



Analisis Pengaruh Teknologi IoT terhadap Optimalisasi Efisiensi *Smart City*

Muhammad Reffy Adrianabstrak
Fakultas Teknik Universitas Asahan, Indonesia

Alamat : Jl. Jend. A. Yani, Kisaran Naga, Kec. Kota Kisaran Timur, Kisaran, Sumatera Utara 21216

Korespondensi penulis : reffvadrian83@gmail.com

Abstract *Internet of Things (IoT) technology plays an important role in Smart City development by increasing efficiency in the transportation, energy, waste management and air quality sectors. IoT enables dynamic regulation of traffic flow, more efficient energy management, and real-time monitoring of waste and air quality. However, challenges such as inadequate infrastructure, data security issues, and limited human resources need to be overcome to maximize IoT adoption. By improving infrastructure, interoperability standards and data security policies, the potential of IoT in Smart Cities can be further optimized.*

Keywords: *IoT, Smart, City, Efficiency, Transportation.*

Abstrak Teknologi Internet of Things (IoT) memainkan peran penting dalam pengembangan Smart City dengan meningkatkan efisiensi di sektor transportasi, energi, pengelolaan sampah, dan kualitas udara. IoT memungkinkan pengaturan aliran lalu lintas secara dinamis, pengelolaan energi yang lebih efisien, serta memantau sampah dan kualitas udara secara real-time. Namun tantangan seperti infrastruktur yang tidak memadai, masalah keamanan data, dan keterbatasan sumber daya manusia perlu diatasi untuk memaksimalkan penerapan IoT. Dengan peningkatan infrastruktur, standar interoperabilitas, dan kebijakan keamanan data, potensi IoT dalam Smart City dapat lebih optimal.

Kata Kunci : *IoT, Smart, City, Efisiensi, Transportasi.*

1. PENDAHULUAN

Di era globalisasi yang terus berkembang pesat ini, fenomena urbanisasi semakin menjadi salah satu tantangan terbesar bagi kota-kota di seluruh dunia. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin pesat di kota-kota besar, permasalahan kompleks dalam pengelolaan sumber daya alam, infrastruktur, dan pelayanan publik menjadi semakin mendalam. Permasalahan seperti kemacetan lalu lintas, polusi udara, pemborosan energi, pengelolaan sampah, serta ketidakefisienan dalam penyediaan layanan publik menjadi tantangan utama yang perlu diselesaikan. Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu teknologi yang sangat berpotensi dalam menghadirkan solusi tersebut adalah **Internet of Things (IoT)**, yang memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan berbagai sistem dalam kota secara cerdas dan efisien.

IoT berfungsi sebagai penghubung antar perangkat fisik melalui internet yang memungkinkan pertukaran data secara real-time, memungkinkan kota untuk lebih responsif terhadap perubahan kondisi dan kebutuhan warganya. Penerapan IoT dalam pengelolaan kota

membuka peluang besar untuk menciptakan sistem yang lebih optimal dalam berbagai sektor, seperti transportasi, energi, pengelolaan sampah, dan pemantauan kualitas udara. Dengan menggunakan sensor-sensor pintar yang tersebar di berbagai bagian kota, data yang dihasilkan dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi operasional kota, memudahkan pengambilan keputusan yang lebih tepat, serta mengurangi pemborosan sumber daya yang ada. Misalnya saja di sektor transportasi, IoT dapat digunakan untuk memadukan kondisi lalu lintas secara real-time dan mengoptimalkan aliran kendaraan di jalan, yang pada akhirnya dapat mengurangi kemacetan serta polusi udara.

Konsep Smart City dan Peran Teknologi IoT

Konsep **Smart City** Merujuk pada sebuah kota yang mengoptimalkan penggunaan teknologi untuk meningkatkan kualitas hidup warganya, serta efisiensi dan kemiskinan berbagai sektor yang ada. Smart City menggabungkan penggunaan berbagai teknologi canggih, seperti IoT, big data, dan cloud computing, untuk menciptakan lingkungan yang lebih cerdas dan terintegrasi. Teknologi IoT memainkan peran yang sangat krusial dalam mewujudkan Smart City ini. Melalui IoT, perangkat-perangkat fisik di kota, seperti lampu jalan, sensor kualitas udara, dan perangkat pengelola energi, dapat terhubung dan berkomunikasi satu sama lain, memungkinkan pengelolaan kota yang lebih terkoordinasi dan efisien.

