

Integrasi Internet of Things (IoT) dan Kecerdasan Buatan (AI) untuk Smart City di Indonesia

Integration of the Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI) for Smart Cities in Indonesia

¹Rusnai Rahayu, ²Salma Damayanti, ³Ribi Yani Pasaribu, ⁴Muhammad Ryan Singal, ⁵Sahril Sahbana

Prodi Teknologi Informasi, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, Universitas
Islam Negeri Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidimpuan

rusnairahayu@uinsyahada.ac.id¹, salmadamayantiharahap@gmail.com²,
ribianip@gmail.com³, muhammadryansingal76@gmail.com⁴,
sahrilawesome0374@gmail.com⁵

Abstract

Amidst accelerating urbanization and digitalization, major cities in Indonesia face pressure to improve efficiency, sustainability, and the quality of life for their citizens. The transformation toward a smart city concept is becoming increasingly important as an adaptive and responsive urban management strategy to today's challenges. Two key technologies, IoT and AI have the potential to become the foundation for this transformation, through real-time data collection and intelligent analytics. This article aims to review the role and potential of IoT and AI integration in smart city development in Indonesia, as well as evaluate the challenges and opportunities arising from the implementation of these two technologies. The approach used is a literature review using descriptive-qualitative methods and thematic analysis of local and international publications, including a number of smart city initiatives in Indonesia (e.g., cities that have begun adopting IoT/AI). Data was collected through journal reviews, practical reports, and policy documents. The study results indicate that the integration of IoT and AI enables improvements in city operational efficiency (e.g., energy management, intelligent transportation, waste management) and the quality of public services. For example, research related to IoT shows an increase in operational efficiency of up to 10% and a reduction in energy consumption after the implementation of IoT in one Indonesian city. However, significant challenges remain, such as limited infrastructure, data security and privacy issues, and a shortage of skilled human resources in the IoT/AI field. Future opportunities include developing a data ecosystem, strengthening regulations and interoperability standards, and empowering city residents (smart people) as agents of transformation. The integration of IoT and AI is a crucial strategy in developing smart cities in Indonesia to achieve efficiency, sustainability, and improve the quality of life. To optimally realize this, strategic steps are needed: building adequate digital infrastructure, improving technological literacy and human resource competency, enforcing data security and privacy, and multi-stakeholder collaboration including local governments, the private sector, and the community. These recommendations are expected to support the creation of a more integrated and sustainable smart city ecosystem.

Keywords: *Keywords: Smart City, Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), Smart City, Digital Transformation, Indonesia*

Abstrak

Di tengah percepatan urbanisasi dan digitalisasi, kota-kota besar di Indonesia menghadapi tekanan peningkatan efisiensi, keberlanjutan, dan kualitas hidup warga. Transformasi menuju konsep smart city menjadi semakin penting sebagai strategi pengelolaan perkotaan yang adaptif dan responsif terhadap tantangan masa kini. Dua teknologi utama, IoT dan AI berpotensi menjadi fondasi bagi transformasi tersebut, melalui pengumpulan data real-time dan analisis cerdas. Artikel ini bertujuan untuk meninjau peran dan potensi integrasi IoT dan AI dalam pengembangan smart city di Indonesia, serta mengevaluasi tantangan dan peluang yang muncul dari penerapan kedua teknologi tersebut. Pendekatan yang digunakan adalah studi literatur dengan metode deskriptif-kualitatif dan analisis tematik terhadap publikasi lokal dan internasional, termasuk sejumlah inisiatif kota pintar di Indonesia (misalnya kota-kota yang mulai mengadopsi IoT/AI). Data dikumpulkan melalui tinjauan jurnal, laporan praktis, dan dokumen kebijakan. Hasil kajian menunjukkan bahwa integrasi IoT dan AI memungkinkan peningkatan efisiensi operasional kota (contoh: manajemen energi, transportasi cerdas, pengelolaan sampah) dan peningkatan kualitas layanan publik. Sebagai contoh, penelitian terkait IoT menunjukkan peningkatan efisiensi operasional hingga 10 % dan pengurangan konsumsi energi setelah penerapan IoT di salah satu kota Indonesia. Namun, tantangan signifikan masih ada seperti keterbatasan infrastruktur, isu keamanan dan privasi data, serta kekurangan SDM terampil di bidang IoT/AI. Peluang ke depan meliputi pengembangan ekosistem data, penguatan regulasi dan standar interoperabilitas, serta pemberdayaan masyarakat kota (smart people) sebagai agen transformasi. Integrasi IoT dan AI menjadi strategi penting dalam pengembangan kota pintar di Indonesia untuk mencapai efisiensi, keberlanjutan, dan peningkatan kualitas hidup. Untuk merealisasikannya secara optimal, diperlukan langkah strategis: pembangunan infrastruktur digital yang memadai, peningkatan literasi teknologi dan kompetensi SDM, penegakan keamanan data dan privasi, serta kolaborasi multi-pemangku kepentingan termasuk pemerintah lokal, sektor swasta, dan masyarakat. Rekomendasi ini diharapkan dapat mendukung terciptanya ekosistem smart city yang lebih terintegrasi dan berkelanjutan.

