

Analisis Teoritis Integrasi *Artificial Intelligence* dalam Sistem Pengelolaan *Smart City*

Melani Natalyna Hutajulu¹, Hisarma Saragih², Ika Rosenta Purba³

^{1,2,3}**Universitas Simalungun, Indonesia**

Corresponding Author: Melani Natalyna Hutajulu, e-mail: melanie.nhutajulu@gmail.com

Published: Januari, 2026

ABSTRAK

Perkembangan urbanisasi dan kompleksitas permasalahan perkotaan menuntut adanya sistem pengelolaan kota yang adaptif, efisien, dan berkelanjutan. Konsep *smart city* hadir sebagai paradigma pembangunan perkotaan berbasis teknologi, di mana *Artificial Intelligence* (AI) memainkan peran strategis dalam mendukung tata kelola kota berbasis data. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara teoritis integrasi *Artificial Intelligence* dalam sistem pengelolaan *smart city* dengan meninjau berbagai perspektif teori dan hasil penelitian terdahulu. Metode penelitian yang digunakan adalah tinjauan pustaka dengan pendekatan kualitatif dan analisis deskriptif. Data diperoleh dari Google Scholar dan sejumlah website kredibel dalam rentang waktu 2008–2026. Dari 50 artikel yang teridentifikasi pada tahap awal, dilakukan seleksi ketat berdasarkan kriteria relevansi dan kualitas, sehingga diperoleh 31 artikel yang dianalisis secara mendalam. Hasil kajian menunjukkan bahwa integrasi AI dalam *smart city* berkontribusi signifikan terhadap peningkatan efisiensi layanan publik, kualitas pengambilan keputusan, serta keberlanjutan pengelolaan perkotaan. Namun demikian, penerapan AI juga menghadapi tantangan etis, sosial, dan kelembagaan, seperti isu privasi data, bias algoritma, kesenjangan digital, dan kesiapan institusi. Oleh karena itu, integrasi AI dalam *smart city* memerlukan pendekatan holistik yang menggabungkan inovasi teknologi, kerangka regulasi dan etika, kolaborasi multi-aktor, serta partisipasi masyarakat guna mewujudkan tata kelola kota yang cerdas, inklusif, dan berkeadilan.

Kata Kunci: *Artificial Intelligence*, *Smart City*, Tata Kelola Perkotaan, Data-Driven Governance, Keberlanjutan Kota

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

PENDAHULUAN

Perkembangan urbanisasi global yang semakin pesat telah menimbulkan berbagai tantangan kompleks bagi kota-kota modern, mulai dari kemacetan lalu lintas, degradasi lingkungan, ketimpangan layanan publik, hingga meningkatnya kebutuhan akan tata kelola kota yang efisien dan berkelanjutan. Dalam konteks ini, konsep *smart city* muncul sebagai paradigma pembangunan perkotaan yang mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat, efisiensi layanan publik, serta daya saing kota. *Smart city* berfokus pada pengelolaan sumber daya kota secara cerdas, inklusif, dan berorientasi pada keberlanjutan jangka panjang (Naibaho et al., 2025).

Seiring dengan berkembangnya konsep *smart city*, *Artificial Intelligence* (AI) menjadi salah satu teknologi kunci yang memiliki potensi strategis dalam mendukung sistem pengelolaan kota cerdas. AI memungkinkan sistem perkotaan untuk melakukan analisis data dalam skala besar, pembelajaran adaptif, serta pengambilan keputusan berbasis prediksi secara real-time. Integrasi AI dalam *smart city* mencakup berbagai sektor, seperti transportasi cerdas, manajemen energi, keamanan publik, pengelolaan limbah, hingga pelayanan administrasi pemerintahan. AI dipandang mampu meningkatkan efektivitas dan responsivitas sistem pengelolaan kota secara signifikan (Suriadi et al., 2024).

Dari perspektif teoritis, konsep *smart city* sering dikaitkan dengan teori sistem sosio-teknis yang memandang kota sebagai suatu ekosistem kompleks yang terdiri dari interaksi antara teknologi, manusia, institusi, dan lingkungan (Carvalho, 2015). Dalam kerangka ini, AI berperan sebagai

komponen teknologi cerdas yang tidak berdiri sendiri, melainkan berinteraksi dengan aktor manusia dan struktur kelembagaan. Integrasi AI yang efektif membutuhkan keselarasan antara inovasi teknologi, kapasitas institusional, serta penerimaan sosial masyarakat, sehingga pengelolaan kota tidak hanya bersifat teknokratis tetapi juga partisipatif dan adaptif.

Literatur lain menekankan bahwa penerapan AI dalam *smart city* juga dapat dianalisis melalui perspektif teori pengambilan keputusan dan *data-driven governance* (Bokhari & Myeong, 2022; Fajri et al., 2025; Lartey & Law, 2025). Teori ini menegaskan bahwa kualitas kebijakan publik sangat dipengaruhi oleh kualitas data dan kemampuan analisis yang digunakan dalam proses perumusan keputusan. AI memungkinkan pemerintah kota untuk memanfaatkan *big data* dari berbagai sumber, seperti sensor IoT, media sosial, dan sistem administrasi, guna menghasilkan kebijakan yang lebih akurat, prediktif, dan berbasis bukti empiris. AI menjadi instrumen penting dalam memperkuat tata kelola kota yang transparan dan akuntabel.

