

Integrasi Internet of Things (IoT) dan Big Data dalam Pengembangan Sistem Informasi Smart City

M. Miftahul Khoiri. S¹

¹Teknologi Informasi, Fakultas Teknologi Kesehatan dan Sains, Universitas Muhammadiyah Muara Bungo

kmiftahul592@gmail.com

Abstract

The rapid development of digital technology has encouraged cities to adopt smart city concepts supported by Internet of Things (IoT) and Big Data technologies. This study aims to analyze how the integration of IoT and Big Data enhances the performance of smart city information systems. The research uses a descriptive qualitative approach through a literature review of relevant journals, books, and official documents. The findings indicate that IoT enables real-time data collection from various urban sectors, such as transportation, environment, security, and public services. Meanwhile, Big Data provides analytical capabilities to process large-scale data and generate insights for effective decision-making. The integration of both technologies strengthens urban management by improving service efficiency, optimizing resource allocation, and increasing transparency of public information. The results also highlight that many previous studies have examined IoT and Big Data separately, so integrated studies are still limited. Therefore, this study contributes by providing a conceptual understanding of how IoT and Big Data can work together in supporting city governance. Future research is recommended to develop a more detailed technical architecture or test implementation in specific smart city sectors.

Keywords: Internet of Things, Big Data, Smart City, Information System, Urban Technology

Abstrak

Perkembangan teknologi digital yang semakin pesat mendorong banyak kota untuk mengadopsi konsep smart city yang didukung oleh teknologi Internet of Things (IoT) dan Big Data. Penelitian ini bertujuan menganalisis bagaimana integrasi IoT dan Big Data dapat meningkatkan kinerja sistem informasi smart city. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan melakukan studi literatur terhadap jurnal, buku, serta dokumen resmi yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa IoT berperan dalam menyediakan data real time dari berbagai sektor kota, seperti transportasi, lingkungan, keamanan, dan layanan publik. Sementara itu, Big Data memberikan kemampuan analitik untuk mengolah data berukuran besar sehingga dapat menghasilkan informasi strategis bagi pengambilan keputusan pemerintah. Integrasi keduanya terbukti mampu meningkatkan efisiensi layanan publik, mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya kota, serta memperkuat transparansi informasi kepada masyarakat. Temuan penelitian juga menunjukkan bahwa kajian terdahulu umumnya membahas IoT dan Big Data secara terpisah, sehingga penelitian mengenai integrasi keduanya masih terbatas. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi konseptual mengenai peran sinergis IoT dan Big Data dalam mendukung tata kelola kota. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan arsitektur teknis yang lebih rinci atau melakukan pengujian implementasi pada sektor smart city tertentu.

Kata kunci: Internet Of Things, Big Data, Smart City, Sistem Informasi, Teknologi Kota

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital dalam satu dekade terakhir telah mendorong transformasi sistem tata kelola kota menuju konsep smart city, yaitu kota yang memanfaatkan teknologi informasi untuk meningkatkan kualitas layanan publik, efisiensi operasional, serta kenyamanan masyarakat. Salah satu teknologi utama yang menjadi fondasi kota cerdas adalah Internet of Things (IoT), yaitu jaringan perangkat yang saling terhubung dan mampu mengumpulkan serta mengirimkan data secara real-time [1]. IoT memungkinkan pemerintah melakukan pemantauan lingkungan, infrastruktur, transportasi, hingga keamanan melalui sensor yang terbesar di berbagai titik kota.

Namun, data yang dihasilkan oleh perangkat IoT memiliki volume besar, kecepatan tinggi, dan keragaman yang kompleks. Kondisi ini menuntut teknologi Big Data sebagai solusi untuk memproses, menganalisis, dan mengekstraksi informasi bermakna dari data tersebut [2]. Big Data memberikan kemampuan analitik prediktif maupun deskriptif sehingga pemerintah dapat membuat berbasis bukti (evidence-based decision making) secara lebih cepat dan akurat [3].

