

INTERNET OF THINGS, SMART CITY, DAN IBU KOTA NUSANTARA

Sinar Bayu Ramadhan¹, Riskie Annisa^{2*}

*) Corresponding author email : riskie.annisa@pu.go.id

1) Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pelita Harapan

2) Biro Pengelolaan Barang Milik Negara, Sekretariat Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Article info

MODUL vol 24 no 1, issues period 2024

Doi : 10.14710/mdl.24.2.2024.51-62

Received : 15 march 2024

Revised : 23 april 2024

Accepted : 6 june 2024

ABSTRAK

Sebagai tanggapan terhadap permasalahan urban yang kompleks, pemerintah Indonesia merencanakan pemindahan ibu kota dari DKI Jakarta ke Ibu Kota Nusantara (IKN) sebagai langkah menuju pembangunan sebuah kota yang cerdas dan berkelanjutan. Tulisan ini merupakan sebuah tinjauan literatur yang mendalam mengenai konsep Internet of Things (IoT), Smart City dan penerapannya dalam konteks pemindahan ibu kota negara Indonesia. Pendahuluan dalam tulisan ini menyoroti latar belakang dan alasan di balik keputusan pemindahan ibu kota negara, juga menggambarkan visi untuk mengembangkannya menjadi sebuah Smart City yang didukung oleh teknologi IoT. Selanjutnya, studi literatur secara komprehensif mengulas konsep dan dimensi Smart City, serta penerapannya di beberapa kota besar di seluruh dunia. Fokus utama dari paper ini adalah pada kesiapan dan tantangan yang dihadapi dalam merancang ibu kota baru sebagai Smart City. Hal ini meliputi aspek regulasi, arsitektur dan infrastruktur teknologi yang diperlukan, serta tantangan yang mungkin timbul dalam proses implementasi. Dengan menggabungkan konsep IoT, Smart City dengan rencana pemindahan ibu kota negara Indonesia, paper ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana teknologi dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat perkotaan dalam era modern.

Keywords: Internet of Things (IoT), Smart City, Ibu Kota Nusantara

PENDAHULUAN

Pertumbuhan yang cepat dan adopsi teknologi *Internet of Things (IoT)* yang meluas merupakan enabler penting dalam lanskap *Smart City* yang berkembang, mendorong paradigma *Smart City* menuju era *Big Data*. Sesuai laporan 2019 oleh Statista Research, jumlah total perangkat *IoT* yang terhubung di seluruh dunia diproyeksikan mencapai 75 miliar pada tahun 2025 (Fizza et al., 2021). Dengan evolusi teknologi *IoT* yang diiringi dengan penerapannya yang semakin meluas, visi *Smart City* kini mulai menjadi kenyataan.

Benih ide tentang konsep *Smart City* pertama kali mencuat pada tahun 1993 ketika Singapura memperkenalkan dirinya sebagai “kota cerdas” dalam sebuah makalah yang diterbitkan pada (Heng & Low, 1993). Namun, baru pada dekade 2010 konsep *Smart City* mendapatkan daya tarik yang luas, yang mengarah pada pengembangan implementasi awal di dunia nyata. Berbeda dengan domain *IoT* lainnya, *Smart City* mencakup beragam bidang aplikasi, termasuk manajemen lalu lintas, optimalisasi transportasi umum, solusi parkir, pengelolaan sumber daya air, inisiatif efisiensi energi, strategi pengelolaan limbah, penerangan jalan cerdas, peningkatan langkah-langkah keselamatan publik, dan masih banyak lagi. Untuk secara efektif mendukung beragam aplikasi ini, infrastruktur yang kuat sangat penting dalam mengumpulkan dan menganalisa data esensial yang nantinya akan digunakan dalam pengambilan keputusan. Potensi sebenarnya dari *IoT* di *Smart City* dapat direalisasikan sepenuhnya dengan mewujudkan integrasi infrastruktur yang mulus di berbagai bidang aplikasi, memastikan baik homogenitas maupun ketahanan. Namun, integrasi teknologi *IoT* yang heterogen menimbulkan tantangan yang signifikan, sehingga memerlukan pengembangan solusi yang terukur dan aman yang memungkinkan pertukaran informasi yang sah sekaligus menjaga data pribadi dan penting dari akses yang tidak diinginkan.

Pada tanggal 29 April 2019, Presiden Joko Widodo memutuskan untuk memindahkan ibu kota

negara Indonesia dari Jakarta ke luar Pulau Jawa. Keputusan ini merupakan bagian dari Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024. Pemindahan ibu kota negara Indonesia dari Jakarta ke luar Pulau Jawa ini kemudian disahkan melalui Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2022 tentang Ibu Kota Negara. Sebagai kota baru dan baru saja ditunjuk sebagai ibu kota Indonesia, Nusantara (IKN) direncanakan untuk siap menjadikan dirinya sebagai kekuatan ekonomi global, simbol kebanggaan nasional, dan mercusuar pembangunan perkotaan berkelanjutan. Dalam perannya sebagai ibu kota negara, IKN akan berfungsi sebagai pusat administrasi pemerintahan, menampung perwakilan negara asing dan organisasi internasional.

Secara umum, prinsip-prinsip pembangunan Ibu Kota Nusantara dapat dikerucutkan dengan mewujudkan Ibu Kota Nusantara sebagai *Smart City*. Makalah ini menjelaskan studi mengenai keterkaitan *IoT*, *Smart City*, serta upaya dan tantangan dalam mewujudkan IKN sebagai sebuah *Smart City*.

STUDI LITERATUR

Pada bab ini akan disampaikan ringkasan singkat mengenai teknologi dan konsep dari *Internet of Things*, *Smart City*, beserta contoh penerapan konsep *Smart City* yang telah dilakukan di beberapa kota di dunia.

Teknologi dan Arsitektur Internet of Things (IoT)

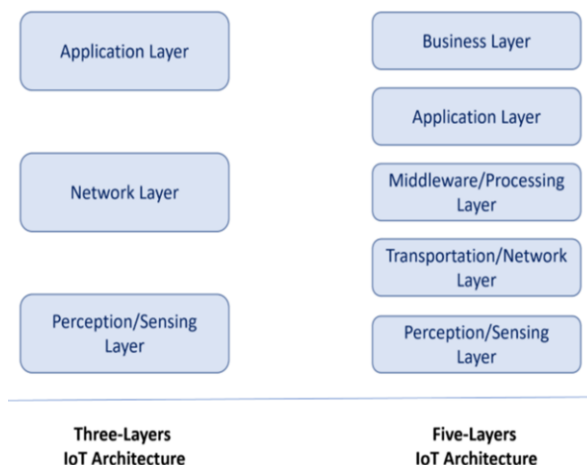
IoT atau *Internet of Things*, adalah jaringan saling terhubung antara perangkat, sensor, dan teknologi penting lainnya, yang saling berinteraksi dan bertukar data melalui internet (Khang et al., 2023). Terdapat beberapa arsitektur fungsional yang telah ditawarkan dalam berbagai penelitian yang sejatinya merupakan simplifikasi dari *Open System Interconnection* (OSI) model, dengan menggunakan pendekatan yang berbeda. Studi literatur yang dilakukan oleh (Bellini et al., 2022) menyimpulkan bahwa terdapat dua jenis arsitektur yang umum digunakan, yaitu arsitektur *Three-Layers* dan *Five-Layers* seperti pada Gambar 1.