Namun demikian, sejumlah kajian kritis menunjukkan bahwa integrasi AI dalam sistem pengelolaan *smart city* juga menghadirkan tantangan etis, sosial, dan kelembagaan. Isu privasi data, keamanan siber, bias algoritma, serta potensi eksklusi sosial menjadi perhatian utama dalam literatur terkini. Tanpa kerangka regulasi dan etika yang jelas, penerapan AI berisiko memperkuat ketimpangan akses layanan publik dan mengurangi kepercayaan masyarakat terhadap pemerintah (Ma'unah et al., 2025). Integrasi AI perlu dianalisis dari dimensi normatif dan kebijakan publik.

Dalam konteks tata kelola publik, teori *collaborative governance* juga relevan untuk memahami integrasi AI dalam *smart city*. Teori ini menekankan pentingnya kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan masyarakat sipil dalam mengelola inovasi perkotaan (Firman & Rahmawati, 2023; Fonataba, 2025). Implementasi AI yang kompleks membutuhkan keterlibatan multi-aktor, baik dalam tahap perencanaan, pengembangan, maupun evaluasi sistem. Kolaborasi ini menjadi kunci untuk memastikan bahwa teknologi AI yang diterapkan benar-benar menjawab kebutuhan publik dan selaras dengan nilai-nilai sosial yang berlaku.

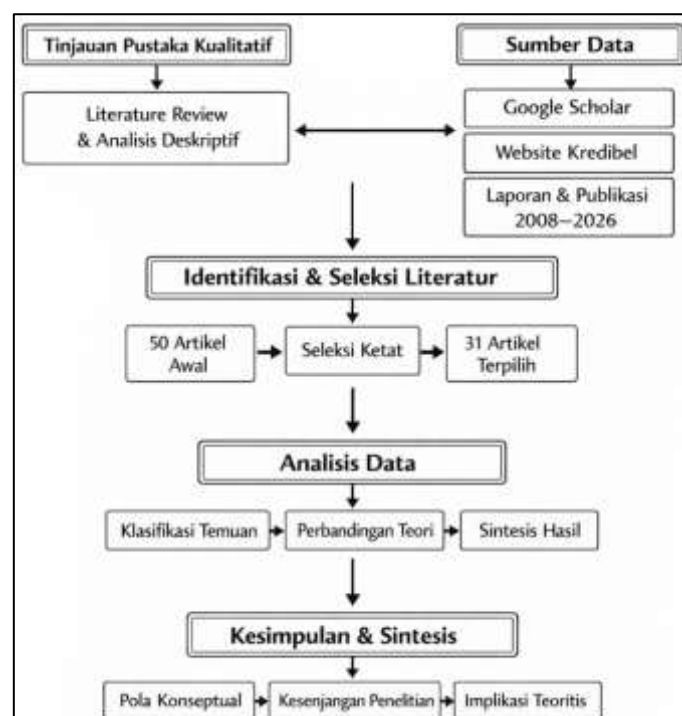
Selain itu, teori keberlanjutan perkotaan (*urban sustainability*) memberikan landasan konseptual untuk menilai dampak jangka panjang integrasi AI dalam *smart city*. AI dapat berkontribusi pada pengurangan emisi karbon, optimalisasi penggunaan energi, dan peningkatan efisiensi layanan kota, yang semuanya mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (Ibrahim & Prasyas, 2025). Namun, literatur juga mengingatkan bahwa penggunaan teknologi canggih harus mempertimbangkan aspek keberlanjutan sosial dan ekonomi, termasuk kesiapan sumber daya manusia dan kesenjangan digital antarwilayah (Jayanthi & Dinaseviani, 2022; Yuliana & Mardianti, 2025).

Berdasarkan tinjauan pustaka tersebut, dapat dinyatakan bahwa integrasi *Artificial Intelligence* dalam sistem pengelolaan *smart city* merupakan fenomena multidimensional yang memerlukan analisis teoritis yang komprehensif. Penelitian ini menjadi penting untuk mengkaji bagaimana berbagai perspektif teori—mulai dari sistem sosio-teknis, tata kelola berbasis data, hingga keberlanjutan perkotaan—dapat digunakan untuk memahami peluang dan tantangan integrasi AI secara holistik. Dengan demikian, analisis teoritis ini diharapkan dapat memberikan kontribusi konseptual bagi pengembangan *smart city* yang cerdas, etis, dan berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan pustaka (*literature review*) dengan pendekatan kualitatif dan analisis deskriptif untuk mengkaji secara teoritis integrasi *Artificial Intelligence* dalam sistem pengelolaan *smart city*. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini tidak bertujuan untuk menguji hipotesis secara kuantitatif, melainkan untuk memahami, menginterpretasikan, dan mensintesis konsep, teori, serta temuan penelitian terdahulu secara mendalam dan kontekstual. Sumber data penelitian diperoleh dari basis data Google Scholar serta beberapa website kredibel yang relevan dengan topik *smart city* dan *Artificial Intelligence*, seperti publikasi lembaga internasional, laporan kebijakan pemerintah, dan portal akademik bereputasi. Proses penelusuran literatur dibatasi pada publikasi yang terbit dalam rentang waktu 2008–2026 guna memastikan relevansi dan kebaruan kajian. Kata kunci yang digunakan meliputi *Artificial Intelligence*, *Smart City*, *AI integration*, *urban governance*, dan *intelligent city management*.

