

Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin
Volume 1, Nomor 11, December 2023
Licenced by CC BY-SA 4.0
E-ISSN: [2986-6340](https://doi.org/10.5281/zenodo.10408647)
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10408647>

Big Data Pada Smart City : Konsep dan Manfaat

Vhania Mutiara Sinaga¹
¹Politeknik Statistika STIS
email: vhaniamutiara@gmail.com

Abstract

Smart cities emerge as demands for the development of cities that are livable, controlled and easily accessible. The purpose of this writing is to explain the concept and benefits of big data in implementing smart cities. Through a literature review, the smart city concept takes the form of city development and management by utilizing information and communication technology as a link, monitoring and controlling a city's resources effectively and efficiently. In addition, big data with the main characteristics of volume, velocity and variety is identified as a wealth of information that can improve decision making and overcome the challenges of data integration in the smart city concept. Thus, the importance of using big data in smart cities can be seen in solving environmental problems in city development. By understanding and knowing the concepts and benefits of big data in smart cities, a city government can adopt concepts and examples of the use of big data in smart city components in accordance with the culture and conditions of its people in order to improve city performance and make public services more feasible in realizing sustainable development.

Keywords: *big data, smart city, data integration, sustainable development*

Abstrak

Smart city muncul sebagai tuntutan pembangunan kota yang layak huni, terkendali, dan mudah diakses. Tujuan penulisan ini menjelaskan konsep dan manfaat big data pada pengimplementasian smart city. Melalui kajian pustaka, konsep smart city berupa pengembangan dan pengelolaan kota dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi sebagai penghubung, monitor, dan pengendali sumber daya suatu kota dengan efektif dan efisien. Selain itu, big data dengan karakteristik utama volume, velocity, dan variety diidentifikasi sebagai kekayaan informasi yang dapat meningkatkan pengambilan keputusan dan mengatasi tantangan integrasi data pada konsep smart city. Dengan demikian, pentingnya pemanfaatan big data pada smart city terlihat dalam penyelesaian masalah lingkungan pada pembangunan kota. Dengan memahami dan mengetahui konsep serta manfaat big data pada smart city, pemerintahan suatu kota dapat mengadopsi konsep dan contoh pemanfaatan big data pada komponen smart city sesuai dengan budaya dan kondisi masyarakatnya demi meningkatkan kinerja kota dan pelayanan publik yang lebih layak dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan.

Kata kunci: *big data, smart city, integrasi data, pembangunan berkelanjutan*

Article Info

Received date: 28 November 2023

Revised date: 05 December 2023

Accepted date: 15 December 2023

PENDAHULUAN

Saat ini pembangunan berkelanjutan sedang menghadapi permasalahan global yang cukup kompleks, seperti menurunnya kualitas pelayanan publik, ketersediaan lahan pemukiman yang semakin berkurang, kemacetan, sulit mendapatkan tempat parkir, tingkat konsumsi energi yang membengkak, sampah yang menumpuk, angka kriminalitas yang meningkat, dan permasalahan sosial lainnya. Penggunaan pola konvensional tidak akan dapat menyelesaikan permasalahan tersebut. Upaya dan solusi cerdas yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dan mewujudkan kota yang aman dan nyaman bagi penduduknya yaitu dengan menerapkan dan mengkolaborasikan ekosistem digital yang masuk ke dalam konsep *smart city* yang saat ini penerapannya menjadi impian kota-kota besar di Indonesia (El et al., 2018).

Konsep *smart city* muncul sebagai tuntutan akan perlunya pembangunan identitas kota yang layak huni, aman, nyaman, hijau, berketahanan iklim dan bencana, berbasis pada karakter fisik, ekonomi yang unggul, budaya lokal, berdaya saing, berbasis teknologi dan IT. Pembentukan dan penerapan kota yang aman, nyaman, terkendali dan akses yang mudah bagi warganya, serta penguatan daya saing kota dalam hal perekonomian, sosial, dan teknologi merupakan tujuan dari pengimplementasian

smart city. Secara umum dikatakan bahwa pembentukan kota yang *sustainable* (ekonomi, sosial, lingkungan) merupakan tujuan dari *smart city*. Terciptanya lingkungan kreatif dalam bidang teknologi yang berasal dari perkembangan dukungan aplikasi menjadi langkah awal yang baik menuju *smart city* (El et al., 2018).

