

INFRASTRUKTUR DAN SMART CITY: TINJAUAN BIBLIOMETRIK

Jurnal Pengembangan Kota (2022)
Volume 10 No. 2 (127–140)
Tersedia online di:
<http://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jpk>
DOI: 10.14710/jpk.10.2.127-140

Aida Fitri Larasati*, Miftachus Salimah, Muhammad Lutfi Amrullah, Eko Budi Santoso, Rulli Pratiwi Setiawan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jalan Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60117, Indonesia

Abstrak. Isu pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat membutuhkan solusi optimal untuk menghadapi tantangan baru dikarenakan adanya transisi era teknologi dalam perkembangan kota dipicu dengan menghadirkan konsep kota pintar. Jurnal ini membahas terkait hubungan antara kota pintar dan infrastruktur melalui kajian bibliometrik; dan mengidentifikasi perkembangan *smart city* di berbagai kota di dunia untuk dapat diadaptasi pada penelitian mendatang. Hasil dari kajian bibliometrik dengan hubungan, pola dan kata kunci "*smart city*" dan "*infrastructure*" dalam kurun waktu 2017 sampai 2021, dihasilkan visualisasi kedekatan hubungan berdasarkan kata kunci. Hasil studi bibliometrik menunjukkan 6 klaster dari 40 negara yang banyak membahas topik penelitian dengan kata kunci tersebut. Temuan lainnya pada tahun 2017 menjadi titik perkembangan *smart city* yang berkaitan erat dengan perkembangan *Internet of Things* yang diadaptasi dalam pelayanan publik. Sedangkan pada tahun 2020, temuan bergeser pada topik *blockchain* dimana banyak penelitian menggambarkan bagaimana internet dan sistem *smart city* mampu mengefisienkan pendataan kependudukan, pengaturan keamanan, serta penggunaan sensor.

Kata Kunci: *Smart city*; Infrastruktur; Bibliometrik

[Title: Infrastructure and Smart City: Bibliometric Review] *The issue of increasing population growth requires optimal solutions to face new challenges due to the transition of the technological era in city development triggered by presenting the smart city concept. This journal discusses the relationship between smart cities and infrastructure through bibliometric studies and identifies smart city developments in various cities in the world to be adapted for future research. The results of a bibliometric study with relationships, and patterns. This research focuses on the keywords "smart city" and "infrastructure" in the period 2017 to 2021, resulting in a visualization of the closeness of relationships based on keywords. The results of the bibliometric study show that 6 clusters from 40 countries discuss a lot of research topics with these keywords. Other findings in 2017 became the point of development of smart cities which are closely related to the development of the Internet of Things which are adapted to public services. Whereas in 2020, the findings shifted to the topic of blockchain where many studies describe how the internet and smart city systems are able to streamline population data collection, security arrangements, and the use of censorship.*

Keywords: *Smart city*; Infrastructure; Bibliometric

Cara Mengutip: Larasati, Aida Fitri., Salimah, Miftachus., Amrullah, Muhammad Lutfi., Santoso, Eko Budi., & Setiawan, Rulli Pratiwi. (2022). Infrastruktur dan *Smart City*: Tinjauan Bibliometrik. **Jurnal Pengembangan Kota**. Vol 10 (2): 127-140. DOI: 10.14710/jpk.10.2.127-140

1. PENDAHULUAN

Isu pertumbuhan penduduk perkotaan di berbagai dunia yang semakin meningkat membutuhkan solusi optimal untuk menghadapi tantangan baru untuk meningkatkan kualitas hidup di perkotaan (Serrano, 2018). Sementara perkembangan teknologi dapat memfasilitasi dan meningkatkan layanan perkotaan, hal ini sudah terjadi semenjak awal abad 21 (Ota, Kumrai, Dong, Kishigami, &

Guo, 2017). Transisi era teknologi dalam perkembangan kota dipicu dengan menghadirkan konsep kota masa depan, dimana teknologi, konektivitas, kenyamanan berkelanjutan, keamanan, dan daya tarik membentuk entitas penting dalam pencapaiannya (Ahad, Paiva, Tripathi, & Feroz, 2020). Strategi kota pintar menggunakan konektivitas dan teknologi jaringan untuk mengatasi tantangan urbanisasi dan

peningkatan populasi (Barns, 2018). Definisi umum dari kota pintar adalah lingkungan perkotaan di mana teknologi memungkinkan hubungan yang efisien antara data dan aplikasinya untuk menyediakan lingkungan yang responsif, tangguh, dan fungsional (Battarra, Gargiulo, Tremiterra, & Zucaro, 2018). Dalam hal ini, konsep *smart city* diharapkan memiliki sifat yang cepat tanggap, prediktif, dan adaptif. Hasil yang diharapkan dari *smart city* tentunya sangat komprehensif, meliputi gaya hidup yang berkelanjutan dan sehat, ekonomi efisiensi, inklusivitas politik dan sosial melalui keterlibatan yang adil, dan kemampuan untuk semua warga publik dan swasta agar dapat berkembang (Bracco, Delfino, Laiolo, & Morini, 2018). Hasil penyediaan infrastruktur pintar juga perlu diimbangi dengan meningkatnya kemungkinan pengawasan, kurangnya kontrol dan persetujuan sehubungan dengan privasi dalam pengumpulan data, dan masyarakat yang mawas akan perkembangan zaman. Kota pintar pada dasarnya dibangun di atas penciptaan hubungan teknologi yang mampu mengkontekstualisasikan banyak data secara dinamis. Ini memungkinkan pengambilan keputusan yang dinamis pada titik pengumpulan data dan pembangunan infrastruktur teknologi untuk meningkatkan efisiensi dalam pelayanan dan kegiatan pemerintah. Ini juga memungkinkan adaptasi jangka panjang untuk menciptakan ketahanan dalam sistemnya.

Kegiatan jangka panjang dan jangka pendek menghasilkan *platform* kota yang diharapkan tanggap terhadap kebutuhan masyarakat. Perencanaan kota dapat dibangun sebagai kategori infrastruktur baru untuk mengangkut data dan informasi dengan menggabungkan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) (Colding & Barthel, 2017). *Smart city* mampu mengintegrasikan seluruh infrastruktur dan pelayanan dari pemerintah kepada masyarakat (Kong & Woods, 2018). Di daerah perkotaan, infrastruktur transportasi, dan komunikasi selalu berhubungan erat (Cvitić, Peraković, Periša, & Husnjak, 2019). Selain itu, teknologi sensor menjadi salah satu andalan sistem *smart city* untuk mempermudah konektivitas dan memperoleh data secara primer. Sensor tersebut berfungsi juga dalam memberikan informasi kepada pengemudi dan manajer secara *real-time*, data dipertukarkan untuk memantau

dan mengontrol kualitas udara dan permasalahan lalu lintas (Crooks, Schechtner, Dey, & Hudson-Smith, 2017). Sistem keamanan dan layanan darurat untuk membantu warga meningkatkan keamanan lingkungan juga dapat diperoleh melalui pemanfaatan kamera yang terhubung pada setiap jaringan jalan melalui sistem pemantauan dan sensor cerdas (El-Sayed, Chaqfa, Zeadally, & Puthal, 2019). Selain itu, integrasi informasi dalam sistem *smart city* juga mampu meningkatkan keberlanjutan lingkungan melalui beberapa pendekatan dalam pemantauan dan pengaturan infrastruktur, seperti listrik, gas alam, air bersih, air limbah, transportasi, dan komunikasi (Parks & Rohrer, 2019).

