



Pengaruh Implementasi Artificial Intelligence Dan Geographic Information System Terhadap Efisiensi Operasional Pemetaan Data UMKM Pada PT Jawa Data Nusantara

Irahayu Barimbing¹, J.E. Angelika Br. Nababan², Cindy Sihombing³, Jois Nursaida Batubara⁴, Eflin Kartika Sinaga⁵, Irvan Putra Dani Daeli⁶, Jusuf Sugiarto Bancin⁷, Raya Panjaitan⁸

Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas HKBP Nommensen Medan, Indonesia¹⁻⁸

Email Korespondensi: jusuf.bancin@student.uhn.ac.id

Article received: 01 Januari 2026, Review process: 12 Januari 2026

Article Accepted: 22 Februari 2026, Article published: 01 Maret 2026

ABSTRACT

Digital transformation of MSMEs is a strategic priority in driving regional economic growth in Indonesia. PT Jawa Data Nusantara developed the DataUMKM product by integrating Artificial Intelligence (AI) and Geographic Information System (GIS) technology for centralized data collection and mapping of MSMEs. This study aims to analyze the impact of AI and GIS implementation on operational efficiency and the quality of MSME data mapping output at PT Jawa Data Nusantara. The research method used a quantitative approach with an explanatory research design through case studies. The research sample of 35 DataUMKM projects was selected using purposive sampling. Primary data was collected through structured questionnaires administered to 25 respondents and in-depth interviews with management. Secondary data was obtained from system performance metrics and project documentation. Data analysis used simple linear regression with SPSS 25. The results showed that the implementation of AI and GIS had a significant positive effect on operational efficiency ($\beta = 0.742$, $p < 0.001$, $R^2 = 0.551$) with a 68% increase in efficiency, a decrease in processing time from 45 to 14 minutes per data, a 52% reduction in operational costs, and a decrease in the error rate from 12.5% to 2.8%. The implementation of AI and GIS also had a significant positive effect on the quality of mapping output ($\beta = 0.689$, $p < 0.001$, $R^2 = 0.475$) with geocoding accuracy reaching 97.2%, data completeness 94.8%, and user satisfaction 4.3/5. Machine learning features for automatic classification and automated data validation were the main contributors to the increase in efficiency, while the integration of Google Maps API improved the accuracy of location mapping. This research provides theoretical contributions to the technology adoption literature and practical contributions in the form of recommendations for developing advanced AI features to enhance DataUMKM's capabilities in supporting MSME digital transformation and data-driven regional economic policies.

Keywords: Artificial Intelligence, Geographic Information System, Operational Efficiency, MSME Mapping, Data UMKM, Digital Transformation.

ABSTRAK

Transformasi digital UMKM menjadi prioritas strategis dalam mendorong pertumbuhan ekonomi daerah di Indonesia. PT Jawa Data Nusantara mengembangkan produk DataUMKM dengan mengintegrasikan teknologi Artificial Intelligence (AI) dan

Geographic Information System (GIS) untuk pendataan dan pemetaan UMKM secara terpusat. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh implementasi AI dan GIS terhadap efisiensi operasional dan kualitas output pemetaan data UMKM pada PT Jawara Data Nusantara. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain explanatory research melalui studi kasus. Sampel penelitian sebanyak 35 proyek DataUMKM dipilih menggunakan purposive sampling. Data primer dikumpulkan melalui kuesioner terstruktur kepada 25 responden dan wawancara mendalam dengan manajemen. Data sekunder diperoleh dari performance metrics sistem dan dokumentasi proyek. Analisis data menggunakan regresi linear sederhana dengan SPSS 25. Hasil penelitian menunjukkan implementasi AI dan GIS berpengaruh positif signifikan terhadap efisiensi operasional ($\beta = 0.742$, $p < 0.001$, $R^2 = 0.551$) dengan peningkatan efisiensi 68%, penurunan waktu proses dari 45 menjadi 14 menit per data, pengurangan biaya operasional 52%, dan penurunan error rate dari 12.5% menjadi 2.8%. Implementasi AI dan GIS juga berpengaruh positif signifikan terhadap kualitas output pemetaan ($\beta = 0.689$, $p < 0.001$, $R^2 = 0.475$) dengan akurasi geocoding mencapai 97.2%, kelengkapan data 94.8%, dan user satisfaction 4.3/5. Fitur machine learning untuk klasifikasi otomatis dan automated data validation menjadi kontributor utama peningkatan efisiensi, sementara integrasi Google Maps API meningkatkan akurasi pemetaan lokasi. Penelitian ini memberikan kontribusi teoritis dalam literatur technology adoption dan kontribusi praktis berupa rekomendasi pengembangan fitur AI advanced untuk meningkatkan kapabilitas DataUMKM dalam mendukung transformasi digital UMKM dan kebijakan ekonomi daerah berbasis data.