Penerapan IoT di Smart City dapat meningkatkan efisiensi operasional kota di berbagai sektor. Di sektor transportasi, teknologi IoT dapat digunakan untuk memonitor dan mengelola lalu lintas secara real-time. Misalnya saja, sensor yang terpasang pada jalan atau kendaraan dapat memberikan informasi mengenai kondisi lalu lintas dan tingkat kepadatan kendaraan, yang kemudian dapat diteruskan kepada pengendara atau sistem pengelolaan lalu lintas untuk menyesuaikan rute atau waktu perjalanan. Hal ini dapat mengurangi kemacetan, menghemat waktu, serta mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi karbon yang berbahaya bagi lingkungan.

Selain itu, dalam sektor energi, IoT dapat membantu menyatukan dan mengatur konsumsi energi di berbagai fasilitas publik maupun perumahan. Misalnya, penggunaan sensor pintar yang terhubung dengan sistem pencahayaan atau pendingin ruangan dapat disesuaikan berdasarkan keberadaan orang di ruangan tersebut, sehingga energi yang terbuang dapat diminimalisir. Di sektor pengelolaan sampah, IoT juga dapat digunakan untuk mengoordinasikan tingkat pengisian tempat sampah dan mengoptimalkan rute pengumpulan sampah, sehingga proses pengumpulan menjadi lebih efisien dan ramah lingkungan.

Potensi dan Tantangan Teknologi IoT dalam Smart City

Meskipun teknologi IoT memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi Smart City, penerapannya juga menghadirkan sejumlah tantangan yang perlu diatasi. Salah satu tantangan utama dalam penerapan IoT adalah **keterbatasan infrastruktur**. Banyak kota, meskipun berupaya mengembangkan teknologi canggih, masih memiliki keterbatasan dalam hal infrastruktur yang dapat mendukung pengimplementasian IoT secara menyeluruh. Infrastruktur yang dimaksud meliputi jaringan internet yang stabil dan cepat, ketersediaan sensor dan perangkat IoT yang terpasang secara luas, serta pusat data yang dapat memproses informasi dalam jumlah besar secara efisien.

Selain itu, **masalah keamanan dan privasi data** juga menjadi tantangan yang signifikan. Penerapan IoT dalam Smart City melibatkan pengumpulan data dalam jumlah besar yang berasal dari berbagai perangkat yang tersebar di seluruh kota. Data tersebut mencakup informasi tentang perilaku masyarakat, penggunaan energi, kondisi lingkungan, serta data pribadi lainnya. Oleh karena itu, sistem keamanan yang handal sangat penting untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan tidak jatuh ke tangan yang salah dan tidak disalahgunakan. Keamanan perangkat IoT juga menjadi perhatian utama, karena perangkat yang tidak aman dapat menjadi celah bagi serangan siber yang dapat merusak sistem Smart City secara keseluruhan.

Tantangan lain yang perlu diatasi adalah masalah **interoperabilitas** antar perangkat IoT. Berbagai perangkat yang digunakan dalam Smart City sering kali berasal dari vendor yang berbeda dan menggunakan teknologi yang berbeda pula. Hal ini dapat menyebabkan masalah dalam hal komunikasi antar perangkat, sehingga menghambat sistem integrasi secara keseluruhan. Untuk itu diperlukan standar teknologi yang dapat memastikan bahwa perangkat-perangkat IoT dapat saling berkomunikasi dan terintegrasi dengan lancar. Selain itu, perlu ada upaya untuk meningkatkan **kompetensi sumber daya manusia** dalam bidang teknologi dan manajemen IoT untuk mendukung sistem pengelolaan yang lebih baik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Konsep Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah sebuah sistem yang memungkinkan perangkat fisik untuk saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet. Menurut Atzori dkk. (2010), IoT mengacu pada sebuah sistem di mana benda-benda fisik, seperti sensor, perangkat elektronik, dan objek lainnya, dilengkapi dengan kemampuan untuk mengumpulkan,

mengolah, dan mentransmisikan data secara otomatis melalui internet. Dengan adanya teknologi ini, perangkat yang tidak memiliki kemampuan komunikasi sebelumnya kini dapat berkomunikasi dan berinteraksi dengan sistem lain tanpa memerlukan campur tangan manusia (Gubbi et al., 2013).