Kata kunci: Smart City, Internet of Things (IoT), Kecerdasan Buatan (AI), Kota Pintar, Transformasi Digital, Indonesia

INTRODUCTION

Konsep Smart City atau kota cerdas merupakan strategi utama dalam menghadapi tantangan urbanisasi global yang semakin kompleks. Kota cerdas berfokus pada pemanfaatan teknologi digital, khususnya Internet of Things (IoT) dan Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence/AI), untuk menciptakan tata kelola kota yang efisien, berkelanjutan, serta mampu meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Integrasi antara IoT dan AI mendorong otomatisasi, pengumpulan data secara real-time, analisis cerdas, dan pengambilan keputusan berbasis data, yang secara signifikan mengubah cara kota beroperasi dan berinteraksi dengan warganya. Indonesia, sebagai negara dengan jumlah penduduk terbesar keempat di dunia dan tingkat urbanisasi yang meningkat pesat, menghadapi berbagai persoalan klasik di wilayah perkotaan, seperti kemacetan lalu lintas, polusi udara, pengelolaan sampah, ketidakmerataan layanan publik, dan keamanan. Beberapa kota besar seperti Jakarta, Bandung, Surabaya, dan Makassar telah memulai inisiatif Smart City dengan memanfaatkan teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi layanan publik. Namun, transformasi menuju kota cerdas di Indonesia masih menghadapi

tantangan berupa keterbatasan infrastruktur, kesiapan sumber daya manusia, serta regulasi dan koordinasi antar pemangku kepentingan yang belum optimal. Penelitian ini berfokus pada integrasi antara teknologi Internet of Things (IoT) dan Kecerdasan Buatan (AI) dalam pengembangan Smart City di Indonesia. Integrasi keduanya menjadi kunci dalam menciptakan sistem perkotaan yang adaptif, proaktif, dan responsif terhadap perubahan lingkungan maupun kebutuhan masyarakat. Melalui penerapan sensor berbasis IoT, kota dapat mengumpulkan data lingkungan dan sosial secara real-time, sedangkan AI dapat menganalisis data tersebut untuk mendeteksi pola, memprediksi masalah, dan memberikan rekomendasi kebijakan yang tepat. Contohnya, pengaturan lalu lintas berbasis AI dapat mengatur lampu lalu lintas sesuai dengan volume kendaraan yang terdeteksi, sehingga mengurangi kemacetan dan meningkatkan efisiensi mobilitas kota. Meskipun konsep Smart City telah banyak diterapkan di berbagai negara maju, penelitian yang secara khusus mengkaji integrasi IoT dan AI dalam konteks sosial, budaya, dan ekonomi Indonesia masih terbatas. Hambatan seperti kurangnya infrastruktur digital, minimnya literasi teknologi, dan risiko etika terkait privasi data serta bias algoritma menjadi tantangan yang perlu dikaji lebih dalam. Oleh karena itu, penelitian mengenai penerapan dan integrasi kedua teknologi ini menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa pembangunan Smart City di Indonesia tidak hanya bersifat teknologi-sentris, tetapi juga inklusif dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi dan tantangan integrasi IoT dan AI dalam mewujudkan Smart City di Indonesia, serta memberikan rekomendasi strategis bagi pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat dalam mengoptimalkan penerapan teknologi tersebut. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat mendukung pengembangan kebijakan berbasis data, meningkatkan efisiensi layanan publik, memperkuat transformasi digital nasional, serta mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkeadilan dan berkelanjutan bagi seluruh lapisan masyarakat.

RESEARCH METHODS

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik melalui jaringan internet sehingga dapat saling berkomunikasi dan bertukar data secara otomatis tanpa campur tangan manusia. IoT mencakup berbagai perangkat seperti sensor, aktuator, kamera, dan perangkat wearable yang mampu mengumpulkan serta mengirimkan data secara real-time. Menurut Gubbi et al. (2013), IoT memungkinkan terbentuknya sistem yang cerdas, adaptif, dan responsif terhadap perubahan lingkungan. Dalam konteks Smart City, IoT berfungsi sebagai tulang punggung sistem pengumpulan data dari berbagai sektor, seperti transportasi, cuaca, kualitas udara, dan manajemen limbah. Melalui kemampuan ini, IoT berperan penting dalam membangun kota yang efisien, berkelanjutan, dan terkoneksi secara digital. Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence/AI) adalah bidang ilmu komputer yang berfokus pada pengembangan sistem yang mampu melakukan tugas-tugas yang biasanya memerlukan kecerdasan manusia, seperti pengenalan pola, pengambilan keputusan, dan pembelajaran dari data. Menurut Russell dan Norvig (2020), AI memiliki kekuatan utama dalam kemampuannya mengotomatisasi pengambilan keputusan secara adaptif dan kontekstual. Dalam Smart City, AI digunakan untuk menganalisis big data yang dikumpulkan oleh