Tahapan pengumpulan data dilakukan melalui proses identifikasi, penyaringan, dan seleksi literatur secara sistematis. Pada tahap awal, diperoleh sebanyak 50 artikel ilmiah yang dinilai relevan berdasarkan judul dan abstrak. Selanjutnya, dilakukan seleksi ketat dengan kriteria inklusi dan eksklusi, antara lain kesesuaian topik dengan fokus penelitian, kejelasan kerangka teoritis, kredibilitas sumber, serta kontribusi terhadap pembahasan integrasi AI dalam *smart city*. Melalui proses ini, jumlah literatur yang digunakan dalam analisis akhir disaring menjadi 31 artikel terpilih. Analisis data dilakukan menggunakan analisis deskriptif-kualitatif, dengan cara mengelompokkan dan membandingkan temuan-temuan utama dari setiap artikel berdasarkan tema, perspektif teori, dan konteks penerapan AI dalam *smart city*. Hasil analisis kemudian disintesis untuk mengidentifikasi pola konseptual, kesenjangan penelitian, serta implikasi teoritis yang relevan. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk menyusun pemahaman komprehensif mengenai integrasi AI dalam pengelolaan *smart city* secara sistematis dan mendalam.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Integrasi *Artificial Intelligence* dalam sistem pengelolaan *smart city* dapat dipahami sebagai konsekuensi logis dari meningkatnya kompleksitas tata kelola perkotaan di era urbanisasi dan digitalisasi global. Kota modern tidak lagi sekadar ruang fisik, melainkan sistem kompleks yang terdiri atas interaksi dinamis antara manusia, infrastruktur, institusi, dan lingkungan yang secara kontinu menghasilkan data dalam volume besar. Dalam kerangka ini, AI diposisikan sebagai komponen strategis yang merekonstruksi cara pemerintah kota merencanakan, mengelola, dan mengevaluasi kebijakan publik. Kemampuan AI dalam mengolah *big data* memungkinkan transformasi paradigma pengelolaan kota dari pendekatan reaktif menuju pendekatan prediktif dan preventif (Cina et al., 2025). Dengan demikian, pengambilan keputusan tidak lagi semata-mata bergantung pada respons terhadap masalah yang telah terjadi, tetapi pada kemampuan sistem untuk mengantisipasi risiko dan peluang secara lebih akurat. Hal ini berimplikasi pada peningkatan efisiensi layanan publik, perbaikan kualitas perencanaan perkotaan, serta penguatan ketahanan kota dalam menghadapi tantangan sosial, ekonomi, dan lingkungan yang semakin kompleks dan tidak pasti.

Dalam perspektif teoritis, teori sistem sosio-teknis memberikan kerangka analitis yang komprehensif untuk memahami dinamika integrasi AI dalam *smart city*. Teori ini menegaskan bahwa keberhasilan penerapan teknologi ditentukan oleh keselarasan dan interaksi antara elemen teknis dan elemen sosial yang melingkupinya (Lee et al., 2008). AI sebagai teknologi cerdas memerlukan

dukungan aktor manusia yang memiliki kompetensi digital, struktur kelembagaan yang adaptif, serta budaya organisasi yang terbuka terhadap inovasi. Tanpa prasyarat tersebut, potensi AI justru dapat terhambat atau bahkan menimbulkan disfungsi sistemik. Dalam konteks pengelolaan kota, hal ini berarti bahwa implementasi AI harus mempertimbangkan kesiapan sumber daya manusia aparatur, fleksibilitas birokrasi, serta nilai-nilai sosial yang berkembang di masyarakat. Ketidakharmonisan antara sistem teknis dan sistem sosial berpotensi memunculkan resistensi birokrasi, rendahnya tingkat adopsi teknologi, serta menurunnya kepercayaan publik terhadap kebijakan *smart city* yang berbasis AI.

Selain teori sosio-teknis, teori tata kelola berbasis data (*data-driven governance*) juga menjadi landasan penting dalam menjelaskan peran strategis AI dalam *smart city*. Teori ini berpandangan bahwa kualitas kebijakan publik sangat ditentukan oleh kemampuan pemerintah dalam mengakses, mengelola, dan menganalisis data secara sistematis dan berkelanjutan (Aditio et al., 2025; Hossin et al., 2023). AI memungkinkan pengolahan data perkotaan secara *real-time* dan terintegrasi, mencakup data mobilitas penduduk, konsumsi energi, kualitas lingkungan, hingga pola perilaku warga. Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dalam kerangka *data-driven governance* mampu meningkatkan akurasi perencanaan kota, menekan inefisiensi penggunaan sumber daya, serta mempercepat respons pemerintah terhadap permasalahan perkotaan yang bersifat kompleks dan lintas sektor (Harahap & Anggraiani, 2025; M Zakiansyah & Sutabri, 2025). AI berperan sebagai katalis dalam pergeseran tata kelola kota menuju model yang lebih *evidence-based*, adaptif, dan responsif terhadap dinamika perubahan sosial dan lingkungan perkotaan.