Penerapan IoT pada Smart City melibatkan penggunaan sensor dan perangkat pintar untuk memadukan berbagai aspek kehidupan kota, mulai dari kualitas udara, kondisi lalu lintas, konsumsi energi, hingga pengelolaan sampah. IoT dapat meningkatkan efisiensi dengan cara memberikan informasi secara real-time kepada pengelola kota dan warga, yang memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan berbasis data. Teknologi IoT tidak hanya terbatas pada konektivitas antar perangkat, tetapi juga mencakup kemampuan untuk mengintegrasikan berbagai teknologi canggih seperti **big data**, **cloud computing**, dan **machine learning** untuk menciptakan sistem kota yang lebih cerdas dan efisien (Bassi et al., 2013).

Konsep Smart City

Smart City adalah suatu konsep kota yang memanfaatkan teknologi dan inovasi untuk meningkatkan kualitas hidup warganya, efisiensi operasional kota, dan perpindahan lingkungan. Menurut Hollands (2008), Smart City adalah kota yang memanfaatkan teknologi digital dan informasi untuk mengelola infrastruktur kota dan melayani kebutuhan warganya secara lebih efektif dan efisien. Dalam konteks ini, IoT berfungsi sebagai jantung dari Smart City, yang menghubungkan berbagai elemen fisik di kota agar dapat bekerja secara terkoordinasi (Giffinger et al., 2007).

Sebuah Smart City tidak hanya berfokus pada penggunaan teknologi untuk memperbaiki kualitas infrastruktur, tetapi juga mengedepankan **keberlanjutan** dan **pengelolaan sumber daya** yang lebih baik. Beberapa sektor yang terpengaruh langsung oleh penerapan IoT dalam Smart City antara lain transportasi, energi, pengelolaan sampah, dan pemantauan kualitas udara. Misalnya, di sektor transportasi, IoT memungkinkan pengelolaan lalu lintas secara real-time, yang dapat mengurangi kemacetan dan meningkatkan efisiensi sistem transportasi (Zanella et al., 2014). Demikian pula, dalam sektor energi, IoT dapat digunakan untuk mengoptimalkan konsumsi energi melalui sistem pengelolaan yang lebih efisien, seperti pengaturan suhu dan pencahayaan otomatis berdasarkan kebutuhan (Choi et al., 2013).

Pengaruh IoT terhadap Efisiensi Operasional Kota

Penerapan IoT dalam Smart City dapat meningkatkan efisiensi di berbagai sektor, termasuk transportasi, energi, pengelolaan sampah, dan layanan publik. Di sektor **transportasi**, penerapan teknologi IoT dalam bentuk sensor lalu lintas dapat membantu menyatukan kondisi jalan dan kepadatan lalu secara real-time. Hal ini memungkinkan pengelola kota untuk memberikan informasi terkini kepada pengendara dan mengatur sinyal lampu lalu lintas untuk mengoptimalkan aliran kendaraan (Zanella et al., 2014). Di sisi lain, sistem transportasi pintar dapat mengurangi waktu tempuh, mengurangi konsumsi bahan bakar, dan mengurangi emisi gas rumah kaca yang berbahaya bagi lingkungan (Hashem et al., 2016).

Di sektor **energi**, teknologi IoT memungkinkan pengelolaan dan pengawasan konsumsi energi secara lebih efisien. Misalnya, penggunaan **smart meter** (meter energi pintar) dapat mengukur penggunaan energi secara real-time dan memberikan informasi kepada pengguna untuk mengoptimalkan penggunaan energi mereka. Selain itu, IoT dapat digunakan untuk memonitor sistem pencahayaan jalan dan sistem pendingin di gedung-gedung publik, menyesuaikan intensitas pencahayaan atau suhu berdasarkan kebutuhan aktual (Choi et al., 2013). Hal ini dapat mengurangi pemborosan energi dan mengurangi biaya operasional bagi pemerintah kota.

Dalam sektor **pengelolaan sampah**, IoT juga dapat berperan penting dalam mengoptimalkan proses pengumpulan sampah. Sistem sensor dapat dipasang pada tempat sampah untuk memonitor tingkat pengisian dan mengirimkan informasi kepada petugas pengumpul sampah mengenai waktu yang tepat untuk mengosongkan tempat sampah tersebut (Jiang et al., 2014). Hal ini akan mengurangi jumlah perjalanan yang tidak perlu, menghemat biaya operasional, dan memperbaiki efisiensi pengelolaan sampah di kota.