Pemanfaatan data yang belum maksimal di lingkungan pemerintahan sebuah kota menjadi salah satu tantangan dalam penerapan *smart city* sehingga integrasi data masih sulit dilakukan. Data dan informasi merupakan komponen utama dalam pengambilan keputusan sehingga integrasi data menjadi hal yang penting. Pemanfaatan *big data* merupakan salah satu cara dalam mengatasi masalah integrasi data ini. *Big data* ditekankan pada besaran data, format rekaman data, dan kecepatan penghasilan data. Didorong dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi, data dengan volume yang sangat besar dapat mengubah kota menjadi kota pintar secara dramatis. *Big data* juga memberikan peluang besar untuk mengidentifikasi tantangan dan ancaman dalam pengambilan keputusan di masa depan (Nur, 2020). Oleh karena itu, dalam tulisan ini akan diidentifikasi konsep dan manfaat *big data* sebagai salah satu faktor penting dalam *smart city*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur atau kajian pustaka, yaitu dengan cara memngumpulkan dan dari berbegeaia sumber pustaka seperti buku, jurnal, dan penelitian sebelumnya. Kemudia akan dilakukan analisis ulang mengenai konsep dan manfaat *Big Data* pada *Smart City* untuk ditarik kesimpulan yang paling tepat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep *Big Data*

Big data merupakan kekayaan (aset) informasi yang memiliki volume besar, kecepatan tinggi dan variasi, yang menuntut adanya bentuk-bentuk pengolahan informasi yang inovatif dan hemat biaya, yang digunakan untuk meningkatkan wawasan dan kualitas pengambilan keputusan (Gartner, 2014). *Big data* dimulai dengan sumber daya bervolume besar, heterogen, dan otonom dengan kontrol yang terdistribusi dan terdesentralisasi serta berupaya untuk mengeksplorasi hubungan yang kompleks dan berkembang (Wu et.al, 2014). *Volume*, *velocity*, dan *variety* merupakan tiga karakteristik utama dalam membangun konsep awal tentang *big data* (Manshur, 2021).

Menurut Zikopolous et.al (2012) “Big” dalam *big data* direpresentasikan dengan kata volume. Meledaknya volume data dengan beberapa organisasi yang terlibat dalam pengumpulan data sebesar satu *terabyte* setiap jam dan setiap harinya merupakan fenomena yang sering terjadi saat ini. Menurut Porter et.al (2014) *velocity* berhubungan dengan tingkat kecepatan pada saat data tiba, disimpan, dan diproses. Peningkatan kecepatan dalam aliran data yang sangat pesat dapat dilihat melalui banyaknya sensor yang tersedia, semakin banyaknya pengenalan perangkat yang terhubung, dan semakin banyaknya transaksi terkodifikasi yang terjadi secara global. Menurut McAfee dan Brynjolfsson (2012) pelacakan data dalam berbagai jenis media telah dimungkinkan dengan adanya kemajuan teknologi. Adanya perubahan-perubahan dalam variasi data juga dapat dilihat melalui fenomena ini. *Variety* juga dapat tergambar melalui data mentah, data semi-terstruktur dan data yang tidak terstruktur yang bersumber dari *web pages*, *web log files*, indeks pencarian, forum media sosial, *email*, dokumen-dokumen, data sensor, gambar, rekaman video, sinyal GPS dan lain-lain. Sehingga, menurut Sirait (2016) dapat disimpulkan bahwa

Big Data mengacu pada 3V: *volume*, *variety*, *velocity*, dan ada yang menambahkan unsur V lainnya seperti *veracity* dan *value*. *Volume* (kapasitas data) berkaitan dengan ukuran media penyimpanan data yang sangat besar atau mungkin tak terbatas hingga satuan *petabytes* atau *zettabytes*; *variety* (keragaman data) terkait tipe atau jenis data yang dapat diolah mulai dari data terstruktur hingga data tidak terstruktur; sedangkan *velocity* (kecepatan) terkait dengan kecepatan memproses data yang dihasilkan dari berbagai sumber, mulai dari data *batch* hingga *real time*, sementara karakteristik *veracity* (kebenaran) dan *value* (nilai) terkait dengan ketidakpastian data dan nilai manfaat dari informasi yang dihasilkan (pp. 116–117).

