

# Membangun Masa Depan: Peran AI dalam Transformasi Kota Pintar yang Berkelanjutan

[Eka Setyabudi](#), [Ramadhan Renaldy](#)

<sup>1,2</sup>Informatika, Universitas PGRI Semarang, Semarang

\*Email: ekasetyabudixtkj3@gmail.com

## Abstract

The development of smart cities is increasingly urgent to overcome the complex challenges of urbanization. However, the application of AI technology to support smart city sustainability still faces several obstacles. This system literature review explores the role of AI in the sustainable transformation of smart cities through a systematic literature review. The research results show that AI plays an important role in optimizing energy, transportation management and waste management in smart cities, despite challenges related to infrastructure and data privacy. In conclusion, AI can effectively drive smart city sustainability if these challenges can be overcome. The implications of this research provide strategic guidance for policy makers and practitioners in developing more sustainable smart cities.

Keywords: smart city, artificial intelligence (AI), sustainability, energy optimization, transportation, systematic literatur review

## Abstrak

Seiring dengan pertumbuhan kota dan menghadapi tantangan yang semakin meningkat, konsep kota pintar telah muncul sebagai solusi untuk menciptakan lingkungan perkotaan yang berkelanjutan, efisien, dan layak huni. Review ini mengeksplorasi peran AI dalam transformasi kota pintar yang berkelanjutan melalui tinjauan literatur yang sistematis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa AI berperan penting dalam mengoptimalkan energi, manajemen transportasi, dan pengelolaan limbah di kota pintar, meskipun terdapat tantangan terkait infrastruktur dan privasi data. Kesimpulannya, AI dapat mendorong keberlanjutan kota pintar secara efektif jika tantangan-tantangan ini dapat diatasi. Implikasi penelitian ini memberikan panduan strategis bagi pembuat kebijakan dan praktisi dalam mengembangkan kota pintar yang lebih berkelanjutan.

Kata Kunci: kota cerdas, kecerdasan buatan (AI), keberlanjutan, optimalisasi energi, transportasi, tinjauan literatur sistematis

## 1. Pendahuluan

Seiring dengan pertumbuhan kota dan menghadapi tantangan yang semakin meningkat, konsep kota pintar telah muncul sebagai solusi untuk menciptakan lingkungan perkotaan yang berkelanjutan, efisien, dan layak huni [1] [2]. Kota-kota di segala dunia mengalami tantangan dalam mengelola sumber energi alam, tenaga, serta area supaya bisa memenuhi kebutuhan generasi dikala ini tanpa mempertaruhkan masa depan [3]. Keberlanjutan urban mencakup aspek area, ekonomi, serta sosial, membenarkan kota tumbuh secara balance serta inklusif, menghasilkan area yang sehat, produktif, serta layak huni untuk seluruh penduduk, dan kurangi akibat negatif terhadap area [4] [5].

Kota pintar ataupun smart city mengintegrasikan teknologi data serta komunikasi (TIK) dan Internet of Things (IoT) buat mengelola peninggalan kota serta sumber energi secara efektif [6] [7]. Dengan memakai informasi dari bermacam sensor, kota pintar memantau serta mengelola kemudian lintas, utilitas, jaringan tenaga, layanan kesehatan, serta infrastruktur yang lain secara real-time [8]. Perihal ini tingkatkan mutu hidup masyarakat, kurangi bayaran operasional, serta membuat pemerintahan lebih transparan [9] [10]. Tidak hanya itu, kota pintar

berupaya menghasilkan area yang lebih nyaman serta berkepanjangan lewat pengurangan emisi karbon, efisiensi tenaga, serta pemakaian tenaga terbarukan[11].