Meskipun menawarkan berbagai potensi strategis, literatur juga menegaskan bahwa integrasi AI dalam *smart city* tidak terlepas dari tantangan etis dan sosial yang signifikan. Sejumlah penelitian terdahulu mengungkap bahwa algoritma AI berpotensi menghasilkan bias keputusan apabila data yang digunakan bersifat tidak representatif atau mencerminkan ketimpangan struktural yang telah ada. Dalam konteks perkotaan, bias algoritmik dapat berdampak langsung pada distribusi layanan publik, pengawasan keamanan, dan akses terhadap sumber daya kota (Hidayat et al., 2025; Son et al., 2023). Selain itu, isu privasi dan keamanan data menjadi perhatian utama, mengingat sistem *smart city* mengandalkan pengumpulan data warga secara masif dan berkelanjutan. Tanpa regulasi yang kuat dan kerangka etika yang jelas, penggunaan AI berisiko memperkuat ketimpangan sosial, mengurangi hak atas privasi, serta melemahkan legitimasi pemerintah kota. Analisis integrasi AI dalam *smart city* harus secara simultan mempertimbangkan dimensi teknologis, etis, dan keadilan sosial agar transformasi digital perkotaan tidak hanya efisien, tetapi juga inklusif dan berorientasi pada kepentingan publik.

Studi kasus pertama yang relevan dalam konteks integrasi *Artificial Intelligence* dalam *smart city* adalah penerapan sistem transportasi cerdas di Singapura, yang sering dijadikan rujukan global dalam tata kelola perkotaan berbasis teknologi. Pemerintah Singapura mengintegrasikan AI untuk mengelola lalu lintas secara *real-time* melalui pemanfaatan data yang bersumber dari sensor jalan, kamera kota, dan sistem transportasi publik (Chia, 2025). Pendekatan ini memungkinkan analisis pola pergerakan kendaraan secara dinamis serta penyesuaian pengaturan lalu lintas secara prediktif, sehingga berkontribusi pada penurunan tingkat kemacetan dan peningkatan efisiensi mobilitas perkotaan. Namun, literatur menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi AI di Singapura tidak dapat dilepaskan dari kapasitas institusional yang kuat, koordinasi lintas lembaga yang efektif, serta kerangka regulasi yang jelas dan konsisten (Nemko Digital, 2026). Kasus ini menegaskan bahwa AI dalam *smart city* membutuhkan tata kelola yang terpusat namun tetap kolaboratif, serta didukung oleh visi jangka panjang yang menjadikan teknologi sebagai bagian integral dari strategi pembangunan kota yang berkelanjutan dan inklusif.

Studi kasus kedua dapat ditemukan pada implementasi *smart city* berbasis AI di Barcelona, Spanyol, khususnya dalam bidang pengelolaan energi dan layanan publik perkotaan. Barcelona memanfaatkan AI untuk mengoptimalkan konsumsi energi pada gedung-gedung publik dan sistem pencahayaan kota melalui analisis data penggunaan energi dan kondisi lingkungan secara *real-time* (Alwar et al., 2024). Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pendekatan ini berhasil menurunkan emisi karbon serta mengurangi biaya operasional pemerintah kota, sehingga mendukung agenda keberlanjutan perkotaan (Fernández Añez, 2025). Meskipun demikian,

tantangan signifikan muncul dalam integrasi data lintas sektor serta dalam mendorong partisipasi aktif warga dalam sistem *smart city*. Kasus Barcelona mengindikasikan bahwa keberhasilan teknologi AI bergantung pada kemampuan pemerintah kota untuk membangun mekanisme partisipatif dan transparan. Keterlibatan masyarakat menjadi faktor kunci dalam memastikan bahwa implementasi AI berorientasi pada legitimasi sosial dan keberlanjutan jangka panjang sistem *smart city*.

Studi kasus ketiga yang relevan adalah penerapan AI dalam sistem keamanan publik di Tiongkok, khususnya di kota-kota besar seperti Hangzhou, yang dikenal sebagai salah satu pionir dalam pemanfaatan teknologi pengawasan berbasis AI (Weber, 2023). Dalam konteks ini, AI digunakan untuk analisis wajah dan pemantauan keamanan melalui jaringan kamera kota yang terintegrasi, sehingga memungkinkan deteksi dan respons keamanan secara cepat dan efisien. Dari sisi efektivitas teknis, berbagai studi menunjukkan bahwa sistem ini berkontribusi pada peningkatan keamanan publik dan penurunan tingkat kejahatan di wilayah perkotaan. Namun, literatur kritis juga menyoroti risiko serius terkait pelanggaran privasi, pengawasan berlebihan, dan potensi penyalahgunaan data oleh otoritas (Wikipedia, 2026). Kasus Hangzhou menunjukkan bahwa keberhasilan teknis AI tidak selalu sejalan dengan penerimaan sosial dan nilai-nilai demokratis. Integrasi AI dalam sistem keamanan *smart city* menuntut keseimbangan yang cermat antara kebutuhan keamanan, perlindungan kebebasan sipil, dan penerapan prinsip etika teknologi yang transparan dan akuntabel.