Sejalan dengan terbentuknya infrastruktur *smart city* di berbagai dunia, implementasinya dapat berkontribusi positif menciptakan kesejahteraan dan ekonomi berkelanjutan dengan membentuk tujuan yang sama, namun pihak pemerintah maupun swasta yang bergerak di bidang teknologi mengalami banyak kendala dalam finansial, disinformasi, ketidaksesuaian standar dan peraturan, dan menghambat kemampuan kota untuk memanfaatkan kolektifnya pengetahuan (Romualdo-Suzuki & Finkelstein, 2020). Upaya untuk menemukan nilai bersama dalam infrastruktur data memiliki potensi tidak hanya untuk mendorong pertumbuhan ekonomi, namun juga mendukung inisiasi yang inovatif untuk mengatasi tantangan sosial (Reddy, Kumar, Maruthi, Venkatasubbaiah, & Rao Ch, 2017).

Sejalan dengan perkembangan teknologi, pembangunan kota memerlukan adaptasi terhadap pengimplementasian teknologi (Mancebo, 2020). Dalam hal ini dipelukan studi yang mengulas kekayaan pembahasan terkait penyediaan infrastruktur dalam publikasi ilmiah untuk mendukung konsep *smart city*. Penelitian ini menggali bagaimana keterkaitan hubungan antara *smart city* dan infrastruktur secara *general* berdasarkan studi terkemuka dari berbagai studi

ISSN 2337-7062 © 2022

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>). – see the front matter © 2022

*Email: afilaras@gmail.com

Submitted 21 July 2022, accepted 30 December 2022

ilmiah dalam penelitian yang terindeks scopus. Melalui studi bibliometrik, peneliti dapat mengamati publikasi berdampak dalam topik, mengetahui tren dan pergeseran penelitian yang berkaitan dengan tema yang diusung, dan posisi topik infrastruktur dalam *smart city* dengan kata kunci. Analisis bibliometrik merupakan penilaian statistik dari artikel ilmiah, monografi, atau bab buku yang ada dan efisien untuk mengukur dampak publikasi di dunia penelitian.

Tujuan penelitian ini diantaranya adalah untuk: (i) mengidentifikasi topik maupun tema yang paling banyak diteliti di bidang akademik tentang infrastruktur *smart city* melalui kajian bibliometrik; dan (ii) mengidentifikasi pergeseran tren perkembangan *smart city* di berbagai kota di dunia untuk dapat diadaptasi pada penelitian mendatang.

Metode bibliometrik memiliki dua kegunaan utama yaitu analisis kinerja dan pemetaan sains (Cobo, Jürgens, Herrero-Solana, Martínez, & Herrera-Viedma, 2018). Hal ini relevan untuk mengakomodasi fokus penelitian yang berfokus pada tren riset, publikasi individu dan institusi, serta menggambarkan garis penelitian yang berkaitan dengan kota pintar dan infrastruktur. Sebagai pembanding, penggunaan meta analisis lebih mengedepankan pada pendalaman materi atau konsep tertentu dalam memberikan bukti, sedangkan penggunaan analisis bibliometrik lebih tepat digunakan untuk memahami tren penelitian di bidang atau subbidang tertentu dengan menilai kutipan sebagai ukuran dampak (Dmytriw, Hui, Singh, Nguyen, Omid-Fard, Phan, & Kapadia, 2021).

Selain itu, sebagai bagian dari *Systematic Literature Review*, analisis bibliometrik bertujuan mengungkap jawaban yang lebih terfokus dan pertanyaan yang lebih klinis, serta memenuhi bukti empiris yang telah ditetapkan. Sebagai contoh dalam studi ini, peneliti mengungkapkan bagaimana keterkaitan antara penyediaan infrastruktur dan penyelenggaraan sistem *smart city* dalam publikasi ilmiah, dan topik-topik apa saja yang menjadi sorotan utama tema tersebut. Berbeda dengan penggunaan *Meta Analysis* yang bertujuan untuk menangkap tingkat prevalensi, pra-post kontras, asosiasi dan korelasi antara variabel dan kelompok (Zupic & Čater, 2015).

Meta-analisis mencoba menjawab pertanyaan seperti “Sejauh mana” dan “Seberapa besar pengaruhnya” (Crowther, Lim, & Crowther, 2010). Maka studi bibliometrik dalam penelitian ini lebih tepat untuk memanfaatkan penulis dalam meninjau pergeseran tren dari kedua topik tersebut.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan analisis bibliometrik atau analisis sitasi dimana bertujuan untuk meringkas dan menyajikan tren penelitian pada topik tertentu (Wungo, 2021). Analisis bibliometrik merupakan teknik entropi dengan penilaian statistik dari artikel ilmiah, monografi, atau bab buku yang ada dan efisien mengukur dampak publikasi di dunia penelitian (Sidhu, Singh, & Kumar, 2022).

Sumber publikasi terindeks Scopus digunakan dalam penelitian ini untuk mengumpulkan data eksplorasi karena merupakan peralatan pengejaran yang sangat baik dengan referensi kutipan inti dan publikasi makalah dan *symposium peer-review* (Rodrigues & Franco, 2020). Studi ini menggunakan analisis *co-citation* dan *bibliographic coupling* untuk menganalisis atribut jurnal terindeks scopus menggunakan VOSviewer, yaitu sebuah program yang telah dikembangkan untuk membuat dan melihat peta bibliometrik dengan tersedia secara bebas untuk komunitas riset bibliometrik (Van Eck & Waltman, 2010). Proses analisis bibliometrik dilakukan dengan cara meninjau 2 kata kunci “*smart city*” dan “*infrastructure*” dalam kurun waktu 2017-2021.

Hasil proses dari metadata VosViewer diperiksa menggunakan Mendeley Citation untuk memperbaharui kata kunci dan abstrak yang belum terbaca oleh sistem. Pada tahap visualisasi data menggunakan VosViewer, peneliti melakukan reduksi *keyword co-occurrence* yang mempertimbangkan relevansi dengan isu perencanaan kota maupun kata kunci yang memiliki jarak yang terlalu jauh dari sumber kata kunci inti.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tren Publikasi

Tabel 1 menunjukkan tren eksponensial publikasi yang terus meningkat setiap tahunnya. Dalam kaitannya antara infrastruktur dan *smart city* terdapat hubungan yang cukup kuat dengan perkembangan teknologi dan inovasi. Konsep *smart city* terbaru digagas pada tahun 2017 oleh Grup *Innovation Acceleration* dari Universitas Berkeley California, Amerika Serikat. Sebagai aksi dari adanya Revolusi Industri 4.0. Hal ini sejalan dengan tren yang berlaku dimana setiap tahunnya terdapat penambahan jumlah publikasi penelitian tentang hubungan infrastruktur dan *smart city*. Hal ini juga berkaitan dengan tujuan untuk turut berkontribusi pada Agenda PBB tahun 2030, khususnya dalam *Sustainable Development Goals*.

Tabel 1. Trend Publikasi Infrastruktur & *Smart City*

No.	Tahun	Jumlah Publikasi
1.	2021	261
2.	2020	221
3.	2019	157
4.	2018	74
5.	2017	38

Jurnal Terkemuka

Penelitian ini mengklasifikasikan jurnal top terkemuka dan total sitasinya dengan menerapkan *bibliographic coupling algorithm*. Penelitian ini menetapkan 2 artikel per jurnal sebagai kriteria ambang batas. Sembilan puluh enam jurnal memenuhi kriteria ambang batas dari 327 jurnal. Dengan 2.212 sitasi, IEEE Access menerbitkan 76 artikel, jumlah tertinggi dalam bidang penelitian *nexus infrastruktur-smart city*. Sustainability (Switzerland) adalah jurnal berikutnya yang menerbitkan 30 artikel dengan 327 sitasi. Selanjutnya, Sensors (Switzerland) menerbitkan 26

artikel dengan 1204 sitasi. Dalam Tabel 2 dapat dilihat 15 jurnal terkemuka.