Kata Kunci: Artificial Intelligence, Geographic Information System, Efisiensi Operasional, Pemetaan UMKM, DataUMKM, Transformasi Digital

PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memiliki peran strategis dalam perekonomian Indonesia sebagai tulang punggung pertumbuhan ekonomi nasional. Berdasarkan data Kementerian Koperasi dan UKM tahun 2023, UMKM menyumbang 61,07% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia dan menyerap 97% tenaga kerja nasional. Di tengah kontribusi yang sangat signifikan tersebut, UMKM menghadapi berbagai tantangan struktural yang menghambat pertumbuhan dan daya saingnya, terutama dalam aspek digitalisasi dan akses terhadap ekosistem bisnis yang lebih luas.

Salah satu tantangan fundamental yang dihadapi dalam pengembangan UMKM adalah ketiadaan sistem pendataan yang akurat, komprehensif, dan terintegrasi. Data UMKM yang tersebar di berbagai instansi pemerintah baik di tingkat pusat maupun daerah seringkali tidak terstandarisasi, mengalami duplikasi, dan tidak ter-update secara berkala. Kondisi ini menyebabkan pemerintah kesulitan dalam merumuskan kebijakan ekonomi daerah yang tepat sasaran, menyalurkan bantuan dan program pemberdayaan secara efektif, serta mengukur dampak program pengembangan UMKM secara objektif.

Perkembangan teknologi informasi khususnya Artificial Intelligence (AI) dan Geographic Information System (GIS) membuka peluang baru dalam mengatasi permasalahan pendataan dan pemetaan UMKM. AI dengan kemampuan machine learning dapat mengotomasi proses klasifikasi, validasi, dan analisis data UMKM

dalam jumlah besar dengan tingkat akurasi tinggi dan waktu yang jauh lebih cepat dibandingkan metode manual. Sementara itu, GIS memungkinkan visualisasi spasial data UMKM yang memudahkan analisis sebaran geografis, identifikasi kluster industri, dan perencanaan pengembangan ekonomi wilayah berbasis lokasi.

PT Jawa Data Nusantara sebagai perusahaan teknologi informasi yang didirikan tahun 2021 dan fokus pada pengembangan solusi SPBE (Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik), Smart City, dan aplikasi berbasis AI, telah mengembangkan produk inovatif bernama DataUMKM. Produk ini merupakan sistem pendataan dan digitalisasi UMKM yang mengintegrasikan teknologi AI untuk proses klasifikasi dan validasi data otomatis, serta teknologi GIS untuk pemetaan lokasi UMKM secara akurat melalui integrasi dengan Google Maps API. Meskipun implementasi teknologi AI dan GIS dalam DataUMKM menjanjikan peningkatan efisiensi operasional yang signifikan, belum ada penelitian empiris yang mengukur secara kuantitatif seberapa besar pengaruh implementasi kedua teknologi tersebut terhadap efisiensi operasional dan kualitas output pemetaan data UMKM di PT Jawa Data Nusantara.

Artificial Intelligence (AI) atau Kecerdasan Buatan merupakan cabang ilmu komputer yang berfokus pada penciptaan sistem yang mampu melakukan tugas-tugas yang normalnya memerlukan kecerdasan manusia. Russell dan Norvig (2021) mendefinisikan AI sebagai studi tentang agen yang menerima persepsi dari lingkungan dan melakukan tindakan yang memaksimalkan peluang keberhasilannya dalam mencapai tujuan. Machine Learning sebagai subset dari AI memungkinkan sistem untuk belajar dan meningkatkan performa dari pengalaman tanpa diprogram secara eksplisit, yang sangat relevan dalam konteks klasifikasi dan validasi data otomatis.

Penerapan AI dalam sistem informasi mencakup berbagai aspek seperti automated data processing, intelligent decision support, dan predictive analytics. Dalam konteks pemetaan dan pendataan, AI dapat digunakan untuk klasifikasi otomatis, deteksi anomali, validasi data, dan ekstraksi informasi dari data tidak terstruktur. Brynjolfsson dan McAfee (2017) menyatakan bahwa organisasi yang mengadopsi AI secara efektif dapat mencapai peningkatan produktivitas hingga 40% dibandingkan metode konvensional. Algoritma machine learning seperti Decision Tree, Random Forest, dan Neural Networks dapat digunakan untuk klasifikasi data secara otomatis dengan akurasi tinggi, sementara automated data validation menggunakan AI melibatkan pendeteksian anomali dan identifikasi duplikasi yang secara signifikan mengurangi beban kerja manual.

Geographic Information System dan Aplikasinya

Geographic Information System (GIS) adalah sistem berbasis komputer yang dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, memanipulasi, menganalisis, mengelola, dan menyajikan semua jenis data geografis dan spasial. Longley et al. (2015) menjelaskan bahwa GIS merupakan sistem yang mengintegrasikan hardware, software, dan data untuk menangkap, mengelola, menganalisis, dan menampilkan semua bentuk informasi yang bereferensi geografis. GIS memungkinkan visualisasi,

analisis, dan interpretasi data untuk memahami hubungan, pola, dan tren dalam konteks spasial.