sistem IoT, sehingga dapat memberikan wawasan yang berguna bagi pemerintah dan masyarakat. Contohnya, AI dapat digunakan untuk memprediksi kemacetan lalu lintas, mendeteksi pelanggaran hukum, hingga mengoptimalkan penggunaan energi di gedung pintar (smart building). Dengan demikian, AI menjadi elemen penting dalam mendukung efisiensi dan pengambilan keputusan berbasis data.

Konsep Smart City merujuk pada pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk meningkatkan efisiensi layanan publik, menjaga keberlanjutan lingkungan, serta meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Smart City mencakup berbagai dimensi seperti smart governance, smart mobility, smart environment, dan smart living. Menurut Hashem et al. (2016), integrasi antara IoT dan AI dalam Smart City memungkinkan perencanaan dan pengelolaan kota yang lebih proaktif melalui pemantauan data secara real-time serta analisis prediktif. Di Indonesia, implementasi konsep ini diwujudkan melalui program “100 Smart City” oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika (KOMINFO), di mana kota-kota besar seperti Jakarta, Bandung, dan Surabaya telah memanfaatkan teknologi IoT dan AI dalam berbagai aspek pelayanan publik, transportasi, dan mitigasi bencana. Meskipun demikian, hambatan seperti keterbatasan infrastruktur, sumber daya manusia, dan regulasi masih menjadi tantangan utama dalam penerapannya. Transformasi digital adalah proses adopsi dan penerapan teknologi digital secara strategis oleh organisasi untuk mengubah cara mereka beroperasi, berinteraksi dengan pelanggan, serta menciptakan nilai bisnis. Menurut definisi umum, transformasi digital tidak hanya berkaitan dengan penerapan teknologi, tetapi juga mencakup perubahan budaya dan operasional dalam organisasi. Teknologi seperti AI, IoT, cloud computing, dan big data menjadi pendorong utama dalam menciptakan efisiensi dan inovasi di berbagai sektor. Dalam konteks industri dan pemerintahan, penerapan AI dan IoT memungkinkan otomatisasi, real-time monitoring, pengambilan keputusan berbasis data, serta peningkatan layanan publik. Dengan demikian, transformasi digital berperan penting dalam mendorong terbentuknya ekosistem kota cerdas yang berdaya saing dan berkelanjutan. Integrasi antara IoT dan AI membentuk sinergi yang kuat dalam mendukung Smart City dan transformasi digital. IoT berfungsi sebagai pengumpul data real-time dari berbagai sumber, sementara AI bertugas menganalisis data tersebut untuk menghasilkan keputusan yang cerdas dan efisien. Kombinasi keduanya memungkinkan terciptanya sistem perkotaan yang adaptif, efisien, dan berkelanjutan. Dalam konteks Indonesia, integrasi ini berpotensi besar dalam mempercepat digitalisasi layanan publik, meningkatkan efisiensi energi, serta memperkuat ketahanan kota terhadap tantangan sosial dan lingkungan.

RESULTS AND DISCUSSION

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kepustakaan (library research). Pendekatan ini digunakan untuk menggali dan menganalisis berbagai literatur ilmiah yang berkaitan dengan integrasi Internet of Things (IoT) dan Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence/AI) dalam pengembangan Smart City di Indonesia. Fokus utama penelitian ini adalah memahami bagaimana penerapan kedua teknologi tersebut dapat meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan inovasi dalam tata kelola perkotaan.

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini bersifat sekunder, meliputi jurnal ilmiah nasional dan internasional, laporan pemerintah, dokumen