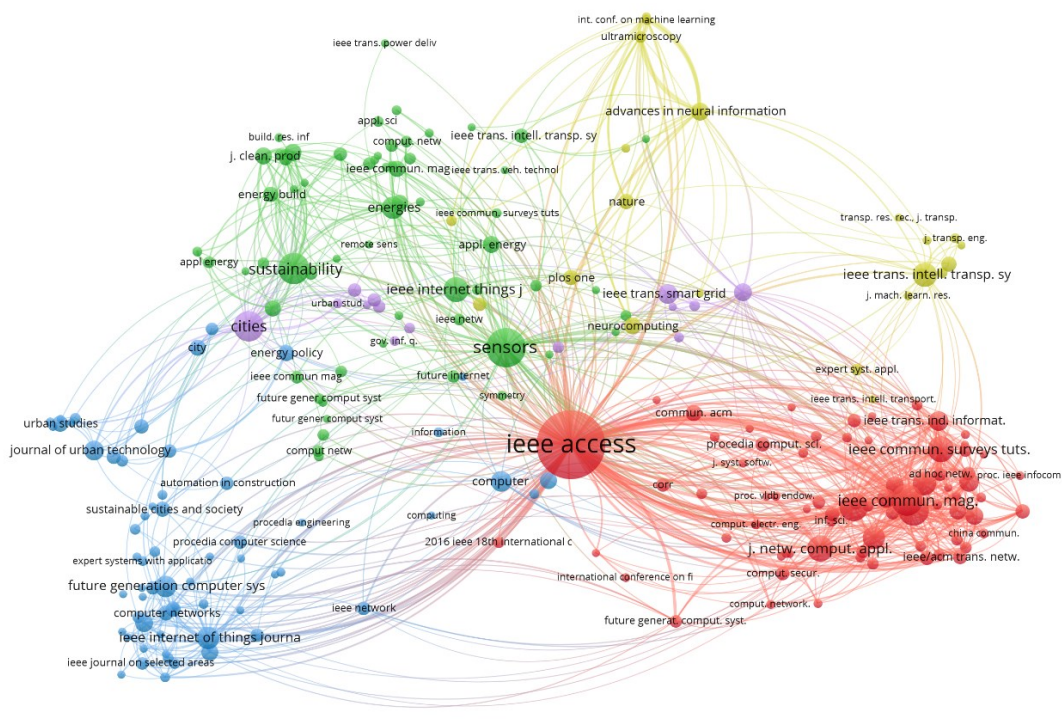
Analisis Co-Citation Jurnal

Penelitian ini memilih sumber jurnal sebagai unit analisis dalam analisis *co-citation*. Dengan memilih 20 sitasi per sumber (jurnal), dipilih 233 jurnal dari analisis yang telah dilakukan. Selain itu, peta *jaringan co-citation* disediakan. Jaringan *co-citation* dibentuk oleh *node* yang menunjukkan jumlah relatif *co-citation* untuk jurnal tertentu. Warna yang berbeda mengklasifikasikan *node* dari jaringan *co-citation*. Terbentuk 5 klaster yang dapat diamati dengan menerapkan kriteria *co-citation* dalam Gambar 1. *Cluster* paling mendominasi dan terbesar (warna merah) memiliki 73 jurnal. IEEE Access adalah jurnal terkemuka dengan 1.429 sitasi dan TLS 58.561. IEEE Communication Magazine adalah jurnal penting lainnya dengan 302 sitasi langsung dan TLS 16.908. Jurnal lainnya yaitu *Journal of Network and Computer Application* dengan 201 sitasi dan TLS 10.630. Pada cluster kedua (warna hijau), terdapat 62 jurnal. Sensors adalah jurnal terkemuka di peta jaringan hijau, memiliki 478 sitasi dan TLS 15.298. Jurnal *Sustainability* memiliki 305 sitasi dan TLS 8.351. *Cluster* ketiga (warna biru) memiliki 62 jurnal dengan jumlah sama dengan klaster kedua. *Computer* adalah jurnal terkemuka dengan 135 sitasi dan TLS 5.146. Selanjutnya Jurnal IEEE *Internet of Things* memiliki 152 sitasi dan TLS 8.092. *Cluster* keempat, dan kelima menyatukan jurnal dengan sitasi minimum. *Cluster* keempat (warna kuning) memiliki 22 jurnal, termasuk IEEE *Transactions on Intelligent Transportation Systems*, jurnal bereputasi dengan 179 sitasi dan TLS 4.380. Terakhir *cluster* kelima (warna ungu) memiliki 14 jurnal. Jurnal *Cities* termasuk di antaranya, yang memiliki 279 sitasi dan TLS 7.579.

Tabel 2. 15 Jurnal Terkemuka Dalam Penelitian Infrastruktur dan *Smart City*

No.	Jurnal	Jumlah Artikel	Total Sitasi	Rata-Rata Sitasi	TLS
1.	IEEE Access	76	2.212	29,1	35
2.	Sustainability (Switzerland)	30	327	10,9	21
3.	Sensors (Switzerland)	26	1.204	46,3	26
4.	Applied Sciences (Switzerland)	19	133	7	5
5.	Journal of Network and Computer Applications	18	813	45,2	32
6.	IEEE Communications Surveys and	16	2.432	152	38

No.	Jurnal	Jumlah Artikel	Total Sitasi	Rata-Rata Sitasi	TLS
	Tutorials				
7.	Energies	16	166	10,4	2
8.	Future Generation Computer System	15	618	41,2	21
9.	Computer Networks	11	1.093	99,4	13
10.	Cities	8	254	31,7	7
11.	Concurrency and Computation: Practice and Experience	8	160	20	0
12.	Electronics (Switzerland)	8	46	5,7	5
13.	Sensors	8	43	5,4	7
14.	ACM Computing Surveys	7	271	38,7	1
15.	Journal of Urban Technology	7	181	25,8	10



Gambar 1. Co-Citation Dari Jurnal Penelitian Nexus Infrastruktur dan Smart City

Organisasi Terkemuka

Dengan menerapkan metode *bibliographic coupling*, dilakukan identifikasi organisasi yang paling berpengaruh di bidang penelitian ini. Dua publikasi per organisasi ditetapkan sebagai kriteria ambang batas. Dari 1.716 organisasi, 36 organisasi memenuhi kriteria ambang; dari 36 organisasi tersebut, 1 organosaso memiliki 4 artikel penelitian, 4 organsasi memiliki 3 artikel penelitian, dan sisanya 31 organisasi hanya memiliki 2 artikel penelitian, menunjukkan bahwa sebagian besar organisasi memiliki kedudukan yang sama dalam publikasi penelitian. Penelitian ini menggunakan total sitasi sebagai tolok ukur,

dengan memilih 15 organisasi yang berkontribusi teratas.

Tabel 3 memberikan ilustrasikan total sitasi, rata-rata sitasi, dan TLS untuk setiap organisasi. Tiga (3) organisasi terkemuka teratas berasal dari China yaitu *State Key Laboratory of Networking and Switching Technology - Beijing University of Posts and Telecommunications*, *College of Software - Northeastern University*, dan *Department of Computer Science and Engineering - Shanghai Jiao Tong University*. Selanjutnya diikuti oleh *Department of Computer Engineering - Jeju National University* dari Korea Selatan dan King Abdul Aziz University dari Saudi Arabia.

Negara Terkemuka

Untuk memeriksa penempatan geografis publikasi penelitian, dilakukan penerapan metode *bibliographic coupling*. Penetapan 5 publikasi per negara sebagai tolok ukur minimum. Dari 84 negara, 49 memenuhi kriteria ambang batas ini. Tabel 4 menunjukkan 15 negara teratas dalam bidang penelitian nexus infrastruktur-*smart city*. China menduduki peringkat teratas dengan 159 artikel, menunjukkan total sitasi 3.853 dan TLS 30.911. Amerika Serikat adalah negara kedua dengan 107 artikel, memiliki 4.397 total sitasi dan TLS 28.448. Dengan 80 artikel, India berada di posisi ketiga, memiliki 1.925 total sitasi dan TLS 19.724.

Dengan bantuan VOSviewer, Gambar 2 menunjukkan visualisasi jaringan negara-negara teratas. Ukuran label (seperti China dan Amerika

Serikat) menunjukkan variasi yang cukup besar, yang menunjukkan perbedaan bobot masing-masing. China, Amerika Serikat, dan India menonjol dengan label besar mereka, dan bobot mewakili jumlah artikel yang diterbitkan di setiap negara. Gambar 3 mengilustrasikan visualisasi *overlay*, yaitu *timeline* publikasi. Warnanya berkisar dari ungu (penelitian awal atau awal) hingga kuning (penelitian terbaru). Australia, Hong Kong, Qatar, dan Jerman termasuk di antara negara-negara awal (diilustrasikan dengan warna ungu) untuk melakukan penelitian, sedangkan Turki, Belgia, dan UAE, yang diwakili oleh warna kuning, adalah yang paling baru. Dalam rentang waktu, tolok ukur ambang batas adalah 5 publikasi per negara, dan oleh karena itu hanya dapat mengilustrasikan visualisasi *overlay* antara 2019 dan 2020.

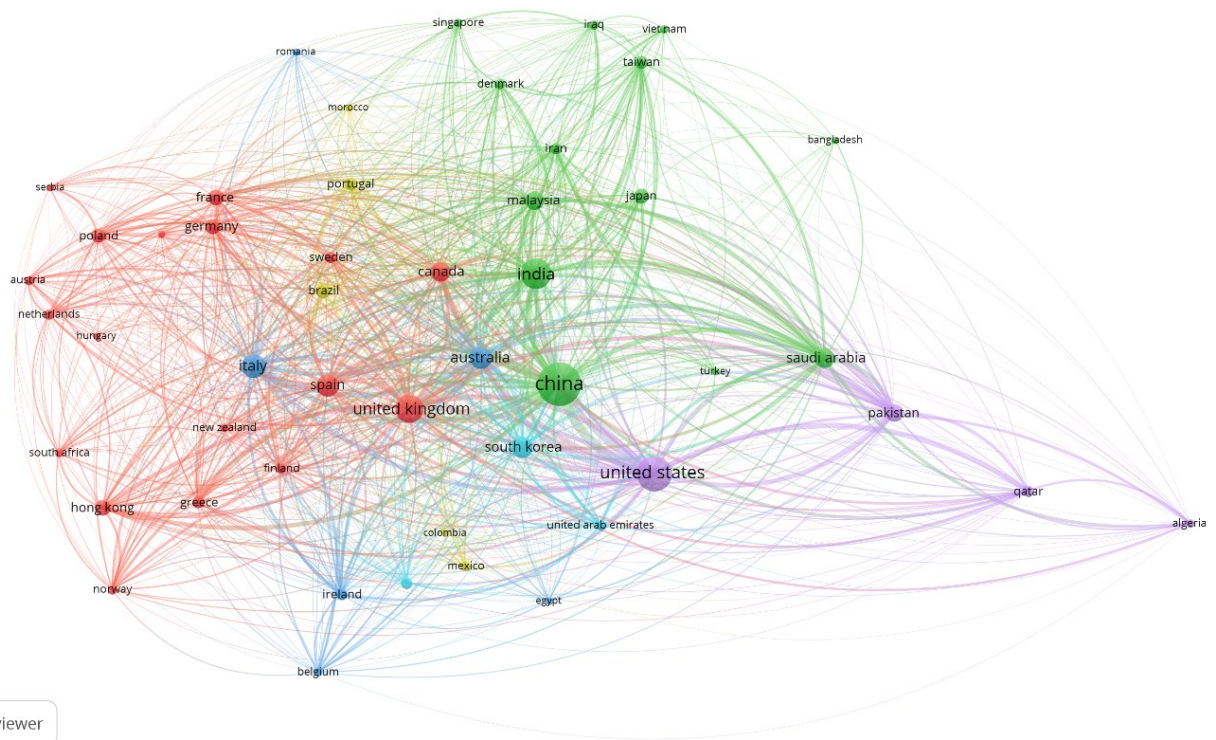
Tabel 3. 15 Organisasi Terkemuka Dalam Penelitian Infrastruktur dan *Smart City*

No.	Organisasi	Jumlah Artikel	Total Sitasi	Rata-Rata Sitasi	TLS
1.	State Key Laboratory Of Networking And Switching Technology, Beijing University Of Posts And Telecommunications	3	614	204,7	92
2.	College Of Software, Northeastern University	2	266	133	557
3.	Department Of Computer Science And Engineering, Shanghai Jiao Tong University	2	266	133	88
4.	Department Of Computer Engineering, Jeju National University	3	167	55,7	30
5.	King Abdul Aziz University	2	148	74	165
6.	School Of Built Environment, Queensland University Of Technology	2	110	55	4
7.	Department Of Informatics, University Of Piraeus	2	108	54	73
8.	Department Of Computer Science And Engineering, Institute Of Technology, Nirma University	2	61	30,5	161
9.	Department Of Electrical And Computer Engineering, University Of Idaho	2	55	27,5	243
10.	College Of Computer Science And Engineering, Northeastern University	2	53	26,5	557
11.	Department Of Information Systems And Cyber Security, University Of Texas At San Antonio	2	14	7	54
12.	Department Of Computer Science, Western Michigan University	2	8	4	249
13.	College Of Computer Science And Software Engineering, Shenzhen University	2	7	3,5	44

No.	Organisasi	Jumlah Artikel	Total Sitasi	Rata-Rata Sitasi	TLS
14.	School Of Computer Science And Technology, Beijing Institute Of Technology	2	3	1,5	101
15.	Swinburne University Of Technology	2	0	0	34

Tabel 4. 15 Negara Terkemuka Dalam Penelitian Infrastruktur dan *Smart City*

No.	Negara	Jumlah Artikel	Total Sitasi	Rata-Rata Sitasi	TLS
1.	China	159	3853	24,2	30911
2.	United States	107	4397	41,1	28448
3.	India	80	1925	24,1	19724
4.	United Kingdom	65	1907	29,3	16633
5.	Italy	50	1573	31,5	15272
6.	Australia	44	2137	48,6	18839
7.	Spain	42	1172	27,9	8953
8.	South Korea	38	600	15,8	8821
9.	Canada	33	1190	36,1	8684
10.	Saudi Arabia	32	1143	35,7	15218
11.	Malaysia	29	677	23,3	8176
12.	Pakistan	26	1131	43,5	10373
13.	Hong Kong	22	598	27,2	6451
14.	France	21	1029	49,0	4504
15.	Germany	20	217	10,9	4838

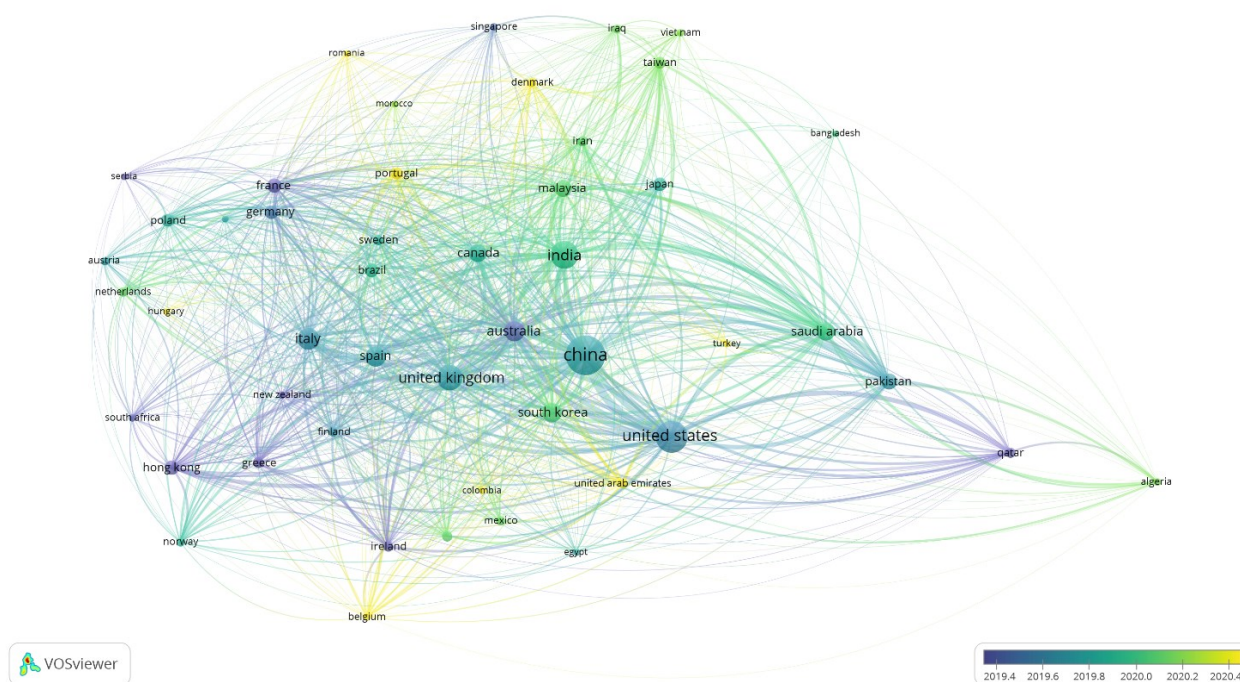


Gambar 2. Visualisasi Jaringan Negara-Negara Dominan Dalam Bidang Penelitian Nexus Infrastruktur dan *Smart City*.

Jaringan Co-Autorship

Kami memilih negara sebagai unit analisis dalam analisis *co-authorship*, dan memilih 40 negara dengan menempatkan batas maksimal 6 publikasi per negara. Gambar 4 menunjukkan 6 *cluster*. *Cluster* pertama (warna merah) terdiri dari 10 negara meliputi Austria, Finlandia, Prancis, Jerman, Hong Kong, Belanda, Norwegia, Polandia, Afrika Selatan, dan Swedia. *Cluster* kedua (warna hijau) terdiri dari 9 negara dari Australia, India, Iran, Irak,

Jepang, Malaysia, Selandia Baru, Taiwan, dan Vietnam. Terdapat 8 negara yaitu Kanada, China, Denmark, Federasi Rusia, Singapura, Korea Selatan, UAE, dan Amerika Serikat berada di *cluster* ketiga (warna biru). *Cluster* keempat (warna kuning) dengan 7 negara meliputi Belgia, Yunani, Irlandia, Italia, Meksiko, Spanyol, dan Inggris. Terakhir, 2 *cluster* terakhir (warna ungu dan biru muda) dengan 4 negara dan 2 negara meliputi Algeria, Pakistan, Qatar, Saudi Arabia, Brazil dan Portugal.



Gambar 3. Overlay Peta Visualisasi Waktu Awal Masing-Masing Negara Memulai Bidang Penelitian Nexus Infrastruktur dan Smart City.

Publikasi dengan Sitasi Teratas

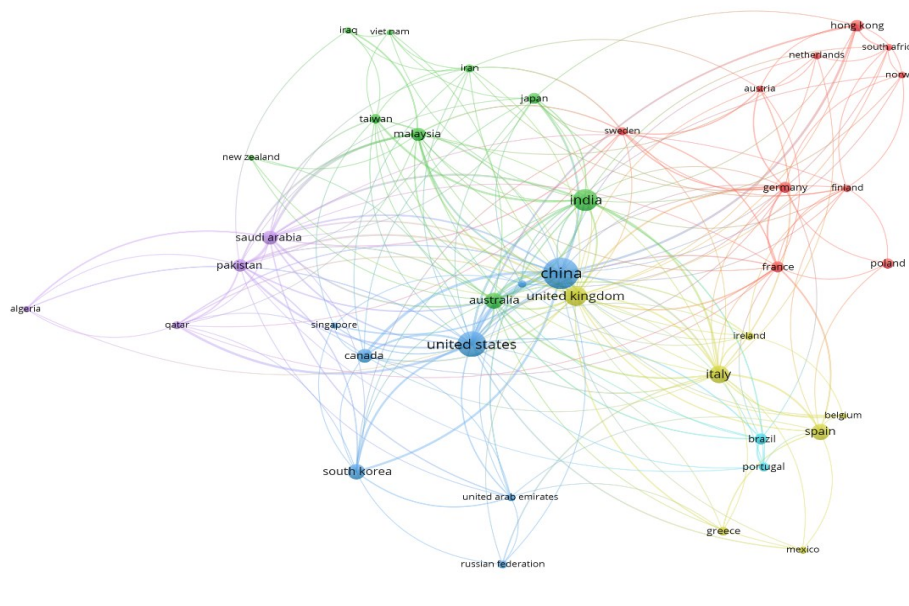
Pada penelitian ini memilih dokumen sebagai unit analisis dan menerapkan metode *bibliographic coupling* untuk mengidentifikasi publikasi jurnal yang dikutip teratas dalam bidang penelitian nexus infrastruktur-*smart city*. Dari 751 publikasi, 81 publikasi memenuhi kriteria ambang batas minimal memiliki 50 kutipan. Tabel 5 mencantumkan 15 publikasi dengan sitasi teratas yang dipilih dalam urutan menurun dengan rentang publikasi pada tahun 2017-2019. Sebagian besar membahas terkait infrastruktur dalam *smart city* dengan menggunakan IoT.

Analisis co-occurrence kata kunci dan kluster tematik

Analisis *co-occurrence* menggunakan kata kunci adalah metode evaluasi yang mendalam dan memberikan gambaran umum tentang topik mana yang sering diselidiki oleh peneliti. Analisis ini juga menunjukkan kekuatan hubungan antara kata kunci, tren penelitian, dan informasi tentang topik yang sering muncul. Pada penelitian ini menetapkan patokan minimum menjadi 20 kata kunci. Dari 5983 kata kunci dari 751 publikasi Scopus, 43 kata kunci memenuhi kriteria dengan 5 kluster. Selanjutnya, garis antara kata kunci mewakili tautan, dan ketebalan garis mewakili kualitas dan kekuatan koneksi. IoT, *Smart City*, dan *Blockchain* menjadi tiga kata kunci teratas.

Dalam Gambar 5 dapat dilihat hubungan yang kuat antara *Smart City* dan IoT yang merupakan salah satu inovasi dalam hal infrastruktur kota. Selanjutnya pada Tabel 6 dapat dilihat 5 kluster tematik. Dimana pada kluster pertama terdapat pengulangan keyword IoT. Kluster pertama sebagian besar terkait dengan data dan informasi seperti Big Data, Data Handling, IoT, dan Digital Storage. Sedangkan kluster kedua memiliki keyword yang condong pada penerapan

infrastruktur *smart city* seperti 5G Mobile Communication, Cloud Computing, Virtual Machine, dan Energi Efficiency. Kluster 3 erat kaitannya dengan urban sustainability, keyword yang muncul seperti Artificial Intelligence bersamaan dengan Smart City, Urban Planning, dan Urban Development. Kluster 4 dan kluster 5 lebih cenderung pada keyword dengan bahasan-bahasan yang cukup baru dan jauh kaitannya dengan *Smart City* maupun infrastruktur.

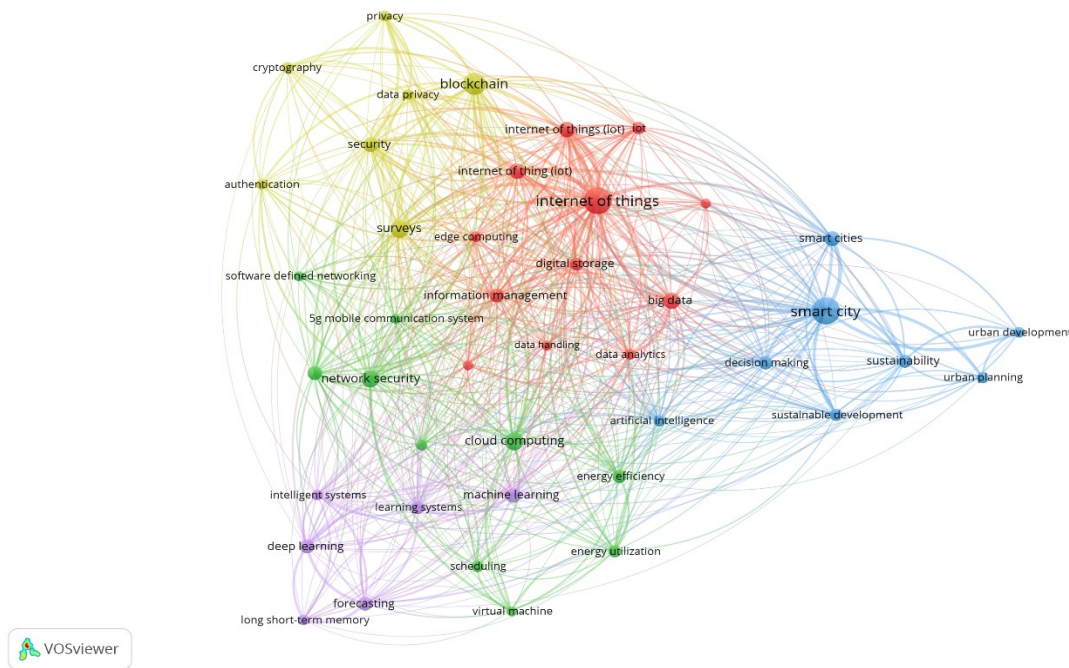


Gambar 4. Co-Authorship Networks Analysis

Tabel 5. 15 Publikasi Dengan Sitasi Teratas Dalam Penelitian Infrastruktur dan *Smart City*

No.	Judul	Penulis	Total Sitasi	TLS
1.	A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues	Casino F. (2019)	609	261
2.	Deep learning for IoT big data and streaming analytics: A survey	Mohammadi M. (2018)	560	66
3.	A Review on the Use of Blockchain for the Internet of Things	Fernández-Caramés T.M. (2018)	469	188
4.	The role of big data analytics in Internet of Things	Ahmed E. (2017)	323	39
5.	Blockchain and IoT integration: A systematic survey	Panarello A. (2018)	306	149
6.	Spatiotemporal recurrent convolutional networks for traffic prediction in transportation networks	Yu H. (2017)	297	23
7.	Applications of Blockchains in the Internet of Things: A Comprehensive Survey	Ali M.S. (2019)	296	371
8.	Blockchain for AI: Review and open research challenges	Salah K. (2019)	295	130
9.	Smart Cities: A Survey on Data Management, Security, and Enabling Technologies	Gharaibeh A. (2017)	269	94
10.	Internet of things security: A top-down survey	Kouicem D.E. (2018)	252	93
11.	A comprehensive survey of Network Function	Yi B. (2018)	244	32

No.	Judul	Penulis	Total Sitasi	TLS
	Virtualization			
12.	A Survey of Blockchain Technology Applied to Smart Cities: Research Issues and Challenges	Xie J. (2019)	230	279
13.	Privacy preservation in blockchain-based IoT systems: Integration issues, prospects, challenges, and future research directions	Hassan M.U. (2019)	220	108
14.	VAED: VMI-assisted evasion detection approach for infrastructure as a service cloud	Mishra P. (2019)	210	13
15.	A review of building information modeling (BIM) and the internet of things (IoT) devices integration: Present status and future trends	Tang S. (2019)	205	19



Gambar 5. Keyword Co-Occurrence Network Visualization

Tabel 6. Gugus Tematik Berbagai Kata Kunci Dalam Bidang Penelitian Nexus Infrastruktur dan Smart City

Klaster 1 (Merah)	Klaster 2 (Hijau)	Klaster 3 (Biru)	Klaster 4 (Kuning)	Klaster 5 (Ungu)
big data	5g mobile	artificial intelligence	authentication	deep learning
data analytics	communication	decision making	blockchain	forecasting
data handling	systems	smart cities	cryptography	intelligent
digital storage	cloud computing	smart city	data privacy	systems
distributed computer systems	energy efficiency	sustainability	privacy	learning systems
edge computing	energy utilization	sustainable	security	long short-term
information management	network	development	surveys	memory
internet of thing (iot)	architecture	urban development		machine
internet of things	network security	urban planning		learning
internet of things (iot)	quality of service			
iot	scheduling			
systematic literature review	software defined			
	networking			
	virtual machine			

Tabel 7 menunjukkan skor kemunculan dan relevansi dari 15 istilah teratas dalam bidang penelitian hubungan infrastruktur dan smart city. Hong Kong menjadi satu-satunya istilah tempat yang muncul dan memiliki relevansi 3.27 dengan kemunculan 25 kali. Relevansi yang kuat dari istilah Hong Kong tersebut secara empiri menunjukkan bahwa Pemerintah Hong Kong memberikan dukungan yang kuat untuk inovasi dalam bidang infrastruktur dan *Smart City*. Untuk membangun Hong Kong menjadi kota pintar kelas dunia, pemerintah Hong Kong menerbitkan edisi kedua *The Hong Kong Smart City Blueprint 2.0* pada Desember 2020 (terbitan asli pada Desember 2017) (Lai & Cole, 2022). Dari *blueprint* tersebut Hong Kong juga memberikan fasilitas *platform* data terbuka untuk entitas publik maupun swasta yang diluncurkan oleh *Office of the Chief Information Officer* Pemerintah (OGCIO) pada tahun 2011. *Platform* tersebut menyediakan data dengan format digital yang dapat dibaca mesin untuk digunakan kembali secara gratis oleh publik melalui portal *data.gov.hk* sebagai *one-stop platform* (Ma & Lam, 2019).

Temuan tersebut memberikan sudut pandang empiris bagaimana Hong Kong menjadi salah satu tempat yang mendukung banyaknya publikasi-publikasi terkait *infrastructure* dan *smart city*.

Istilah-istilah selanjutnya diurutkan dari skor kemunculan yaitu Government, Smart City Concept, Virtual Machine, Citizen, Workflow, Traffic Flow, Cloud Data Center, Stakeholder, Smart City Development, Sustainability, City, Accuracy, Data Center, dan Experimental Result

Analisis Co-Occurrence Map

Penelitian ini menggunakan peta kejadian bersama pada Gambar 6 untuk mengidentifikasi area penelitian dan memahami bagaimana peneliti menggabungkan infrastruktur dan *smart city*. Dengan menggunakan judul, abstrak, dan kata kunci sebagai sumber istilah dari 751 publikasi yang dipilih, dengan ambang minimum 20 kami mendapatkan 238 istilah. VOSviewer menghitung skor relevansi, dan 60% frase teratas dipilih. Namun, pada penelitian ini mengecualikan istilah yang tidak terkait dengan tujuan analisis, seperti nama tertentu, tempat, dan istilah statistik umum. Reduksi ini mengungkapkan 143 istilah yang kami gunakan untuk membuat peta visualisasi bibliometrik. Muncul 3 kluster dimana setiap istilahnya diwakili oleh bayangan warna kluster lingkaran dan ukuran label mewakili frekuensi istilah. Warna menggambarkan fondasi konseptual, dan kedekatannya dengan frase lain menunjukkan tingkat keterkaitan antara frase.

Tabel 7. Skor Kemunculan Dan Relevansi Dari 15 Istilah Teratas Dalam Bidang Penelitian Hubungan Infrastruktur dan *Smart City*

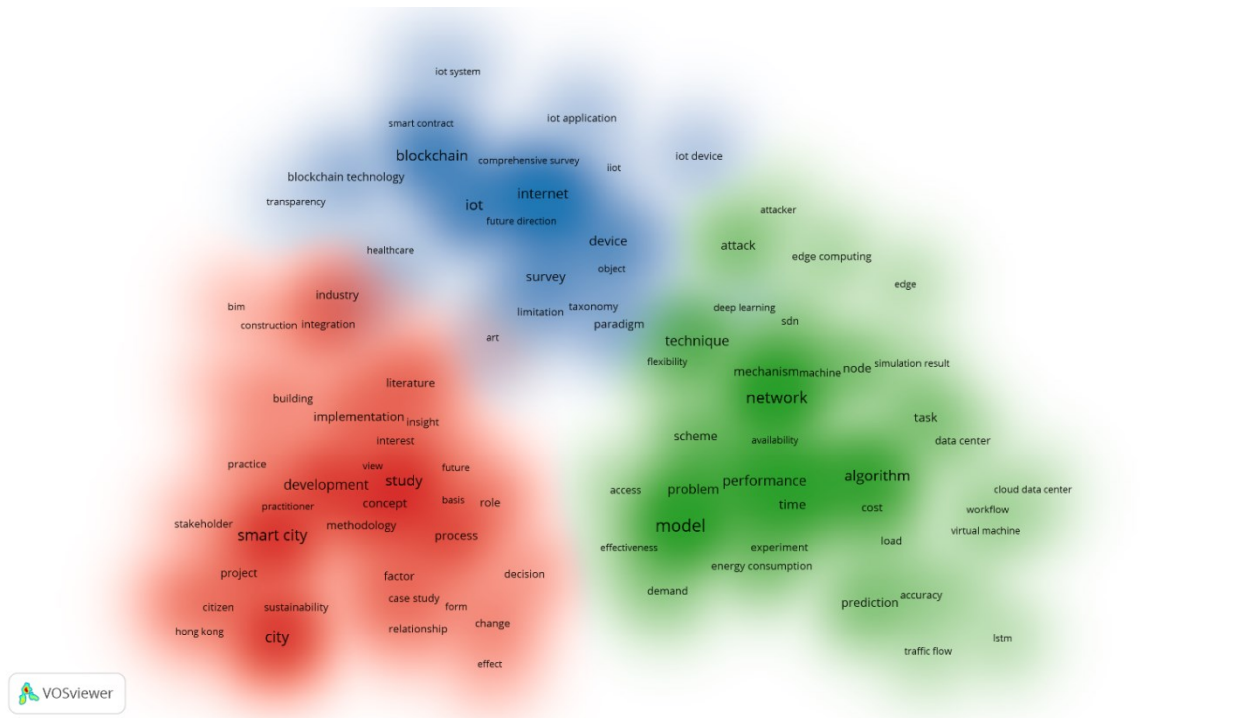
No.	Term	Kemunculan	Relevansi
1.	Hong Kong	25	3.27
2.	Government	73	3.23
3.	Smart City Concept	28	3.20
4.	Virtual Machine	32	3.18
5.	Citizen	77	3.15
6.	Workflow	41	3.04
7.	Traffic Flow	35	2.83
8.	Cloud Data Center	21	2.57
9.	Stakeholder	47	2.49
10.	Smart City Development	31	2.47
11.	Sustainability	54	2.35
12.	City	393	2.12
13.	Accuracy	63	2.11
14.	Data Center	47	2.01
15.	Experimental Result	38	1.90

3 kluster tersebut dibagi menjadi tiga warna yaitu merah, hijau, dan biru. Merah menunjukkan

bahwa istilah-istilah dalam kluster tersebut sangat sering dipakai dalam publikasi. Sedangkan biru

menunjukkan istilah-istilah tersebut masih jarang ditemukan dalam publikasi. Klaster warna biru merujuk pada kondisi saat ini dimana Infrastruktur dan *smart city* menjadi cukup erat kaitannya dengan perkembangan teknologi. Tren Revolusi

Industri 4.0 ikut serta menjadi penyumbang berkembangnya penggunaan IoT sebagai salah satu inovasi dalam bidang pembangunan infrastruktur untuk mendukung terbentuknya *smart city*.



Gambar 6. Bibliometric Density Visualization

Analisis bibliometrik merupakan salah satu metode dalam mengukur dampak publikasi di dunia penelitian. Dalam hal ini peneliti menggunakan metode ini untuk menemukan korelasi penelitian antara infrastruktur dan *smart city* dengan temuan yang menjawab tren dalam publikasi nexus tersebut sangat erat dengan teknologi. Tren revolusi industri 4.0 ikut serta menyokong pengembangan *smart city* dalam pembangunan infrastruktur. Seperti penggunaan IoT, teknologi *machine learning*, dan *virtual machine*. Ketersediaan data oleh pemerintah untuk kebutuhan inovasi sangat memengaruhi tingkat publikasi dalam sebuah kota dan negara. Hal tersebut dapat dilihat dari visualisasi jaringan negara-negara dominan dalam publikasi.

Hal tersebut menunjukkan bahwa, teknik ini dapat memudahkan peneliti dalam menentukan topik penelitian dan referensi. Teknik ini dapat digunakan untuk membandingkan produktivitas kelompok penelitian yang berbeda sehingga dapat

digunakan untuk mengarahkan peneliti mengambil topik yang lebih baru jika ingin melakukan inovasi.

4. KESIMPULAN

Tahun 2017 menjadi awal inovasi dalam nexus hubungan antara infrastruktur dan *smart city*. Dimana konsep *smart city* terbaru digagas pada tahun 2017 oleh Grup *Innovation Acceleration* dari Universitas Berkeley California, Amerika Serikat. Selain itu beberapa negara lainnya seperti pemerintah Hong Kong menggagas *blueprint* terkait *smart city* dan data terbuka pada tahun yang sama. Banyak negara yang sudah melakukan penelitian dan eksekusi *Internet of Things* dalam infrastruktur, disusul dengan *blockchain* yang ramai dibahas dari awal 2020. Hong Kong menjadi salah satu negara yang cukup masif dalam bidang penelitian ini. Termasuk China yang menjadi negara dengan jumlah mayoritas dalam organisasi teratas di bidang penelitian infrastruktur dan *smart city*. Pada tahun 2020, lebih dari 900 proyek

percontohan *smart city* telah didirikan di berbagai provinsi di China. Kota-kota seperti Beijing dan Shanghai adalah contoh terkemuka dari usaha tersebut yang mendorong laju pembangunan *smart city* di seluruh bagian negara lainnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara infrastruktur dan *smart city*, salah satu tantangan dalam pembangunan kota. Hubungan antara infrastruktur dan *smart city* ini sangat penting untuk melakukan inovasi terkait keberlanjutan dan penyokong kehidupan kota. Tantangan yang muncul tergantung dari kondisi di setiap kota atau bahkan negara dimana *smart city* itu diterapkan. Seperti pada studi review lainnya, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, tinjauan bibliometrik kami hanya mengandalkan satu database, scopus; namun, pertimbangan lebih banyak database, seperti web of science, akan meningkatkan hasil tinjauan bibliometrik. Kedua, penelitian ini tidak merangkum konteks penelitian dan metodologi penelitian terapan. Sehingga, dapat direkomendasikan bahwa ini dapat dimasukkan dalam studi tinjauan bibliometrik di masa depan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ahad, M. A., Paiva, S., Tripathi, G., & Feroz, N. (2020). Enabling Technologies and Sustainable Smart Cities. *Sustainable Cities and Society*, *61*, 102301. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102301>
- Barns, S. (2018). Smart Cities and Urban Data Platforms: Designing Interfaces for Smart Governance. *City, Culture and Society*, *12*, 5-12. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ccs.2017.09.006>
- Battarra, R., Gargiulo, C., Tremitterra, M. R., & Zucaro, F. (2018). Smart Mobility in Italian Metropolitan Cities: A Comparative Analysis Through Indicators and Actions. *Sustainable Cities and Society*, *41*, 556-567. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.06.006>
- Bracco, S., Delfino, F., Laiolo, P., & Morini, A. (2018). Planning & Open-Air Demonstrating Smart City Sustainable Districts. *Sustainability*, *10*(12). Doi: <https://doi.org/10.3390/su10124636>
- Cobo, M. J., Jürgens, B., Herrero-Solana, V., Martínez, M. A., & Herrera-Viedma, E. (2018). Industry 4.0: A Perspective Based on Bibliometric Analysis. *Procedia Computer Science*, *139*, 364-371. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.278>
- Colding, J., & Barthel, S. (2017). An Urban Ecology Critique on The “Smart City” Model. *Journal of Cleaner Production*, *164*, 95-101. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.191>
- Crooks, A., Schechtner, K., Dey, A. K., & Hudson-Smith, A. (2017). Creating Smart Buildings and Cities. *IEEE Pervasive Computing*, *16*(2), 23-25. Doi: [10.1109/MPRV.2017.23](https://doi.org/10.1109/MPRV.2017.23)
- Crowther, M., Lim, W., & Crowther, M. A. (2010). Systematic Review and Meta-Analysis Methodology. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*, *116*(17), 3140-3146. Doi: <https://doi.org/10.1182/blood-2010-05-280883>
- Cvitić, I., Peraković, D., Periša, M., & Husnjak, S. (2019). An Overview of Distributed Denial of Service Traffic Detection Approaches. *Promet-Traffic & Transportation*, *31*(4), 453-464. Doi: <https://doi.org/10.7307/ptt.v31i4.3082>
- Dmytriw, A. A., Hui, N., Singh, T., Nguyen, D., Omid-Fard, N., Phan, K., & Kapadia, A. (2021). Bibliometric Evaluation of Systematic Review and Meta Analyses Published in The Top 5 “High-Impact” Radiology Journals. *Clinical Imaging*, *71*, 52-62. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2020.11.008>
- El-Sayed, H., Chaqfa, M., Zeadally, S., & Puthal, D. (2019). A Traffic-Aware Approach for Enabling Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Smart City Scenarios. *IEEE Access*, *7*, 86297-86305. Doi: [10.1109/ACCESS.2019.2922213](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2922213)
- Kong, L., & Woods, O. (2018). The Ideological Alignment of Smart Urbanism in Singapore: Critical Reflections on A Political Paradox. *Urban Studies*, *55*(4), 679-701. Doi: <https://doi.org/10.1177/0042098017746528>

- Lai, C. M. T., & Cole, A. (2022). Levels of Public Trust as the driver of Citizens' Perceptions of Smart Cities: the Case of Hong Kong. *Procedia Computer Science*, 207, 1919-1926. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.250>
- Ma, R., & Lam, P. T. I. (2019). Investigating The Barriers Faced by Stakeholders in Open Data Development: A Study on Hong Kong as a "Smart City". *Cities*, 92, 36-46. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.03.009>
- Mancebo, F. (2020). Smart City Strategies: Time to Involve People. Comparing Amsterdam, Barcelona and Paris. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 13(2), 133-152. Doi: <https://doi.org/10.1080/17549175.2019.1649711>
- Ota, K., Kumrai, T., Dong, M., Kishigami, J., & Guo, M. (2017). Smart Infrastructure Design for Smart Cities. *IT Professional*, 19(5), 42-49. Doi: <https://doi.org/10.1109/MITP.2017.3680957>
- Parks, D., & Rohracher, H. (2019). From Sustainable to Smart: Re-Branding or Re-Assembling Urban Energy Infrastructure? *Geoforum*, 100, 51-59. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.02.012>
- Reddy, A. G. K., Kumar, J. S., Maruthi, V., Venkatasubbaiah, K., & Rao Ch, S. (2017). Fruit Production under climate changing scenario in India: a review. *Environment and Ecology* 35(2B): 1010-1017.
- Rodrigues, M., & Franco, M. (2020). Networks and Performance of Creative Cities: A Bibliometric Analysis. *City, Culture and Society*, 20, 100326. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ccs.2019.100326>
- Romualdo-Suzuki, L., & Finkelstein, A. (2020). Data as Infrastructure for Smart Cities: Linking Data Platforms to Business Strategies. *arXiv preprint arXiv:2005.11414*. Doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.11414>
- Serrano, W. (2018). Digital Systems in Smart City and Infrastructure: Digital as a Service. *Smart Cities*, 1(1), 134-154. Doi:<https://doi.org/10.3390/smartcities1010008>
- Sidhu, A. S., Singh, S., & Kumar, R. (2022). Bibliometric Analysis of Entropy Weights Method for Multi-Objective Optimization in Machining Operations. *Materials Today: Proceedings*, 50, 1248-1255. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.132>
- Van Eck, N., & Waltman, L. (2010). Software Survey: Vosviewer, A Computer Program for Bibliometric Mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Wungo, G. L. (2021). Mapping Sciences: Analisis Bibliometric Ilmu Perancangan Kota Berkelanjutan di Dunia Berbasis Data Scopus. *Jurnal Arsitektur ZONASI*, 4(1), 84-91. Doi: <https://doi.org/10.17509/jaz.v4i1.29283>
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472. Doi: <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>