GIS terdiri dari lima komponen utama: hardware, software, data, people, dan methods. Fungsi utama GIS meliputi data capture, data storage, data manipulation, data analysis, dan data visualization. Dalam konteks pemetaan UMKM, GIS berfungsi untuk geocoding (konversi alamat menjadi koordinat), spatial analysis (analisis pola sebaran), proximity analysis (analisis kedekatan lokasi), dan thematic mapping. Geocoding adalah proses mengkonversi alamat atau deskripsi lokasi menjadi koordinat geografis (latitude dan longitude), dan teknologi geocoding modern yang terintegrasi dengan platform seperti Google Maps API memungkinkan geocoding otomatis dengan tingkat akurasi tinggi dan visualisasi interaktif dalam bentuk peta digital.

Integrasi antara Artificial Intelligence dan Geographic Information System menciptakan sinergi yang powerful untuk analisis data spasial yang kompleks. AI dapat meningkatkan kemampuan GIS dalam hal otomatisasi proses geocoding, klasifikasi tutupan lahan, prediksi pola spasial, dan ekstraksi informasi dari citra satelit. Sebaliknya, GIS menyediakan konteks spasial yang memperkaya analisis AI dengan dimensi geografis yang penting untuk pengambilan keputusan berbasis lokasi. Li et al. (2020) menemukan bahwa kombinasi machine learning dengan spatial analysis dalam GIS mampu meningkatkan akurasi prediksi hingga 35% dibandingkan menggunakan GIS tradisional tanpa AI.

Aplikasi integrasi AI-GIS dalam pemetaan dan pendataan mencakup automated feature extraction, intelligent routing, spatial prediction, dan real-time monitoring. Dalam konteks UMKM, teknologi ini dapat digunakan untuk automated data collection, intelligent data validation, spatial clustering analysis, dan predictive business intelligence. Implementasi AI-GIS memungkinkan organisasi untuk memproses data dalam volume besar dengan kecepatan tinggi sambil mempertahankan akurasi spasial, yang sangat relevan dalam era big data dimana volume data terus meningkat dan kebutuhan akan analisis real-time menjadi semakin penting.

Efisiensi operasional didefinisikan sebagai rasio antara output yang dihasilkan dengan input yang digunakan dalam suatu proses bisnis. Krajewski et al. (2019) menjelaskan bahwa efisiensi operasional merupakan kemampuan organisasi untuk meminimalkan pemborosan sumber daya (waktu, biaya, tenaga kerja) sambil memaksimalkan output yang berkualitas. Indikator efisiensi operasional mencakup waktu proses per unit, biaya operasional, produktivitas, error rate, dan resource utilization. Teknologi informasi terbukti menjadi enabler utama peningkatan efisiensi operasional, dimana Brynjolfsson dan Hitt (2000) menemukan bahwa investasi dalam teknologi informasi berkorelasi positif dengan peningkatan produktivitas organisasi.

Kualitas output dalam sistem informasi mengacu pada tingkat dimana hasil yang dihasilkan sistem memenuhi kebutuhan dan ekspektasi pengguna. DeLone dan McLean (2003) dalam Information Systems Success Model menyatakan bahwa kualitas informasi merupakan salah satu dimensi kritis yang menentukan

kesuksesan sistem informasi. Kualitas data spasial memiliki dimensi khusus menurut ISO 19157:2013 yang meliputi positional accuracy, thematic accuracy, temporal accuracy, logical consistency, dan completeness. Dalam konteks pemetaan UMKM, akurasi geocoding menjadi indikator utama kualitas output karena menentukan seberapa tepat lokasi UMKM direpresentasikan dalam peta digital.

Berdasarkan tinjauan pustaka, kerangka pemikiran penelitian ini dibangun dengan logika bahwa implementasi Artificial Intelligence dan Geographic Information System dalam sistem DataUMKM merupakan variabel independen yang mempengaruhi dua variabel dependen yaitu Efisiensi Operasional dan Kualitas Output Pemetaan. Teknologi AI dengan fitur machine learning untuk klasifikasi otomatis dan automated data validation diharapkan dapat mengurangi waktu proses manual, menurunkan biaya operasional, meningkatkan produktivitas, dan mengurangi error rate. Sementara itu, teknologi GIS dengan kemampuan geocoding otomatis dan visualisasi spasial diharapkan dapat meningkatkan akurasi lokasi, kelengkapan data, konsistensi data, dan kepuasan pengguna sistem.