Struktur *database* konvensional tidak sesuai untuk menampung dan memproses data yang terlalu besar dan terlalu cepat pada *big data*. Sehingga dibutuhkan teknologi dalam mengekstrak dan memperoleh informasi yang lebih spesifik sebagai nilai dari data. Teknologi berkaitan dengan

infrastruktur dan alat pengoperasian *big data* seperti teknik komputasi dan analitik, serta media penyimpanan (*storage*) (Sirait, 2016).

Konsep *Smart City*

Sebuah kota dikatakan *smart* jika kota tersebut dapat mengetahui (*sensing*) permasalahan di dalamnya, memahami (*understanding*) keadaan permasalahan tersebut lebih jauh, dan dapat melakukan aksi (*action*) terhadap permasalahan tersebut melalui pengaturan (*controlling*) berbagai sumber daya yang ada untuk digunakan secara efektif dan efisien dalam memaksimalkan pelayanan kepada warganya. *Smart city* mengembangkan dan mengelola kota dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi sebagai penghubung, monitor, dan pengendali berbagai sumber daya yang ada di dalam suatu kota dengan lebih efektif dan efisien untuk memaksimalkan pelayanan kepada warganya dan mendukung pembangunan yang berkelanjutan (El et al., 2018).

Sebelum memformalkan definisi *smart city*, terdapat beberapa istilah berbeda yang merujuk pada penggunaan teknologi informasi dan komunikasi dalam meningkatkan kemampuan kinerja kota, yaitu *digital city* (kota digital) dan *intelligent city* (kota cerdas) (Yin et al., 2015). Menurut Li, Yao, Shao, dan Wang (2014, dikutip dalam Susanti, 2021) "*Digital city (kota digital) menunjukkan adanya digitalisasi sistem kota yang melibatkan jaringan, visualisasi dan teknologi informasi untuk mengakses data populasi, sumber daya, lingkungan, ekonomi dan sosial*" (p. 136). *Intelligent city* (kota cerdas) merupakan kota yang dilengkapi oleh infrastruktur teknologi informasi dan komunikasi. Kota cerdas menggabungkan kota digital dengan masyarakat yang melek pengetahuan. Melalui ruang kolaborasi digital dan alat-alat yang mendukung komunikasi interaktif dalam sistem yang melekat di dalamnya, kota cerdas meningkatkan inovasi lokal dan mengubah cara hidup serta tata kerja masyarakat secara signifikan dan mendasar (Malek, 2009, dikutip dalam Susanti, 2021, p. 136).

Menurut (Susanti, 2021) *smart city* (kota pintar) melibatkan manusia, pemerintahan, kota, serta teknologi secara komprehensif dan berfokus pada keberlanjutan, maka dari itu kota digital tidak harus pintar, tetapi kota pintar pertama-tama harus menjadi digital. Giffinger (2007, dikutip dalam Nur, 2020) mengidentifikasi enam komponen utama *smart city* yaitu *smart environment*, *smart economy*, *smart governance*, *smart mobility*, *smart living*, dan *smart people* (p. 29). Setiap komponen dapat diambil untuk disesuaikan dan diubah menurut struktur, budaya, dan masyarakat suatu pemerintahan kota. Pemberian pelayanan menggunakan teknologi terkini dan membangun infrastruktur yang pintar sehingga dapat memberikan pelayanan yang efektif dan murah kepada seluruh masyarakat yang tinggal di kota tersebut merupakan dimensi terpenting dari *smart city*. Selain itu, beberapa manfaat dari konsep *smart city* antara lain perbaikan permasalahan di masyarakat, peningkatan layanan publik, terciptanya pemerintahan yang lebih baik, menjadikan masyarakat yang cerdas, serta sebagai pengelola potensi kota dan potensi SDM (El et al., 2018).