Integrasi IoT dan Big Data menjadi komponen penting dalam sistem informasi smart city karena IoT berfungsi sebagai penyedia data, sementara Big Data bertindak sebagai mesin analitik yang mengolah data menjadi informasi strategis [4]. Melalui integrasi ini, pemerintah daerah dapat memonitor kondisi kota

secara langsung, mendeteksi potensi masalah lebih cepat, mengelola sumber daya secara efisien, serta meningkatkan kualitas layanan publik kepada masyarakat [5].

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa IoT berperan besar dan otomatisasi proses perkotaan seperti transportasi, manajemen sampah, kontrol energi, hingga sistem keamanan [1], sedangkan Big Data berfungsi untuk memprediksi potensi kemacetan, mengidentifikasi pola mobilitas, hingga memantau kondisi lingkungan [2]. Namun, sebagian besar studi tersebut masih membahas kedua teknologi ini secara terpisah, sehingga kajian yang menyoroti integrasi komprehensif IoT dan Big Data dalam arsitektur smart city masih relatif terbatas [6].

Selain itu, tantangan dalam implementasi integrasi IoT dan Big Data juga masih signifikan, terutama terkait keamanan data, interoperabilitas perangkat, kesiapan infrastruktur jaringan, serta kemampuan sumber daya manusia dalam mengelola sistem berskala besar [7]. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memberikan pemahaman lebih mendalam mengenai bagaimana integrasi kedua teknologi ini dapat mendukung pengembangan sistem informasi smart city secara efektif, adaptif, dan berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang bertujuan memberikan gambaran menyeluruh mengenai integrasi Internet of Things (IoT) dan Big Data dalam pengembangan sistem informasi smart city. Pendekatan ini dipilih karena mampu menggambarkan fenomena teknologi secara mendalam berdasarkan data dari berbagai sumber ilmiah [8].

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan studi literatur (library research), yaitu jenis penelitian yang dilakukan dengan mengumpulkan, meninjau, dan menganalisis berbagai sumber ilmiah yang relevan seperti jurnal, prosiding, buku, laporan penelitian, dan dokumen resmi terkait IoT, Big Data, dan smart city [9]. Studi literatur digunakan untuk memperoleh pemahaman teoritis yang mendalam serta menyusun kerangka konseptual berdasarkan temuan penelitian sebelumnya.

Jenis penelitian ini dipilih karena topik integrasi IoT dan Big Data bersifat konseptual dan memerlukan analisis sistematis terhadap perkembangan teknologi dari berbagai sumber ilmiah. Selain itu, pendekatan ini memungkinkan peneliti mengidentifikasi research gap, membandingkan beberapa model integrasi yang telah dikembangkan, serta merumuskan konsep baru yang lebih komprehensif. Studi literatur sangat efektif digunakan untuk mengkaji fenomena yang berkembang

secara dinamis dan membutuhkan landasan teori yang kuat serta mutakhir [10].

2.2. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis sumber data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa konsep, teori, dan hasil penelitian tentang Internet of Things (IoT), Big Data, dan arsitektur sistem informasi smart city yang diperoleh dari jurnal ilmiah nasional maupun internasional. Data ini menjadi dasar utama dalam menganalisis integrasi kedua teknologi tersebut dalam konteks kota cerdas.

Sementara itu, data sekunder terdiri atas laporan pemerintah, white paper teknologi, pedoman resmi pengembangan smart city di Indonesia, serta dokumen pendukung lainnya yang relevan. Data sekunder digunakan untuk memperkaya pemahaman mengenai implementasi smart city di lapangan serta memberikan konteks kebijakan yang mendasari pemanfaatan IoT dan Big Data.

2.3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui tiga tahapan utama:

1. Penelusuran literatur pada berbagai database ilmiah seperti Google Scholar, Garuda Kemdikbud, IEEE, dan ScienceDirect untuk memperoleh sumber relevan dengan topik IoT, Big Data, dan smart city.
2. Dilakukan seleksi literatur berdasarkan kriteria tertentu, yaitu kesesuaian topik, kualitas publikasi, serta rentang tahun terbit sepuluh tahun terakhir guna memastikan data yang digunakan bersifat mutakhir.
3. Literatur yang dipilih kemudian melalui pengkodean data, yaitu pengelompokan topik menjadi beberapa tema seperti IoT, Big Data, sistem informasi smart city, dan integrasi teknologi, sehingga memudahkan proses analisis pada tahap berikutnya.