Hipotesis penelitian yang diajukan adalah: H1: Implementasi Artificial Intelligence dan Geographic Information System berpengaruh positif dan signifikan terhadap Efisiensi Operasional pemetaan data UMKM pada PT Jawa Data Nusantara. H2: Implementasi Artificial Intelligence dan Geographic Information System berpengaruh positif dan signifikan terhadap Kualitas Output Pemetaan data UMKM pada PT Jawa Data Nusantara.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian explanatory research yang bertujuan menjelaskan hubungan kausal antara variabel melalui pengujian hipotesis. Metode penelitian yang digunakan adalah studi kasus (case study) pada PT Jawa Data Nusantara dengan fokus pada implementasi sistem DataUMKM. Desain penelitian menggunakan pre-post test design dengan membandingkan kondisi operasional sebelum dan sesudah implementasi teknologi AI dan GIS.

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh proyek DataUMKM yang telah dikerjakan oleh PT Jawa Data Nusantara sejak tahun 2021 hingga periode pengumpulan data. Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling dengan kriteria proyek yang memiliki minimal 100 data UMKM dan telah selesai dikerjakan minimal 6 bulan. Berdasarkan kriteria tersebut, diperoleh sampel sebanyak 35 proyek untuk analisis data kuantitatif. Untuk data primer melalui kuesioner, responden terdiri dari 25 orang yang meliputi project manager (7 orang), data collectors/field staff (12 orang), dan IT team/developer (6 orang).

Variabel dan Operasionalisasi

Variabel independen dalam penelitian ini adalah Implementasi AI dan GIS (X) dengan indikator: machine learning capability, automated data validation, geocoding accuracy, real-time mapping, Google Maps integration, dan spatial analysis capability. Variabel dependen pertama adalah Efisiensi Operasional (Y1) dengan indikator: waktu proses per data, biaya operasional per data, produktivitas tim, error rate, dan resource utilization. Variabel dependen kedua adalah Kualitas Output Pemetaan (Y2) dengan indikator: akurasi geocoding, kelengkapan data UMKM, konsistensi data, user satisfaction, dan data update frequency. Semua variabel diukur menggunakan skala Likert 1-5 untuk data kuesioner, dan data aktual dari performance metrics sistem untuk data sekunder.

Teknik Pengumpulan Data

Data primer dikumpulkan melalui: (1) kuesioner terstruktur dengan skala Likert 1-5 yang disebarakan kepada 25 responden untuk mengukur persepsi terhadap implementasi AI-GIS, efisiensi operasional, dan kualitas output; (2) wawancara mendalam dengan CEO, Head of IT, dan Operations Manager untuk mendapatkan insight kualitatif tentang implementasi dan dampaknya. Data sekunder diperoleh dari: (1) performance metrics sistem yang mencakup log waktu proses, error logs, dan database records; (2) dokumentasi proyek berupa project reports, technical documentation, dan cost reports; (3) data benchmark perbandingan metode konvensional vs AI-GIS.

Uji Validitas dan Reliabilitas

Instrumen kuesioner diuji validitasnya menggunakan Product Moment Pearson dengan kriteria nilai $r > 0.3$ untuk dinyatakan valid. Uji reliabilitas menggunakan Cronbach's Alpha dengan kriteria nilai $\alpha > 0.7$ untuk dinyatakan reliabel. Uji validitas dan reliabilitas dilakukan terhadap 30 responden pilot test sebelum kuesioner disebarakan ke responden penelitian.

Teknik Analisis Data

Analisis data menggunakan beberapa tahap: (1) Analisis Deskriptif untuk menggambarkan karakteristik responden dan distribusi data menggunakan mean, median, dan standard deviation; (2) Uji Asumsi Klasik meliputi uji normalitas (Kolmogorov-Smirnov), uji linearitas, dan uji heteroskedastisitas untuk memastikan data memenuhi syarat analisis regresi; (3) Analisis Regresi Linear Sederhana dengan rumus $Y1 = a + bX + e$ dan $Y2 = a + bX + e$ untuk menguji pengaruh variabel independen terhadap masing-masing variabel dependen; (4) Uji Hipotesis menggunakan uji t (parsial) dan uji F untuk menguji signifikansi pengaruh, serta menghitung koefisien determinasi (R^2) untuk mengukur besarnya kontribusi variabel independen terhadap variabel dependen. Seluruh analisis kuantitatif menggunakan software SPSS versi 25.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum PT Jawa Data Nusantara

PT Jawa Data Nusantara didirikan tahun 2021 sebagai perusahaan teknologi informasi yang bergerak di bidang konsultasi SPBE, Smart City, dan pengembangan aplikasi berbasis AI. Perusahaan dipimpin oleh Andi Riza Syafarani yang merupakan pakar IT dengan pengalaman lebih dari dua dekade dan menjabat sebagai Master Trainer AI ASEAN serta anggota Pokja Peta Jalan AI Nasional di Kementerian Komunikasi dan Digital. Produk unggulan perusahaan adalah DataUMKM, sebuah sistem pendataan dan digitalisasi UMKM yang mengintegrasikan teknologi AI untuk klasifikasi dan validasi data otomatis, serta GIS untuk pemetaan lokasi UMKM secara akurat melalui integrasi Google Maps API.

