

Systematic Literatures Review: Teknologi dan metode terbaik dalam penerapan IoT di Smart City

Anas Harun Al Rasyid^{*1}, Ramadhan Renaldy²

^{1,2}Program Srtudi Informatika, Universitas PGRI Semarang, Kota Semarang

Email: 1anasharun345@gmail.com , ramadhanrenaldy@upgris.ac.id

Abstract

The Internet of Things (IoT) is a concept that connects various physical devices through the internet, enabling them to collect and share data. This study aims to identify and analyze trends and implementations of IoT technologies based on a review of 30 collected journals. The review addresses four main research questions. First, the most frequently used methods are Digital Twin and Smart Mobile Solutions, with 16% from 30 Journals. Second, the most commonly utilized technology in IoT studies is sensors with 40% from 30 Journals. Third, the implementation of IoT technology includes applications such as smart cities, smart traffic, real data processing, supply chain, and predictive management. Fourth, the year with the highest number of journal publications on Smart City is 2020, with a total of 11 journals. This study provides deep insights into the usage and trends of IoT technologies and opens up opportunities for further development in IoT applications across various fields.

Keywords: Internet Of Things (IoT), Smart City, System Integration, Systematic Literatur Review

Abstrak

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik melalui internet, memungkinkan mereka untuk mengumpulkan dan berbagi data. Review ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis tren serta implementasi teknologi IoT berdasarkan 30 jurnal yang telah dikumpulkan dan direview. Hasil review menjawab empat pertanyaan penelitian utama. Pertama, metode yang paling sering digunakan adalah Twin Digital dan Smart Mobile Solutions, dengan persentase 16% dari 30 jurnal. Kedua, teknologi yang paling sering diterapkan dalam studi IoT adalah sensor dengan persentase 40%. Ketiga, implementasi teknologi IoT mencakup berbagai aplikasi seperti smart cities, smart traffic, real data processing, supply chain, dan predictive management. Keempat, tahun dengan publikasi jurnal terbanyak mengenai Smart City adalah 2020, dengan total 11 jurnal. Review ini memberikan wawasan mendalam tentang penggunaan dan tren teknologi IoT, serta membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam implementasi IoT di berbagai bidang.

Kata kunci: Internet Of Things, Smart City, Literatur Review, Integrasi sistem

1. Pendahuluan

Smart City merupakan konsep perkotaan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup warga dan efisiensi pengelolaan kota dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi di masa depan [1][17]. Dengan integrasi teknologi ini, Smart City memungkinkan pemerintah kota untuk mengelola sumber daya dengan lebih efektif dan aman, mengoptimalkan layanan publik, dan keamanan kota[2]. Salah satu fondasi utama dalam implementasi Smart City adalah Internet of Things (IoT), yang memungkinkan objek fisik di kota untuk terhubung dan bertukar data secara mandiri melalui jaringan internet [3][16].

IoT telah membuka potensi besar dalam mengubah bagaimana kota-kota di seluruh dunia dikelola. Teknologi ini memungkinkan sensor, perangkat, kendaraan, dan infrastruktur pengubah energi lainnya untuk berkomunikasi dan berkolaborasi secara efisien[4], [5]. Contoh penerapan yang luas termasuk pengelolaan transportasi cerdas, pemantauan lingkungan,

manajemen energi yang lebih efisien, dan pelayanan kesehatan yang terintegrasi [6][18]. Implementasi IoT dalam Smart City melibatkan penggunaan sensor pintar, Digital twins, Management system untuk mengumpulkan data dari lingkungan sekitar secara real-time [7], [8]. Sensor ini sering kali terpasang pada infrastruktur kota seperti lampu jalan, tempat sampah, atau bangunan, dan mampu mengirimkan informasi mengenai kondisi lingkungan, penggunaan energi, dan keamanan [9], [10]. Dan peningkatan kualitas kota untuk efisiensi kota yang lebih berkualitas [11].

Salah satu metode yang paling umum dalam mengelola data dari IoT di Smart City adalah konsep digital twin. Digital twin adalah replika digital dari objek fisik, proses, atau sistem. Dalam konteks Smart City, digital twin digunakan untuk memodelkan infrastruktur kota secara virtual. Model ini memungkinkan untuk simulasi, keamanan privasi untuk kota yang lebih baik [12]. Dengan digital twin, pemerintah kota dapat memonitor kondisi aktual dari *traffic* transportasi, sistem air, atau jaringan listrik, dan merespons perubahan dengan lebih cepat [13], [14].