Dalam kerangka teori *collaborative governance*, integrasi *Artificial Intelligence* dalam sistem pengelolaan *smart city* idealnya dipahami sebagai proses kolektif yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan masyarakat sipil. Teori ini menekankan bahwa kompleksitas permasalahan publik modern, termasuk tata kelola teknologi cerdas, tidak dapat diselesaikan secara efektif melalui pendekatan hierarkis dan *top-down* semata (Supit et al., 2025). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kolaborasi multi-aktor mampu meningkatkan legitimasi kebijakan, kualitas inovasi, serta keberlanjutan implementasi teknologi perkotaan (Devano et al., 2025). Dalam konteks AI, pendekatan kolaboratif berfungsi sebagai solusi strategis untuk mencegah pengelolaan teknologi yang bersifat elitis dan tertutup. Melalui mekanisme dialog, *co-creation*, dan partisipasi publik, integrasi AI dapat diselaraskan dengan kebutuhan nyata masyarakat, sehingga mengurangi resistensi sosial dan meningkatkan kepercayaan publik terhadap sistem *smart city* berbasis AI.

Permasalahan struktural lain yang kerap muncul dalam integrasi AI pada *smart city* adalah kesenjangan digital dan keterbatasan kapasitas sumber daya manusia, khususnya di kota-kota pada negara berkembang. Keterbatasan infrastruktur digital, rendahnya literasi teknologi, serta minimnya tenaga ahli menjadi hambatan utama dalam adopsi AI secara optimal. Literatur menunjukkan bahwa solusi atas permasalahan ini tidak dapat dilakukan secara instan, melainkan melalui strategi bertahap dan berkelanjutan (Isabella et al., 2024; Pramudya & Indra, 2025). Investasi progresif pada infrastruktur digital, penguatan kapasitas aparatur pemerintah melalui pelatihan dan *reskilling*, serta pengembangan kemitraan strategis dengan sektor swasta dan perguruan tinggi menjadi pendekatan yang paling realistis. Pendekatan kolaboratif ini memungkinkan terjadinya transfer pengetahuan dan teknologi secara berkelanjutan, sekaligus mengurangi beban fiskal pemerintah kota dalam jangka pendek dan menengah.

Selain aspek teknis dan kapasitas, keberhasilan integrasi AI dalam *smart city* sangat bergantung pada keberadaan kerangka regulasi dan etika yang jelas dan implementatif. Berbagai penelitian menekankan pentingnya pengembangan pedoman etika AI yang menitikberatkan pada prinsip transparansi algoritma, perlindungan data pribadi, keadilan keputusan, dan akuntabilitas institusional (Judijanto & Harsya, 2025). Regulasi yang adaptif dan partisipatif menjadi solusi kunci untuk mengantisipasi risiko penyalahgunaan teknologi, tanpa menghambat laju inovasi. Pemerintah kota dapat memastikan bahwa kebijakan AI mencerminkan nilai-nilai sosial yang disepakati bersama dengan melibatkan publik dan pemangku kepentingan dalam perumusan regulasi. Dalam kerangka ini, AI tidak lagi dipersepsikan sebagai instrumen kontrol dan pengawasan, melainkan sebagai alat pemberdayaan yang memperkuat hak warga dan kualitas pelayanan publik.

Secara keseluruhan, pembahasan ini menegaskan bahwa integrasi *Artificial Intelligence* dalam sistem pengelolaan *smart city* merupakan proses multidimensional yang melibatkan dimensi

teknologis, sosial, etis, dan kelembagaan secara simultan. Teori-teori yang relevan, hasil penelitian terdahulu, serta studi kasus empiris menunjukkan bahwa keberhasilan AI tidak semata-mata ditentukan oleh kecanggihan teknologi, tetapi oleh kualitas tata kelola, kesiapan institusi, dan tingkat partisipasi publik. Oleh karena itu, solusi yang ditawarkan harus bersifat holistik dan integratif, mencakup penguatan kolaborasi multi-aktor, peningkatan kapasitas sumber daya manusia, pengurangan kesenjangan digital, serta penyusunan regulasi dan etika AI yang kontekstual. Pendekatan ini menjadi kunci utama dalam mewujudkan *smart city* yang inklusif, berkeadilan, dan berorientasi pada kesejahteraan masyarakat secara berkelanjutan.