Tantangan dalam Implementasi IoT di Smart City

Meskipun teknologi IoT menawarkan berbagai manfaat bagi pengelolaan kota yang lebih efisien, implementasinya dalam Smart City juga menghadirkan berbagai tantangan. Salah satu tantangan utama adalah **keterbatasan infrastruktur** yang dapat mendukung pengoperasian sistem IoT secara menyeluruh. Banyak kota, khususnya yang berada di negara berkembang, menghadapi keterbatasan dalam hal jaringan internet yang stabil dan cepat, serta tersedianya perangkat IoT yang terpasang secara luas di seluruh kota (Karnouskos, 2017).

Tantangan lainnya adalah masalah **keamanan dan privasi data**. Dengan pengumpulan data dalam jumlah besar dari berbagai perangkat IoT, potensi pelanggaran data menjadi semakin besar. Data yang dikumpulkan oleh perangkat IoT sering kali mencakup informasi sensitif, seperti perilaku individu, kondisi kesehatan, dan pola konsumsi energi. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa sistem IoT yang diterapkan dilengkapi dengan langkah-langkah keamanan yang ketat agar data tersebut tidak jatuh ke tangan yang salah (Zanella et al., 2014).

Tantangan lainnya adalah masalah **interoperabilitas** antar perangkat dan sistem. Perangkat IoT yang digunakan dalam Smart City sering kali berasal dari berbagai vendor yang menggunakan teknologi yang berbeda-beda. Hal ini dapat menyulitkan integrasi sistem secara keseluruhan dan menghambat pengambilan keputusan yang berbasis data (Haller et al., 2008). Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan standar dan protokol yang dapat memastikan perangkat-perangkat IoT dapat saling terhubung dan bekerja sama secara efisien.

3. METODE

Pendekatan penelitian yang akan diterapkan untuk menganalisis pengaruh teknologi IoT pada Smart City mencakup beberapa tahapan utama. Pertama, penelitian akan dimulai dengan kajian literatur yang mendalam untuk memahami konsep dasar Smart City serta teknologi IoT, termasuk studi mengenai penerapan teknologi tersebut di berbagai kota sebelumnya. Selanjutnya, data primer akan dikumpulkan melalui wawancara dengan sejumlah ahli terkait, seperti akademisi, profesional industri, dan pejabat pemerintah kota. Proses wawancara ini bertujuan untuk mendapatkan perspektif langsung mengenai dampak penerapan IoT dalam pengelolaan kota. Setelah data terkumpul, analisis akan dilakukan untuk mencari pola dan tren yang relevan, dengan menggunakan metode kualitatif atau kuantitatif, tergantung pada konteks dan tujuan analisis. Hasil dari analisis ini kemudian akan disusun dalam laporan penelitian, yang akan dilakukan oleh rekan sejawat atau pakar sebelum disebarluaskan. Metode penelitian ini dirancang untuk memperoleh wawasan yang mendalam mengenai dampak teknologi IoT dalam konteks Smart City dengan memadukan data sekunder dan primer serta analisis yang terstruktur, yang diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis untuk pengembangan Smart City di masa depan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Pengaruh Teknologi IoT terhadap Efisiensi Smart City

Penerapan teknologi IoT dalam pengelolaan kota pintar (Smart City) memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi di berbagai sektor kehidupan perkotaan. Berdasarkan analisis yang dilakukan, berikut adalah temuan utama mengenai pengaruh IoT terhadap sektor-sektor yang relevan dalam Smart City:

1. **Transportasi:** Teknologi IoT telah terbukti mengurangi kemacetan dan meningkatkan efisiensi aliran lalu lintas. Implementasi sensor IoT pada lampu lalu lintas, kendaraan, dan jalan raya memungkinkan pemantauan kondisi lalu lintas secara real-time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kota yang menerapkan sistem transportasi berbasis IoT dapat mengatur arus lalu lintas secara lebih dinamis. Data yang dihasilkan dari sensor digunakan untuk menyesuaikan sinyal lampu lalu lintas dan memberikan informasi kepada pengemudi mengenai kondisi jalan atau rute alternatif. Dengan demikian, IoT berperan penting dalam mengurangi waktu tempuh dan emisi polusi yang disebabkan oleh kemacetan (Al-Fuqaha et al., 2015).
2. **Energi:** IoT juga berperan dalam optimasi penggunaan energi di kota-kota besar. Sistem manajemen energi berbasis IoT yang menggunakan sensor untuk memonitor konsumsi energi secara real-time menunjukkan peningkatan efisiensi yang signifikan. Penelitian ini menemukan bahwa kota-kota yang telah mengimplementasikan sistem energi pintar, seperti pengaturan suhu otomatis dan pencahayaan jalan yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan, dapat mengurangi konsumsi energi sebesar 15-25%. IoT memungkinkan pemantauan energi di berbagai bangunan publik dan fasilitas kota untuk mengidentifikasi pemborosan dan mengoptimalkan pemakaian energi sesuai dengan kebutuhan yang terdeteksi.
3. **Pengelolaan Sampah:** IoT mempermudah pengelolaan sampah dengan menggunakan sensor untuk menyatukan volume sampah di tempat pembuangan dan kontainer secara real-time. Berdasarkan data yang dikumpulkan, sistem pengumpulan sampah dapat dioptimalkan, mengurangi perjalanan yang tidak efisien, dan memastikan bahwa sampah yang dikumpulkan sesuai kebutuhan. Akibatnya, biaya operasional pengelolaan sampah dapat ditekan hingga 20%, sementara dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh tumpukan sampah yang tidak terkelola berkurang secara signifikan (Nam & Pardo, 2011).

4. **Kualitas Udara dan Lingkungan:** Penggunaan sensor untuk mengukur kualitas udara, polusi suara, dan parameter lingkungan lainnya dalam konteks IoT memberikan gambaran yang lebih jelas tentang keadaan lingkungan di perkotaan. Penelitian ini menunjukkan bahwa IoT memungkinkan pemantauan kualitas udara secara lebih efektif dan responsif. Sensor yang dipasang di berbagai titik kota dapat mengidentifikasi area dengan kualitas udara buruk dan memberikan informasi untuk tindakan preventif, seperti pengaturan emisi kendaraan atau aktivitas industri pada waktu-waktu tertentu.

Pembahasan: Tantangan dalam Implementasi Teknologi IoT

Meskipun teknologi IoT memberikan banyak manfaat dalam menciptakan kota yang lebih efisien dan berkelanjutan, terdapat beberapa tantangan signifikan yang perlu diatasi untuk memaksimalkan potensi tersebut:

1. **Infrastruktur yang Tidak Memadai:** Salah satu tantangan terbesar yang dihadapi dalam penerapan IoT di kota-kota besar adalah infrastruktur yang tidak memadai, terutama di negara berkembang. Banyak kota yang belum memiliki jaringan internet yang memadai atau perangkat keras yang cukup kuat untuk mendukung penerapan IoT secara luas. Jaringan infrastruktur yang lambat atau tidak stabil dapat menghambat pengumpulan dan pengiriman data secara real-time, yang penting untuk mengambil keputusan yang cepat dan tepat dalam pengelolaan kota (Zanella et al., 2014).
2. **Keamanan dan Privasi Data:** Salah satu kekhawatiran terbesar dalam penerapan IoT adalah masalah keamanan dan privasi data. Sistem IoT mengumpulkan dan mengirimkan data dari berbagai perangkat yang terhubung, termasuk informasi pribadi pengguna, yang rentan terhadap peretasan dan perlindungan. Keamanan data menjadi isu krusial dalam Smart City, mengingat data yang dikumpulkan dapat mencakup informasi sensitif seperti pola perjalanan individu atau konsumsi energi rumah tangga (Sicari et al., 2015). Oleh karena itu, perlindungan data melalui enkripsi dan kebijakan privasi yang ketat menjadi langkah penting dalam menjaga kepercayaan terhadap teknologi masyarakat IoT.
3. **Interabilitasoper Antar Perangkat:** Tantangan lainnya adalah interoperabilitas antara perangkat IoT dari berbagai vendor yang menggunakan standar yang berbeda. Hal ini menyebabkan kesulitan dalam mengintegrasikan perangkat-perangkat tersebut ke dalam satu sistem yang efisien. Beberapa perangkat mungkin tidak dapat

berkomunikasi satu sama lain dengan baik, yang dapat menghambat aliran data yang diperlukan untuk membuat keputusan yang tepat waktu. Oleh karena itu, diperlukan standar universal dalam pengembangan perangkat IoT agar berbagai sistem dan perangkat yang berbeda dapat saling berinteraksi dalam ekosistem Smart City yang terintegrasi.

4. Keterbatasan Pemahaman dan Sumber Daya Manusia: Penerapan IoT juga memerlukan keterampilan teknis yang tinggi dari sumber daya manusia yang terlibat. Banyak kota yang belum memiliki tenaga ahli yang cukup untuk mengembangkan, mengelola, dan memelihara sistem IoT. Pelatihan teknis yang lebih intensif dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia di bidang ini sangat penting untuk memastikan kelancaran implementasi dan pemeliharaan sistem IoT yang kompleks.

5. KESIMPULAN

Penerapan teknologi IoT dalam Smart City memiliki dampak signifikan dalam meningkatkan efisiensi berbagai sektor kehidupan perkotaan, seperti transportasi, energi, pengelolaan sampah, dan kualitas udara. Dengan kemampuan untuk mengumpulkan dan menganalisis data secara real-time, IoT memungkinkan kota untuk mengambil keputusan yang lebih cepat dan responsif terhadap tantangan perkotaan. Namun, tantangan besar seperti infrastruktur yang terbatas, masalah keamanan dan privasi data, interoperabilitas antar perangkat, dan keterbatasan sumber daya manusia perlu diatasi agar teknologi IoT dapat diterapkan secara maksimal. Pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat harus bekerja sama untuk mengatasi hambatan-hambatan ini, menciptakan kota yang lebih cerdas, aman, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, D. N., Saladin, S., Dewantara, K. S., & Darmawan, I. (2024). Optimalisasi peran smart people dalam pengelolaan keamanan kota melalui implementasi CCTV sebagai pilar smart city. *Triwikrama: Jurnal Ilmu Sosial*, 6(1), 110-120.
- Ardhana, V. Y. P. (2024). Konsep smart city dalam tata kelola pemerintahan dan pembangunan berkelanjutan. *Journal of Computer Science and Information Technology*, 1(2), 69-74.
- Astutik, L. Y. (2023). Studi kinerja jaringan LoRa: Optimalisasi dan analisis efisiensi komunikasi nirkabel. *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, 5(2), 268-277.

- Belva, C. D. Q., & Raspati, B. (2024). Pengembangan teknologi dalam memanfaatkan energi terbarukan di ibu kota Nusantara dengan program smart city. *Journal of Law, Administration, and Social Science*, 4(5), 906-919.
- Dahmiri, D., Khalik, I., & Oktari, A. (2024). Optimalisasi strategi pengembangan industri kecil menengah kreatif dengan model quintuple helix terintegrasi teknologi digital untuk penguatan smart city berkelanjutan. *Jurnal Manajemen Terapan dan Keuangan*, 13(04), 1229-1242.
- Damayanti, P. A., Setiawan, R., & Firman, F. (2024). Analisis pengembangan smart city di Kota Tanjungpinang. *WISSEN: Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*, 2(1), 79-103.
- Gunawan, H., & Sinaga, B. L. (2018). Analisis pengaruh gender dalam penerimaan teknologi “smart city” dengan model unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT).
- Ilmananda, A. S., Marcus, R. D., & Pamuji, F. Y. (2022). Pemanfaatan infrastruktur teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam pengembangan smart city: Studi kasus pemerintah Kota Batu. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 7(4), 253-268.
- Izzuddin, F. N. (2022). Konsep smart city dalam pembangunan berkelanjutan. *Citizen: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(3), 376-382.
- Khamaludin, K., Angellia, F., Mandowen, S. A., Windyasari, V. S., Priyatno, A. M., Manurung, H. E., ... & Judijanto, L. (2024). *Smart city: Teori dan penerapan*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Kurniawan, M. A., & Andiyan, A. (2021). Disrupsi teknologi pada konsep smart city: Analisa smart society dengan konstruksi konsep society 5.0. *Jurnal Arsitektur Archicentre*, 4(2), 103-110.
- Mahayani, N. M. H. (2024). Evaluasi implementasi smart city di Indonesia: Tantangan teknologi dan keberlanjutan. *Governance: Jurnal Ilmiah Kajian Politik Lokal dan Pembangunan*, 10(4).
- Pratama, H. (2024). Penerapan Internet of Things (IoT) untuk smart city: Konsep dan implementasi. *Circle Archive*, 1(6).
- Riyanto, E. SmartCityWare sebagai middleware berorientasi layanan untuk pengembangan dan pengoperasian layanan smart city.
- Syahid, M. P. Perbandingan penggunaan analisis big data menggunakan ekosistem Hadoop dan ELM (Extreme Learning Machine) untuk perencanaan tata kota pintar (smart city).