Teknologi yang paling sering digunakan dalam perencanaan Smart City adalah Internet of Thing (IoT). IoT menghubungkan berbagai perangkat dan sensor melalui internet, memungkinkan pengumpulan, pertukaran, dan analisis data secara real-time [15], [16]. Dengan implementasi IoT, kota dapat meningkatkan efisiensi layanan publik, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan meningkatkan kualitas hidup warga [17], [18]. Contoh aplikasi IoT dalam Smart City termasuk sistem parkir cerdas, manajemen limbah, pemantauan kualitas udara, dan pengelolaan energi yang efisien [19], [20].

Implementasi teknologi IoT banyak menggunakan sensor untuk mengumpulkan data dari lingkungan fisik [21], [22]. Dalam smart cities, sensor memantau lalu lintas, kualitas udara, dan infrastruktur [23]. Di smart homes, sensor mengontrol termostat, kelembaban, dan keamanan. Dalam healthcare, sensor memantau kondisi kesehatan pasien secara real-time [24]. Penggunaan sensor memungkinkan pengumpulan data akurat dan real-time, mendukung analisis mendalam dan pengambilan keputusan yang lebih baik [25], [26].

Dengan terus berkembangnya teknologi IoT dan konsep digital twin, harapan untuk menciptakan kota-kota pintar yang lebih adaptif, berkelanjutan, dan efisien semakin nyata [27], [28]. Smart City tidak hanya memberikan solusi untuk tantangan perkotaan saat ini tetapi juga membuka peluang untuk meningkatkan kualitas hidup warga melalui pelayanan yang lebih baik dan pengelolaan sumber daya yang lebih efisien [29][30].

Literatur ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis teknologi IoT yang paling sering digunakan, terutama sensor. Review ini bertujuan untuk memahami tren terkini, efektivitas, dan aplikasi praktis teknologi IoT dalam smart cities, smart homes, dan healthcare. Selain itu, review ini mengevaluasi metode umum, tantangan, dan peluang pengembangan lebih lanjut, memberikan panduan bagi peneliti dan praktisi dalam mengimplementasikan IoT secara efektif dan efisien.

2. Metode Penelitian

Metode Penelitian menggunakan Metode System Literature Review Sistem Literatur Review (SLR) adalah pendekatan metodologis yang sistematis untuk menyusun, mengevaluasi, dan menyintesis pengetahuan yang tersedia tentang topik tertentu dalam literatur ilmiah. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi, meninjau, dan menyusun bukti-bukti yang relevan dari studi-studi yang telah dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian tertentu atau untuk menyusun pemahaman yang komprehensif tentang suatu topik. Dalam metode SLR juga terdapat langkah-langkah yaitu :

1. Planning :

Dalam Penyusunan SLR Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan topik yang akan diambil. Setelah mendapatkan topik yang cocok, Langkah selanjutnya itu penentuan judul dan RQ (Research Question) agar dapat mencari variabel yang relevan dengan topik yang diambil.

Research Question (RQ) diperlukan agar dapat menentukan fokus penelitian yang akan dilakukan dan mengarahkan metodologi penelitian guna dapat

mengumpulkan dan menganalisis data. Sehingga data yang di gunakan akan sesuai dengan topik.

2. Conducting :

Pada proses Conducting penulis mengumpulkan dan menganalisis data yang berupa Jurnal sebanyak 30 Jurnal yang penulis dapatkan dari beberapa sumber seperti Google Scholar, OpenAlex, Scopus dan Crossref yang sesuai dengan RQ yang telah ditentukan. Berikut table Research Question dan penjelasannya.

Tabel 2.1 Tujuan Dibentuk RQ

ID	Reserch Question	Tujuan
RQ 1	Metode apa yang paling banyak digunakan ?	Mengidentifikasi metode apa yang banyak digunakan pada Smart City berbasis IoT.
RQ 2	Teknologi apa saja yang paling banyak di gunakan ?	Menganalisa teknologi apa saja yang paling banyak digunakan pada Smart City Berbasis IoT.
RQ 3	Implemetasi apa saja yang digunakan dalam Smart City ?	Menganalisis tentang implementasi teknologi dan metode yang digunakan dalam Smart City.
RQ 4	pada tahun berapakah banyak peneliti membuat jurnal tentang Smart City berbasis IoT ?	Menganalisis pada tahun berapakah peneliti sering peneliti membuat jurnal tentang Smart City berbasis IoT.

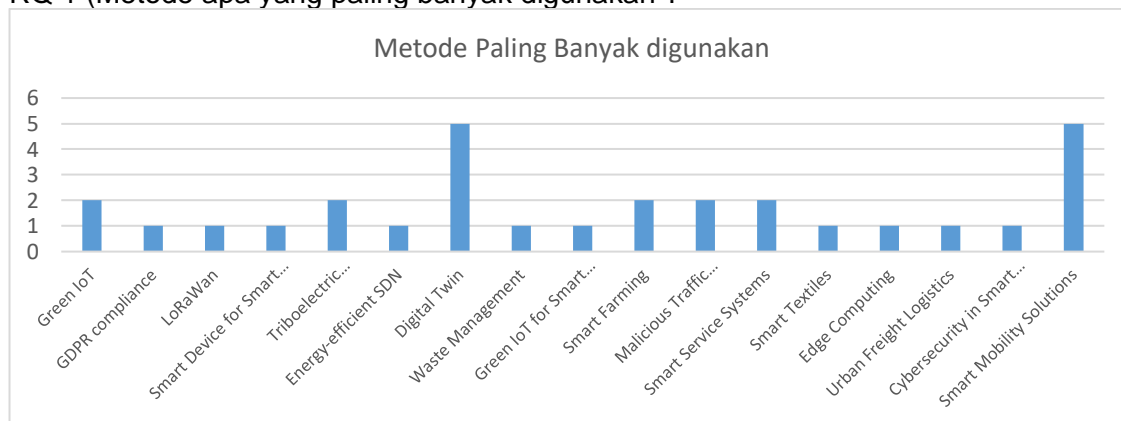
3. Reporting

Dalam tahap Reporting penulis sudah mulai membuat tentang Pendahuluan, Metode Penelitian, Hasil dan Pembahasan serta Kesimpulan. Selain itu laporan juga dilengkapi dengan Abstrak di bagaian awal laporan. Abstrak berisi tentang review dari laporan SLR yang telah dibuat. Abstrak juga membantu pembaca untuk mengetahui Gambaran secara kasar mengenai laporan yang buat oleh penulis. Pendahuluan berisi tentang pengetahuan tema, kenapa tema itu di angkat oleh penulis.

Metode penelitian berisi tentang bagaimana penulis membuat laporan SLR, mulai dari perencanaan sampai pembuatan laporan tersebut. Mulai dari menentukan tema dan RQ. Mengumpulkan dan menganalisis jurnal yang sesuai dengan RQ sampai pembuatan lainnya. Hasil dan pembahasan berisi tentang hasil dari review jurnal yang telah didapatkan dan diseleksi oleh penulis. Kesimpulan berisi tentang rangkuman penulis setelah mendapatkan hasil dari review jurnal. Kesimpulan juga berupa hasil tertinggi dari masing-masing RQ.

3. Hasil dan Pembahasan

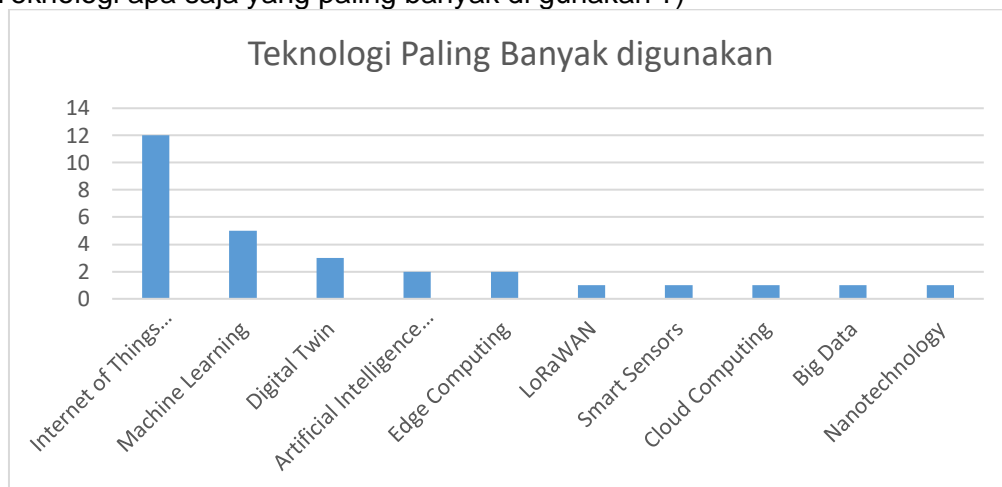
RQ 1 (Metode apa yang paling banyak digunakan ?



Gambar 3.1 Grafik Metode yang paling banyak digunakan

Pada gambar 3.1 di atas dapat dilihat bahwa metode yang paling banyak digunakan yaitu metode Digital Twin dan metode Smart Mobility Solutions yang masing-masing digunakan pada 5 jurnal dengan persentase 16% dari 30 jurnal. Sedangkan untuk metode lainnya seperti Green IoT, Smart Farming, Smart Service digunakan sebanyak 2 kali dan lainnya digunakan sebanyak 1 kali dari 30 jurnal yang terpilih.

RQ 2 (Teknologi apa saja yang paling banyak di gunakan ?)



Gambar 3.2 Grafik Teknologi yang paling banyak digunakan

Bisa dilihat dari gambar 3.2 grafik di atas bahwa Teknologi yang paling banyak digunakan adalah Teknologi Internet of Things (Sensor) yang digunakan sebanyak 12 Jurnal dengan persentase 40% dari 30 jurnal yang di review. Teknologi lainnya seperti Machine Learning sebanyak 5 jurnal. Digital Twin sebanyak 4 Jurnal. Teknologi AI dan Edge Computing sebanyak 2 jurnal. Dan yang lainnya sebanyak 1 jurnal seperti LoRaWAN, Smart Sensors, Cloud Computing, Big Data dan Nanotechnology.

RQ3 (Implemetasi apa saja yang digunakan dalam Smart City ?)

Tabel 3.1 Tabel Implementasi Teknologi

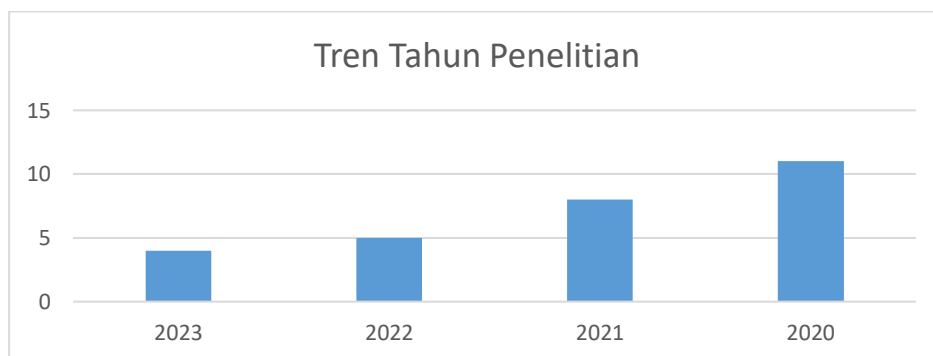
Metode/ Teknologi	Implementasi
Internet of Things (IoT)	- Smart Cities: Sensor IoT digunakan untuk memantau dan mengelola infrastruktur kota, seperti sistem lalu lintas, pengelolaan limbah, dan pencahayaan jalan.
Machine Learning	- Predictive Maintenance: Algoritma machine learning menganalisis data dari sensor IoT untuk memprediksi kapan peralatan akan mengalami kegagalan, memungkinkan pemeliharaan proaktif.
Digital Twin	- Infrastructure Management: Digital twin digunakan untuk membuat replika digital dari infrastruktur fisik, seperti jembatan dan bangunan, untuk pemantauan dan pemeliharaan.
Edge Computing	- Real-Time Data Processing: Edge computing memproses data yang dikumpulkan oleh sensor IoT di dekat sumber data, mengurangi latensi dan beban pada jaringan.
Artificial Intelligence (AI)	- Smart Traffic Management: AI digunakan untuk mengendalikan lampu lalu lintas berdasarkan data lalu lintas real-time dari sensor IoT untuk mengurangi kemacetan.

Blockchain

- **Supply Chain Management:** Blockchain melacak asal dan perjalanan barang dari produsen ke konsumen, dengan data yang diperoleh dari perangkat IoT yang mencatat kondisi penyimpanan dan transportasi.

Dari yang bisa dilihat dari tabel 3.1 tentang Implementasi Teknologi. Sudah ada beberapa contoh teknologi dan implementasinya yang dapat di aplikasikan untuk lebih membantu dan memudahkan pekerjaan atau urusan manusia. Seperti IoT dengan implementasi Smart Cities, Blockchain dengan implementasi Supply Chain Management, Artificial intelligence (AI) dengan implementasinya adalah Smart Traffic Management.

