Makassar, di mana aktivitas ekonomi terbukti tidak menyebar secara merata, melainkan membentuk klaster-klaster padat di wilayah strategis. Identifikasi zona hotspot utama di Kecamatan Panakkukang sebagai pusat bisnis, Rappocini sebagai pusat pendidikan, dan Tamalate sebagai kawasan campuran, memberikan peta jalan yang jelas bagi pemahaman struktur ekonomi kota yang bersifat polisentris. Namun, temuan paling signifikan dan mendesak dari penelitian ini bukanlah pada apa yang terlihat di peta, melainkan pada apa yang tidak terlihat. Analisis komparatif antara data digital OpenStreetMap dan data administratif pemerintah menyingkap realitas fenomena "Invisible Economy" yang sangat tajam, di mana 94,4% UMKM kuliner di Kota Makassar belum memiliki jejak digital spasial yang memadai. Disparitas ekstrem ini mengindikasikan bahwa meskipun Makassar telah berkembang menjadi kota metropolitan yang padat secara fisik, infrastruktur digital para pelaku ekonomi mikro masih sangat tertinggal. Kesenjangan ini bukan hanya masalah teknis, melainkan representasi dari hilangnya potensi ekonomi digital dan akses pasar yang lebih luas bagi ribuan pengusaha kecil. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan perlunya pergeseran paradigma kebijakan dari sekadar pendataan administratif menuju pendampingan literasi spasial digital secara masif. Pemerintah Kota Makassar dan pemangku kepentingan terkait disarankan untuk menjadikan peta densitas dan data kesenjangan digital yang dihasilkan penelitian ini sebagai landasan strategis dalam merancang tata ruang kota yang inklusif serta menargetkan program digitalisasi UMKM yang lebih presisi dan berbasis lokasi..

Referensi

1. Alifian, M., Awaluddin, M., & Sabri, L. M. (2023). Perancangan Webgis Persebaran Rumah Sakit Kota Semarang. *Jurnal Geodesi Undip Juli*, 321–329.
2. Ashdaaq, M., Asmirani, S., Isra’ Ahmad, N., & Muhammad, F. (2025). Pemasaran Media Sosial UMKM Produk Markisa di Kota Makassar. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 143–152. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.1813>
3. Hayadi, B. (2017). Visual Konsep Umum Sistem Pakar Berbasis Multimedia. *Riau Jurnal of Computer Jurnal*, 3(1), 17–22.
4. Lidrawati, E., Bahri, S., Zubaedi, U. F., Carolina, V. P., Kusrini, K., & Maulina, D. (2022). Kebakaran Hutan Implementasi Metode CLARA Clustering Untuk Pengelompokan Data Potensi Kebakaran Hutan/Lahan Berdasarkan Persebaran Titik Panas (Hotspot). *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 3(4), 507–511. <https://doi.org/10.47065/josyc.v3i4.2006>
5. Muftizar, M., Ahmadian, H., & Abdul Majid, B. (2020). Perancangan Media Interaktif Logika Pemograman Untuk Menarik Minat Belajar Siswa Pada Smk Negeri 1 Mesjid Raya. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 4(1), 61. <https://doi.org/10.22373/crc.v4i1.6307>
6. Muttaqien, F., Cahyaningati, R., Rizki, V. L., & Abrori, I. (2022). Pembuatan Sederhana Bagi UMKM. *Indonesia Berdaya*, 3(3), 671–680. <https://doi.org/10.47679/ib.2022287>
7. Pradiani, T. (2018). Pengaruh Sistem Pemasaran Digital Marketing Terhadap Peningkatan Volume Penjualan Hasil Industri Rumahan. *Jurnal Ilmiah Bismis Dan Ekonomi Asia*, 11(2), 46–53. <https://doi.org/10.32812/jibeka.v11i2.45>