kebijakan publik, artikel berita teknologi, serta laporan dari lembaga dan organisasi internasional yang relevan. Pemilihan literatur dilakukan dengan kriteria tertentu, yaitu: (1) diterbitkan antara tahun 2018–2025, (2) membahas topik terkait IoT, AI, dan Smart City, serta (3) memiliki relevansi dengan konteks penerapan di Indonesia atau kota-kota berkembang. Dari hasil penelusuran, terdapat 24 publikasi penelitian yang memenuhi kriteria dan dijadikan dasar analisis. Proses pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran sistematis di basis data ilmiah seperti Google Scholar, Scopus, dan ScienceDirect dengan kata kunci “Smart City,” “Internet of Things,” dan “Artificial Intelligence.” Setiap literatur yang terpilih kemudian dibaca secara mendalam untuk mengekstraksi informasi terkait dampak, peluang, dan tantangan implementasi IoT dan AI. Analisis data dilakukan secara tematik, yaitu dengan mengidentifikasi pola, hubungan antar konsep, serta tren yang muncul dalam berbagai penelitian sebelumnya. Sintesis data dilakukan dengan menggabungkan hasil temuan dari berbagai sumber untuk menghasilkan pemahaman komprehensif mengenai integrasi IoT dan AI dalam Smart City. Teknik sintesis ini melibatkan proses komparasi dan interpretasi terhadap hasil penelitian terdahulu, disertai studi kasus pada beberapa kota di Indonesia seperti Jakarta, Bandung, dan Surabaya. Hasil sintesis digunakan untuk menggambarkan kondisi aktual, tantangan implementasi, serta peluang pengembangan kota cerdas berbasis teknologi di Indonesia.

DISCUSSION

a. Internet of Things (IoT)

IoT merupakan jaringan perangkat yang saling terhubung dan mampu berkomunikasi secara otomatis melalui internet. Dalam konteks Smart City, IoT berperan dalam mengumpulkan data dari berbagai sumber seperti sensor lingkungan, kamera lalu lintas, dan sistem transportasi publik (Everant, 2024). Data yang dikumpulkan digunakan untuk pemantauan dan pengambilan keputusan secara cepat dan tepat.

b. Kecerdasan Buatan (AI)

AI adalah cabang ilmu komputer yang memungkinkan mesin memproses data dan membuat keputusan layaknya manusia. Teknologi ini mencakup pembelajaran mesin (machine learning), pengenalan pola, dan analisis prediktif. Dalam Smart City, AI digunakan untuk mengoptimalkan sistem transportasi, mendeteksi anomali keamanan, serta memprediksi kebutuhan energy

Integrasi teknologi Internet of Things (IoT) dan Kecerdasan Buatan (AI) dalam pengembangan Smart City di Indonesia menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi tata kelola kota, kualitas layanan publik, dan keberlanjutan lingkungan. Berdasarkan hasil kajian literatur dari berbagai jurnal nasional dan internasional, ditemukan bahwa penerapan teknologi ini telah dilakukan di beberapa kota besar, meskipun masih dalam tahap awal dan menghadapi berbagai tantangan. Integrasi IoT dan AI memungkinkan sistem kota tidak hanya mengumpulkan data, tetapi juga melakukan analisis dan tindakan otomatis. Misalnya, data dari sensor IoT dapat dianalisis oleh algoritma AI untuk mengatur lampu lalu lintas secara dinamis atau mendeteksi kebocoran air dalam jaringan

distribusi. Zakiansyah & Sutabri (2025) menegaskan bahwa sinergi IoT dan AI menjadi inti dari pembangunan kota cerdas yang adaptif dan efisien.

1. Penerapan IoT dan AI pada Smart City di Indonesia

Implementasi IoT dan AI di Indonesia telah menjadi fondasi utama pengembangan Smart City. Beberapa contoh penerapan konkret di berbagai kota meliputi: Jakarta Smart City (JSC): Pemanfaatan sensor banjir, CCTV pintar, dan analisis keluhan warga menggunakan AI untuk memperbaiki layanan publik secara real-time.

Bandung Smart City: Penggunaan dashboard digital dan sensor cuaca untuk pemantauan kondisi lingkungan serta pengelolaan data layanan publik. Selain sektor perkotaan, integrasi IoT dan AI juga meluas ke berbagai bidang lain: Pendidikan: AI mendukung personalisasi pembelajaran, penilaian otomatis, dan pengembangan game edukatif. Guru beralih menjadi fasilitator yang membimbing siswa dalam mengembangkan keterampilan digital dan analitik.

Industri dan Bisnis: AI dimanfaatkan dalam otomatisasi proses, face recognition untuk keamanan, chatbot layanan pelanggan, serta strategi pemasaran adaptif bagi UMKM. Pertahanan dan Keamanan Digital: AI digunakan untuk sistem intelijen, analisis ancaman, dan deteksi serangan siber seperti phishing dan spam melalui algoritma machine learning dan deep learning. Penerapan ini menunjukkan bahwa IoT dan AI menjadi pilar penting transformasi digital Indonesia menuju sistem kota dan masyarakat cerdas.

Tabel Penerapan IoT dan AI dalam Smart City di Indonesia

Kota	Sektor Implementasi	Teknologi IoT yang digunakan	Peran AI dalam Sistem	Dampak Hasil	Referensi
Bandung	Transportasi	Sensor lalu lintas, CCTV	Pengaturan lampu lalu lintas adaptif	Waktu tunggu kendaraan berkurang	Prasetyo (2023)
Jakarta	Lingkungan	Sensor kualitas udara	Analisis populasi dan peringatan dini	Deteksi dini lonjakan polusi	Suardana (2021)
Surabaya	Pengelolaan Sampah	Sensor volume tempat sampah	Optimasi rute pengangkutan	Efisiensi operasional meningkat	Sari & Nugroho (2020)
Denpasar	Keamanan Publik	Kamera pengawas IoT	Pengenalan wajah dan perilaku	Respon cepat terhadap insiden	Rahman (2022)
Ibu Kota Nusantara (IKN)	Tata Kelola Kota	Infrastruktur digital	Prediksi kebutuhan	Perencanaan berbasis data	Prasetyo (2023)

		terintegrasi	layanan publik	data real-time	
--	--	--------------	----------------	----------------	--

2. Manfaat Integrasi IoT dan AI

Integrasi kedua teknologi ini memberikan beberapa manfaat:

- Efisiensi operasional kota melalui automasi sistem publik.
- Pengambilan keputusan berbasis data, meningkatkan ketepatan kebijakan pemerintah.
- Peningkatan layanan publik seperti transportasi, keamanan, dan lingkungan.
- Pembangunan berkelanjutan melalui efisiensi energi dan pengurangan emisi karbon.

3. Tantangan dan Peluang di Indonesia

a. Tantangan dan Implementasi

Tantangan	Dampak	Solusi yang direkomendasikan
Keterbatasan Infrastruktur digital	Akses internet tidak merata	Investasi jaringan fiber dan 5G
Keamanan dan privasi data	Potensi penyalahgunaan data	Regulasi Perlindungan data nasional
Kekurangan SDM asli	Implementasi lambat	Pelatihan AI dan IoT melalui universitas & sertifikasi
Regulasi belum seragam	Ketidaksinkronan antar daerah	Standarisasi nasional smart city

b. Peluang Pengembangan

- Dukungan pemerintah melalui Gerakan 100 Smart City membuka peluang kolaborasi antar sektor.
- Ketersediaan data besar (big data) yang dihasilkan oleh IoT menjadi sumber penting bagi pengembangan AI.
- Kolaborasi universitas, industri, dan pemerintah dapat mempercepat inovasi berbasis teknologi lokal.

4. Dampak Sosial dan Ekonomi Integrasi IoT dan AI

Integrasi IoT dan AI dalam Smart City tidak hanya berpengaruh pada efisiensi teknis, tetapi juga berdampak luas terhadap masyarakat.

a. Dampak Sosial:

- Meningkatnya kenyamanan dan keamanan masyarakat melalui sistem pengawasan berbasis AI.
- Akses informasi publik menjadi lebih transparan dan real-time.
- Mendorong partisipasi warga dalam pengelolaan kota melalui aplikasi smart citizen.

b. Dampak Ekonomi:

- Efisiensi energi dan transportasi menekan biaya operasional kota.
- Munculnya peluang kerja baru di bidang data science, IoT engineering, dan AI analytics.

3) Peningkatan produktivitas sektor publik dan swasta akibat otomatisasi system.

5. Aspek Etika dan Keamanan Data

Isu privasi menjadi salah satu hambatan utama dalam penerapan IoT dan AI.

Privasi Data: Setiap perangkat IoT menghasilkan data pribadi (lokasi, kebiasaan, identitas wajah). Pengelolaan yang tidak aman dapat menyebabkan pelanggaran privasi.

Etika AI: Algoritma AI perlu diawasi agar tidak bias dalam pengambilan keputusan publik, seperti sistem keamanan atau seleksi penerima bantuan.

Solusi:

- Pemerintah perlu membentuk regulasi perlindungan data pribadi dan audit etika AI.
- Penggunaan teknologi enkripsi dan blockchain untuk keamanan data IoT.

6. Studi Perbandingan Internasional

Sebagai pembanding, beberapa negara lain telah berhasil mengintegrasikan IoT dan AI secara luas dalam Smart City: Di Singapura, program Smart Nation menjadi model utama dalam penerapan IoT dan AI secara menyeluruh. Pemerintah setempat mengintegrasikan sensor IoT di berbagai sektor, termasuk transportasi, lingkungan, dan kesehatan. Melalui analitik data dan kecerdasan buatan, Singapura mampu meningkatkan efisiensi transportasi hingga 25 persen serta mengendalikan konsumsi energi dan kualitas udara secara optimal. Keberhasilan ini tidak terlepas dari kebijakan pemerintah yang konsisten dan infrastruktur digital yang matang.