Manfaat *Big Data* pada Komponen *Smart City*

Tabel 1 menjabarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan pada aspek pemanfaatan *big data* pada konsep *smart city*. Berdasarkan penjabaran tersebut menunjukkan bahwa penerapan *big data* merupakan hal yang penting dalam pembangunan sebuah kota untuk menjadi lebih baik dan layak. Pemanfaatan *big data* diterapkan dalam menyelesaikan masalah sosial dan ekonomi, bahkan membantu mendiagnosis kondisi pasien dalam dunia kesehatan, serta menemukan pola dan mampu mengidentifikasi risiko dan peluang di masa depan.

Tabel 1 Contoh Pemanfaatan *Big Data* pada Konsep *Smart City*

Komponen <i>Smart City</i>	Pemanfaatan <i>Big Data</i> pada <i>Smart City</i>	Peneliti
<i>Smart Environment</i>	1. Penggunaan <i>big data</i> dalam meningkatkan respons kritis dan ketahanan bencana;	Yang, Su, & Chen (2017)
	2. Penggunaan infrastruktur cyber komputasi untuk memastikan sumber energi yang efisien dan andal pada penerapan proyek <i>smart grid</i> .	Zhou, Fu, & Yang (2016)
<i>Smart Living</i>	1. Memberikan fasilitas perencanaan kota dengan menggunakan berbagai jenis penyebaran sensor;	Stanivlas et al. (2015) M. Chen et al

	2. Peningkatan layanan kesehatan berbasis <i>mobile healthcare / electronic health record</i> (seperti respon darurat dan diagnosis penyakit).	(2016), Istepanian & Al-Anzi (2018)
Smart Mobility	1. Menganalisis data sistem transportasi dan distribusi yang dibuat oleh GPS untuk menentukan rute tercepat; 2. Pengidentifikasian wilayah dengan tuntutan mobilitas yang tinggi / <i>traffic flow prediction</i> .	Niu et al. (2015), Mehmood & Graham (2015) Wang et al. (2016), Li et al. (2017)
Smart Economy	1. Memberi ulasan <i>online review</i> pada bisnis perhotelan dan pariwisata; 2. Mendukung layanan <i>sharing economy</i> berbasis IoT dengan infrastruktur AI; 3. Peningkatan daya saing dengan menganalisa perilaku konsumen <i>e-commerce</i> .	Xiang et al. (2017) Hassanain et al. (2019) Shao & Yao (2018)
Smart People	1. Menganalisis perilaku pelajar untuk meningkatkan kualitas belajar; 2. Mengoptimalkan pariwisata terhadap pengunjung berdasarkan perkembangan ekonomi; 3. Melakukan analitik media sosial untuk mengetahui trend / situasi terkini.	Fujimura et al. (2014) Yanchun & Lin (2017) Roessobiyatno et al. (2016)
Smart Governance	1. Menentukan kebijakan menggunakan <i>geosocial media data</i> 2. Prediksi dan pencegahan properti / hunian yang kosong, menyediakan sumber <i>single information</i> untuk warga kepada lembaga pemerintah	Zook (2017) Kim et al. (2014)

Selain penjabaran di atas, Tabel 2 berikut juga menjabarkan pemanfaatan *big data* pada komponen *smart city* menurut Al Nuaimi et al. (2015).

Tabel 2 Manfaat *Big Data* pada Komponen *Smart City*

Komponen <i>Smart City</i>	Manfaat <i>Big Data</i> pada <i>Smart City</i>
Smart Healthcare	1. Memungkinkan penyedia layanan kesehatan dan praktisi untuk mengumpulkan, menganalisis, dan memanfaatkan informasi pasien, yang juga dapat digunakan oleh perusahaan asuransi dan beberapa lembaga pemerintah; 2. Mendukung pemrosesan kejadian kompleks untuk memantau, menganalisis, dan menandai potensi masalah kesehatan baik setiap hari atau berdasarkan permintaan; 3. Meningkatkan jumlah dan sifat data real-time yang dikumpulkan untuk masalah kesehatan pasien tertentu melalui perangkat pintar, yang terhubung ke rumah atau rumah sakit untuk memantau atribut seperti tekanan darah, gula darah, dan pola tidur untuk respons yang akurat dan tepat waktu terhadap masalah kesehatan dan untuk catatan riwayat pasien yang komprehensif.
Smart Energy	1. Memfasilitasi pengambilan keputusan terkait tingkat pasokan listrik sesuai dengan kebutuhan aktual masyarakat dan seluruh kondisi yang mempengaruhinya; 2. Memungkinkan perkiraan hampir realtime melalui analisis efisien terhadap data besar yang dikumpulkan; 3. Menyelaraskan dengan tujuan strategis (optimasi sumber daya) melalui rencana penetapan harga spesifik yang konsisten dengan pasokan, permintaan, dan model produksi.