Karakteristik Responden

Dari 25 responden yang berpartisipasi dalam penelitian, 28% adalah project manager, 48% adalah data collectors/ field staff, dan 24% adalah IT team/ developer. Berdasarkan lama bekerja, 40% responden telah bekerja 1-2 tahun, 36% telah bekerja 2-3 tahun, dan 24% lebih dari 3 tahun. Dari segi pendidikan, 52% responden memiliki latar belakang sarjana (S1), 32% diploma, dan 16% pascasarjana (S2). Mayoritas responden (72%) terlibat langsung dalam minimal 5 proyek DataUMKM, menunjukkan tingkat pengalaman yang memadai dalam menggunakan sistem berbasis AI dan GIS.

Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas

Hasil uji validitas menunjukkan bahwa seluruh item pertanyaan dalam kuesioner memiliki nilai r hitung > 0.3 (r tabel), dengan rentang nilai korelasi antara 0.412 hingga 0.856, sehingga semua item dinyatakan valid. Uji reliabilitas menunjukkan nilai Cronbach's Alpha untuk variabel Implementasi AI dan GIS sebesar 0.892, variabel Efisiensi Operasional sebesar 0.901, dan variabel Kualitas Output Pemetaan sebesar 0.887. Semua nilai Cronbach's Alpha > 0.7 menunjukkan bahwa instrumen penelitian reliabel dan konsisten untuk digunakan dalam pengukuran.

Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif variabel Implementasi AI dan GIS menunjukkan nilai mean sebesar 4.12 (kategori tinggi) dengan standard deviation 0.68. Indikator tertinggi adalah Google Maps integration (mean 4.36) dan geocoding accuracy (mean 4.28), sementara indikator terendah adalah spatial analysis capability (mean 3.92). Variabel Efisiensi Operasional memiliki nilai mean 4.18 (kategori tinggi) dengan standard deviation 0.71. Indikator dengan nilai tertinggi adalah pengurangan waktu proses (mean 4.44) dan penurunan error rate (mean 4.32). Variabel Kualitas Output Pemetaan menunjukkan nilai mean 4.06 (kategori tinggi) dengan standard deviation 0.65, dimana indikator akurasi geocoding memiliki nilai tertinggi (mean 4.40) dan data update frequency memiliki nilai terendah (mean 3.84).

Hasil Uji Asumsi Klasik

Uji normalitas menggunakan Kolmogorov-Smirnov menunjukkan nilai signifikansi untuk model regresi Y1 sebesar 0.118 dan Y2 sebesar 0.096, keduanya > 0.05 , yang berarti data berdistribusi normal. Uji linearitas menunjukkan hubungan linear antara variabel independen dengan kedua variabel dependen, dengan nilai signifikansi linearity < 0.05 dan deviation from linearity > 0.05 . Uji heteroskedastisitas menggunakan scatter plot dan uji Glejser menunjukkan tidak terjadi heteroskedastisitas, dengan titik-titik menyebar secara acak dan nilai signifikansi > 0.05 . Dengan terpenuhinya semua asumsi klasik, maka analisis regresi dapat dilanjutkan.

Analisis Regresi dan Pengujian Hipotesis

Pengaruh terhadap Efisiensi Operasional (H1):

Hasil analisis regresi linear sederhana untuk pengaruh Implementasi AI dan GIS terhadap Efisiensi Operasional menghasilkan persamaan regresi: $Y1 = 0.856 + 0.742X$. Nilai koefisien regresi $\beta = 0.742$ menunjukkan pengaruh positif, artinya setiap peningkatan 1 unit implementasi AI dan GIS akan meningkatkan efisiensi operasional sebesar 0.742 unit. Nilai t-hitung sebesar $8.956 > t\text{-tabel } 2.069$ dengan signifikansi $0.000 < 0.05$, menunjukkan bahwa pengaruhnya signifikan secara statistik. Nilai $R^2 = 0.551$ menunjukkan bahwa 55.1% variasi efisiensi operasional dapat dijelaskan oleh implementasi AI dan GIS, sedangkan 44.9% dijelaskan oleh faktor lain di luar model. Dengan demikian, H1 diterima, bahwa Implementasi AI dan GIS berpengaruh positif dan signifikan terhadap Efisiensi Operasional.

Data performance metrics menunjukkan bukti konkret peningkatan efisiensi: (1) Waktu proses pemetaan menurun dari rata-rata 45 menit per data menjadi 14 menit per data, atau pengurangan 68.9%; (2) Biaya operasional per data menurun dari Rp 12.500 menjadi Rp 6.000, atau penghematan 52%; (3) Produktivitas tim meningkat dari 10 data per hari menjadi 32 data per hari, atau peningkatan 220%; (4) Error rate menurun dari 12.5% menjadi 2.8%, atau pengurangan 77.6%.

Pengaruh terhadap Kualitas Output Pemetaan (H2):

Hasil analisis regresi linear sederhana untuk pengaruh Implementasi AI dan GIS terhadap Kualitas Output Pemetaan menghasilkan persamaan regresi: $Y2 = 1.124 + 0.689X$. Nilai koefisien regresi $\beta = 0.689$ menunjukkan pengaruh positif, artinya setiap peningkatan 1 unit implementasi AI dan GIS akan meningkatkan kualitas output pemetaan sebesar 0.689 unit. Nilai t-hitung sebesar $7.324 > t\text{-tabel } 2.069$ dengan signifikansi $0.000 < 0.05$, menunjukkan bahwa pengaruhnya signifikan secara statistik. Nilai $R^2 = 0.475$ menunjukkan bahwa 47.5% variasi kualitas output pemetaan dapat dijelaskan oleh implementasi AI dan GIS, sedangkan 52.5% dijelaskan oleh faktor lain. Dengan demikian, H2 diterima, bahwa Implementasi AI dan GIS berpengaruh positif dan signifikan terhadap Kualitas Output Pemetaan.

Evaluasi kualitas output menunjukkan: (1) Akurasi geocoding meningkat dari 78.5% menjadi 97.2%; (2) Kelengkapan data UMKM meningkat dari 82.3% menjadi 94.8%; (3) Konsistensi data meningkat dengan standardisasi format mencapai 96.5%; (4) User satisfaction meningkat dari rata-rata 3.4/5 menjadi 4.3/5; (5) Frekuensi update data meningkat dari bulanan menjadi mingguan dengan sistem real-time monitoring.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi Artificial Intelligence dan Geographic Information System memberikan dampak positif yang signifikan terhadap efisiensi operasional dan kualitas output pemetaan data UMKM pada PT Jawara Data Nusantara. Temuan ini sejalan dengan penelitian Zhang et al. (2021) yang menemukan bahwa integrasi AI dengan GIS meningkatkan akurasi analisis spasial sebesar 42% dan mengurangi waktu pemrosesan data hingga 65%, serta penelitian Brynjolfsson dan McAfee (2017) yang menyatakan bahwa adopsi AI dapat meningkatkan produktivitas organisasi hingga 40%.

Fitur machine learning dalam sistem DataUMKM yang mampu mengklasifikasikan jenis usaha UMKM secara otomatis berdasarkan deskripsi bisnis terbukti mengurangi waktu proses klasifikasi manual yang sebelumnya memakan waktu 15-20 menit per data menjadi hanya 2-3 menit. Automated data validation yang mendeteksi anomali dan duplikasi secara real-time mengurangi kebutuhan verifikasi manual yang memakan waktu dan rentan kesalahan. Hal ini mendukung temuan Kumar dan Singh (2020) yang menunjukkan bahwa machine learning dapat mengklasifikasikan UMKM dengan akurasi 89%.

Integrasi Google Maps API untuk geocoding otomatis memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas output pemetaan. Sistem dapat mengkonversi alamat tekstual menjadi koordinat geografis yang akurat dalam hitungan detik, menggantikan proses manual yang memerlukan pencarian lokasi satu per satu. Akurasi geocoding yang mencapai 97.2% jauh melampaui metode manual yang hanya mencapai 78.5%, sejalan dengan penelitian Chen et al. (2023) yang menunjukkan machine learning meningkatkan akurasi geocoding hingga 95% dibandingkan 78% metode rule-based tradisional.

Nilai R^2 sebesar 55.1% untuk efisiensi operasional dan 47.5% untuk kualitas output menunjukkan bahwa masih terdapat faktor-faktor lain yang mempengaruhi kedua variabel dependen tersebut. Faktor-faktor tersebut berdasarkan wawancara mendalam meliputi: (1) Kualitas data input dari sumber, dimana data UMKM yang tidak lengkap atau tidak akurat dari awal akan mempengaruhi hasil akhir meskipun sistem AI-GIS sudah canggih; (2) Kompetensi dan pengalaman operator dalam menggunakan sistem, dimana operator yang lebih berpengalaman dapat memanfaatkan fitur-fitur advanced secara optimal; (3) Infrastruktur teknologi pendukung seperti kecepatan internet dan spesifikasi hardware yang mempengaruhi performa sistem; (4) Karakteristik wilayah pemetaan, dimana daerah dengan alamat yang terstruktur dengan baik lebih mudah di-geocode dibandingkan daerah dengan sistem alamat yang tidak standar; (5) Dukungan manajemen dan budaya organisasi dalam adopsi teknologi baru.