8. Prayogo, L. M., & Basith, A. (2020). Pemanfaatan WebGIS untuk Visualisasi Sebaran UMKM Batik Disertai Rute Realtime di Kota Yogyakarta. *Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 3(2), 161–167. <https://doi.org/10.22146/jgise.86549>
9. Qin, X., Li, Y., Shen, C., Zhang, Z., & Zeng, X. (2016). The Correlation Analysis of Clean Energy Output Based on Nonparametric Kernel Density Estimation Probability Models. 133, 24–28. <https://doi.org/10.2991/aiie-16.2016.6>
10. Radhi, M., Amalia, A., Sitompul, D. R. H., Sinurat, S. H., & Indra, E. (2022). Analisis Big Data Dengan Metode Exploratory Data Analysis (Eda) Dan Metode Visualisasi Menggunakan Jupyter Notebook. *Jurnal Sistem Informasi Dan Ilmu Komputer Prima(JUSIKOM PRIMA)*, 4(2), 23–27. <https://doi.org/10.34012/journalsisteminformasidanilmukomputer.v4i2.2475>
11. Remawati, D., Aji Putra, D. J., & Irawati, T. (2021). Metode K-Means Untuk Pemetaan Persebaran Usaha Mikro Kecil Dan Menengah. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi (TIKomSiN)*, 9(2), 39. <https://doi.org/10.30646/tikomsin.v9i2.574>
12. Rokhman, J. N., Amalia, F., & Ramdani, F. (2021). Pengembangan Sistem Pemetaan Sebaran UMKM Menggunakan WEBGIS (Studi Kasus : Dinas Koperasi dan Usaha Mikro Kabupaten Sidoarjo). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(7), 2891–2897.
13. Sholikhan, M., Prasetyo, S. Y. J., & Hartomo, K. D. (2019). Pemanfaatan WebGIS untuk Pemetaan Wilayah Rawan Longsor Kabupaten Boyolali dengan Metode Skoring dan Pembobotan. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 5(1), 131–143. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v5i1.1588>
14. Sholikhan, M., Yulianto, S., Prasetyo, J., & Hartomo, K. D. (2018). Pemetaan Lokasi UMKM Kaligrafi Kabupaten Kudus dengan Metode Location Based Service sebagai Media Promosi Berbasis WebGIS. *Indonesian Journal of Computing and Modeling*, 1, 8–16.
15. Simanjuntak, K. P., & Khaira, U. (2021). Pengelompokan Titik Api di Provinsi Jambi dengan Algoritma Agglomerative Hierarchical Clustering. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 1(1), 7–16. <https://doi.org/10.57152/malcom.v1i1.6>
16. Song, Y., Yang, D., Wu, W., Zhang, X., Zhou, J., Tian, Z., Wang, C., & Song, Y. (2023). Evaluating Landslide Susceptibility Using Sampling Methodology and Multiple Machine Learning Models. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/ijgi12050197>
17. Sudartono, T., Nugroho, H., Irwanto, I., Agustini, I. G. A. A., Yudawisastra, H. G., Maknunah, L. U., Amaria, H., Witi, F. L., Nuryanti, N., & Sudirman, A. (2022). Kewirausahaan Ukm Di Era Digital. In Cv Widina Media Utama.
18. Sulaksono, Y. S. A. G. (2019). Pemetaan Usaha Mikro Kecil Dan Menengah (Ukm) Di Kota Malang Berbasis Webgis. *Senasif*, 3(1 SE-Articles), 2124–2128.
19. Sumaryana, F. D. (2018). Pengembangan Klaster UMKM Dalam Upaya Peningkatan Daya Saing Usaha. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik (JISPO)*, 8(1), 58–68.
20. Sundary, L., Witanti, W., & Renaldi, F. (2016). Pembangunan Sistem Informasi Eksekutif Visualisasi Perencanaan Strategis Ukm Di Kota Cimahi. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 2(3), 404–413. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v2i3.528>
21. Widnyani, N. M., Luh, N., Surya, P., Christina, B., Putri, L., Internasional, U. B., Udayana, U., & Kualitatif, P. (2021). Penerapan Transformasi Digital Pada Ukm Selama Pandemi. *Jurnal Ilmiah Manajemen Dan Bisnis*, 6(1), 79–87.