Smart Transportation	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengenali pola lalu lintas dengan menyelidiki data waktu nyata; 2. Mengurangi kemacetan jalan utama kota dengan memperkirakan kondisi lalu lintas dan menyesuaikan kontrol lalu lintas. Melalui <i>big data</i>, kota pintar akan mampu mengurangi lalu lintas dan kecelakaan dengan membuka jalan baru, meningkatkan infrastruktur berdasarkan data kemacetan, dan mengumpulkan informasi mengenai tempat parkir mobil dan jalan alternatif; 3. Mengurangi pemborosan rantai pasokan dengan menghubungkan pengiriman dan mengoptimalkan pergerakan pengiriman; 4. Memungkinkan streaming data untuk memproses dan mengkomunikasikan informasi lalu lintas yang dikumpulkan melalui sensor, lampu lalu lintas pintar, dan perangkat di dalam kendaraan kepada pengemudi melalui ponsel cerdas atau perangkat komunikasi lainnya; 5. Big data dapat digunakan untuk mengirimkan umpan balik kepada entitas tertentu untuk mengambil tindakan guna mengurangi atau menyelesaikan masalah lalu lintas.
Smart Environment	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memberikan informasi cuaca yang akan meningkatkan pertanian negara, memberikan informasi yang lebih baik kepada masyarakat tentang kemungkinan kondisi berbahaya, dan pengelolaan pemanfaatan energi yang lebih baik dengan memberikan prediksi permintaan yang lebih akurat.
Smart Safety	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyediakan peta wilayah geografis secara rinci dan spasial serta membantu untuk dengan mudah menentukan perubahan apa pun yang mungkin terjadi; 2. Membantu memprediksi perubahan lingkungan atau bencana alam di masa depan seperti deteksi gempa bumi yang akan memberikan peluang untuk menyelamatkan nyawa dan sumber daya.
Smart Education	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengoptimalkan penelitian akademis; misalnya, astronom kini dapat menganalisis kumpulan data astronomi yang sangat besar menggunakan komputer canggih, bukan analisis manual. Dengan menganalisis dan mengeksplorasi gambar digital berkualitas tinggi yang diambil dari luar angkasa, penemuan baru dapat terjadi di lapangan. Hal ini berlaku untuk banyak bidang sains dan penelitian seperti eksperimen medis, operasi manufaktur, studi lingkungan, serta analisis ekonomi dan keuangan.
Smart Governance	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mendukung integrasi dan kolaborasi berbagai lembaga pemerintah dan menggabungkan atau menyederhanakan proses mereka. Hal ini akan menghasilkan operasional yang lebih efisien, penanganan data bersama yang lebih baik, serta manajemen dan penegakan peraturan yang lebih kuat; 2. Meningkatkan keputusan bisnis melalui dukungan analisis <i>big data</i>. Dengan meneliti perilaku perusahaan dan pertumbuhan ekonomi selain para pesaingnya dan kondisi lingkungan, keputusan yang lebih tepat dan efektif terkait dengan strategi ketenagakerjaan, produksi, dan lokasi dapat dibuat; 3. Menerbitkan kebijakan baru untuk kepentingan pemilik data (warga negara) dan produsen (lembaga pemerintah). Instansi pemerintah akan membantu mengembangkan kualitas data, sementara masyarakat akan menunjukkan bagaimana mereka dapat menggunakan data tersebut dan mentransfernya menjadi pengetahuan baru untuk meningkatkan kualitas layanan pemerintah; 4. Membantu pemerintah memusatkan perhatian pada kekhawatiran warga negara terkait kesehatan dan layanan sosial, perumahan, pendidikan, kepolisian, dan isu-isu lainnya.