RQ 4 (pada tahun berapakah banyak peneliti membuat jurnal tentang Smart City berbasis IoT ?)



Gambar 3.3 Grafik jumlah Peneliti membuat penelitian tentang Smart City

Dari Gambar 3.3 diatas penulis menyadari bahwa para peneliti lebih banyak membuat penelitian tentang Smart City pada tahun 2020 yaitu sebanyak 11 Jurnal penelitian. Lalu pada tahun 2021 para peneliti membuat sebanyak 8 Jurnal. Pada tahun 2022 sebanyak 5 Jurnal dan pada tahun 2023 sebanyak 4 Jurnal. Dengan ini tren peneliti membuat artikel penelitian tentang IoT lebih banyak di publikasi pada tahun 2020.

4. Kesimpulan

Dari 30 jurnal yang telah dikumpulkan dan direview, diperoleh jawaban yang mendalam untuk masing-masing Research Questions (RQ) yang telah ditentukan sebelumnya. Untuk RQ 1, metode yang paling banyak digunakan dalam penelitian adalah Twin Digital dan Smart Mobile Solutions digunakan sebanyak 16% dari 30 jurnal yang di review. Untuk RQ 2, teknologi yang paling sering digunakan adalah Internet of Things (IoT), dengan penekanan khusus pada penggunaan sensor dengan 40%. Implementasi teknologi tersebut, yang menjawab RQ 3, mencakup aplikasi dalam smart cities, smart traffic, real data processing, supply chain, dan predictive management. Selain itu, terkait dengan RQ 4, ditemukan bahwa tahun 2020 adalah periode di mana peneliti paling banyak mempublikasikan jurnal tentang Smart City, dengan total 11 jurnal.

5. Referensi

- [1] F. A. Almalki *et al.*, "Green IoT for Eco-Friendly and Sustainable Smart Cities: Future Directions and Opportunities," *Mobile Networks and Applications*, vol. 28, no. 1, pp. 178–202, Feb. 2023, doi: 10.1007/s11036-021-01790-w.
- [2] C. Badii, P. Bellini, A. Difino, and P. Nesi, "Smart city IoT platform respecting GDPR privacy and security aspects," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 23601–23623, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2968741.
- [3] P. J. Basford, F. M. J. Bulot, M. Apetroaie-Cristea, S. J. Cox, and S. J. J. Ossont, "LoRaWan for smart city IoT deployments: A long term evaluation," *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 3, Feb. 2020, doi: 10.3390/s20030648.