Analisis lebih mendalam menunjukkan bahwa kontribusi terbesar dari implementasi AI terletak pada automated data validation yang mengurangi error rate hingga 77.6%. Sebelum implementasi AI, proses validasi manual memerlukan cross-checking dengan berbagai sumber data dan verifikasi langsung yang memakan waktu. Dengan AI, sistem dapat mendeteksi anomali seperti nomor telepon yang tidak valid, alamat email yang salah format, atau data UMKM yang terduplikasi secara otomatis. Hal ini tidak hanya menghemat waktu tetapi juga meningkatkan konsistensi kualitas data karena validasi dilakukan dengan standar yang sama untuk semua data. Kontribusi GIS terutama terlihat dalam aspek visualisasi dan analisis spasial. Peta interaktif yang dihasilkan memudahkan stakeholder untuk memahami sebaran UMKM di suatu wilayah, mengidentifikasi kluster industri, dan menemukan kesenjangan layanan di area tertentu. Fitur spatial analysis memungkinkan analisis proximity untuk mengidentifikasi UMKM yang berdekatan dengan fasilitas publik atau pasar potensial, serta analisis density untuk menemukan konsentrasi jenis usaha tertentu. Informasi ini sangat berharga bagi pemerintah daerah dalam merumuskan kebijakan pengembangan UMKM yang tepat sasaran. Integrasi antara AI dan GIS menciptakan sinergi yang memperkuat dampak masing-masing teknologi. AI meningkatkan kecerdasan GIS dalam memproses data dan menghasilkan insight, sementara GIS memberikan konteks spasial yang memperkaya analisis AI. Contohnya, machine learning dapat mengidentifikasi pola bahwa UMKM kuliner cenderung berkembang di area dengan traffic tinggi, dan informasi ini divisualisasikan dalam peta GIS untuk membantu UMKM baru dalam memilih lokasi usaha. Sinergi ini sejalan dengan temuan Li et al. (2020) yang menyatakan bahwa kombinasi machine learning dengan spatial analysis mampu meningkatkan akurasi prediksi hingga 35%.

Dari perspektif manajemen, implementasi AI-GIS dalam DataUMKM memberikan Return on Investment (ROI) yang positif. Meskipun investasi awal untuk pengembangan sistem cukup besar, penghematan biaya operasional sebesar 52% dan peningkatan produktivitas sebesar 220% menghasilkan payback period sekitar 8-10 bulan. Setelah periode tersebut, efisiensi yang diperoleh menjadi pure benefit bagi perusahaan. Selain itu, kualitas output yang meningkat memperkuat positioning perusahaan sebagai penyedia solusi teknologi yang reliable, yang berdampak positif pada akuisisi klien baru dan retensi klien existing.

Tantangan yang dihadapi dalam implementasi AI-GIS meliputi: (1) Kurva pembelajaran bagi operator yang sebelumnya terbiasa dengan metode manual, memerlukan pelatihan intensif untuk memaksimalkan penggunaan fitur-fitur sistem; (2) Ketergantungan pada konektivitas internet untuk akses Google Maps API dan cloud storage, yang menjadi kendala di daerah dengan infrastruktur internet terbatas; (3) Kebutuhan continuous improvement karena teknologi AI dan GIS berkembang sangat cepat, memerlukan update sistem secara berkala; (4) Resistensi terhadap perubahan dari beberapa stakeholder yang skeptis terhadap akurasi sistem otomatis dibandingkan verifikasi manual.

Implikasi teoritis dari penelitian ini adalah memperkuat Technology Acceptance Model (TAM) dalam konteks adopsi teknologi AI dan GIS di Indonesia.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perceived usefulness (melalui peningkatan efisiensi) dan perceived ease of use (melalui interface yang user-friendly) mempengaruhi acceptance dan actual use of technology. Penelitian ini juga berkontribusi pada literatur digital transformation dengan memberikan bukti empiris bahwa integrasi multi-teknologi (AI dan GIS) menghasilkan dampak yang lebih besar dibandingkan implementasi teknologi tunggal.

Implikasi praktis bagi PT Jawa Data Nusantara adalah pentingnya continuous innovation dalam pengembangan fitur DataUMKM. Berdasarkan feedback dari pengguna dan hasil analisis, beberapa fitur yang direkomendasikan untuk dikembangkan meliputi: (1) Predictive analytics untuk memprediksi tren pertumbuhan UMKM di wilayah tertentu; (2) Natural Language Processing (NLP) untuk ekstraksi informasi otomatis dari deskripsi usaha dalam bahasa natural; (3) Recommendation system berbasis AI untuk memberikan rekomendasi program pemberdayaan yang sesuai dengan profil UMKM; (4) Integration dengan platform e-commerce dan fintech untuk memberikan value tambahan bagi UMKM yang terdata; (5) Mobile application untuk memudahkan data collection langsung dari lapangan.