Sedangkan dari sisi teknologi, terdapat setidaknya 6 (enam) teknologi *IoT* yang umum digunakan untuk *Smart City* (Whaiduzzaman et al., 2022) antara lain:

- 1) *Message Queueing Telemetry Transport (MQTT)*, yang merupakan protokol yang ringan sehingga dapat diaplikasikan ke berbagai perangkat. *MQTT* menekankan pada *Quality of Service (QoS)* sehingga pertukaran data antar perangkat dapat selalu dilakukan dalam berbagai kondisi jaringan.
- 2) Raspberry Pi, yang merupakan komputer berukuran kecil namun telah dilengkapi dengan sistem operasi, mampu melakukan banyak tugas

dalam satu waktu, memiliki modul Wi-Fi yang terintegrasi, dan empat *port* input.

- 3) Sensor, yang mendeteksi perubahan yang terjadi di sekelilingnya, dan mentransformasikan perubahan tersebut menjadi sinyal digital sehingga dapat dibaca sebagai data oleh sistem.
- 4) Aktuator, yaitu komponen mesin atau system yang bereaksi sebagai respon dari sistem yang menerima informasi dari sensor. Contoh aktuator adalah komponen yang berfungsi untuk menurunkan atau menaikkan suhu pada sebuah *Air Conditioner* ketika menerima perintah dari *remote control*.
- 5) *Radio Frequency Identification (RFID)*, yang merupakan teknologi *wireless* untuk mengidentifikasi dan melacak objek dengan memanfaatkan tag yang dilengkapi dengan *microchip*, serta pembaca gelombang radio.
- 6) *Global Positioning System (GPS)*, yang berfungsi untuk mengidentifikasi lokasi *real-time* dengan akurasi tinggi dengan



Gambar 1. Arsitektur *IoT* yang Umum Digunakan (Bellini et al., 2022)

memanfaatkan jaringan satelit dan triangulasi sinyal.

Dimensi pada Smart City

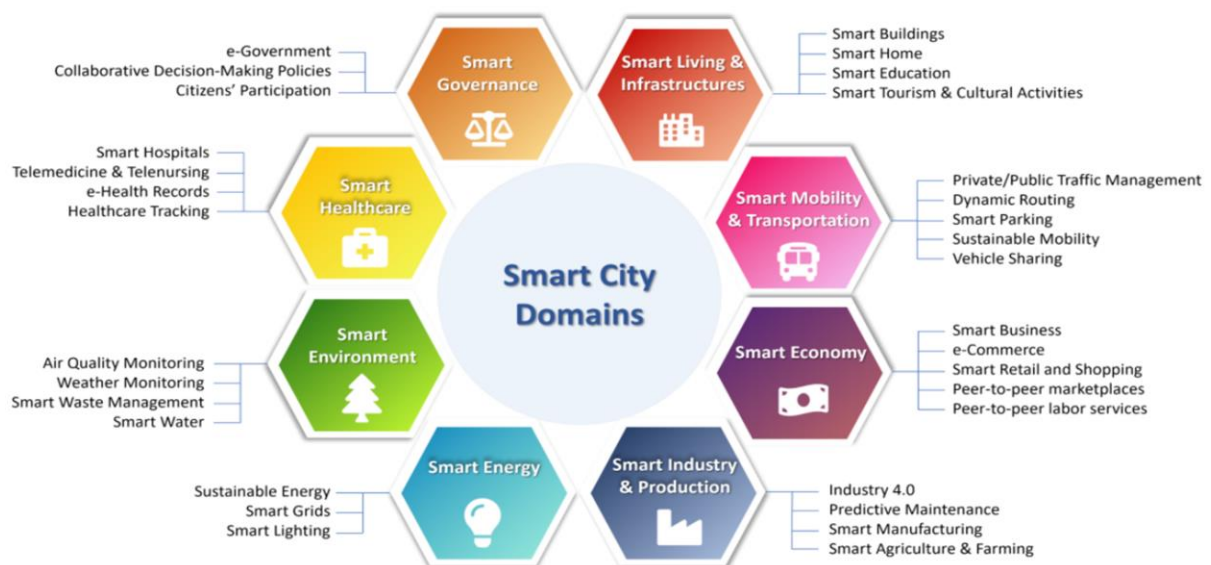
Smart City merupakan sebuah kota metropolitan yang memanfaatkan strategi penggunaan *IoT* dan kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence (AI)* untuk meningkatkan efektifitas kota (Khang et al., 2023). Sebuah *Smart City* membutuhkan data *real-time* sehingga komponen *IoT* menjadi elemen penting dalam menerapkan konsep *Smart City* (Humayun et al., 2022). Dalam bukunya (Khang et al., 2022) menggambarkan *Smart City* sebagai sebuah sistem yang terdiri dari *People* (Manusia), *Technology* (Teknologi), dan *Knowledge* (Pengetahuan). Dan ini diterjemahkan oleh

(Bellini et al., 2022) menjadi komponen kunci seperti pada Gambar 2, dengan penjelasan sebagai berikut:

- 1) *Smart Governance*, yang menitikberatkan pada desentralisasi alat-alat pemerintahan untuk mengelola data digital dengan tidak mengesampingkan resiko terhadap keamanan dan privasi data (Sharif & Pokharel, 2022).
- 2) *Smart Living & Infrastructure*, yang umumnya digambarkan sebagai peningkatan kualitas lingkungan perkotaan, pengelolaan sumber daya air, udara, air, dan polusi suara, limbah, dan sebagainya secara otomatis, serta menawarkan metode pemanfaatan energi yang efisien (Vinod Kumar, 2020).

pertumbuhan pekerjaan digital, dan mendorong peningkatan keterampilan tenaga kerja (Vinod Kumar & Dahiya, 2017).

- 5) *Smart Industry & Production*, juga dikenal dengan Industri 4.0, mengubah cara operasi dan produksi yang dilakukan pada industri dengan bantuan kecerdasan buatan, *Big Data*, *IoT* untuk meningkatkan efisiensi, produktifitas, dan siklus hidup produk secara terus menerus (Lom et al., 2016).
- 6) *Smart Energy*, yang mengoptimalkan, mendistribusi, dan mengelola penggunaan energi untuk mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan seiring dengan meningkatnya



3) **Gambar 2.** Dimensi pada *Smart City* (Bellini et al., 2022)

- 3) *Smart Mobility & Transportation*, yang bertujuan untuk meningkatkan cara masyarakat menggunakan sistem transportasi dengan menjadikannya lebih aman, lebih cepat, dan lebih dapat diandalkan. Masyarakat dapat menggunakan aplikasi seluler yang berorientasi pada transportasi untuk merencanakan perjalanan mereka dan menemukan rute yang paling terjangkau dan tercepat (Cui et al., 2018).
- 4) *Smart Economy*, yang bertujuan untuk mendorong pertumbuhan ekonomi dengan inovasi yang didukung oleh teknologi informasi dan komunikasi, mengembangkan ekonomi berbasis pengetahuan, memudahkan membangun start-up dan kewirausahaan, menciptakan pasar global, memudahkan dalam membangun citra dan merek dagang, mendorong

urbanisasi yang membutuhkan pasokan energi yang andal, efisien, dan rendah karbon. Kedekatan beberapa sumber energi, seperti tenaga listrik, panas, dan gas, memberikan peluang untuk integrasi sistem energi dan manajemen yang *real-time* dari sumber-sumber ini (O'Dwyer et al., 2019).

- 7) *Smart Environment*, yang menekankan perubahan untuk membentuk lingkungan tempat tinggal yang berfokus pada pelestarian area hijau, area publik yang sehat, memperkuat pengolahan limbah, meningkatkan kualitas udara dan air, keamanan lingkungan, dan kesiapsiagaan bencana (Salleh et al., 2022).
- 8) *Smart Healthcare*, yang bertujuan untuk meningkatkan standar kesehatan masyarakat, meningkatkan respon terhadap keadaan darurat, dukungan terhadap disabilitas, meningkatkan

kualitas hidup lansia, mempermudah informasi layanan kesehatan, mempromosikan gaya hidup sehat, memantau pasien jarak jauh, dan mengurangi beban profesional Kesehatan (Pacheco Rocha et al., 2019).

Penerapan Konsep *Smart City* di Berbagai Kota Besar Dunia

Smart City datang untuk memecahkan masalah-masalah perkotaan yang semakin rumit. *Smart City* adalah strategi revolusioner yang mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi yang canggih ke dalam administrasi kota yang akan dikelola secara efisien, berkelanjutan, dan responsif. Implementasi *Smart City* menggabungkan data, jaringan, dan *AI* untuk memaksimalkan berbagai bidang kehidupan kota seperti transportasi, manajemen energi, layanan publik, kesehatan, ekonomi, dan lingkungan. Melalui analisis terhadap beberapa pengalaman implementasi *Smart City* beberapa kota, akan didapatkan wawasan tentang hambatan, dan kemungkinan yang terkait dalam membangun IKN sebagai kota dengan sistem cerdas yang berkelanjutan yang memenuhi kebutuhan seluruh masyarakat.

Popularitas instalasi pembangkit listrik tenaga surya di kota-kota Polandia merupakan tanda positif dalam konteks *Smart City*, karena hemat biaya dan memiliki efek nyata pada anggaran kota (Lewandowska et al., 2020). Sebagai salah satu kota paling hijau di Polandia, Bydgoszcz mendapat apresiasi atas partisipasinya dalam kampanye global yang mempromosikan sumber energi terbarukan dan pembangunan berkelanjutan. Bydgoszcz memiliki enam proyek energi terbarukan *on-grid* yang dihasilkan ke sistem listrik nasional. Kota ini sebagian besar memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan panas dan air panas rumah tangga. Selain itu kota ini akan mengembangkan energi hidro karena lokasi yang dekat dengan laut dan kanal.

Kemampuan sebuah sistem untuk beradaptasi dan tetap relevan dalam lingkungan yang terus berubah disebut sebagai tata kelola yang dinamis. Hal ini sangat penting untuk pertumbuhan dan pengembangan *Smart Governance* jangka panjang. Untuk membuat keputusan kebijakan yang efektif, diperlukan tiga kemampuan tata kelola yang penting: berpikir ke depan, berpikir kembali, dan berpikir secara menyeluruh. Berpikir ke depan mencakup mendeteksi tanda-tanda peringatan dini akan kejadian di masa depan, meninjau kembali dan mengubah kebijakan yang ada, dan belajar dari pengalaman orang lain. Penerapan *Smart Governance* di Singapura mendorong tata kelola antisipatif, yang memungkinkan pemerintah untuk mengelola perubahan melalui pengambilan keputusan yang cerdas dan data yang cerdas, dengan memanfaatkan *Big Data*. Dan data

ini bisa diakses bebas untuk mendukung penggunaannya dalam penelitian (Chang & Das, 2020).

Singapura berkomitmen untuk mengurangi emisi gas rumah kaca secara signifikan pada tahun 2030, dan industri konstruksi dapat memainkan peran besar dalam mengurangi jejak karbon melalui *Smart City*. Dengan mengelola energi, sampah, sumber daya air, pertanian, faktor risiko, dan ekonomi, *Smart City* dapat memberikan kontribusi besar dalam mengurangi perubahan iklim. Untuk melayani berbagai kebutuhan tersebut, Singapura memprioritaskan jaringan dengan *bandwidth* tinggi, latensi rendah, dan jaringan yang dapat disesuaikan. Maka dari itu Singapura menggunakan teknologi 5G yang menjanjikan kenyamanan publik, efisiensi energi, dan keramahan lingkungan (Huseien & Shah, 2021).

Untuk mengatasi meningkatnya penyakit tidak menular, rumah sakit di Taipei berkomitmen untuk membangun *Smart Healthcare* bekerjasama dengan pemerintah setempat dengan menciptakan platform "*Cloud Hospital*", mendorong sistem manajemen kasus yang cerdas. Rumah sakit dapat memverifikasi pasien di pulau-pulau yang jauh melalui aplikasi ponsel, sehingga mereka dapat membuat janji dengan dokter spesialis untuk perawatan. Unit klinis rumah sakit membantu dalam meninjau inventaris perangkat medis yang ada dan mengumpulkan kebutuhan klinis serta data dari setiap unit medis untuk referensi pengembangan perangkat di masa depan (Iqbal, 2021).

Dalam mengelola produk, layanan, dan sumber daya wisata, Dubai telah meningkatkan penggunaan solusi berbasis teknologi. Sumber daya ini mencakup komponen infrastruktur utama seperti bandara, hotel, dan transportasi, serta objek dan layanan khusus yang dihargai oleh para wisatawan. Selain itu, Dubai telah mengembangkan aplikasi seluler yang tidak hanya memanjakan pengunjung dan penduduk, tetapi juga berkontribusi dalam pengembangan operasi menjadi basis sumber daya yang mulus dan efisien bagi penduduk dan wisatawan. Dubai merupakan destinasi pariwisata yang menerapkan teknologi untuk meningkatkan pengalaman pengunjungnya. Perangkat *Near-Field Communication (NFC)* yang terintegrasi dengan perangkat wisatawan, memungkinkan wisatawan untuk mengeksplorasi kota tanpa perlu bingung, seperti ke mana harus pergi dan apa yang harus dilakukan. Selain itu teknologi *Cloud* telah berkontribusi pada penggunaan informasi dan berbagi yang efisien, yang memungkinkan wisatawan untuk terhubung tanpa mengunduh aplikasi. Otoritas Turis Dubai memperkenalkan sistem pemandu wisata "*Nahaam*" untuk membuat interaksi dengan sistem menjadi mudah. *Smart Airport* telah menjadi bagian dari pengembangan utama Dubai, dengan *Smart Gates* yang memungkinkan wisatawan mendapatkan pengalaman yang lebih baik di

bagian imigrasi. *Emirates Smart Wallet* menggunakan data pribadi untuk menghubungkan wisatawan dengan layanan *e-gate*, yang bertujuan untuk memudahkan proses pemeriksaan selama imigrasi. Bandara ini juga mempertimbangkan troli pintar, yang berfungsi sebagai pemandu pribadi melalui informasi interaktif dan *real-time*. Kota ini telah berhasil meluncurkan 22 proyek dalam tiga tahun terakhir, dan proyek-proyek di masa depan akan semakin meningkatkan orientasi *Smart Living*. Aplikasi *mobile* akan memudahkan wisatawan untuk mengakses atraksi, restoran, hiburan, dan layanan pariwisata lainnya (Khan et al., 2017).

Strategi transportasi kota London, yang ditetapkan pada tahun 2018, bermaksud untuk mengubah transportasi kota hingga tahun 2041, yang mencakup semua jenis transportasi. Operator swasta menyediakan layanan *Smart Mobility* seperti *carsharing*, *ridesharing*, dan *bikesharing* melalui aplikasi ponsel pintar. Strategi ini menekankan bahwa layanan *Smart Mobility* harus dapat memenuhi tujuan strategis kota tanpa membahayakan pengelolaan jaringan atau menambah kemacetan (Moscholidou & Pangbourne, 2020).

Smart Shenzhen adalah konsep kota terbaru di tengah revolusi ekonomi dan pembangunan. Rencana pembangunan *Smart City* di kota Shenzhen tahun 2018 berusaha untuk mewujudkan tujuan sebagai kota metropolitan yang kontemporer, internasional, dan inovatif. Huawei dan Tencent, keduanya berlokasi di

Shenzhen, memainkan peran penting dalam mengembangkan *Smart City*. Shenzhen, yang dijuluki "*China's Silicon Valley*" mengalami transisi ekonomi yang cukup besar sebagai hasil dari pertumbuhan bisnis teknologi. Kebangkitan kota ini di sektor-sektor baru, investasi penelitian dan pengembangan, serta tenaga kerja penelitian dan pengembangan telah membantu pembangunan ekonomi (Hu, 2019).

Tujuan dari Industri 4.0 adalah untuk mencapai siklus hidup produk yang pendek dan hemat biaya serta kustomisasi massal yang tinggi. Untuk mencapai tujuan tersebut Jerman membuat *Smart Factory* yang merupakan *shared workshop* untuk inovasi proses manufaktur. *Smart Factory* dibangun dengan maksud untuk mengembangkan manufaktur dengan membangun infrastruktur komunikasi berdasarkan teknologi yang saling terhubung antara peralatan produksi dan barang. Perangkat, jaringan yang saling terhubung, layanan yang ditargetkan dengan baik, dan data yang memadai adalah fitur penting dari Industri 4.0 yang akan dimainkan perannya oleh *Smart Factory*. Integrasi vertikal dan sistem produksi yang saling terhubung, serta integrasi digital *end-to-end* dari teknik di seluruh rantai pasok, diperlukan (Shi et al., 2020).

Tabel 1 menggambarkan penerapan konsep *Smart City* pada kota-kota besar tersebut dihubungkan dengan dimensi-dimensi yang ada pada *Smart City*.

Tabel 1. Penerapan Dimensi *Smart City* di beberapa Kota Pintar Dunia

No	Kota / Negara	Penelitian	Dimensi <i>Smart City</i>							
			SG	SLI	SMT	SEco	SIP	SEn	SEnv	SH
1	Bydgoszcz / Polandia	(Lewandowska et al., 2020)						√	√	
2	Singapura	(Chang & Das, 2020)	√							
		(Huseien & Shah, 2021)		√		√	√	√	√	
3	Taipei / Taiwan	(Iqbal, 2021)								√
4	Dubai / Uni Emirat Arab	(Khan et al., 2017)		√	√	√	√			
5	London / Inggris	(Moscholidou & Pangbourne, 2020)			√					
6	Shenzhen / China	(Hu, 2019)				√	√			
7	Jerman	(Shi et al., 2020)						√		

SG: *Smart Governance*

SLI: *Smart Living & Infrastructure*

SMT: *Smart Mobility & Transportation*

SEco: *Smart Economy*

SIP: *Smart Industry & Production*

SEn: *Smart Energy*

SEnv: *Smart Environment*

SH: *Smart Healthcare*

IBU KOTA NUSANTARA DAN KESIAPANNYA MENJADI SMART CITY

Jakarta saat ini dipandang semakin tidak layak untuk menjadi ibu kota negara Indonesia karena sebab-sebab antara lain (Rachmawati, 2019):

- 1) Manajemen kota cukup sulit diterapkan mengingat jumlah penduduk yang sangat padat.
- 2) Arus urbanisasi yang terlalu tinggi di kota Jakarta, sebagai pusat pemerintahan, bisnis, keuangan, perdagangan dan jasa, menyebabkan polusi udara dan kemacetan.
- 3) Kebutuhan akan tempat tinggal yang tidak seimbang antara supply dan demand menyebabkan tumbuhnya pemukiman kumuh di beberapa wilayah.

Oleh karena itu Pemerintah Indonesia pada tahun 2019 mencanangkan program pemindahan ibu kota negara ke Provinsi Kalimantan Timur tepatnya di sebuah Kawasan yang kelak disebut sebagai Ibu Kota Nusantara (IKN). Kawasan Strategis Nasional IKN ditargetkan akan seluas 256.142 Ha dan akan menjadi pusat pemerintahan dan ekonomi yang baru.

Pada bab ini akan dibahas lebih dalam tentang IKN, regulasi-regulasi yang mendasarinya, rancangan infrastruktur teknologi, serta kesiapan dan tantangan dalam mewujudkan IKN sebagai *Smart City*.

Prinsip IKN

Sesuai dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2022 tentang Ibu Kota, Ibu Kota Nusantara dirancang memiliki delapan prinsip seperti pada Gambar 3 dengan rincian antara lain:

- 1) Selaras dengan Keadaan Alam
Ibu Kota Negara Nusantara (IKN) akan memiliki ruang hijau seluas 75% dari total luas wilayahnya, yaitu 256.000 hektare. Hal ini akan memastikan bahwa 100% penduduk IKN dapat mengakses ruang hijau rekreasi dalam waktu 10 menit. Selain itu, IKN juga akan menerapkan kebijakan 100% penggantian ruang hijau untuk setiap bangunan bertingkat institusional, komersial, dan hunian.
- 2) Bhinneka Tunggal Ika
Ibu Kota Negara Nusantara (IKN) berkomitmen untuk mewujudkan integrasi sosial yang inklusif bagi seluruh penduduknya, baik penduduk asli maupun pendatang. Hal ini diwujudkan melalui kebijakan 100% integrasi, yaitu memastikan bahwa semua penduduk IKN dapat mengakses layanan sosial dan masyarakat dalam waktu 10 menit. Selain itu, IKN juga akan merancang ruang publiknya dengan prinsip akses universal, kearifan lokal, serta desain yang responsif gender dan inklusif. Hal ini bertujuan untuk menciptakan ruang publik yang dapat diakses dan

dimanfaatkan oleh semua orang, tanpa memandang latar belakang sosial, ekonomi, atau disabilitas.

- 3) Terhubung, Aktif, dan Mudah Diakses
Ibu Kota Negara Nusantara (IKN) akan berfokus pada pengembangan transportasi publik dan mobilitas aktif, dengan target 80% perjalanan dilakukan dengan kedua moda transportasi tersebut. Selain itu, IKN juga akan memastikan bahwa semua fasilitas penting dan simpul transportasi publik dapat diakses dalam waktu 10 menit. Pada tahun 2030, IKN juga akan memiliki koneksi transit ekspres yang menghubungkan Kawasan Inti Pusat Pemerintahan (KIPP) dengan bandara strategis dalam waktu kurang dari 50 menit.
- 4) Rendah Emisi Karbon
Ibu Kota Negara Nusantara (IKN) berkomitmen untuk menjadi kota yang berkelanjutan. Komitmen tersebut diwujudkan melalui berbagai kebijakan, salah satunya adalah penggunaan energi terbarukan. IKN akan membangun instalasi untuk energi terbarukan yang mampu memenuhi 100% kebutuhan energinya. Selain itu, IKN juga akan menerapkan konservasi energi dalam gedung dengan target penghematan energi sebesar 60%. Dengan demikian, IKN akan mencapai target *zero emission* pada tahun 2045.
- 5) Sirkuler dan Tangguh
Ibu Kota Negara Nusantara (IKN) akan memiliki lahan seluas 256.142 Ha, di mana 10% di antaranya akan digunakan untuk produksi pangan. Hal ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pangan penduduk IKN. Selain itu, IKN juga berkomitmen untuk mengelola limbah secara berkelanjutan, dengan target 60% daur ulang limbah pada tahun 2045 dan 100% pengolahan air limbah pada tahun 2035.
- 6) Aman dan Terjangkau
Pada tahun 2045, Ibu Kota Negara Nusantara (IKN) menargetkan untuk menjadi salah satu kota paling layak huni di dunia menurut *Global Liveability Index*. Untuk mewujudkan hal tersebut, IKN akan memastikan bahwa semua pemukiman, baik yang sudah ada maupun yang baru dibangun, memiliki akses terhadap infrastruktur penting, seperti jalan, listrik, air, dan sanitasi. Selain itu, IKN juga akan menyediakan perumahan yang layak, aman, dan terjangkau untuk semua kalangan, dengan rasio hunian berimbang 1:2:3 untuk jenis mewah, menengah, dan sederhana.
- 7) Kenyamanan dan Efisiensi melalui Teknologi
Ibu Kota Negara Nusantara (IKN) berkomitmen untuk menjadi kota yang cerdas dan modern. Untuk mewujudkan hal tersebut, IKN

menargetkan untuk mencapai peringkat sangat tinggi dalam *E-Government Development Index (EGDI)* oleh *United Nations (UN)*. Selain itu, IKN juga akan memastikan bahwa semua penduduk dan bisnis memiliki akses konektivitas digital dan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) yang 100%. Terakhir, IKN juga menargetkan untuk mencapai tingkat kepuasan bisnis sebesar 75% untuk peringkat layanan digital.

8) Peluang Ekonomi untuk Semua

Ibu Kota Negara Nusantara (IKN) berkomitmen untuk mewujudkan masyarakat yang sejahtera dan berkeadilan. Untuk mewujudkan hal tersebut, IKN menargetkan untuk mencapai 0% kemiskinan pada tahun 2035, pendapatan domestik regional bruto (PDRB) per kapita setara ekonomi berpendapatan tinggi pada tahun 2045, dan rasio Gini regional terendah di Indonesia

Things diharapkan dapat menyelesaikan masalah urbanisasi dengan mengimbangi pertumbuhan kota dan kualitas hidup penduduknya. Konstruksi infrastruktur ini menunjukkan komitmen Ibu Kota Nusantara untuk menjadi pusat inovasi dan kesejahteraan bagi semua orang.

Dengan konsep kota hutan, Ibu Kota Nusantara (IKN) akan dibangun sebagai *Smart City* dan dekat dengan alam. IKN akan memiliki ruang terbuka hijau seluas 70% dari total luas kota, berfungsi sebagai ruang publik, penunjang kesehatan mental, dan penunjang interaksi penduduk, dan membawa dampak positif bagi lingkungan. Dengan konsep ini, maka tempat tinggal akan berbentuk bangunan vertikal. Gambar 3 menjelaskan arsitektur *Smart Building* yang akan dibangun pada IKN. Terdapat 3 *layer* pada arsitektur ini yaitu *layer* aplikasi, *layer* otomasi, *layer* pengelolaan. *Layer* aplikasi adalah tempat dimana sensor dan aktuator berada yang dihubungkan oleh jaringan internet

<p>Mendesain Sesuai Kondisi Alam</p>  <ol style="list-style-type: none"> 1. Solusi berbasis alam 2. Jumlah dan kualitas ruang terbuka hijau 3. Restorasi hutan 4. Konservasi habitat dan ekosistem (termasuk kehidupan laut) 	<p>Bhinneka Tunggal Ika</p>  <ol style="list-style-type: none"> 1. Integrasi semua lapisan masyarakat 2. Akses ke ruang komunitas/kultural/sipil/publik 3. Peningkatan ketahanan sosial 	<p>Terhubung, Aktif, dan Mudah Diakses</p>  <ol style="list-style-type: none"> 1. Transportasi yang aktif dan berkelanjutan 2. Lingkungan yang mengedepankan berjalan kaki 3. Akses yang nyaman ke fasilitas dasar, sosial, dan masyarakat (termasuk pendidikan dan kesehatan) 4. Konektivitas regional 	<p>Rendah Emisi Karbon</p>  <ol style="list-style-type: none"> 1. Energi terbarukan 2. Desain pasif 3. Optimalisasi dan pengurangan penggunaan energi
<p>Sirkuler dan Tangguh</p>  <ol style="list-style-type: none"> 1. Air, energi, dan ketahanan suplai pangan 2. Membangun ketahanan masyarakat 3. Adaptasi perubahan iklim 	<p>Aman dan Terjangkau</p>  <ol style="list-style-type: none"> 1. Keamanan pribadi/persepsi keamanan 2. Akses ke perumahan terjangkau 3. Suplai yang cukup untuk perumahan yang aman, beragam, dan terjangkau 	<p>Kenyamanan dan Efisiensi melalui Teknologi</p>  <ol style="list-style-type: none"> 1. Konektivitas dan akses digital 2. Infrastruktur yang siap secara digital 3. Keterlibatan dan pelayanan warga 	<p>Peluang Ekonomi untuk Semua</p>  <ol style="list-style-type: none"> 1. Pertumbuhan dan peningkatan PDB yang tinggi 2. Akses ke pekerjaan 3. Mendukung model bisnis ekonomi sirkuler 4. Ketahanan ekonomi

Gambar 3. Prinsip IKN Sesuai UU Nomor 3 Tahun 2022

pada tahun 2045.

Arsitektur dan Rancangan Infrastruktur Teknologi

Arsitektur dan rancangan infrastruktur teknologi untuk Ibu Kota Nusantara adalah bagian penting dari visi *Smart City* dengan pemanfaatan *Internet of Things (IoT)*. Mengintegrasikan konsep *Smart City* dan teknologi *IoT* di Ibu Kota merupakan langkah besar menuju pelayanan publik yang lebih efisien, lingkungan yang lebih berkelanjutan, dan masyarakat yang lebih terhubung.

Dengan demikian, *Internet of Things (IoT)* berfungsi sebagai komponen utama untuk membangun ekosistem yang menghubungkan setiap aspek kehidupan kota, mulai dari manajemen transportasi yang cerdas hingga sistem pelayanan kesehatan yang canggih. Konsep *Smart City* yang terintegrasi dengan *Internet of*

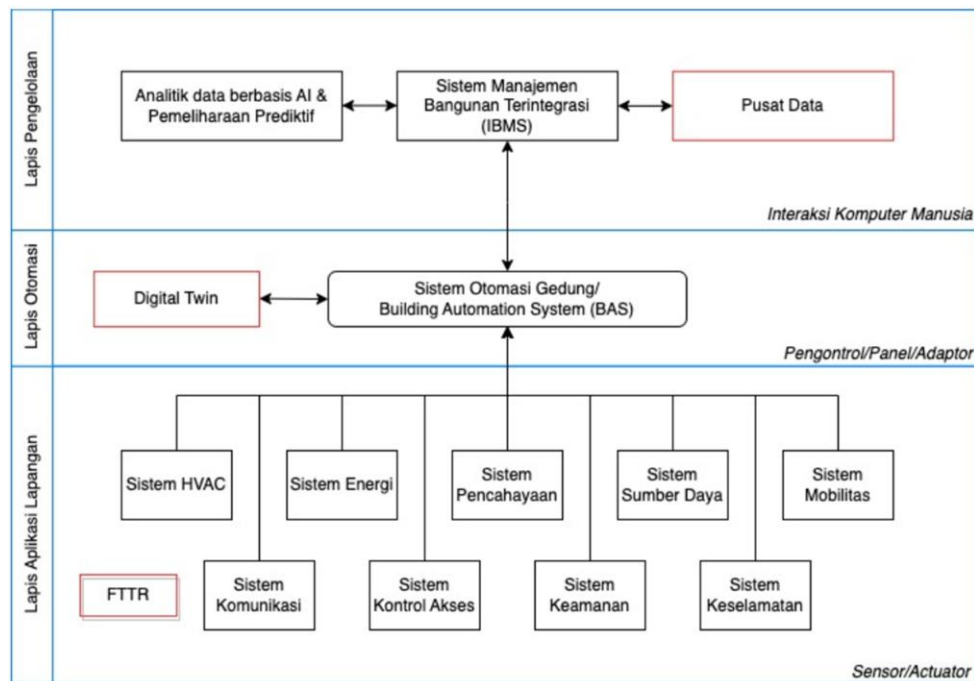
berkecepatan tinggi. Konsep jaringan internet ini disebut *Fiber to the Room (FTTR)* yang memungkinkan penyebaran kabel serat optik hingga ke pengguna akhir, dan memberikan layanan dengan *bandwidth* yang luas dengan kecepatan yang cepat.

Untuk menjaga lingkungan yang sesuai dengan konsep hutan yang berkelanjutan secara ekologis, IKN akan menggunakan tenaga surya untuk menyuplai energi. PLTS yang dibangun ini berkapasitas 50 MegaWatt dan yang diperkirakan dapat mengurangi emisi karbon dioksida hingga 104.000 ton per tahun dan menghasilkan energi hijau sebesar 93 gigaton per jam. Upaya ini bertujuan untuk menjadikan IKN tidak hanya sebagai kota metropolitan berteknologi tinggi, tetapi juga kota yang bertanggung jawab secara ekologis. Selain itu Ketua Satgas Pelaksanaan Pembangunan

Infrastruktur Ibu Kota Negara dalam (Sumadilaga et al., 2023)menjabarkan kebutuhan kunci yang diperlukan oleh Ibu Kota Nusantara untuk dapat menjadi *Smart City* antara lain teknologi terowongan bawah laut, jalur pengisian listrik, dan *Building Information Modeling (BIM)* yang juga didukung oleh sistem parkir yang terkoneksi dengan pencahayaan jalanan (gambar 4).

produktif, bukan sekadar untuk kebutuhan konsumtif. Langkah ini sejalan dengan visi pemerintah untuk menciptakan masyarakat yang cerdas secara ekonomi dan dapat beradaptasi dengan perubahan, memastikan bahwa setiap langkah menuju status *Smart City* melibatkan seluruh komunitas dalam keberhasilannya.

Indonesia, terutama di Kalimantan, memiliki beragam sumber daya alam yang melimpah, seperti sinar



Gambar 4. Arsitektur *Smart Building* IKN

Kesiapan IKN

Kesiapan Ibu Kota Nusantara dalam menuju status *Smart City* merupakan perjalanan transformasi yang mencakup sejumlah aspek krusial. Dari integrasi teknologi hingga pemberdayaan masyarakat, upaya ini mewujudkan visi pembangunan yang berkelanjutan. Salah satu langkah konkrit yang diambil oleh Pemerintah Indonesia melalui Otorita IKN adalah penyelenggaraan pelatihan bagi masyarakat setempat. Dalam pelatihan ini, warga IKN diperkenalkan dengan pemanfaatan teknologi digital, memungkinkan mereka untuk mengoptimalkan aktivitas harian, seperti membuat situs web untuk usaha lokal, memanfaatkan media sosial untuk kegiatan dagang, dan memaksimalkan sumber daya internet untuk kebutuhan informasi sehari-hari.

Lebih dari sekadar pemahaman teknologi, pelatihan ini juga mencakup aspek pengelolaan keuangan. Warga yang menerima ganti rugi lahan untuk pembangunan IKN tidak hanya dibekali dengan pemahaman finansial, tetapi juga diberdayakan untuk menggunakan sumber daya tersebut secara produktif. Mereka diajarkan untuk melihat uang sebagai alat

matahari yang kuat karena posisinya di garis khatulistiwa, jumlah sungai yang melimpah, akses ke lautan yang luas, dan hutan Kalimantan yang menjadi paru-paru dunia. Kekayaan alam ini memberikan fondasi yang kuat bagi pembangunan *Smart City*, memungkinkan pemanfaatan energi terbarukan, sumber daya air yang berkelanjutan, konektivitas maritim, dan upaya pelestarian lingkungan yang berkelanjutan. Dengan memanfaatkan sumber daya alam ini secara cerdas, Indonesia dapat mengintegrasikan prinsip-prinsip keberlanjutan ke dalam rencana pengembangan *Smart City* yang holistik dan inklusif.

Pemerintah Indonesia juga telah menerbitkan regulasi yang menyeluruh antara lain:

- 1) Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2022 Tentang Pendanaan dan Pengelolaan Anggaran dalam Rangka Persiapan, Pembangunan, dan Pindahan Ibu Kota Negara Serta Penyelenggaraan Pemerintahan Daerah Khusus Ibu Kota Nusantara;
- 2) Peraturan Presiden Nomor 62 Tahun 2022 tentang Otorita Ibu Kota Nusantara, yang

- kemudian ditindaklanjuti dengan Peraturan Kepala Otorita IKN Nomor 1 Tahun 2022 tentang Organisasi dan Tata Kerja Ibu Kota Nusantara;
- 3) Peraturan Presiden Nomor 63 Tahun 2022 tentang Perincian Rencana Induk Ibu Kota Nusantara;
 - 4) Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2022 tentang Rencana Tata Ruang (RTR) Kawasan Strategis Nasional (KSN) Ibu Kota Nusantara Tahun 2022-2042;
 - 5) Peraturan Presiden Nomor 65 Tahun 2022 tentang Perolehan Tanah dan Pengelolaan Pertanahan di Ibu Kota Nusantara.

Di samping itu, masih terdapat regulasi yang telah disusun namun masih dalam proses penetapan antara lain:

- 1) Rancangan Peraturan Pemerintah tentang Kewenangan Khusus Otorita Ibu Kota Nusantara;
- 2) Rancangan Peraturan Pemerintah tentang Pemberian Perizinan Berusaha, Kemudahan Berusaha, dan Fasilitas Khusus Pembiayaan di Ibu Kota Nusantara;
- 3) Rancangan Peraturan Kepala Bappenas tentang Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha di Ibu Kota Nusantara.

Pengembangan IKN yang dilakukan secara bertahap hingga tahun 2045 tidak hanya melibatkan aspek teknologi, tetapi juga mengintegrasikan wilayah sekitarnya. Tim Peneliti *Smart City* IKN yang menetapkan enam kabupaten di Kalimantan Timur sebagai pendukung IKN menegaskan bahwa Samarinda memiliki potensi untuk menjadi pemimpin dalam hal ini. Dengan lebih dari 58 titik *CCTV* dan *hotspot*, Samarinda telah menetapkan fondasi teknologinya, meskipun evaluasinya masih berada di bawah 40%. Sinergi antara IKN dan *Smart City* menjanjikan kerjasama yang erat dalam menghadapi tantangan dan meraih keberhasilan bersama di masa depan yang cerdas dan berkelanjutan.

Tantangan

Pemerintah Indonesia merencanakan Ibu Kota Nusantara menjadi sebuah *Smart City*, namun, implementasi rencana ini tidak terlepas dari berbagai tantangan yang kompleks. Salah satu tantangan utama adalah memastikan sinergi yang optimal antara berbagai kementerian yang terlibat dalam proses pembangunan IKN. Koordinasi yang efektif di antara kementerian-kementerian tersebut menjadi kunci sukses untuk mengatasi kompleksitas proyek dan memastikan kelancaran seluruh aspek pembangunan.

Selain itu, kesiapan Sumber Daya Manusia (SDM) juga menjadi faktor penting dalam mewujudkan visi *Smart City* untuk IKN. Diperlukan investasi dalam pengembangan keterampilan dan pengetahuan yang

relevan bagi tenaga kerja yang akan terlibat dalam pengelolaan dan pemeliharaan infrastruktur teknologi yang canggih. Kesiapan SDM ini menjadi pondasi penting untuk mengoptimalkan manfaat teknologi dan menjaga keberlanjutan perkembangan kota.

Pergantian pemimpin merupakan aspek lain yang perlu diperhatikan. Seiring dengan proses pemindahan Ibu Kota Nusantara yang berlangsung hingga tahun 2045, kemungkinan terjadinya beberapa pergantian pemimpin menjadi kenyataan. Oleh karena itu, pemerintah perlu merumuskan kebijakan yang komprehensif, terlepas dari pergantian kepemimpinan, guna memastikan kesinambungan pembangunan dan pencapaian visi *Smart City* yang telah ditetapkan. Langkah-langkah ini akan menjadi pondasi kuat bagi kelangsungan pembangunan IKN yang cerdas dan terhubung, independen dari dinamika kepemimpinan yang terjadi (Sumarna & Jannah, 2023).

Selain itu proyek ini dapat menimbulkan ketidaksetaraan pembangunan antara IKN dan wilayah sekitarnya, memperkuat perluasan kesenjangan ekonomi dan sosial. Untuk mengatasi ketimpangan ini membutuhkan strategi yang matang untuk memastikan bahwa manfaat pembangunan IKN dapat meresap dan memberdayakan juga daerah sekitarnya. Pemerintah harus merancang kebijakan yang inklusif, menggandeng pemerintah daerah setempat, dan mendorong partisipasi aktif masyarakat untuk memastikan bahwa pembangunan IKN tidak hanya menjadi pusat pertumbuhan, tetapi juga pendorong perkembangan di sekitarnya. Dengan demikian, pembangunan Ibu Kota Negara Nusantara dapat memberikan dampak positif yang merata dan berkelanjutan bagi seluruh masyarakat Indonesia.

Tantangan lainnya juga datang dari bidang keamanan dan pertahanan. Lokasi strategis Ibu Kota Nusantara (IKN) yang berdekatan dengan Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI) II dan *Flight Information Region (FIR)* negara tetangga menimbulkan kebutuhan mendesak untuk kajian yang menyeluruh terkait pengamanan aset pendukung infrastruktur *Smart City*. Tantangan ini melibatkan aspek keamanan di darat, laut, dan udara, memerlukan strategi dan implementasi yang matang untuk memastikan perlindungan optimal terhadap investasi dan sumber daya nasional yang terlibat dalam perpindahan ibu kota. Dengan keterlibatan yang cermat dan kolaborasi lintas sektor, negara dapat mengatasi tantangan ini dan menggarisbawahi komitmen terhadap keamanan yang kokoh di lingkungan IKN (Fathurrachman et al., 2022).

Standarisasi data dan infrastruktur menjadi elemen utama dalam kegiatan pemindahan dan pembangunan IKN. Penerapan standar ini tidak hanya memastikan konsistensi dan integrasi data di antara berbagai stakeholder, tetapi juga meningkatkan efisiensi

pengelolaan proyek secara keseluruhan. Infrastruktur yang terstandarisasi memberikan dasar yang kokoh untuk kelancaran operasional dan pemeliharaan, memastikan setiap bagian dari IKN berfungsi secara optimal. Untuk mendukung implementasi standarisasi, perlu disusun sebuah *framework* yang mencakup panduan, prosedur, dan metode kerja untuk para *stakeholder*. *Framework* ini tidak hanya menjadi acuan praktis, melainkan juga alat untuk meningkatkan koordinasi dan kolaborasi antara berbagai entitas yang terlibat dalam proses pemindahan dan pembangunan IKN. Secara keseluruhan, standar dan *framework* akan tersebut membentuk landasan kokoh untuk menjaga konsistensi, efisiensi, dan keberlanjutan dalam perjalanan menuju IKN sebagai *Smart City* (Jafari et al., 2023).

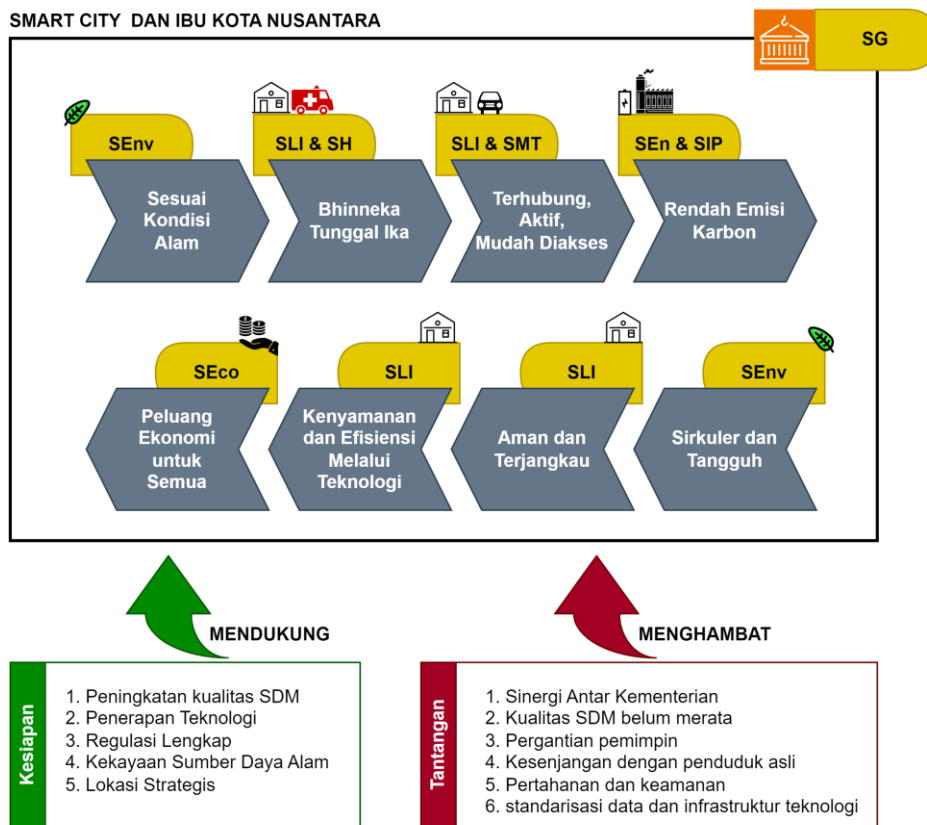
Hubungan antara prinsip IKN, dimensi *Smart City*, Kesiapan dan Tantangan dapat digambarkan seperti pada Gambar 5. Pada umumnya Prinsip-prinsip dalam IKN mendukung terpenuhinya dimensi pada *Smart City*, dengan *Smart Governance* sebagai pondasi utama. Kesiapan dari pemerintah, SDM, dan kondisi alam akan mendukung dalam penerapan konsep *Smart City* pada IKN. Sedangkan Tantangan meskipun tidak selalu bersifat menghambat, namun memiliki potensi menghambat apabila tidak dimitigasi dengan baik.

KESIMPULAN

Sebagai kesimpulan, esai ini menguraikan peran penting *Internet of Things (IoT)* dalam membentuk *Smart City* di berbagai kota di seluruh dunia, sekaligus menyoroti implementasi konsep ini dalam infrastruktur Ibu Kota Nusantara (IKN). Langkah ambisius pemerintah Indonesia untuk memindahkan pusat pemerintahan dari Jakarta ke Kalimantan tidak hanya bermaksud untuk menyeimbangkan ketidaksetaraan pembangunan, tetapi juga untuk meredakan beban berlebih di Jakarta. Ibu Kota Nusantara, dengan segala potensinya, berada di garis depan untuk menjadi contoh global dalam menyongsong era digital dengan menerapkan arsitektur yang menggabungkan kecerdasan dari *Internet of Things (IoT)*.

Dalam membangun IKN dengan konsep hutan dan *Smart City* tentunya akan menghadapi sejumlah tantangan kompleks. Mulai dari sisi teknis sampai kepada pembangunan manusianya yang harus menjadi *Smart People*. Semua tantangan ini menambah kompleksitas dalam mewujudkan visi *Smart City*, tetapi juga menuntut inovasi dan adaptabilitas untuk mengatasi hambatan-hambatan tersebut.

Arsitektur dan infrastruktur yang sedang



Gambar 5. Hubungan antara prinsip IKN, dimensi *Smart City*, Kesiapan dan Tantangan

dikembangkan ini tidak hanya mengandalkan teknologi canggih, tetapi juga memprioritaskan keberlanjutan dan efisiensi. Dengan pendekatan yang bijaksana, Ibu Kota Nusantara diharapkan meninggalkan jejak signifikan dalam pembangunan perkotaan modern yang efisien dan ramah lingkungan. Penggunaan teknologi yang terarah diharapkan dapat memberikan solusi inovatif untuk tantangan urbanisasi, menciptakan keseimbangan antara pertumbuhan kota dan kesejahteraan masyarakat. Dengan demikian, Ibu Kota Nusantara berperan sebagai model utama dalam pembangunan *Smart City* yang mencerminkan visi ke depan Indonesia sebagai negara yang berinovasi dan berkelanjutan.

REFERENSI

- Bellini, P., Nesi, P., & Pantaleo, G. (2022). IoT-Enabled Smart Cities: A Review of Concepts, Frameworks and Key Technologies. *Applied Sciences*, *12*(3), 1607. <https://doi.org/10.3390/app12031607>
- Chang, F., & Das, D. (2020). Smart Nation Singapore: Developing Policies for a Citizen-Oriented Smart City Initiative. In *Developing National Urban Policies* (pp. 425–440). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3738-7_18
- Cui, L., Xie, G., Qu, Y., Gao, L., & Yang, Y. (2018). Security and Privacy in Smart Cities: Challenges and Opportunities. *IEEE Access*, *6*, 46134–46145. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2853985>
- Fathurrachman, A., Sulo, B., Bura, R. O., Arironang, S., Pertahanan, F. T., Pertahanan, U., Indonesia, R., & Education, J. (2022). Pemanfaatan UAV untuk Mendukung Pertahanan Udara IKN Nusantara sebagai Center of Gravity. *Jurnal Education and Development*, *10*(3), 1–6
- Fizza, K., Banerjee, A., Mitra, K., Jayaraman, P. P., Ranjan, R., Patel, P., & Georgakopoulos, D. (2021). QoE in IoT: a vision, survey and future directions. *Discover Internet of Things*, *1*(1), 4. <https://doi.org/10.1007/s43926-021-00006-7>
- Heng, T. M., & Low, L. (1993). The intelligent city: singapore achieving the next lap. *Technology Analysis & Strategic Management*, *5*(2), 187–202. <https://doi.org/10.1080/09537329308524129>
- Hu, R. (2019). The State of Smart Cities in China: The Case of Shenzhen. *Energies*, *12*(22), 4375. <https://doi.org/10.3390/en12224375>
- Humayun, M., Alsaqer, M. S., & Jhanjhi, N. (2022). Energy Optimization for Smart Cities Using IoT. *Applied Artificial Intelligence*, *36*(1). <https://doi.org/10.1080/08839514.2022.2037255>
- Huseien, G. F., & Shah, K. W. (2021). Potential Applications of 5G Network Technology for Climate Change Control: A Scoping Review of Singapore. *Sustainability*, *13*(17), 9720. <https://doi.org/10.3390/su13179720>
- Iqbal, M. (2021). Smart City in Practice: Learn from Taipei City. *Journal of Governance and Public Policy*, *8*(1), 50–59. <https://doi.org/10.18196/jgpp.811342>
- Jafari, M., Kavousi-Fard, A., Chen, T., & Karimi, M. (2023). A Review on Digital Twin Technology in Smart Grid, Transportation System and Smart City: Challenges and Future. *IEEE Access*, *11*, 17471–17484. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3241588>
- Khan, M., Woo, M., Nam, K., & Chathoth, P. (2017). Smart City and Smart Tourism: A Case of Dubai. *Sustainability*, *9*(12), 2279. <https://doi.org/10.3390/su9122279>
- Khang, A., Gupta, S. K., Rani, S., & Karras, D. A. (2023). *Smart Cities*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003376064>
- Khang, A., Rani, S., & Sivaraman, A. K. (2022). *AI-Centric Smart City Ecosystems*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003252542>
- Lewandowska, A., Chodkowska-Miszczuk, J., Rogatka, K., & Starczewski, T. (2020). Smart Energy in a Smart City: Utopia or Reality? Evidence from Poland. *Energies*, *13*(21), 5795. <https://doi.org/10.3390/en13215795>
- Lom, M., Pribyl, O., & Svitek, M. (2016). Industry 4.0 as a part of smart cities. *2016 Smart Cities Symposium Prague (SCSP)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/SCSP.2016.7501015>
- Moscholidou, I., & Pangbourne, K. (2020). A preliminary assessment of regulatory efforts to steer smart mobility in London and Seattle. *Transport Policy*, *98*, 170–177. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2019.10.015>
- O'Dwyer, E., Pan, I., Acha, S., & Shah, N. (2019). Smart energy systems for sustainable smart cities: Current developments, trends and future directions. *Applied Energy*, *237*, 581–597. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.01.024>
- Pacheco Rocha, Dias, Santinha, Rodrigues, Queirós, & Rodrigues. (2019). Smart Cities and Healthcare: A Systematic Review. *Technologies*, *7*(3), 58. <https://doi.org/10.3390/technologies7030058>
- Rachmawati, R. (2019). Toward better City Management through Smart City implementation. *HUMAN GEOGRAPHIES – JOURNAL OF STUDIES AND RESEARCH IN HUMAN GEOGRAPHY*, *13*(2). <https://doi.org/10.5719/hgeo.2019.132.6>
- Salleh, M. S. M., Fahmy-Abdullah, M., Sufahani, S. F., & Bin Ali, M. K. (2022). *Smart Cities with Smart Environment* (pp. 273–283). https://doi.org/10.1007/978-981-16-7597-3_22

- Sharif, R. Al, & Pokharel, S. (2022). Smart City Dimensions and Associated Risks: Review of literature. *Sustainable Cities and Society*, 77, 103542. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103542>
- Shi, Z., Xie, Y., Xue, W., Chen, Y., Fu, L., & Xu, X. (2020). Smart factory in Industry 4.0. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(4), 607–617. <https://doi.org/10.1002/sres.2704>
- Sumadilaga, D. H., Andri, D., & Shiddiqi, A. A. A. (2023). Review of Smart Technology for Road Development in IKN (Indonesia New Capital Nusantara). *Prosiding KRTJ HPJI*, 16(1), 1–9.
- Sumarna, S., & Jannah, L. M. (2023). KEBIJAKAN PEMINDAHAN IBU KOTA NEGARA INDONESIA KE PROVINSI KALIMANTAN TIMUR DENGAN PENDEKATAN SWOT ANALYSIS (Studi pada Instansi Pemerintah Indonesia). *Jurnal Academia Praja*, 6(1), 185–202. <https://doi.org/10.36859/jap.v6i1.1493>
- Vinod Kumar, T. M. (2020). Smart Living for Smart Cities. In T. M. Vinod Kumar (Ed.), *Smart Living for Smart Cities: Case Studies* (pp. 3–71). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4615-0_1
- Vinod Kumar, T. M., & Dahiya, B. (2017). Smart Economy in Smart Cities. In T. M. Vinod Kumar (Ed.), *Smart Economy in Smart Cities: International Collaborative Research: Ottawa, St.Louis, Stuttgart, Bologna, Cape Town, Nairobi, Dakar, Lagos, New Delhi, Varanasi, Vijayawada, Kozhikode, Hong Kong* (pp. 3–76). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1610-3_1
- Whaiduzzaman, M., Barros, A., Chanda, M., Barman, S., Sultana, T., Rahman, Md. S., Roy, S., & Fidge, C. (2022). A Review of Emerging Technologies for IoT-Based Smart Cities. *Sensors*, 22(23), 9271. <https://doi.org/10.3390/s22239271>