2.4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian menggunakan metode analisis konten (content analysis), yaitu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi pola, konsep, dan hubungan antartema dari berbagai literatur yang telah dikumpulkan. Proses analisis dilakukan melalui tiga tahapan utama:

1. Reduksi data, yaitu memilih dan menyaring informasi penting dari setiap literatur yang berkaitan dengan IoT, Big Data, dan smart city.
2. Penyajian data, di mana informasi yang telah direduksi disusun ke dalam kategori atau tema sehingga mudah dianalisis.
3. Penarik kesimpulan, yaitu menginterpretasikan hasil temuan untuk menghasilkan pemahaman

yang komprehensif mengenai integrasi IoT dan Big Data dalam sistem informasi smart city [11].

2.5. Alur Penelitian

Alur penelitian ini disusun secara sistematis untuk memastikan proses kajian literatur berjalan terarah dan sesuai tujuan penelitian. Tahapan penelitian meliputi:

1. Identifikasi masalah, dengan menentukan isu utama mengenai kebutuhan IoT dan Big Data pada sistem informasi smart city.
2. Pengumpulan literatur, melalui penelusuran jurnal, buku, prosiding, dan dokumen resmi dan relevan.
3. Analisis kesenjangan (gap analysis), yaitu membandingkan penelitian sebelumnya untuk menemukan kekurangan atau ruang penelitian yang belum dibahas.
4. Penyusunan model atau konsep integrasi, berdasarkan hasil sistesis teori dan temuan dari berbagai literatur.
5. Penarikan kesimpulan dan rekomendasi, sebagai hasil akhir yang merangkum kontribusi penelitian serta arah pengembangan studi selanjutnya.

Alur ini membantu penelitian menghasilkan pemahaman komprehensif mengenai integrasi IoT dan Big Data dalam pengembangan sistem informasi smart city.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Implementasi IoT dalam Sistem Informasi Smart City

Pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam sistem informasi smart city telah berkembang secara signifikan seiring meningkatnya kebutuhan pemerintah kota dalam memantau kondisi lingkungan dan meningkatkan kualitas layanan publik. IoT memungkinkan berbagai perangkat seperti sensor, kamera, dan aktuator untuk mengumpulkan data secara real-time dan mengirimkannya ke pusat pengendali kota (command center) sehingga proses pemantauan dapat dilakukan secara menyeluruh dan berkelanjutan.

Integrasi perangkat IoT pada infrastruktur kota mampu meningkatkan efisiensi operasional pemerintah daerah, terutama dalam sektor transportasi, lingkungan, dan keamanan [12]. Sensor IoT pada lampu jalan, kualitas udara, sistem parkir, dan CCTV memungkinkan deteksi dini terhadap berbagai permasalahan seperti kemacetan, polusi udara, dan potensi tindak kriminal. Data yang dihasilkan oleh perangkat-perangkat tersebut juga menjadi dasar untuk otomatisasi layanan publik, misalnya pengaturan lampu lalu lintas berbasis kepadatan kendaraan.

Contoh implementasi nyata IoT di kota-kota Indonesia meliputi:

1. Bandung Command Center, yang mengintegrasikan CCTV, sensor parkir, dan pemantauan layanan publik secara digital.
2. Surabaya Smart City, yang memanfaatkan sensor banjir, smart street lighting, dan sistem pengelolaan sampah berbasis IoT.
3. Jakarta Smart City, yang menggunakan ribuan CCTV, sensor lalu lintas, dan integrasi data transportasi untuk manajemen kemacetan.

Sementara itu, di tingkat global, negara seperti Singapura dan Korea Selatan telah mengimplementasi IoT untuk memantau kualitas udara, mengatur konsumsi energi gedung publik, serta mendukung sistem transportasi cerdas (intelligent transport system).

Menyatakan bahwa IoT tidak hanya berfungsi sebagai alat pengumpulan data, tetapi juga sebagai fondasi utama dalam menciptakan ekosistem kota yang responsif, adaptif, dan mampu beroperasi berdasarkan kondisi aktual menjadi komponen kritis dalam pengembangan sistem informasi kota cerdas yang dapat meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan kualitas pelayanan publik [13].