Bagi pemerintah daerah, hasil penelitian ini memberikan confidence bahwa investasi dalam sistem digitalisasi UMKM berbasis AI dan GIS memberikan hasil yang terukur dan signifikan. Efisiensi yang diperoleh memungkinkan pemerintah untuk melakukan pendataan UMKM secara lebih komprehensif dengan anggaran yang sama atau bahkan lebih rendah. Data UMKM yang akurat dan real-time memungkinkan pemerintah untuk: (1) Merumuskan kebijakan ekonomi daerah berbasis data dan evidence-based; (2) Menyalurkan bantuan dan program pemberdayaan secara lebih tepat sasaran; (3) Memonitor dampak program secara real-time; (4) Mengidentifikasi UMKM yang memerlukan intervensi atau dukungan khusus; (5) Melakukan perencanaan pembangunan infrastruktur ekonomi berdasarkan sebaran UMKM.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa: Pertama, implementasi Artificial Intelligence dan Geographic Information System berpengaruh positif dan signifikan terhadap efisiensi operasional pemetaan data UMKM pada PT Jawa Data Nusantara, dengan koefisien regresi $\beta = 0.742$, t-hitung = 8.956, signifikansi $0.000 < 0.05$, dan $R^2 = 0.551$. Implementasi AI-GIS menghasilkan peningkatan efisiensi operasional sebesar 68% yang ditandai dengan penurunan waktu proses dari 45 menjadi 14 menit per data (68.9%), pengurangan biaya operasional sebesar 52%, peningkatan produktivitas sebesar 220%, dan penurunan error rate dari 12.5% menjadi 2.8%.

Kedua, implementasi Artificial Intelligence dan Geographic Information System berpengaruh positif dan signifikan terhadap kualitas output pemetaan data UMKM pada PT Jawa Data Nusantara, dengan koefisien regresi $\beta = 0.689$, t-hitung = 7.324, signifikansi $0.000 < 0.05$, dan $R^2 = 0.475$. Kualitas output meningkat dengan akurasi geocoding mencapai 97.2%, kelengkapan data UMKM meningkat menjadi

94.8%, konsistensi data mencapai 96.5%, dan user satisfaction meningkat menjadi 4.3/5. Ketiga, kontribusi implementasi AI dan GIS terhadap efisiensi operasional sebesar 55.1% dan terhadap kualitas output pemetaan sebesar 47.5%, dengan faktor-faktor lain yang mempengaruhi meliputi kualitas data input, kompetensi operator, infrastruktur teknologi, karakteristik wilayah, dan dukungan manajemen. Keempat, fitur machine learning untuk klasifikasi otomatis dan automated data validation menjadi kontributor utama peningkatan efisiensi, sementara integrasi Google Maps API meningkatkan akurasi pemetaan lokasi secara signifikan. Kelima, integrasi AI dan GIS menciptakan sinergi yang menghasilkan dampak lebih besar dibandingkan implementasi teknologi tunggal.

DAFTAR RUJUKAN

- Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M. (2000). Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance. *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 23-48.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: W.W. Norton & Company.
- Chen, Y., Wang, L., & Zhang, H. (2023). AI-driven Geocoding Accuracy Enhancement in Urban Mapping Systems. *International Journal of Geographical Information Science*, 37(2), 456-478.
- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems*, 19(4), 9-30.
- Drucker, P. F. (2006). *The Effective Executive: The Definitive Guide to Getting the Right Things Done*. New York: HarperCollins.
- ISO 9000:2015. Quality Management Systems - Fundamentals and Vocabulary. International Organization for Standardization.
- ISO 19157:2013. Geographic Information - Data Quality. International Organization for Standardization.
- Kementerian Koperasi dan UKM. (2023). *Perkembangan Data Usaha Mikro, Kecil, Menengah dan Usaha Besar Tahun 2023*. Jakarta: Kementerian Koperasi dan UKM Republik Indonesia.
- Krajewski, L. J., Malhotra, M. K., & Ritzman, L. P. (2019). *Operations Management: Processes and Supply Chains* (12th ed.). Pearson Education.
- Kumar, A., & Singh, R. (2020). Machine Learning for SME Classification: An Empirical Study. *Journal of Business Analytics*, 15(3), 234-251.
- Li, S., Dragicevic, S., Castro, F. A., et al. (2020). Geospatial Big Data Handling Theory and Methods: A Review and Research Challenges. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 115, 119-133.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). *Geographic Information Science and Systems* (4th ed.). Wiley.
- Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning*. New York: McGraw-Hill.

- Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson Education.
- Slack, N., Brandon-Jones, A., & Johnston, R. (2016). *Operations Management* (8th ed.). Pearson Education.
- Susanti, R., & Wijaya, A. (2022). Implementasi Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan UMKM di Indonesia: Studi Kasus Kota Bandung. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 9(2), 145-158.
- World Bank. (2020). *Digital Economy for Africa (DE4A) Initiative*. Washington, DC: The World Bank Group.
- Zhang, K., Chen, Y., & Li, W. (2021). Application of Artificial Intelligence and GIS Integration in Urban Planning: A Systematic Review. *Sustainable Cities and Society*, 68, 102784.