Sementara itu, Korea Selatan telah membangun kota pintar Songdo sebagai smart city futuristik yang sepenuhnya terintegrasi dengan jaringan IoT. Setiap bangunan, jalan, dan fasilitas publik dihubungkan melalui sistem sensor dan jaringan data real-time. AI digunakan untuk mengatur penggunaan energi, pengelolaan limbah, serta transportasi umum secara otomatis. Kota ini menjadi salah satu contoh terbaik penerapan teknologi tinggi yang mendukung keberlanjutan dan efisiensi sumber daya.

Di Jepang, penerapan AI dan IoT difokuskan pada sistem transportasi cerdas serta efisiensi energi perkotaan, terutama di Tokyo. Kota ini memanfaatkan kecerdasan buatan untuk analisis prediktif, pengendalian lalu lintas, dan pengelolaan energi terdistribusi. Selain itu, Jepang juga mengembangkan kendaraan otonom dan robotika layanan publik, yang berkontribusi besar terhadap peningkatan keamanan serta kenyamanan masyarakat.

Adapun di Indonesia, penerapan IoT dan AI masih berada pada tahap awal dan bersifat parsial. Beberapa kota besar seperti Bandung, Surabaya, dan Jakarta telah memulai proyek smart city di sektor transportasi, pengelolaan sampah, dan lingkungan. Meskipun menunjukkan hasil positif, pengembangan ini masih terbatas oleh infrastruktur digital yang belum merata dan keterbatasan sumber daya manusia di bidang teknologi cerdas.

Dari perbandingan tersebut dapat disimpulkan bahwa negara-negara maju seperti Singapura, Korea Selatan, dan Jepang telah berhasil mengintegrasikan IoT dan AI dalam tata kelola kota melalui dukungan kebijakan nasional, infrastruktur digital yang kuat, serta kolaborasi lintas sektor. Indonesia memiliki potensi besar untuk mengikuti jejak tersebut, terutama dengan adanya inisiatif pemerintah seperti Gerakan 100 Smart City dan rencana pengembangan Ibu Kota Nusantara (IKN)

sebagai kota cerdas berbasis data. Namun, untuk mencapai tingkat keberhasilan yang serupa, Indonesia perlu memperkuat infrastruktur digital, meningkatkan kapasitas sumber daya manusia, serta memperluas penerapan kebijakan berbasis teknologi di seluruh wilayah.

7. Proyeksi Masa Depan Smart City di Indonesia

Perkembangan Smart City di Indonesia menunjukkan prospek yang sangat menjanjikan seiring meningkatnya transformasi digital nasional. Dalam beberapa tahun mendatang, penerapan Internet of Things (IoT) dan Kecerdasan Buatan (AI) akan menjadi faktor utama pembentuk kota yang lebih efisien, adaptif, dan berkelanjutan. Pemerintah telah menunjukkan komitmen kuat melalui kebijakan dan program seperti Gerakan 100 Smart City serta pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN) yang dirancang sebagai kota cerdas pertama di Indonesia.

Pembangunan IKN menjadi tonggak penting karena sejak awal telah direncanakan berbasis data dan teknologi digital. IoT akan digunakan untuk memantau energi, transportasi, keamanan, dan lingkungan secara real time, sementara AI berperan dalam menganalisis data besar untuk mendukung pengambilan keputusan pemerintah yang cepat dan tepat. Pendekatan ini menggambarkan arah baru pembangunan kota di Indonesia yang lebih berbasis teknologi dan efisiensi.

Salah satu langkah konkret yang sedang berlangsung adalah pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN) sebagai kota cerdas pertama di Indonesia yang dirancang sejak awal berbasis data dan teknologi digital. IKN diharapkan menjadi model penerapan Smart City yang memanfaatkan sensor IoT untuk memantau energi, transportasi, keamanan, dan tata kelola lingkungan secara real time. Selain itu, AI akan berperan dalam analisis data kota untuk membantu pengambilan keputusan pemerintah secara cepat dan tepat. Pendekatan ini menunjukkan bagaimana Indonesia mulai bergerak menuju integrasi teknologi secara menyeluruh dalam manajemen perkotaan.

Di masa depan, konsep Smart City di Indonesia juga akan berkembang menuju arah smart governance, smart mobility, smart environment, dan smart living. Sistem administrasi pemerintahan akan semakin berbasis digital, memungkinkan pelayanan publik yang lebih efisien, transparan, dan mudah diakses. Dalam bidang transportasi, integrasi antara sistem IoT dan AI akan memungkinkan manajemen lalu lintas yang cerdas, penggunaan transportasi listrik yang lebih luas, serta peningkatan keamanan jalan raya melalui sistem prediktif.

Selain itu, pengelolaan lingkungan akan semakin berorientasi pada keberlanjutan. Sensor IoT dapat digunakan untuk memantau kualitas udara, penggunaan air, dan pengelolaan limbah secara otomatis. Teknologi ini juga mendukung pengembangan energi terbarukan dengan sistem distribusi cerdas yang dapat menyesuaikan kebutuhan energi setiap wilayah. AI di sisi lain akan membantu merancang kebijakan lingkungan yang lebih adaptif berdasarkan data aktual yang dikumpulkan secara berkelanjutan.

Dalam konteks sosial dan ekonomi, Smart City di masa depan juga berpotensi menciptakan ekosistem digital inklusif yang membuka lapangan kerja baru di bidang teknologi, analisis data, dan keamanan siber. Peningkatan literasi digital masyarakat menjadi faktor penting agar seluruh lapisan warga dapat berpartisipasi aktif dalam sistem kota cerdas. Dengan demikian, pembangunan

Smart City bukan hanya berfokus pada infrastruktur, tetapi juga pada pemberdayaan manusia sebagai pusat dari seluruh inovasi.

Namun, proyeksi positif ini juga disertai dengan tantangan yang harus dihadapi. Kesenjangan akses teknologi antara wilayah perkotaan dan pedesaan, keterbatasan sumber daya manusia yang menguasai teknologi canggih, serta kebutuhan terhadap keamanan data menjadi isu penting yang perlu diantisipasi sejak dini. Oleh karena itu, keberhasilan masa depan Smart City di Indonesia sangat bergantung pada kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan masyarakat dalam mewujudkan kota yang cerdas, berkelanjutan, dan berkeadilan.

Dengan strategi nasional yang tepat, investasi berkelanjutan, serta peningkatan kapasitas teknologi di seluruh daerah, Indonesia memiliki peluang besar untuk menjadi salah satu negara terdepan di kawasan Asia Tenggara dalam implementasi Smart City berbasis IoT dan AI. Masa depan kota di Indonesia akan semakin cerdas, hijau, dan berorientasi pada kesejahteraan masyarakat.

Model Kolaborasi Smart City di Indonesia

[Perintah] $\leftrightarrow$ [Sektor Swasta]

[Akademisi] $\leftrightarrow$ [Masyarakat Digital]

Penjelas:

- Pemerintah berperan sebagai regulator dan penyedia kebijakan.
- Sektor swasta berperan dalam inovasi teknologi dan investasi.
- Akademisi bertanggung jawab dalam penelitian dan pengembangan SDM.
- Masyarakat berpartisipasi dalam pelaporan dan penggunaan layanan digital.

Model kolaboratif ini dikenal sebagai “Quadruple Helix”, dan terbukti efektif mempercepat adopsi Smart City di berbagai negara maju.

8. Analisis SWOT Integrasi IoT dan AI di Indonesia

Aspek	Keterangan
Strength (kekuatan)	Dukungan pemerintah melalui program <i>Gerakan 100 smart city</i> , peningkatan infrastruktur digital di kota besar.
Weakness (kelemahan)	SDM terbatas, keamanan data belum optimal, standar interoperabilitas rendah.
Opportunity (peluang)	Potensi ekonomi digital besar, dukungan internasional, pengembangan startup teknologi.
Threat (ancaman)	Ancaman serangan siber, resistensi social terhadap teknologi baru, ketimpangan digital antar daerah.

Keterangan:

Strength (kekuatan), Indonesia memiliki dukungan pemerintah yang kuat melalui program *Gerakan 100 Smart City* dan kebijakan digitalisasi nasional. Peningkatan infrastruktur digital di berbagai kota besar juga menjadi modal penting bagi pengembangan ekosistem IoT dan AI. Hal ini menunjukkan adanya komitmen pemerintah untuk menciptakan tata kelola kota yang cerdas, efisien, dan berbasis

data. Namun demikian, **Weakness (kelemahan)** masih menjadi tantangan besar. Keterbatasan sumber daya manusia (SDM) yang memiliki kompetensi di bidang teknologi canggih seperti AI dan IoT menyebabkan kesenjangan dalam implementasi. Selain itu, aspek keamanan data belum optimal karena masih lemahnya regulasi dan sistem pertahanan siber nasional. Standar interoperabilitas antarperangkat juga rendah, sehingga menghambat integrasi sistem dari berbagai penyedia layanan.

Di sisi lain, **Opportunity (peluang)** bagi pengembangan IoT dan AI di Indonesia sangat besar. Pertumbuhan ekonomi digital yang pesat, dukungan dari berbagai lembaga internasional, serta munculnya banyak *startup* teknologi membuka kesempatan bagi pengembangan solusi inovatif. Peluang ini dapat dimanfaatkan untuk memperkuat daya saing nasional dan mendukung transformasi menuju masyarakat digital yang produktif. Adapun **Threat (ancaman)** yang dihadapi meliputi potensi serangan siber yang semakin kompleks seiring meningkatnya konektivitas perangkat IoT. Selain itu, masih terdapat resistensi sosial terhadap adopsi teknologi baru, terutama di daerah dengan tingkat literasi digital rendah.