SIMPULAN

Konsep *smart city* menekankan pada pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk mengelola kota secara efektif dan efisien, sehingga dapat memberikan solusi bagi permasalahan global yang kompleks yang dihadapi dalam pembangunan berkelanjutan. Integrasi data disoroti sebagai tantangan dalam menghadapi pengimplementasian *smart city*. *Big data* dengan karakteristik utama bervolume besar, kecepatan aliran data yang tinggi, dan heterogenitas digunakan sebagai

informasi dalam pengambilan keputusan karena mampu mengatasi tantangan integrasi data berupa pemanfaatan data secara maksimal pada konsep *smart city*. Pentingnya pemanfaatan big data pada konsep *smart city* juga terlihat dalam menyelesaikan permasalahan ekonomi, sosial, hingga kesehatan. Manfaat *big data* pada konsep *smart city* meliputi perbaikan permasalahan masyarakat, peningkatan layanan publik, mewujudkan pemerintahan yang lebih baik, mengembangkan masyarakat yang cerdas, serta mengoptimalkan potensi kota dan SDM.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan dapat melakukan kajian dengan lebih banyak penelitian dan metode yang berbeda seperti survei/pengukuran kuantitatif terhadap tingkat pemahaman dan kematangan implementasi *big data* pada konsep *smart city* yang ada di kota-kota terpencil di seluruh Indonesia. Dengan begitu, harapannya penelitian ini dapat memberikan wawasan baru dan menjadi referensi tambahan untuk penelitian terkait.

REFERENSI

- Al Nuaimi, E., Al Neyadi, H., Mohamed, N., & Al-Jaroodi, J. (2015). *Applications of big data to smart cities*. *Journal of Internet Services and Applications*, 6(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s13174-015-0041-5>
- Chen, M., Ma, Y., Song, J., Lai, C. F., & Hu, B. (2016). *Smart clothing: Connecting human with clouds and big data for sustainable health monitoring*. *Mobile Networks and Applications*, 21(5), 825–845.
- El, M., Conoras, B., Hikmawati, N. K., Dewan,), Informasi, T., Komunikasi, D., Papua, P., & Apikom -Amikom, P. (2018). *Smart city peluang dan tantangan untuk Papua bangkit, mandiri, dan sejahtera*. *Konferensi Nasional Sistem Informasi*, 399–404.
- Fujimura K; Ogata, H; Okubo, F; Shimada, A; Yamada, M; Yin, C; N. K. (2014). *Smart phone based data collecting system for analyzing learning behaviors*. 575–577.
- Gartner. (n.d.). *What Is big data?* - Gartner IT Glossary - Big Data. Retrieved January 2, 2019, from <https://www.gartner.com/it-glossary/big-data/>
- Hassanain, E., Rahman, M. A., Alhamid, M. F., Hossain, M. S., Guizani, M., & Rashid, M. M. (2019). *Blockchain and iot-based cognitive edge framework for sharing economy services in a smart city*. *IEEE Access*, PP(c), 1–1. <https://doi.org/10.1109/access.2019.2896065>
- Istepanian, R. S. H., & Al-Anzi, T. (2018). *m-Health 2.0: New perspectives on mobile health, machine learning and big data analytics*. *Methods*, 151(May), 34–40. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2018.05.015>
- Kim, B. G., Trimi, S., & Chung, J. (2014). *Big data application in government sector*. <https://doi.org/10.1145/2500873>
- Li, Y., Zhao, L., Yu, Z., & Wang, S. (2017). *Traffic flow prediction with big data : A learning approach based on sis-complex networks*, 16(2), 550–554.
- Manshur, A. (2021). Satu data, *big data* dan analitika data: Urgensi pelembagaan, pembiasaan dan pembudayaan. *Bappenas Working Papers*, 4(1), 30–46. <https://doi.org/10.47266/bwp.v4i1.82>
- McAfee, A. and Brynjolfsson, E. (2012). *Big data: The management revolution*. *Harvard Business Review*. 90(10). pp.60-68.
- Mehmood, R., & Graham, G. (2015). *Big data logistics: A health-care transport capacity sharing model*. *Procedia Computer Science*, 64, 1107–1114.
- Niu, X., Zhu, Y., Cao, Q., Zhang, X., Xie, W., & Zheng, K. (2015). *An online-traffic- Prediction based route finding mechanism for smart city*. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2015
- Nur, S. K. (2020). Pemanfaatan *big data* pada konsep: Kajian pustaka. *Jurnal Instek Informatika Sains Dan Teknologi*, 5(1), 27–36.
- Porter, M.E. and Heppelmann, J.E. (2014). *How smart, connected products are transforming competition*. *Harvard Business Review*. 92(11). pp. 64-88.
- Roessobiyatno, Anggoro, T. P., Nainggolan, B., & Purwandesi, E. (2016). *Social media analysis supporting smart city implementation (Practical study in Bandung district)*. 2016 International Conference on ICT for Smart Society, ICISS 2016, (July), 80–86. <https://doi.org/10.1109/ICTSS.2016.7792853>