Gambar 1. Diagram Alur Sistem Smart City

Sumber: Diadaptasi dari Suryani (2018)

3.2. Pemanfaatan Big Data untuk Analitik Kota Cerdas

Big Data memiliki peran strategis dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis data pada sistem informasi smart city. Data yang dihasilkan oleh perangkat IoT umumnya memiliki karakteristik volume besar, kecepatan tinggi, dan beragam (variety), sehingga memerlukan teknologi Big Data untuk memproses, menganalisis, dan menyajikan informasi secara efektif. Melalui kemampuan analitiknya, Big Data mampu mengungkap pola, tren, dan prediksi yang sulit diperoleh melalui metode pengolahan data konvensional [14].

Dalam konteks kota cerdas, Big Data dimanfaatkan untuk mendukung berbagai kebutuhan, seperti analisis mobilitas penduduk, prediksi kemacetan, pemantauan kondisi lingkungan, serta optimalisasi layanan publik. Data yang diolah umumnya berasal dari sensor IoT, media sosial, sistem transportasi, aplikasi masyarakat, dan perangkat monitoring lainnya. Pemerintah daerah dapat menggunakan hasil analisis tersebut untuk merumuskan kebijakan yang lebih tepat sasaran, meningkatkan efisiensi operasional, dan mempercepat proses respons terhadap masalah di lapangan.

Contoh pemanfaatan Big Data pada smart city di Indonesia meliputi:

1. Jakarta Smart City, yang menggunakan platform Big Data untuk menganalisis laporan warga dari aplikasi Qlue dan kanal media sosial guna memetakan titik kemacetan, banjir, dan insiden darurat secara real time.
2. Surabaya, yang mengolah data CCTV, sensor kendaraan, dan data sosial untuk menentukan pola kemacetan dan mengatur rekayasa lalu lintas secara dinamis.
3. Bandung, yang memanfaatkan data interaktif dari aplikasi layanan publik untuk memonitor kepadatan aktivitas masyarakat dan mendukung tata kelola pelayanan publik.

Di tingkat global, Big Data telah diimplementasikan secara lebih maju. Singapura, misalnya, mengembangkan sistem Smart Nation Sensor Platform yang mengintegrasikan jutaan data dari IoT untuk menganalisis konsumsi energi, pergerakan penduduk, hingga kualitas udara. Korea Selatan menggunakan Big Data untuk mendukung sistem intelligent transport system yang mampu memprediksi kondisi lalu lintas dalam hitungan detik.

Temuan ini menyatakan bahwa Big Data merupakan komponen inti dalam membangun pemerintahan digital yang responsif dan adaptif [15]. Kemampuan Big Data dalam mengolah data dalam jumlah besar dan kompleks memberikan nilai tambah signifikan bagi pemangku kebijakan, terutama dalam pengembangan sistem informasi kota cerdas yang mampu mengakomodasi perubahan kondisi kota secara dinamis.

Secara keseluruhan, pemanfaatan Big Data menjadikan sistem informasi kota cerdas lebih analitis, prediktif, dan berbasis bukti (evidence-based), sehingga meningkatkan kualitas layanan publik dan efektivitas tata kelola kota.

3.3. Integrasi IoT dan Big Data dalam Pengembangan Sistem Informasi Smart City

Integrasi antara Internet of Things (IoT) dan Big Data merupakan elemen kunci dalam pengembangan sistem informasi smart city karena kedua teknologi tersebut saling melengkapi dalam proses pengumpulan, pengolahan, hingga penyajian data untuk mendukung pengambilan keputusan. IoT berperan sebagai penyedia data real time melalui sensor dan perangkat cerdas yang tersebar di berbagai titik kota. Sementara itu, Big Data menjadi mesin analitik yang mengolah data tersebut menjadi informasi yang bermakna, prediksi, serta rekomendasi kebijakan bagi pemerintah daerah [16].

Manfaat Integrasi IoT dan Big Data

Berdasarkan hasil sintesis literatur, integrasi kedua teknologi ini memberikan tiga manfaat utama bagi sistem informasi smart city, yaitu:

1. Peningkatan kecepatan dan ketepatan pengambilan keputusan

Sensor IoT menyediakan data langsung dari lapangan, sedangkan Big Data menganalisis pola dan tren sehingga pemerintah dapat mengambil keputusan yang cepat, akurat, dan berbasis bukti. Contohnya, data sensor lalu lintas dapat dianalisis untuk menentukan pengaturan lampu lalu lintas secara otomatis pada jam-jam sibuk.