- [4] D. Bhatt and S. Kumar, "Internet of Things: Smart Device for Smart City," 2018.
- [5] X. Cao, Y. Xiong, J. Sun, X. Xie, Q. Sun, and Z. L. Wang, "Multidiscipline Applications of Triboelectric Nanogenerators for the Intelligent Era of Internet of Things," *Nano-Micro Letters*, vol. 15, no. 1. Springer Science and Business Media B.V., Dec. 01, 2023. doi: 10.1007/s40820-022-00981-8.
- [6] C. Cheng, J. Dou, and Z. Zheng, "Energy-efficient SDN for Internet of Things in smart city," *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, vol. 2, pp. 145–158, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.iotcps.2022.07.003.
- [7] L. Deren, Y. Wenbo, and S. Zhenfeng, "Smart city based on digital twins," *Computational Urban Science*, vol. 1, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1007/s43762-021-00005-y.
- [8] S. Dubey, P. Singh, P. Yadav, and K. K. Singh, "Household Waste Management System Using IoT and Machine Learning," in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2020, pp. 1950–1959. doi: 10.1016/j.procs.2020.03.222.
- [9] D. N. Ford and C. M. Wolf, "Smart Cities with Digital Twin Systems for Disaster Management," *Journal of Management in Engineering*, vol. 36, no. 4, Jul. 2020, doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000779.
- [10] A. Fuller, Z. Fan, C. Day, and C. Barlow, "Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 108952–108971, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2998358.
- [11] "Green Internet of Things for Smart Cities."
- [12] M. Gupta, M. Abdelsalam, S. Khorsandroo, and S. Mittal, "Security and Privacy in Smart Farming: Challenges and Opportunities," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 34564–34584, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2975142.
- [13] F. Hussain *et al.*, "A framework for malicious traffic detection in iot healthcare environment," *Sensors*, vol. 21, no. 9, May 2021, doi: 10.3390/s21093025.
- [14] M. Kashef, A. Visvizi, and O. Troisi, "Smart city as a smart service system: Human-computer interaction and smart city surveillance systems," *Comput Human Behav*, vol. 124, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.chb.2021.106923.
- [15] J. M. Kim, "Smart textiles Multifunctional, textile-based display can be woven on standard equipment," *Advances in Textiles Technology*, pp. 1–3, Mar. 2022, doi: 10.1038/s41467-022-28459-6.
- [16] Z. Lv, D. Chen, R. Lou, and Q. Wang, "Intelligent edge computing based on machine learning for smart city," *Future Generation Computer Systems*, vol. 115. Elsevier B.V., pp. 90–99, Feb. 01, 2021. doi: 10.1016/j.future.2020.08.037.
- [17] C. Moreno, Z. Allam, D. Chabaud, C. Gall, and F. Pratlong, "Introducing the '15-Minute City': Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities," 2021, doi: 10.3390/smartcities.
- [18] S. Pan, W. Zhou, S. Piramuthu, V. Giannikas, and C. Chen, "Smart city for sustainable urban freight logistics," *International Journal of Production Research*, vol. 59, no. 7. Taylor and Francis Ltd., pp. 2079–2089, 2021. doi: 10.1080/00207543.2021.1893970.
- [19] N. H. Motlagh, M. Mohammadrezaei, J. Hunt, and B. Zakeri, "Internet of things (IoT) and the energy sector," *Energies*, vol. 13, no. 2. MDPI AG, 2020. doi: 10.3390/en13020494.
- [20] M. M. Rashid, J. Kamruzzaman, M. M. Hassan, T. Imam, and S. Gordon, "Cyberattacks detection in iot-based smart city applications using machine learning techniques," *Int J Environ Res Public Health*, vol. 17, no. 24, pp. 1–21, Dec. 2020, doi: 10.3390/ijerph17249347.
- [21] M. Singh, E. Fuenmayor, E. P. Hinchy, Y. Qiao, N. Murray, and D. Devine, "Digital twin: Origin to future," *Applied System Innovation*, vol. 4, no. 2. MDPI AG, 2021. doi: 10.3390/asi4020036.
- [22] A. C. Serban and M. D. Lytras, "Artificial intelligence for smart renewable energy sector in europe - Smart energy infrastructures for next generation smart cities," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 77364–77377, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2990123.

- [23] S. Šurdonja, T. Giuffrè, and A. Deluka-Tibljaš, “Smart mobility solutions-necessary precondition for a well-functioning smart city,” in *Transportation Research Procedia*, Elsevier B.V., 2020, pp. 604–611. doi: 10.1016/j.trpro.2020.03.051.
- [24] F. M. Talaat and H. ZainEldin, “An improved fire detection approach based on YOLO-v8 for smart cities,” *Neural Comput Appl*, vol. 35, no. 28, pp. 20939–20954, Oct. 2023, doi: 10.1007/s00521-023-08809-1.
- [25] C. K. Toh, J. A. Sanguesa, J. C. Cano, and F. J. Martinez, “Advances in smart roads for future smart cities,” *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, vol. 476, no. 2233. Royal Society Publishing, Jan. 01, 2020. doi: 10.1098/rspa.2019.0439.
- [26] A. M. Toli and N. Murtagh, “The Concept of Sustainability in Smart City Definitions,” *Frontiers in Built Environment*, vol. 6. Frontiers Media S.A., Jun. 02, 2020. doi: 10.3389/fbuil.2020.00077.
- [27] E. Twahirwa, J. Rwigema, and R. Datta, “Design and deployment of vehicular internet of things for smart city applications,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 1, Jan. 2022, doi: 10.3390/su14010176.
- [28] M. Wawer, K. Grzesiuk, and D. Jegorow, “Smart Mobility in a Smart City in the Context of Generation Z Sustainability, Use of ICT, and Participation,” *Energies (Basel)*, vol. 15, no. 13, Jul. 2022, doi: 10.3390/en15134651.
- [29] J. J. Zhang, “coLuMn Edltor BloGrAPHY,” 2003. [Online]. Available: <https://news.sap.com/2016/11/smart-cities-nanjing-and-sap-create-intelligent->
- [30] Z. Zheng, Y. Zhou, Y. Sun, Z. Wang, B. Liu, and K. Li, “Applications of federated learning in smart cities: recent advances, taxonomy, and open challenges,” *Conn Sci*, vol. 34, no. 1, pp. 1–28, 2022, doi: 10.1080/09540091.2021.1936455.