Kecerdasan buatan( AI) memainkan kedudukan berarti dalam pengembangan kota pintar dengan memproses informasi besar buat pengambilan keputusan yang lebih baik serta kilat. AI bisa memaksimalkan sistem transportasi[12], manajemen tenaga[13], serta sistem keamanan kota[14], menolong kota jadi lebih efektif, nyaman, serta berkepanjangan. Tetapi, pelaksanaan AI mengalami tantangan semacam infrastruktur teknologi yang belum mencukupi, permasalahan keamanan serta pribadi informasi, minimnya sumber energi manusia yang terampil, bayaran yang besar, dan regulasi serta kebijakan yang belum mencukupi [14] [15].

System Literature Review ini mengeksplorasi kedudukan AI dalam pengembangan kota pintar yang berkepanjangan, mengenali khasiat serta tantangan, dan membagikan saran buat menanggulangi hambatan [16], [17]. Riset ini diharapkan bisa membagikan panduan untuk pembentuk kebijakan, pengembang teknologi, serta periset dalam mengimplementasikan AI buat menunjang keberlanjutan serta tingkatkan mutu hidup di kota[18] .

System Literature Review ini membagikan donasi signifikan untuk pengembangan kota pintar dengan mengenali kedudukan AI dalam pengelolaan kota[19], menawarkan pengetahuan tentang tantangan pelaksanaan AI, serta menolong dalam pengembangan kebijakan yang menunjang pemakaian AI secara etis serta bertanggung jawab[20]. Tidak hanya itu, sistem literatur review ini sediakan panduan instan untuk kota- kota lain yang mau mempraktikkan AI buat jadi kota pintar yang berkepanjangan, dan memperkaya literatur akademik tentang integrasi AI dalam konteks urban[20][21].

Tujuan dari System Literature Review (SLR) ini adalah untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam transformasi kota pintar yang berkelanjutan [22][23]. Secara khusus, SLR ini bertujuan untuk mengidentifikasi bagaimana AI dapat meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam manajemen sumber daya kota [24] [25], menguraikan manfaat dan tantangan yang dihadapi dalam implementasi teknologi AI [26][27], serta menawarkan rekomendasi strategis untuk mengatasi hambatan-hambatan tersebut[27] [28]. Dengan menganalisis studi kasus dan penelitian yang relevan dari berbagai sumber terpercaya, riset ini diharapkan dapat memberikan panduan yang berharga bagi pembuat kebijakan[29], pengembang teknologi, dan peneliti dalam upaya mereka mengembangkan kota pintar yang lebih berkelanjutan, inklusif, dan efisien [30].

## 2. Metode

### 2.1. Planning

Langkah pertama yang dilakukan dalam penulisan jurnal SLR yaitu pemilihan topik. Topik yang dipilih peneliti yaitu peran AI dalam pengembangan smart city. Penentuan topik ini digunakan penulis menentukan tujuan penelitian serta memilih Reserch Question(RQ). RQ tersebut akan menjadi acuan untuk penelitian dan pengumpulan referensi jurnal yang relevan dengan topik yang dipilih.

Setelah Menentukan RQ penulis mencari jurnal yang berkaitan dengan topik dengan kata kunci (keyword) yang dipakai adalah smart city, kecerdasan buatan (AI), keberlanjutan, optimalisasi energi, transportasi, dengan tahun terbit 2013-2024. Peneliti menentukan 30 jurnal dari 3 sumber penerbit yaitu Google Scholar, Sage publication dan Researchgate.

### 2.2. Conducting

Research Questions (RQ)

Untuk mengarahkan kajian literatur ini, beberapa pertanyaan penelitian telah dirumuskan sebagai berikut:

Tabel 1. Pertanyaan Penelitaian

ID	Research Questions	Explanation
RQ 1	Apa saja implementasi AI di Smart City?	Untuk mengetahui apa saja implementasi AI di Smart City
RQ 2	Apa saja tantangan utama dalam penerapan AI untuk keberlanjutan kota pintar?	Untuk mengetahui tantangan apa saja dalam penerapan AI di Smart City