CONCLUSION

Berdasarkan hasil kajian literatur dari berbagai sumber ilmiah (Zakiansyah & Sutabri, 2025; Fajri et al., 2025; Adrian, 2025; Affandi, 2024; Taufiqurokhman et al., 2024), integrasi teknologi Internet of Things (IoT) dan Kecerdasan Buatan (AI) memiliki peran yang sangat signifikan dalam pengembangan Smart City di Indonesia. IoT berfungsi sebagai pengumpul data dari berbagai sumber secara real-time, sedangkan AI bertugas menganalisis data tersebut untuk menghasilkan keputusan yang cepat, efisien, dan adaptif. Penerapan kedua teknologi ini telah menunjukkan peningkatan efisiensi tata kelola kota, optimalisasi layanan publik, serta mendukung pembangunan berkelanjutan di beberapa kota besar seperti Jakarta, Bandung, dan Surabaya.

Hasil temuan menunjukkan bahwa sinergi IoT dan AI bukan hanya memperkuat sistem digital perkotaan, tetapi juga mengubah paradigma manajemen kota menjadi lebih berbasis data dan kecerdasan analitik. Integrasi keduanya memungkinkan terwujudnya kota yang responsif terhadap perubahan lingkungan, sosial, dan ekonomi. Dampaknya terlihat pada efisiensi transportasi, pengelolaan energi, keamanan publik, serta transparansi informasi bagi warga. Dengan demikian, IoT dan AI menjadi fondasi utama dalam membentuk kota cerdas yang tidak hanya modern secara teknologi, tetapi juga berorientasi pada kesejahteraan masyarakat dan keberlanjutan lingkungan.

Meskipun potensinya besar, implementasi Smart City berbasis IoT dan AI di Indonesia masih menghadapi sejumlah tantangan utama, antara lain keterbatasan infrastruktur digital, keamanan data yang belum optimal, serta rendahnya kompetensi sumber daya manusia di bidang teknologi cerdas. Oleh karena itu, diperlukan strategi nasional yang komprehensif melalui investasi infrastruktur 5G dan jaringan fiber, pembentukan regulasi perlindungan data yang kuat, serta peningkatan kapasitas SDM melalui kolaborasi pemerintah, akademisi, dan industri. Pemerintah juga perlu memastikan interoperabilitas antarperangkat serta etika penggunaan AI agar dapat diterapkan secara aman dan adil di seluruh sektor.

Ke depan, arah penelitian dan implementasi Smart City di Indonesia perlu difokuskan pada pengembangan model integrasi IoT dan AI yang kontekstual dengan kebutuhan lokal, seperti smart governance, smart environment, dan smart mobility. Pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN) dapat dijadikan laboratorium nasional untuk uji coba penerapan kota cerdas berbasis data. Selain itu, riset lebih lanjut perlu diarahkan pada keamanan siber, algoritma etis AI, serta penerapan teknologi blockchain untuk menjaga privasi data IoT. Dengan penguatan riset, kolaborasi lintas sektor, dan kebijakan yang adaptif, Indonesia berpotensi menjadi pemimpin regional dalam pengembangan Smart City berbasis teknologi cerdas yang berkelanjutan.

REFERENCES

- Zakiansyah, M., & Sutabri, T. (2025). Integrasi Internet of Things (IoT) dan Kecerdasan Buatan (AI) untuk Smart City di Indonesia. *Jurnal Sains Student Research*, 3(2). <https://doi.org/10.61722/jssr.v3i2.4315>
- Affandi, A. (2024). Peningkatan Literasi Teknologi IoT untuk Mendukung Implementasi Smart City di Masyarakat Perkotaan. *Merkurius: Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika*, 2(6). <https://doi.org/10.61132/mercurius.v2i6.403>
- Fajri, T. I., Rahayu, N., Eldo, H., Chrisnawati, G., & Shaulita, R. (2025). Integrasi Big Data dan AI untuk Pengambilan Keputusan dalam Smart City. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (JTIK)*, 9(2). <https://doi.org/10.35870/jtik.v9i2.3860>
- Adrian, M. R. (2025). Analisis Pengaruh Teknologi IoT terhadap Optimalisasi Efisiensi Smart City. *Merkurius: Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika*, 3(2). <https://doi.org/10.61132/mercurius.v3i2.702>
- Taufiqurokhman, T., Kusuma, A. P., & Syafitri, A. R. (2024). Development of the Use of Artificial Intelligence (AI) Technology and Jakarta Smart City (JSC). *Ilomata International Journal of Social Science*, 5(3). <https://doi.org/10.61194/ijss.v5i3.1203>