- Shao, F., & Yao, J. (2018). *The establishment of data analysis model about e-commerce's behavior based on hadoop platform*. Proceedings - 3rd International Conference on Intelligent Transportation, Big Data and Smart City, ICITBS 2018, 2018–Janua, 436–439.
- Sirait, E. R. E. (2016). Implementasi teknologi *big data* di lembaga pemerintahan Indonesia. *Jurnal Penelitian Pos Dan Informatika*, 6(2), 113. <https://doi.org/10.17933/jppi.2016.060201>
- Stanivlas, S., Bojic, I., & Belyi, A. (2015). *Scaling of city attractiveness for foreignvisitors through big data of human economical and social media activity accessed senseable city lab* : Massachusetts Institute of Technology
- Susanti, R. (2021). Industri 4.0 dan implementasi *smart city* di Indonesia. In *Revolusi industri 4.0 - Perspektif teknologi, manajemen, dan edukasi* (pp. 130–158).
- Wang, Y., Ram, S., Currim, F., Dantas, E., & Sabóia, L. A. (2016). *A big data approach for smart transportation management on bus network*. IEEE 2nd International Smart Cities Conference: Improving the Citizens Quality of Life, ISC2 2016 - Proceedings, 0–5. <https://doi.org/10.1109/ISC2.2016.7580839>
- Wu, Y., Zhang, W., Shen, J., Mo, Z., & Peng, Y. (2018). *Smart city with Chinese characteristics against the background of big data* : Idea , action and risk The increase of Chinese urban population
- Xiang, Z., Du, Q., Ma, Y., & Fan, W. (2017). *A comparative analysis of major online review platforms: Implications for social media analytics in hospitality and tourism*. *Tourism Management*, 58, 51–65.
- Yanchun, L., & Lin, L. (2017). *The optimization design of pro-poor tourism information system in sichuan area with introduction of big data analysis*. Proceedings - 2016 International Conference on Intelligent Transportation, Big Data and Smart City, ICITBS 2016, 3, 482–485.
- Yang, C., Su, G., & Chen, J. (2017). *Using big data to enhance crisis response and disaster resilience for a smart city*. 2017 IEEE 2nd International Conference on Big Data Analysis, ICBDA 2017, 504–507.
- Yin, C. T., Xiong, Z., Chen, H., Wang, J. Y., Cooper, D., & David, B. (2015). *A literature survey on smart cities*. *Science China Information Sciences*, 58(10), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s11432-015-5397-4>
- Zhou, K., Fu, C., & Yang, S. (2016). *Big data driven smart energy management: From big data to big insights*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56(2016), 215–225. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.050>
- Zikopoulos, P., Eaton, C., de Roos, D., Deutsch, T., Lapis, G. (2012). *Understanding big data: Analytics for enterprise class hadoop and streaming data*. New York. McGrawHill.
- Zook, M. (2017). *Crowd-sourcing the smart city: Using big geosocial media metrics in urban governance*. *Big Data & Society*, 4(1), 205395171769438. <https://doi.org/10.1177/2053951717694384>