**RQ 3** Apa dampak penerapan AI dalam kota pintar? Untuk mengetahui dampak AI terhadap factor di sekelilingnya

Proses pengumpulan data dilakukan melalui beberapa langkah berikut: Memakai kata kunci seperti "AI in smart cities", "sustainable urban development with AI", "artificial intelligence in urban management", serta variasi lainnya di ketiga database. Menyaring hasil pencarian berdasarkan judul serta abstrak untuk memastikan relevansi dengan topik SLR. Membaca teks penuh dari artikel yang lolos seleksi awal untuk memastikan bahwa artikel tersebut memenuhi kriteria inklusi serta memberikan kontribusi yang signifikan pada SLR.

Analisis Data, data yang terkumpul dari artikel-artikel yang dipilih dianalisis dan disintesis menggunakan metode analisis tematik. Langkah-langkah dalam analisis tematik meliputi: Identifikasi dan memberi kode pada tema-tema utama yang muncul dari artikel-artikel yang ditinjau. Mengelompokkan tema-tema yang serupa untuk membentuk kategori yang lebih luas. Mengembangkan narasi yang menghubungkan temuan dari berbagai artikel dan menyajikan gambaran yang komprehensif tentang peran AI dalam kota pintar. Mengidentifikasi area yang masih kurang penelitian atau memerlukan studi lebih lanjut.

Validitas dan Reliabilitas. Untuk memastikan validitas dan reliabilitas SLR ini, beberapa langkah diambil: Menggunakan berbagai sumber data untuk memperkuat temuan. Melibatkan rekan peneliti dalam proses pengumpulan dan analisis data untuk mengurangi bias dan memastikan objektivitas. Mendokumentasikan setiap langkah dalam proses tinjauan secara rinci untuk memungkinkan reproduksibilitas SLR.

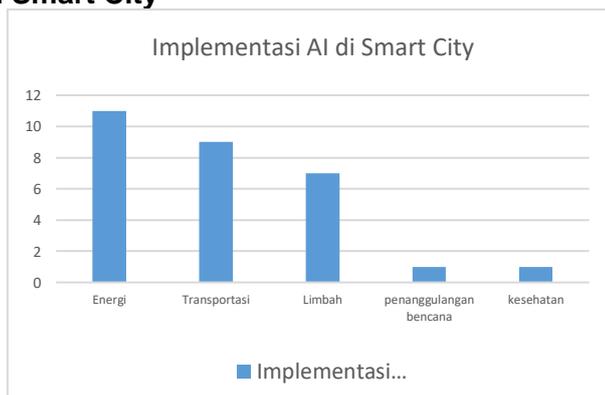
### 2.3. Reporting

Reporting adalah proses terakhir dalam pembuatan jurnal SLR. Pada proses ini peneliti mulai menulis jurnal yang diawali dengan penulisan abstrak, pendahuluan, metode, hasil dan pembahasan kesimpulan, dan referensi yang sesuai dengan topik Penerapan dan teknik data mining pada Sistem Pengambilan Keputusan Pemasaran di Perusahaan. Pada bagian abstrak memuat pengertian Penerapan dan teknik data mining pada Sistem Pengambilan Keputusan Pemasaran di Perusahaan dan gambaran singkat mengenai tujuan, metodologi dan hasil utama serta kesimpulan dari penelitian. Abstrak bertujuan mengetahui gambaran singkat mengenai topik yang peneliti.