Tabel 1. Temuan Utama dan Pembahasan Integrasi *Artificial Intelligence* dalam Sistem Pengelolaan *Smart City*

No	Aspek Pembahasan	Temuan Utama	Implikasi Analitis
1	Peran Strategis AI dalam Smart City	AI berfungsi sebagai komponen strategis yang mentransformasi tata kelola kota dari reaktif menjadi prediktif dan preventif melalui pengolahan big data.	Meningkatkan efisiensi layanan publik, kualitas perencanaan, serta ketahanan kota terhadap risiko sosial, ekonomi, dan lingkungan.
2	Perspektif Teori Sistem Sosio-Teknis	Keberhasilan AI ditentukan oleh keselarasan antara sistem teknis dan sistem sosial, termasuk SDM, institusi, dan budaya organisasi.	Implementasi AI memerlukan kesiapan birokrasi, kompetensi digital aparatur, dan penerimaan sosial untuk mencegah disfungsi sistem.
3	Data-Driven Governance	AI mendukung pengambilan kebijakan berbasis data real-time dan terintegrasi lintas sektor perkotaan.	Tata kelola kota menjadi lebih evidence-based, adaptif, dan responsif terhadap dinamika perkotaan yang kompleks.
4	Tantangan Etis dan Sosial	Risiko bias algoritmik, pelanggaran privasi, dan ketimpangan sosial muncul akibat penggunaan data yang tidak representatif dan regulasi yang lemah.	Diperlukan kerangka etika dan regulasi yang kuat agar AI tidak melemahkan keadilan sosial dan legitimasi pemerintah kota.
5	Studi Kasus Singapura (Transportasi)	AI berhasil menurunkan kemacetan dan meningkatkan efisiensi mobilitas melalui manajemen lalu lintas real-time.	Keberhasilan sangat bergantung pada kapasitas institusional, koordinasi lintas lembaga, dan regulasi yang konsisten.
6	Studi Kasus Barcelona (Energi & Layanan Publik)	AI mampu mengoptimalkan konsumsi energi, menurunkan emisi karbon, dan mengurangi biaya operasional kota.	Partisipasi publik dan integrasi data lintas sektor menjadi faktor penentu keberlanjutan sistem smart city.
7	Studi Kasus Hangzhou (Keamanan Publik)	AI meningkatkan efektivitas keamanan dan respons cepat melalui pengawasan berbasis kamera dan analisis wajah.	Keberhasilan teknis harus diimbangi dengan perlindungan privasi, kebebasan sipil, dan etika teknologi.
8	Collaborative Governance	Kolaborasi multi-aktor meningkatkan legitimasi, kualitas inovasi, dan keberlanjutan implementasi AI.	Pendekatan partisipatif mengurangi resistensi sosial dan memperkuat kepercayaan publik terhadap smart city.
9	Kesenjangan Digital & Kapasitas SDM	Keterbatasan infrastruktur dan literasi digital menghambat adopsi AI, terutama di negara berkembang.	Solusi bertahap melalui investasi digital, pelatihan SDM, dan kemitraan strategis menjadi kunci adopsi berkelanjutan.
10	Regulasi dan Etika	Regulasi adaptif dan pedoman etika	AI dapat berfungsi sebagai alat

	AI	AI diperlukan untuk menjamin transparansi, akuntabilitas, dan perlindungan data.	pemberdayaan publik jika diatur secara partisipatif dan kontekstual.
11	Sintesis Keseluruhan	Integrasi AI merupakan proses multidimensional yang melibatkan aspek teknologis, sosial, etis, dan kelembagaan.	Pendekatan holistik dan integratif menjadi syarat utama terwujudnya smart city yang inklusif dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi *Artificial Intelligence* dalam sistem pengelolaan *smart city* merupakan pendekatan strategis yang mampu menjawab kompleksitas permasalahan perkotaan modern secara lebih adaptif, efisien, dan berkelanjutan. Berdasarkan tinjauan pustaka dan analisis teoritis, AI berperan penting dalam mendukung tata kelola kota berbasis data, pengambilan keputusan prediktif, serta optimalisasi layanan publik di berbagai sektor seperti transportasi, energi, keamanan, dan administrasi pemerintahan. Namun demikian, keberhasilan integrasi AI tidak semata-mata ditentukan oleh kecanggihan teknologi, melainkan sangat bergantung pada kesiapan institusional, kerangka regulasi, etika penggunaan teknologi, serta penerimaan sosial masyarakat. Dengan demikian, integrasi AI dalam *smart city* harus dipahami sebagai proses multidimensional yang melibatkan interaksi antara sistem teknis dan sistem sosial secara simultan.

Implikasi teoretis dari penelitian ini menunjukkan bahwa kajian *smart city* berbasis AI perlu diletakkan dalam kerangka sistem sosio-teknis, tata kelola berbasis data, dan keberlanjutan perkotaan secara terpadu. Penelitian ini memperkaya literatur dengan menegaskan bahwa AI tidak dapat dianalisis secara teknokratis semata, melainkan harus dikaitkan dengan teori tata kelola publik dan kolaborasi multi-aktor. Secara praktis, temuan penelitian ini memberikan implikasi bagi pemerintah kota dalam merancang kebijakan *smart city* yang lebih holistik, dengan menyeimbangkan inovasi teknologi dan perlindungan kepentingan publik. Selain itu, implikasi kebijakan menekankan pentingnya penyusunan *roadmap* AI, penguatan kapasitas sumber daya manusia, serta pengembangan regulasi dan pedoman etika guna memastikan bahwa penerapan AI benar-benar mendukung kesejahteraan dan keadilan sosial di perkotaan.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dicermati. Pertama, penelitian ini bersifat tinjauan pustaka dengan pendekatan kualitatif, sehingga tidak melibatkan data empiris lapangan yang dapat menggambarkan implementasi AI dalam *smart city* secara langsung. Kedua, sumber data dibatasi pada artikel dan dokumen yang tersedia di Google Scholar serta website kredibel dalam rentang waktu 2008–2026, sehingga masih dimungkinkan adanya publikasi relevan di luar cakupan tersebut yang belum terakomodasi. Ketiga, analisis bersifat deskriptif-teoritis sehingga belum mengevaluasi efektivitas implementasi AI secara kuantitatif atau komparatif antar kota secara mendalam. Keterbatasan ini berpotensi memengaruhi generalisasi temuan penelitian.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengombinasikan pendekatan tinjauan pustaka dengan studi empiris, seperti studi kasus lapangan atau metode campuran (*mixed methods*), guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai integrasi AI dalam *smart city*. Penelitian mendatang juga dapat memperluas cakupan wilayah kajian, khususnya pada kota-kota di negara berkembang, untuk mengidentifikasi dinamika implementasi AI dalam konteks keterbatasan sumber daya. Selain itu, diperlukan kajian lebih lanjut mengenai model tata kelola dan kerangka etika AI yang kontekstual dan aplikatif. Bagi pembuat kebijakan, disarankan untuk menjadikan hasil penelitian ini sebagai dasar dalam merancang kebijakan *smart city* yang berorientasi pada manusia, inklusif, dan berkelanjutan, sehingga teknologi AI memperkuat legitimasi dan kepercayaan publik.

DAFTAR PUSTAKA

Aditio, B., Aldri Finaldi, & Asnil Asnil. (2025). Tantangan dan Strategi Data Driven Policy di Indonesia. *Parlemerter: Jurnal Studi Hukum Dan Administrasi Publik*, 2(4), 53–62. <https://doi.org/10.62383/parlemerter.v2i4.1409>

- Alwar, B., Edgardo, H., & Faustino, E. (2024). Integrating IoT and Artificial Intelligence for Sustainable Smart City Development: A Case Study Approach. *ITEJ (Information Technology Engineering Journals)*, 9(2), 80–90. <https://doi.org/10.24235/itej.v9i2.137>
- Bokhari, S. A. A., & Myeong, S. (2022). Use of Artificial Intelligence in Smart Cities for Smart Decision-Making: A Social Innovation Perspective. *Sustainability*, 14(2), 620. <https://doi.org/10.3390/su14020620>
- Carvalho, L. (2015). Smart cities from scratch? A socio-technical perspective. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 8(1), 43–60. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsu010>
- Chia, A. (2025). *Smart traffic management are in place to manage traffic flow*. Land Transport Authority. <https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/newsroom/2025/10/media-replies/smart-traffic-management-are-in-place-to-manage-traffic-flow.html>
- Cina, E., Elbasi, E., Elmazi, G., & AlArnaout, Z. (2025). The Role of AI in Predictive Modelling for Sustainable Urban Development: Challenges and Opportunities. *Sustainability*, 17(11), 5148. <https://doi.org/10.3390/su17115148>
- Devano, A. G., Maya Mulya Lusiana, Zafira Aulia, Ferdian Adyatma, Viola Vinna Wandini, & Prisca Kiki Wulandari. (2025). Kolaborasi Antar Aktor dalam Penyediaan Layanan Publik di Kota Malang: Studi pada Layanan Job Fair Active Learning. *Journal of Innovative and Creativity*, 5(2), 5212–5223.
- Fajri, T. I., Rahayu, N., Eldo, H., Chrisnawati, G., & Shaulita, R. (2025). Integrasi Big Data dan AI untuk Pengambilan Keputusan dalam Smart City. *Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi)*, 9(2), 783–789. <https://doi.org/10.35870/jtik.v9i2.3860>
- Fernández Añez, M. V. (2025). AI Cities Strategy Conceptual Model. *Street Art & Urban Creativity*, 11(7), 73–98. <https://doi.org/10.62161/sauc.v11.6026>
- Firman, F., & Rahmawati, R. (2023). Tata Kelola Smart City Dalam Perspektif Collaboratif Governance. *The Indonesian Journal of Public Administration (IJPA)*, 9(1), 15–26. <https://doi.org/10.52447/ijpa.v9i1.6903>
- Fonataba, J. (2025). Kolaborasi Pemerintah, Swasta, dan Masyarakat dalam Peningkatan Kualitas Pelayanan Dasar di Merauke. *Jejak Digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(4), 1376–1395. <https://doi.org/10.63822/vmthgf73>
- Harahap, H. H., & Anggraiani, R. (2025). Integrasi AI Dalam Perencanaan Tata Ruang: Mendorong Ekosistem Ekonomi Global Yang Berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Komputer Dan Sains*, 3(1), 53–67.
- Hidayat, T., Nugraha, H. D., & Ramzi, M. N. (2025). Penggunaan Artificial Intelligence dalam Media dan Literasi Digital: Peluang dan Tantangan. *JIIIC: Jurnal Intelek Insan Cendekia*, 2(6), 11831–11840.
- Hossin, M. A., Du, J., Mu, L., & Asante, I. O. (2023). Big Data-Driven Public Policy Decisions: Transformation Toward Smart Governance. *Sage Open*, 13(4), 1–19. <https://doi.org/10.1177/21582440231215123>
- Ibrahim, S. M., & Prasyas, A. (2025). Integrasi Teknologi AI dalam Perancangan Smart Building: Studi Implementasi dan Efisiensi Energi. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Arsitektur*, 1(1), 61–72.
- Isabella, I., Alfitri, A., Saptawan, A., Nengyanti, N., & Baharuddin, T. (2024). Empowering Digital Citizenship in Indonesia: Navigating Urgent Digital Literacy Challenges for Effective Digital Governance. *Journal of Governance and Public Policy*, 11(2), 142–155. <https://doi.org/10.18196/jgpp.v11i2.19258>
- Jayanthi, R., & Dinaseviani, A. (2022). Kesenjangan Digital dan Solusi yang Diterapkan di Indonesia Selama Pandemi COVID-19. *JURNAL IPTEKKOM Jurnal Ilmu Pengetahuan & Teknologi Informasi*, 24(2), 187–200. <https://doi.org/10.17933/iptekkom.24.2.2022.187-200>
- Judijanto, L., & Harsya, R. M. K. (2025). Etika dan Hukum dalam Penggunaan Artificial Intelligence terhadap Privasi Digital di Indonesia. *Sanskara Hukum Dan HAM*, 3(3), 141–149.
- Lartey, D., & Law, K. M. Y. (2025). Artificial intelligence adoption in urban planning governance: A systematic review of advancements in decision-making, and policy making. *Landscape and Urban Planning*, 258, 105337. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2025.105337>
- Lee, S. M., Kim, K., Paulson, P., & Park, H. (2008). Developing a socio-technical framework for business-IT alignment. *Industrial Management & Data Systems*, 108(9), 1167–1181. <https://doi.org/10.1108/02635570810914874>

- M Zakiansyah, & Sutabri, T. (2025). Integrasi Internet of Things (IoT) dan Kecerdasan Buatan (AI) untuk Smart City di Indonesia. *Jurnal Sains Student Research*, 3(2), 346–354.
- Ma'unah, I., Safitri Musyarofah, Al Fiola Zulfah Az Zahra, & Yenitasari Agrariyanti. (2025). Pancasila dan Artificial Intelligence: Analisis Etis atas Regulasi AI di Indonesia. *LITERA*, 2(5), 718–746.
- Naibaho, A. R., Jingga Diningtyas, Siska Amelia Utami, Yesa Aprilia Manik, & Andre Ariesmansyah. (2025). Efektivitas Aplikasi Bandung Smart City dalam Meningkatkan Kualitas Pelayanan Publik: Analisis Transformasi Digital 2024. *PAMARENDA: Public Administration and Government Journal*, 5(1), 336–346.
- Nemko Digital. (2026). *Singapore's AI regulation overview. Learn about AI policy framework, ethics guidelines & compliance strategies for Southeast Asia's AI hub*. Nemko Digital. <https://digital.nemko.com/regulations/singapore-ai-regulation>
- Pramudya, L., & Indra, E. N. (2025). Evaluasi Implementasi Komponen Smart City di Bali : Literature Review. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 24(1), 9–22.
- Son, T. H., Weedon, Z., Yigitcanlar, T., Sanchez, T., Corchado, J. M., & Mehmood, R. (2023). Algorithmic urban planning for smart and sustainable development: Systematic review of the literature. *Sustainable Cities and Society*, 94, 104562. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104562>
- Supit, B. F., Polii Einjelheart Hansiden, & Ressy Mewengkang. (2025). Konsep dan Implementasi Kepemimpinan Kolaboratif dalam Organisasi Sektor Publik. *Konstruksi Sosial: Jurnal Penelitian Ilmu Sosial*, 5(1), 32–44.
- Suriadi, H., Mulyono, M., & Lovita, W. (2024). Pemanfaatan Teknologi AI untuk Meningkatkan Kualitas dan Responsivitas Pelayanan Publik di Era Digital. *Jurnal Media Ilmu*, 3(2), 107–132. <https://doi.org/10.31869/jmi.v3i2.6069>
- Weber, V. (2023). *China's Smart Cities and the Future of Geopolitics*. German Council on Foreign Relations. <https://dgap.org/en/research/publications/chinas-smart-cities-and-future-geopolitics>
- Wikipedia. (2026). *City Brain*. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/City_Brain
- Yuliana, M. D., & Mardianti, F. (2025). Adoption of Artificial Intelligence Technology in Human Resource Management in Digital Office Management. *International Journal Administration, Business & Organization*, 6(3), 352–364. <https://doi.org/10.61242/ijabo.25.621>