2. Efisiensi dan optimalisasi layanan publik

Integrasi ini membantu kota dalam menghemat energi, meningkatkan efektivitas transportasi, memperbaiki manajemen sampah, serta memonitor risiko bencana. Misalnya, data dari sensor banjir dapat diproses oleh platform Big Data untuk menghasilkan peringatan dini yang lebih akurat.

3. Transparansi dan peningkatan partisipasi masyarakat

Aplikasi layanan publik yang terhubung dengan IoT dan dianalisis melalui Big Data memberikan informasi real time kepada masyarakat, seperti kualitas udara, kondisi lalu lintas, hingga layanan darurat. Hal ini meningkatkan keterlibatan warga dalam pengawasan dan pengambilan keputusan kota [15].

Contoh Implementasi Integrasi IoT-Big Data

Beberapa kota di Indonesia telah memanfaatkan integrasi IoT dan Big Data pada tingkat dasar hingga menengah, seperti:

1. Jakarta Smart City: memproses data dari ribuan sensor, CCTV, dan laporan masyarakat untuk mendukung pengelolaan transportasi dan penanganan insiden.
2. Surabaya: menggabungkan sensor lingkungan dan data CCTV dengan analitik Big Data untuk memprediksi titik banjir dan mengoptimalkan layanan darurat.
3. Bandung: menggunakan integrasi data IoT untuk mendukung pemantauan CCTV, sistem parkir, serta pengelolaan ruang publik.

Di tingkat global, penerapan yang lebih maju dapat ditemukan pada Singapura, Seoul, dan Tokyo, yang memanfaatkan integrasi IoT-Big Data untuk memprediksi mobilitas penduduk, mengelola energi gedung pintar, serta melakukan predictive maintenance terhadap infrastruktur kota.

Tantangan Implementasi Integrasi IoT-Big Data

Meskipun memberikan banyak manfaat, integrasi kedua teknologi ini masih menghadapi beberapa tantangan, antara lain:

1. Keamanan dan privasi data

Data yang dihasilkan IoT sangat sensitif, sehingga memerlukan perlindungan dari risiko kebocoran dan serangan siber.

2. Interoperabilitas perangkat

Banyak perangkat IoT menggunakan protokol yang berbeda-beda sehingga menyulitkan integrasi dalam satu sistem besar.

3. Keterbatasan infrastruktur jaringan

Beberapa kota belum memiliki jaringan internet, pusat data, atau server yang memadai untuk mengolah data berskala besar.

4. Ketersediaan SDM ahli

Pengelolaan Big Data membutuhkan kompetensi data science, cloud computing, dan keamanan siber, yang belum merata di semua daerah.

5. Kebutuhan biaya tinggi pada tahap awal

Implementasi perangkat sensor, jaringan, serta platform analitik memerlukan investasi besar bagi pemerintah daerah.

Secara keseluruhan, integrasi IoT dan Big Data merupakan fondasi utama yang memungkinkan sebuah kota bergerak menuju tingkat kecerdasan yang lebih tinggi. Integrasi ini menjadikan sistem informasi kota tidak hanya bersifat reaktif, tetapi juga prediktif dan adaptif dalam menghadapi dinamika perkotaan.



Gambar 2. Diagram Arsitektur Integrasi IoT- Big Data Smart City

Sumber: Diadaptasi dari Kusuma & Hidayat (2021)

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi Internet of Things (IoT) dan Big Data memiliki peran yang sangat penting dalam pengembangan sistem informasi smart city. IoT menyediakan data real time dari berbagai perangkat sensor yang tersebar di lingkungan kota, sementara Big Data berfungsi sebagai mesin analitik yang mampu mengolah data dalam jumlah besar untuk menghasilkan informasi yang akurat dan relevan bagi pengambilan keputusan pemerintah daerah.