Kemudian dilanjutkan dengan pendahuluan yang memuat tentang masalah yang dihadapi serta penyelesaian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dan diakhiri dengan metode yang digunakan serta harapan yang diinginkan penulis kepada pembaca. Selanjutnya pembuatan metode yang menuat cara kerja jurnal itu dibuat. Lalu hasil dan pembahasan yang memuat tentang hasil review 30 jurnal yang dipilih, serta pembahasan hasil jurnal yang telah direview. Setelah itu dilanjutkan kesimpulan untuk menyimpulkan jurnal dari abstrak hingga hasil kesimpulan. Terakhir adalah referensi yang memuat semua referensi termasuk 30 jurnal yang direview. Penulisannya menggunakan perangkat lunak mandely agar lebih mudah dan sesuai dengan gaya IEEE.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Implementasi AI di Smart City



Gambar 3.2 penerapan AI di kota pintar

AI dapat memprediksi permintaan energi dengan menganalisis data historis dan kondisi cuaca. AI mengatur pasokan energi lebih efisien, mengurangi pemborosan, dan mengintegrasikan sumber energi terbarukan seperti tenaga surya dan angin. Contoh: Barcelona menggunakan AI untuk mengoptimalkan penggunaan energi dan mengelola jaringan air pintar.

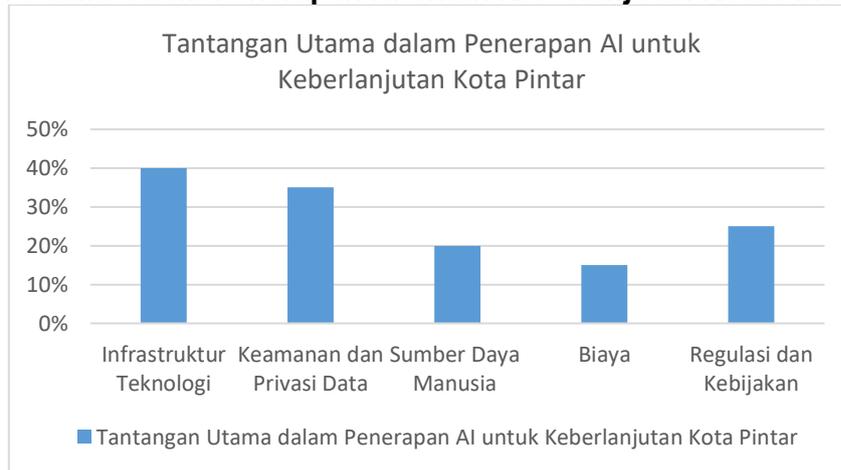
AI meningkatkan manajemen transportasi dengan mengurangi kemacetan lalu lintas dan meningkatkan efisiensi transportasi umum. Sistem pengenalan pola dan analisis data mengoptimalkan pengaturan sinyal lalu lintas, mengurangi waktu perjalanan, dan meningkatkan aliran kendaraan. Contoh: Singapura menggunakan sistem manajemen lalu lintas berbasis AI untuk mengurangi kemacetan dan meningkatkan efisiensi transportasi umum.

Sensor pintar dan algoritma analitik memantau dan mengelola pengumpulan sampah secara lebih efisien, menentukan rute pengumpulan yang optimal, dan meningkatkan daur ulang. AI juga digunakan untuk memproses limbah dan mendeteksi bahan berbahaya yang memerlukan penanganan khusus. Contoh: Amsterdam menggunakan AI untuk memantau kualitas udara dan mengelola limbah dengan lebih efektif.

Kemampuan AI dalam mengolah data besar dari berbagai sumber membantu memberikan peringatan dini yang lebih akurat dan respons cepat saat tsunami terjadi. Analisis data yang cepat dan canggih memungkinkan identifikasi pola yang tidak terlihat oleh manusia, sehingga keputusan yang diambil bisa lebih tepat sasaran dan efisien.

Dalam bidang kesehatan, AI diam-diam merevolusi cara diagnosa, pengobatan, dan pemantauan pasien dilakukan. Algoritma cerdas memproses data medis dengan kecepatan dan akurasi tinggi, membantu dokter dalam mengidentifikasi penyakit lebih dini dan merencanakan perawatan yang lebih efektif. Contoh implementasi AI dalam bidang kesehatan adalah penggunaan sistem AI untuk analisis gambar medis.

**Tantangan Utama dalam Penerapan AI untuk Keberlanjutan Kota Pintar**



Gambar 3.3 Tantangan utama penerapan AI di Smart City

Kota memerlukan infrastruktur teknologi yang kuat untuk mendukung aplikasi AI secara efektif. Perlindungan privasi dan keamanan data menjadi perhatian utama, memerlukan kebijakan dan teknologi keamanan yang canggih. Kurangnya tenaga ahli dalam data science dan AI adalah hambatan signifikan. Pengembangan dan implementasi teknologi AI membutuhkan investasi besar, yang mungkin tidak tersedia di semua kota. Kebijakan yang mendukung dan regulasi yang jelas diperlukan untuk memastikan penerapan AI yang etis dan bertanggung jawab.

**3.2 Dampak Penerapan AI dalam Kota Pintar**

Tabel 2. Dampak penerapan AI

Dampak	Contoh
Sosial	AI meningkatkan kualitas hidup warga melalui manajemen kota yang lebih efisien dan responsif

---

<b>Ekonomi</b>	. AI mengurangi biaya operasional kota dan menciptakan peluang ekonomi baru melalui efisiensi yang lebih baik
<b>Lingkungan</b>	AI mengurangi emisi gas buang dan pemborosan energi, sehingga meningkatkan keberlanjutan lingkungan

---

Tabel diatas menjelaskan bahwa AI meningkatkan kualitas hidup warga melalui manajemen kota yang lebih efisien dan responsif. AI mengurangi biaya operasional kota dan menciptakan peluang ekonomi baru melalui efisiensi yang lebih baik. AI mengurangi emisi gas buang dan pemborosan energi, sehingga meningkatkan keberlanjutan lingkungan.

#### 4. Kesimpulan

Dari 30 jurnal yang telah di review didapatkan jawaban dari masing-masing RQ yang telah ditetapkan sebelumnya. Bisa kita simpulkan bahwa untuk RQ1, metode yang paling sering digunakan dalam implementasi AI dalam smart city adalah Classification Algorithms, Clustering, Association Rule Mining, dan Text Mining dan Sentiment Analysis. RQ1, implementasi AI dalam smart city antara lain pengoptimalan energi, meningkatkan manajemen transportasi, mengelola limbah. RQ2, tantangan utama dalam penerapan AI untuk keberlanjutan kota pintar adalah kurangnya infrastruktur teknologi yang kuat, privasi dan keamanan data, Kurangnya tenaga ahli, kurangnya dana/investor, kebijakan regulasi. RQ3, Dampak penerapan AI dikota pintar antara lain AI meningkatkan kualitas hidup warga melalui manajemen kota yang lebih efisien dan responsif. AI mengurangi biaya operasional kota dan menciptakan peluang ekonomi baru melalui efisiensi yang lebih baik. AI mengurangi emisi gas buang dan pemborosan energi, sehingga meningkatkan keberlanjutan lingkungan.

#### 5. Referensi

- [1] V. Fernandez-Anez, G. Velazquez, F. Perez-Prada, and A. Monzón, "Smart City Projects Assessment Matrix: Connecting Challenges and Actions in the Mediterranean Region," *Journal of Urban Technology*, vol. 27, no. 4, pp. 79–103, 2020, doi: 10.1080/10630732.2018.1498706.
- [2] Z. Allam and P. Newman, "Redefining the smart city: Culture, metabolism and governance," *Smart Cities*, vol. 1, no. 1, pp. 4–25, Dec. 2018, doi: 10.3390/smartcities1010002.
- [3] K. Buatan, D. Metode, and I. K. Singgih, "Identifikasi dan Penyelesaian Masalah Transportasi Dalam Sistem Nyata Secara Berkelanjutan pada Double Disruption Era dengan Digitalisasi." [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/373194888>
- [4] M. Chen, S. Mao, and Y. Liu, "Big data: A survey," in *Mobile Networks and Applications*, Kluwer Academic Publishers, Apr. 2014, pp. 171–209. doi: 10.1007/s11036-013-0489-0.
- [5] H. Güngör, "Creating Value with Artificial Intelligence: A Multi-stakeholder Perspective," *Journal of Creating Value*, vol. 6, no. 1, pp. 72–85, May 2020, doi: 10.1177/2394964320921071.
- [6] B. P. Ashwini, R. M. Savithamma, and R. Sumathi, "Artificial Intelligence in Smart City Applications: An overview," in *Proceedings - 2022 6th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems, ICICCS 2022*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022, pp. 986–993. doi: 10.1109/ICICCS53718.2022.9788152.
- [7] A. Vishnivetskaya and E. Alexandrova, "'Smart city' concept. Implementation practice," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Apr. 2019. doi: 10.1088/1757-899X/497/1/012019.
- [8] Y. L. Chang and J. Ke, "Socially Responsible Artificial Intelligence Empowered People Analytics: A Novel Framework Towards Sustainability," *Human Resource Development Review*, vol. 23, no. 1, pp. 88–120, Mar. 2024, doi: 10.1177/15344843231200930.

- [9] S. E. Bibri and J. Krogstie, "On the social shaping dimensions of smart sustainable cities: A study in science, technology, and society," *Sustain Cities Soc*, vol. 29, pp. 219–246, Feb. 2017, doi: 10.1016/j.scs.2016.11.004.
- [10] L. M. Ang, K. P. Seng, and M. Wachowicz, "Embedded intelligence and the data-driven future of application-specific Internet of Things for smart environments," *International Journal of Distributed Sensor Networks*, vol. 18, no. 6. SAGE Publications Ltd, Jun. 01, 2022. doi: 10.1177/15501329221102371.
- [11] H. C. Wu, T. C. T. Chen, and M. C. Chiu, "Assessing the sustainability of smart healthcare applications using a multi-perspective fuzzy comprehensive evaluation approach," *Digit Health*, vol. 9, Jan. 2023, doi: 10.1177/20552076231203903.
- [12] H. Sandhi Firmansyah, S. Harso Supangkat, and A. Akhmad Arman, "Studi Tentang Model Pengembangan Kota Cerdas." [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/331772322>
- [13] E. C. Idoko, C. Oraedu, C. C. Ugwuanyi, and S. I. Ukenna, "Determinants of Smart Meter on Sustainable Energy Consumption Behavior: A Developing Country Perspective," *Sage Open*, vol. 11, no. 3, 2021, doi: 10.1177/21582440211032193.
- [14] A. Giuliadori, P. Berrone, and J. E. Ricart, "Where smart meets sustainability: The role of Smart Governance in achieving the Sustainable Development Goals in cities," *BRQ Business Research Quarterly*, vol. 26, no. 1, pp. 27–44, Jan. 2023, doi: 10.1177/23409444221091281.
- [15] K. Dan Pencatatan Sipil Kota Sorong Hasrianti, A. Lestari, U. Salmah, P. Studi Ilmu Administrasi Negara, and U. Muhammadiyah Sorong, "Jurnal Fase Kemajuan Sosial dan Politik:Faksi | PENGGUNAAN BIG DATA DALAM... Penggunaan Big Data Dalam Meningkatkan Pelayanan Publik E-Ktp Di Dinas", doi: 10.33506/jf.v9i3.3152.
- [16] V. Yoga and P. Ardhana, "KONSEP SMART CITY DALAM TATA KELOLA PEMERINTAHAN DAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN," *Journal of Computer Science and Information Technology*.
- [17] I. A. T. Hashem *et al.*, "The role of big data in smart city," *Int J Inf Manage*, vol. 36, no. 5, pp. 748–758, Oct. 2016, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.002.
- [18] H. Triady Sinurat and C. Rudianto, "Analisa Strategi Pengembangan Smart City menggunakan Metode Ward and Papperd (Studi Kasus Pemerintah Kota Jayapura)," *Journal Locus Penelitian dan Pengabdian*, vol. 1, no. 4, pp. 215–225, Jul. 2022, doi: 10.36418/locus.v1i4.51.
- [19] A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista, and M. Zorzi, "Internet of things for smart cities," *IEEE Internet Things J*, vol. 1, no. 1, pp. 22–32, Feb. 2014, doi: 10.1109/JIOT.2014.2306328.
- [20] Z. Wu, "Rethink on Smart City: Technology Approach, Showcase Approach or Demand Approach?," *Transactions in Urban Data, Science, and Technology*, vol. 1, no. 1–2, pp. 13–15, Mar. 2022, doi: 10.1177/27541231221111845.
- [21] S. A. Chun, L. F. Luna Reyes, V. Atluri, Digital Government Society of North America., and Association for Computing Machinery., *Dg.o 2011 : the Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference : Digital Government Innovation in Challenging Times : University of Maryland, College Park, Maryland, USA, June 12-15, 2011*.
- [22] U. I. Negeri and A. Makassar, "PROSIDING SEMINAR NASIONAL MENCIPTAKAN KOTA CERDAS: MEMANFAATKAN AI (ARTIFICIAL INTELLIGENCE) UNTUK PENGEMBANGAN RUANG PUBLIK PERKOTAAN YANG CERDAS Sriany Ersina", [Online]. Available: <https://journal.unm.ac.id/index.php/Semnasdies62/index>
- [23] R. Kitchin, "The real-time city? Big data and smart urbanism," *GeoJournal*, vol. 79, no. 1, pp. 1–14, Feb. 2014, doi: 10.1007/s10708-013-9516-8.
- [24] M. Batty *et al.*, "Smart cities of the future," *European Physical Journal: Special Topics*, vol. 214, no. 1, pp. 481–518, Dec. 2012, doi: 10.1140/epjst/e2012-01703-3.
- [25] X. Ye, G. Newman, C. Lee, S. Van Zandt, and D. Jourdan, "Toward Urban Artificial Intelligence for Developing Justice-Oriented Smart Cities," *Journal of Planning*

- Education and Research*, vol. 43, no. 1. SAGE Publications Inc., pp. 6–7, Mar. 01, 2023. doi: 10.1177/0739456X231154002.
- [26] L. Mora, “Organizing for Smart City Development: Research at the crossroads. Introduction to the Special Issue,” *Organization Studies*, vol. 44, no. 10, pp. 1559–1575, Oct. 2023, doi: 10.1177/01708406231197815.
- [27] A. L. Guzman and S. C. Lewis, “Artificial intelligence and communication: A Human–Machine Communication research agenda,” *New Media Soc*, vol. 22, no. 1, pp. 70–86, Jan. 2020, doi: 10.1177/1461444819858691.
- [28] D. R. Pramesti, A. N. Kasiwi, and E. P. Purnomo, “Perbandingan Implementasi Smart City di Indonesia: Studi Kasus: Perbandingan Smart People di Kota Surabaya dan Kota Malang,” *ijd-demos*, vol. 2, no. 2, Aug. 2020, doi: 10.37950/ijd.v2i2.61.
- [29] A. Meijer and M. P. R. Bolívar, “Governing the smart city: a review of the literature on smart urban governance,” *International Review of Administrative Sciences*, vol. 82, no. 2, pp. 392–408, Jun. 2016, doi: 10.1177/0020852314564308.
- [30] H. Purwanto, J. D. Prasatya, T. A. Cahyadi, and Y. N. Maharani, “MANAJEMEN PENGETAHUAN UNTUK RISIKO BENCANA TSUNAMI –LITERATURE REVIEW,” *Racic: Rab Construction Research*, vol. 7, no. 2, pp. 188–199, Dec. 2022, doi: 10.36341/racic.v7i2.3001.