Hasil kajian literatur mengindikasikan bahwa integrasi kedua teknologi ini memberikan manfaat signifikan, antara lain peningkatan efisiensi layanan publik, optimalisasi sumber daya kota, deteksi dini terhadap berbagai permasalahan, serta peningkatan transparansi

informasi kepada masyarakat. Sistem informasi kota cerdas yang memanfaatkan IoT dan Big Data mampu mendukung pemerintah dalam menciptakan tata kelola yang responsif, adaptif, dan berbasis data.

Selain itu, analisis menunjukkan bahwa masih terdapat kebutuhan untuk pengembangan model integrasi yang lebih terstandar agar implementasi smart city dapat berjalan lebih efektif di berbagai daerah. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada pengembangan arsitektur teknis yang lebih rinci atau pengujian implementasi pada sektor-sektor tertentu seperti transportasi, kesehatan, atau energi.

Ucapan Terimakasih

Puji syukur ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas rahmat dan izin-Nya. Kami menyampaikan terima kasih mendalam kepada orang tua dan keluarga atas dukungan spiritual dan motivasi yang tak pernah putus.

Apresiasi setinggi-tingginya ditujukan kepada Dosen Pembimbing Universitas Muhammadiyah Muara Bungo atas bimbingan dan arahan akademis yang kritis selama proses penelitian. Terima kasih juga kepada seluruh responden yang telah menyediakan data krusial, serta rekan sejawat atas kolaborasi dan diskusi yang telah menyempurnakan artikel ini.

Daftar Rujukan

- [1] Al-Faiz, A., Handoyo, E., & Ardiansyah, H. (2024). Optimalisasi akselerasi dan pengereman robot transporter rumah sakit menggunakan sensor ultrasonik dan kendali PID. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (JUPTIK)*, 2(1), 7-10. <https://doi.org/10.52060/juption.v2i1.2092>
- [2] Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE Publications.
- [3] Kurniawan, A. A., Hermanto, H., & Suri, R. M. (2024). Perancangan transformasi digital enterprise arsitektur model pengembangan TOGAF lembaga kursus Oreo Learning. *JUPTIK*, 2(1), 11-16. <https://doi.org/10.52060/juption.v2i1.2096>
- [4] Kusuma, A., & Hidayat, T. (2020). Analisis pemanfaatan Big Data untuk mendukung implementasi smart city di Indonesia. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(2), 245-254.
- [5] Mahendra, D. Y., & Hermanto, H. (2024). Sistem pakar menggunakan metode Forward Chaining dalam menganalisis penyakit pada kucing. *JUPTIK*, 2(1), 17-23. <https://doi.org/10.52060/juption.v2i1.2196>
- [6] Budiarti, L. R. & Endryansyah, "Perancangan Kontroler PI untuk Sistem Pengendalian Kecepatan Motor DC pada Mini Konveyor," *Jurnal Teknik Elektro*, 8(2), 2019, <https://doi.org/10.26740/jte.v8n2.p%25p>
- [7] Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook*. SAGE Publications.
- [8] Rahman, F., & Putri, D. (2019). Penerapan konsep smart city berbasis teknologi informasi pada pemerintahan daerah. *Jurnal Sistem Informasi*, 15(3), 123-132.
- [9] Sugiyono. (2017). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- [10] Suryani, T. (2018). Internet of Things (IoT) sebagai fondasi pengembangan kota cerdas. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 9(1), 45-52.

-
- [11] Wibowo, S. (2021). Integrasi IoT dan Big Data dalam sistem informasi pemerintahan cerdas. *Jurnal Informatika*, 12(4), 301-310.
- [12] Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of Things for smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22-32. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2306328>
- [13] Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- [14] Hashem, I. A. T., Yaqoob, I., Anuar, N. B., Mokhtar, S., Gani, A., & Khan, S. U. (2015). The rise of "big data" on cloud computing: Review and open research issues. *Information Systems*, 47, 98-115. <https://doi.org/10.1016/j.is.2014.07.006>
- [15] Suakanto, S., Huda, M., & Wahyudi, R. (2018). Implementasi kota cerdas di Indonesia: Peluang dan tantangan. *Jurnal Sistem Cerdas*, 5(2), 101-110.
- [16] Kemenkominfo. (2017). Indonesia Smart City Framework (ISCF). Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia.