SMART CITY & PENILAIANNYA

Penulis
Usman Ependi, S.Kom., M.Kom., MTA
Prof. Dr. Adian Fatchur Rochim, ST., MT
Assoc. Prof. Dr.Eng. Adi Wibowo, S.Si., M.Kom

SMART CITY DAN PENILAIANNYA

Oleh:
Usman Ependi, S.Kom, M.Kom, MTA
Prof. Dr. Adian Fatchur Rochim, ST., MT.
Assoc. Prof. Dr.Eng. Adi Wibowo, S.Si., M.Kom

diterbitkan oleh
UNDIP PRESS
2023

Smart City Dan Penilaiannya

Oleh:
Usman Ependi, S.Kom, M.Kom, MTA
Prof. Dr. Adian Fatchur Rochim, ST., MT.
Assoc. Prof. Dr.Eng. Adi Wibowo, S.Si., M.Kom

Uk. 15,5cm x 23cm (xi + 130hlm)

ISBN: 978-623-417-232-4

diterbitkan oleh
UNDIP PRESS

Anggota APPTI 003.151.1.3.2022
Anggota IKAPI 246/Anggota Luar Biasa/JTE/2022

Edisi Oktober 2023

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan menggunakan system penyimpanan, tanpa izin tertulis dari Penulis.

KATA PENGANTAR

Di era digital saat ini, konsep 'smart city' atau 'smart city' telah menjadi topik yang mendapat perhatian besar dari pemerintah, industri, dan masyarakat akademik di seluruh dunia. Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah memberikan peluang bagi kota-kota untuk bertransformasi menjadi lebih cerdas, efisien, dan berkelanjutan. Namun, apa sebenarnya yang dimaksud dengan 'smart city'? Bagaimana kita dapat mengukur keberhasilan sebuah kota dalam menerapkan konsep ini?

Buku "**Smart City dan Penilaiannya**" ini dirancang untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut. Dalam buku ini, pembaca akan diajak untuk memahami definisi, prinsip, dan komponen-komponen utama yang membentuk sebuah 'smart city'. Lebih jauh, buku ini juga akan membahas metode-metode penilaian dan dimensi kinerja yang dapat digunakan untuk mengukur sejauh mana sebuah kota telah berhasil dalam menerapkan konsep 'smart city'.

Dengan memahami konsep dan metode penilaian 'smart city', diharapkan para pembuat kebijakan, praktisi, peneliti, dan masyarakat umum dapat memiliki panduan yang komprehensif dalam merencanakan, mengimplementasikan, dan mengevaluasi inisiatif 'smart city' di kota mereka. Selamat membaca dan semoga buku ini memberikan wawasan yang berharga bagi Anda dalam memahami dan menerapkan konsep 'smart city' yang efektif dan berkelanjutan.

Semarang, Oktober 2023
Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL DALAM ..... **i**
KATA PENGANTAR ..... **iii**
DAFTAR ISI ..... **v**
DAFTAR GAMBAR ..... **ix**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan 2
1.4 Sistematika Penulisan 3
BAB II KONSEP SMART CITY **5**
2.1 Definisi Smart City 5
2.2 Karakteristik Utama Smart City 8
2.2.1 Keberlanjutan (sustainability) 9
2.2.2 Urbanisasi (Urbanization) 9
2.2.3 Kualitas Hidup (Quality of Life) 10
2.2.4 Kecerdasan (Smartness) 10
2.3 Generasi Smart City 11
2.3.1 Smart City 1.0 11
2.3.2 Smart City 2.0 13
2.3.3 Smart City 3.0 14
2.3.4 Smart City 4.0 15
2.3.5 Smart City 5.0 16
2.4 Kelebihan dan Kekurangan Smart City 18
2.4.1 Kelebihan Smart City pada Level Lokal 18
2.4.2 Kekurangan Smart City pada Level Lokal 23
2.4.3 Kelebihan Smart City pada Level Nasional 25

2.4.4 Kekurangan Smart City pada Level Nasional 27
BAB III ASPEK PENILAIAN SMART CITY 31
3.1 Pentingnya Penilaian Smart City 31
3.2 Kriteria atau Dimensi Penilaian 35
3.2.1 Cohen 35
3.2.2 OECD 36
3.2.3 Milad Pira 36
3.2.4 Zhiqiang Wu 37
3.2.5 Sustainable Development Goal (SDG) 11 38
3.2.6 Center of Regional Science 38
3.2.7 Kimiya Rahmani Mokarrari, S. Ali Torabi 39
3.2.8 Mohammed Agbali 39
3.2.9 NECE-ITU 40
3.2.10 Center for Globalization and Strategy dan IESE 40
3.2.11 Institute for Urban Strategies 41
3.2.12 ESTI 41
3.2.13 International Standard Organization (ISO) 42
3.2.14 International Telecommunication Union (ITU) 42
3.3 Domain Penilaian Smart City 43
BAB IV TEKNIK PENILAIAN SMART CITY 47
4.1 Sumber Data Penilaian 47
4.2 Studi Kasus Penilaian Smart City 51
4.2.1 Pengembangan Model Konseptual Penilaian 51
4.2.1.1 Prosedur Pengembangan 51
4.2.1.2 Penentuan Parameter Penilaian 61
4.2.1.3 Kata Kunci Crowdsourced 80
4.2.1.4 Validasi Ahli 81
4.2.2 Model dan Parameter Penilaian 83

4.2.3 Pengumpulan Data dan Teknik Pembobotan 86
4.2.4 Analisis Data Eksplorasi 92
4.2.4 Hasil Penilaian 100
BAB V PENUTUP 113
5.1 Kesimpulan..... 113
5.2 Saran untuk Pengembangan dan Penilaian Smart City .. 114
DAFTAR PUSTAKA..... 117
BIODATA PENULIS..... 129

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Karakteristik Smart City..... 8
Gambar 4.1 Metodologi Sains Desain 52
Gambar 4.2 Proses Dalam Siklus Desain..... 54
Gambar 4.3 Metode Multi Criteria Analaysis..... 55
Gambar 4.4 Prosedur Penentuan Sumber Data Taksonomi 56
Gambar 4.5 Smart City Reference Architecture Framework..... 60
Gambar 4.6 Taksonomi Dimensi dan Indikator..... 78
Gambar 4.7 Relevansi Rating Indikator dan Kata Kunci..... 82
Gambar 4.8 Model Penilaian Kota Berkelanjutan 86
Gambar 4.9 Lokasi Kota Sebagai Objek Penilaian..... 87
Gambar 4.10 Metode Analisis Penilaian Kota Berkelanjutan ... 88
Gambar 4.11 Diagram Alir Penetapan Bobot Sentimen 89
Gambar 4.12 Distribusi Data 93
Gambar 4.13 Awan Kata..... 96
Gambar 4.14 Performa Klasifikasi Berdasarkan Dimensi 98
Gambar 4.15 Performa Klasifikasi Berdasarkan Sentimen..... 99
Gambar 4.16 Skor untuk Dimensi Sosial..... 101
Gambar 4.17 Skor untuk Dimensi Ekonomi..... 105
Gambar 4.18 Skor untuk Dimensi Lingkungan 108
Gambar 4. 19 Klaster Kota Berdasarkan Skor Dimensi 110

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Profil Ahli 58
Tabel 4.2 Sumber Pembentuk Artefak 62
Tabel 4.3 Tematik Indikator Dimensi Sosial 65
Tabel 4.4 Tematik Indikator Dimensi Ekonomi 69
Tabel 4.5 Tematik Indikator Dimensi Lingkungan..... 74
Tabel 4.6 Kata Kunci untuk Crowdsourced Data 80
Tabel 4.7 Skor Rating Berdasarkan Penilaian Ahli 83
Tabel 4.8 *Precision, Recall,* dan *F1-Score* 97

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan berkelanjutan menjadi sebuah keharusan di era global saat ini, mengingat permasalahan lingkungan dan keterbatasan sumber daya yang ada. Dalam konteks ini, konsep smart city muncul sebagai solusi inovatif untuk menciptakan kota-kota yang lebih efisien, berkelanjutan, dan layak huni. Smart city menggabungkan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan kualitas dan kinerja layanan perkotaan, mengurangi biaya dan konsumsi sumber daya, serta meningkatkan interaksi antara warga dan pemerintah.

Namun, meskipun banyak kota di seluruh dunia telah mulai mengadopsi konsep smart city, masih ada tantangan besar dalam menilai efektivitas dan dampak implementasi konsep ini. Penilaian smart city penting untuk memastikan bahwa tujuan-tujuan pembangunan berkelanjutan tercapai, sambil mengidentifikasi area-area untuk peningkatan berkelanjutan. Pentingnya penilaian ini mendorong lahirnya berbagai metode dan alat penilaian smart city, yang mencoba untuk memberikan kerangka kerja komprehensif untuk evaluasi kinerja amart city. Namun, tidak ada metode yang universal diterima, dan banyak pendekatan yang ada masih dalam tahap awal pengembangan.

Karena kompleksitas dan multidimensi dari konsep smart city, penilaian yang efektif memerlukan pemahaman yang mendalam tentang berbagai aspek yang terlibat, termasuk teknologi, infrastruktur, layanan perkotaan, dan partisipasi warga. Selain itu, berbagai pihak berkepentingan, mulai dari pemerintah lokal hingga warga biasa, perlu dilibatkan dalam proses penilaian untuk memastikan bahwa perspektif yang beragam diwakili dan pertimbangan yang komprehensif dilakukan.

Tantangan dalam menilai smart city juga mencakup masalah seperti pengumpulan data yang akurat, integrasi data dari sumber yang beragam, dan penafsiran hasil penilaian yang obyektif. Tanpa penilaian yang tepat, investasi signifikan yang dilakukan untuk pengembangan smart city bisa sia-sia, karena sulit untuk mengukur keberhasilan atau kegagalan inisiatif dan membuat penyesuaian yang diperlukan.

Buku "Smart City dan Penilaiannya" adalah salah satu upaya untuk mengisi kekosongan dalam literatur mengenai penilaian smart city, dengan memberikan kerangka kerja konseptual dan praktis untuk penilaian. Buku ini akan membahas konsep dasar smart city, kriteria dan indikator penilaian, serta metode dan alat yang dapat digunakan untuk melakukan penilaian. Dengan demikian, buku ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi yang berguna bagi pemerintah kota, peneliti, dan praktisi yang terlibat dalam pengembangan, implementasi, dan penilaian Smart city. Melalui penilaian yang efektif, kota-kota di seluruh dunia dapat lebih berhasil dalam implementasi konsep Smart city, sehingga memberikan manfaat nyata bagi warganya dalam bentuk kota yang lebih efisien, berkelanjutan, dan layak huni. Melalui penyediaan kerangka kerja yang jelas dan komprehensif untuk penilaian Smart city, buku ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap literatur akademik dan praktis mengenai Smart city, serta membantu membimbing pengembangan metode penilaian yang lebih efektif dan inovatif di masa depan.

1.2 Tujuan

Tujuan utama dari buku ini adalah untuk memberikan panduan komprehensif mengenai konsep smart city dan metodologi untuk menilai efektivitas dan dampaknya. Buku ini bertujuan untuk memperkuat kapasitas para pemangku kepentingan dalam melakukan evaluasi Smart city yang komprehensif, objektif, dan akurat.

Selain itu, buku ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengatasi tantangan dan hambatan dalam penilaian smart city. Ini melibatkan eksplorasi masalah-masalah seperti pengumpulan dan analisis data, integrasi indikator penilaian, serta memastikan bahwa penilaian mencerminkan kebutuhan dan prioritas komunitas lokal. Buku ini juga berupaya untuk menyoroti studi kasus dan contoh dalam penilaian smart city di Indonesia. Dengan menyediakan analisis mendalam tentang praktik terbaik dan pelajaran yang dapat dipelajari, buku ini membantu pembaca memahami cara kerja penilaian smart city dalam praktik nyata.

Kemudian, buku ini juga berupaya untuk memberikan rekomendasi konkret dan praktis untuk peningkatan metode penilaian smart city. Hal ini termasuk pengembangan indikator, metrik, dan alat penilaian yang lebih baik, serta pemahaman lebih lanjut tentang bagaimana mengadaptasi metode penilaian untuk memenuhi kebutuhan kota dan komunitas yang spesifik. Secara keseluruhan, buku ini dirancang untuk menjadi sumber daya yang berharga bagi siapa saja yang terlibat dalam perencanaan, implementasi, dan evaluasi inisiatif smart city, baik di Indonesia maupun di negara-negara lain.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika "Smart City dan Penilaiannya" tersusun dalam lima bab utama yang dirancang untuk memberikan pemahaman yang mendalam dan terstruktur tentang smart city dan proses penilaiannya. Bab pertama, sebagai pendahuluan, mencakup latar belakang, tujuan buku, ruang lingkup, dan sistematika penulisan. Bab kedua memberikan gambaran umum tentang konsep smart city, termasuk definisi, karakteristik utama, kelebihan dan kekurangan, dan generasi smart city. Ini memberikan dasar konseptual yang diperlukan untuk memahami dan mengevaluasi inisiatif Smart city.

Bab ketiga fokus pada aspek penilaian smart city, membahas pentingnya penilaian, kriteria dan dimensi penilaian, serta domain yang digunakan untuk melakukan penilaian. Ini membantu

pembaca memahami bagaimana melakukan evaluasi yang efektif dan komprehensif dari inisiatif smart city. Bab keempat lebih lanjut mengeksplorasi kasus penilaian smart city, data yang digunakan dalam penilaian, dan studi kasus penilaian smart city di Indonesia. Eksplorasi bertujuan untuk menyoroti tantangan dan isu-isu kunci dalam proses penilaian.

Akhirnya, bab kelima mencakup kesimpulan dan rekomendasi, memberikan pandangan keseluruhan tentang konsep smart city dan penilaian, serta memberikan arah untuk pengembangan dan praktek lebih lanjut dalam bidang ini. Struktur ini dirancang untuk memudahkan pembaca dalam mengakses informasi yang relevan dan penting, memungkinkan pemahaman yang lebih baik tentang smart city dan proses penilaiannya, serta memberikan panduan yang praktis dan efektif untuk melakukan penilaian yang sukses.

BAB II
KONSEP SMART CITY

2.1 Definisi Smart City

Smart city telah menjadi subjek yang sangat diminati dan menarik investasi besar dalam beberapa tahun terakhir, dengan sejumlah inisiatif dan proyek yang tengah berlangsung di seluruh dunia. Meski begitu, walaupun banyak minat dan investasi, belum ada definisi smart city yang disepakati bersama secara universal. Kekurangan definisi yang jelas ini bisa menciptakan kendala bagi pembuat kebijakan, perencana kota, dan pemangku kepentingan yang berupaya mengembangkan dan menjalankan inisiatif smart city.

Definisi smart city melalui tinjauan literatur yang terstruktur menghasilkan beragam definisi, dengan variasi interpretasi konseptual yang kerap menggantikan kata "smart" dengan kata lain seperti "intelligent" atau "digital". Oleh karena itu, istilah "smart city" masih tetap kabur dan multi tafsir, dengan penggunaan yang tidak seragam di berbagai konteks. Meski banyak inisiatif smart city mengutamakan isu keberlanjutan, efisiensi, dan kualitas hidup, belum adanya definisi universal disebabkan oleh luasnya gagasan dan inisiatif yang tercakup di dalam istilah tersebut. Gagasan dan inisiatif ini menampilkan variasi di lintas konteks geografis dan sosial-ekonomi yang berbeda (Gracias dkk., 2023).

Smart city sebagai intelligent city atau a digital city semakin mendapatkan tempat secara global, dengan berbagai kalangan ilmuwan mengusulkan definisi yang berbeda. Dalam banyak literatur, smart city didefinisikan sebagai kota yang saling terhubung melalui teknologi. Beberapa mendefinisikan smart city sebagai kota yang berhasil mengintegrasikan infrastruktur digital untuk meningkatkan layanannya dan mengoptimalkan sumber

dayanya. Ada juga yang mendefinisikan smart city sebagai integrasi digital komponen sistem informasi untuk mengumpulkan data digital dan menganalisanya secara real-time untuk memantau dan mengelola infrastruktur kota dan mengalokasikan sumber daya secara efektif, sehingga meningkatkan penyampaian layanan dan kualitas hidup warga kota (Mashau dkk., 2022). Namun demikian berikut adalah berbagai definisi smart city yang ada.

1) Smart city adalah satu entitas yang memanfaatkan TIK untuk memenuhi tuntutan pasar, yaitu, warga negara. Sebuah kawasan perkotaan yang ultra-modern yang menjawab kebutuhan bisnis, institusi, dan khususnya warga negara (Tahmasseby, 2022).
2) Smart city merupakan smart city dan berkelanjutan diharapkan menjadi pondasi utama untuk mencapai efisiensi sumber daya dan keberlanjutan global (Angelakoglou dkk., 2019).
3) Smart city menggunakan teknologi sensor dan teknologi cerdas untuk merealisasikan operasi otomatis, real-time, dan persepsi menyeluruh terhadap operasi perkotaan berdasarkan Kota Digital (Wang dkk., 2019).
4) Smart city terdiri dari komponen-komponen yang beragam dan saling terhubung yang terus menerus bertukar data dan memfasilitasi peningkatan kualitas hidup bagi populasi sebuah negara (Baig dkk., 2017).
5) Smart city adalah memanfaatkan kombinasi pengumpulan data, pengolahan, dan teknologi penyebaran informasi bersamaan dengan teknologi jaringan dan komputasi serta tindakan keamanan dan privasi data yang mendorong inovasi aplikasi untuk meningkatkan kualitas hidup keseluruhan bagi warganya, mencakup dimensi yang meliputi: utilitas, kesehatan, transportasi, hiburan, dan layanan pemerintah (Gharaibeh dkk., 2017).
6) Smart city adalah kota yang berisi benda-benda cerdas yang dapat dengan cerdas, otomatis, dan kolaboratif meningkatkan kualitas hidup, menyelamatkan nyawa orang, dan bertindak sebagai ekosistem sumber daya berkelanjutan (Alsamhi dkk., 2019).

7) Smart city adalah kota inovatif yang menggunakan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dan cara lain untuk meningkatkan kualitas hidup, efisiensi operasi dan layanan perkotaan, dan daya saing, sambil memastikan memenuhi kebutuhan generasi sekarang dan masa depan mengenai aspek ekonomi, sosial dan lingkungan (Singh dkk., 2022).
8) Smart city memiliki tujuan untuk mengelola urbanisasi yang berkembang, konsumsi energi, menjaga lingkungan yang hijau, meningkatkan standar ekonomi dan kehidupan warga mereka, dan meningkatkan kemampuan orang untuk menggunakan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) secara efisien (Ullah dkk., 2020).
9) Smart city adalah kota yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan: kualitas hidup warganya, ekonomi lokal, transportasi, manajemen lalu lintas, dan interaksi dengan pemerintah (Ismagilova dkk., 2019).
10) Smart city adalah kota yang memiliki tujuan untuk meningkatkan kualitas hidup warganya dan membangun lingkungan perkotaan yang berkelanjutan dengan menggunakan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) modern (Xie dkk., 2019).
11) Smart city adalah lingkungan perkotaan yang memanfaatkan TIK dan teknologi terkait lainnya untuk meningkatkan efisiensi kinerja operasi kota reguler dan kualitas layanan (QoS) yang diberikan kepada warga perkotaan (Silva dkk., 2018).
12) Smart city memanfaatkan informatika perkotaan dan teknologi untuk menyediakan layanan kota dalam skala yang lebih besar. Menawarkan peningkatan kualitas hidup dan berbagai layanan inovatif seperti energi, transportasi, kesehatan, dll (Shoaib & Shamsi, 2019).
13) Smart city adalah menghubungkan infrastruktur fisik, IT, sosial, dan bisnis untuk memanfaatkan kecerdasan kolektif kota (Wenge dkk., 2014).
14) Smart city dalah kota yang memiliki infrastruktur teknologi informasi dan komunikasi digunakan untuk

meningkatkan standar hidup dan manajemennya oleh warga dan pemerintah (Attaran dkk., 2022).

15) Smart city adalah kota yang membuat penggunaan optimal dari semua informasi saling terhubung yang tersedia hari ini untuk lebih memahami dan mengontrol operasinya dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya terbatas (I. H. Khan dkk., 2020).

2.2 Karakteristik Utama Smart City

Terdapat empat karakteristik utama dari smart city, termasuk keberlanjutan, kecerdasan, urbanisasi, dan kualitas hidup, seperti yang digambarkan pada Gambar 2.1. Selain itu, penting untuk diperhatikan bahwa beberapa masalah (seperti infrastruktur, ekonomi, dan tata kelola) memiliki hubungan yang kuat dengan lebih dari satu atribut (A. Khan dkk., 2022).

Gambar 2.1 Karakteristik Smart City

2.2.1 Keberlanjutan (sustainability)

Keberlanjutan dalam konteks smart city melibatkan beragam elemen penting yang menciptakan fondasi bagi perkembangan kota yang sehat dan berkelanjutan. Hal ini meliputi infrastruktur perkotaan yang tangguh, manajemen dan tata kelola kota yang efektif, yang semuanya bekerja sama untuk menanggapi tantangan energi, perubahan iklim, dan masalah sosial ekonomi yang berkaitan. Infrastruktur yang baik dan tata kelola yang kuat menjadi penentu penting dalam menjaga keberlanjutan sebuah kota.

Selain itu, isu-isu seperti pengelolaan energi yang efisien, penanganan perubahan iklim, mengatasi polusi dan pengelolaan limbah, serta menangani masalah kesehatan dan ekonomi secara komprehensif, semuanya memiliki peran vital dalam menjaga keberlanjutan smart city. Inisiatif-inisiatif yang diambil untuk mengatasi masalah-masalah ini harus diintegrasikan dengan baik agar menciptakan dampak positif yang nyata bagi warganya dan lingkungan sekitar.

2.2.2 Urbanisasi (Urbanization)

Dalam pengembangan smart city, aspek urbanisasi mencakup beberapa dimensi kunci yang saling terkait, termasuk teknologi, infrastruktur, tata kelola, dan ekonomi. Dalam upaya meningkatkan kualitas hidup, sebuah smart city harus memprioritaskan integrasi efektif antar semua komponen ini. Teknologi, sebagai contoh, dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan memberikan akses yang lebih baik ke layanan bagi warga kota.

Selanjutnya, infrastruktur yang baik merupakan tulang punggung perkembangan urban. Tanpa infrastruktur yang memadai, akan sulit bagi sebuah kota untuk berkembang dan menciptakan kualitas hidup yang baik bagi warganya. Tata kelola yang baik dan ekonomi yang kuat juga penting untuk mendukung urbanisasi yang stabil dan berkelanjutan dalam konteks smart city.

2.2.3 Kualitas Hidup (Quality of Life)

Kualitas hidup adalah indikator penting dari kesuksesan sebuah smart city. Ini dapat diukur melalui kesejahteraan emosional dan finansial warganya. Kesejahteraan emosional mengacu pada kepuasan dan keseimbangan hidup warga, sedangkan kesejahteraan finansial menekankan pada kemakmuran ekonomi dan keamanan finansial yang mereka alami. Faktor-faktor seperti akses terhadap fasilitas kesehatan yang baik, pendidikan, dan layanan publik lainnya, serta peluang untuk pertumbuhan ekonomi pribadi, semuanya berkontribusi terhadap peningkatan kualitas hidup dalam sebuah smart city. Meningkatkan kualitas hidup ini harus selalu menjadi fokus utama dalam pengembangan dan operasional sebuah smart city.

2.2.4 Kecerdasan (Smartness)

Konsep kecerdasan dalam konteks smart city terkait erat dengan upaya meningkatkan standar sosial, ekonomi, dan lingkungan bagi warga kota. Melalui penggunaan teknologi dan inovasi, smart city berusaha untuk menciptakan lingkungan yang lebih aman, lebih efisien, dan lebih ramah lingkungan bagi penduduknya, sekaligus meningkatkan kualitas hidup mereka.

Di samping itu, berbagai aspek seperti lingkungan cerdas, hidup cerdas, mobilitas cerdas, tata kelola cerdas, orang cerdas, dan ekonomi cerdas semuanya memainkan peran penting dalam menciptakan kota yang cerdas. Melalui integrasi efektif dari semua aspek ini, smart city bisa memastikan peningkatan kualitas hidup dan keberlanjutan yang berkelanjutan bagi semua warganya.

Berbagai dimensi yang menentukan kecerdasan sebuah kota mencakup elemen seperti lingkungan cerdas, hidup cerdas, mobilitas cerdas, tata kelola cerdas, orang cerdas, dan ekonomi cerdas, sesuai dengan temuan oleh Kumar dan Mohanty. Lingkungan cerdas mencerminkan suatu kondisi alam yang segar,

bersih, dan minim polusi, dengan manajemen sumber daya yang berkesinambungan. Ini menciptakan fondasi untuk kesejahteraan masyarakat, dimana kesehatan, standar hidup yang layak, keamanan, serta akses terhadap fasilitas budaya dan pendidikan, menjadi prioritas utama (Mohanty dkk., 2016).

Mobilitas cerdas didefinisikan oleh adanya sistem transportasi yang tidak hanya aman dan berkelanjutan, tapi juga inovatif, didukung oleh infrastruktur Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) yang solid. Tata kelola cerdas menggarisbawahi pentingnya transparansi dalam pemerintahan, dimana warga dilibatkan secara aktif dalam proses pengambilan keputusan, dan diberikan akses mudah ke layanan publik dan sosial. Individu cerdas dalam konteks smart city adalah mereka yang ditandai dengan kreativitas, keahlian tinggi, pikiran terbuka, dan semangat untuk terus belajar dan berpartisipasi dalam kehidupan bermasyarakat. Sedangkan ekonomi cerdas di sebuah kota tercermin melalui penekanan pada kewirausahaan dan fleksibilitas tenaga kerja, menciptakan lingkungan bisnis yang dinamis dan inovatif.

2.3 Generasi Smart City

Perkembangan generasi smart city dari waktu ke waktu telah mengalami transformasi yang signifikan. Perubahan-perubahan tersebut selalu menyesuaikan diri dengan keadaan dan kebutuhan warga kotanya, menghasilkan iterasi baru dari konsep smart city yang terus berkembang. Berikut adalah ringkasan perjalanan evolusi smart city dari Smart City 1.0 hingga Smart City 5.0 (A. Khan dkk., 2022):

2.3.1 Smart City 1.0

Sebagai titik awal dari konsep Smart City, versi 1.0 menjanjikan revolusi dalam peningkatan kualitas hidup dan efisiensi operasional kota dengan memanfaatkan teknologi canggih. Namun, pendekatan yang terlalu berfokus pada teknologi sering mengabaikan elemen manusia yang penting dalam ekosistem kota.

Meskipun berjanji, kelemahan utama Smart City 1.0 terletak pada ketiadaan partisipasi aktif dari masyarakat dalam proses perencanaan dan implementasinya. Dalam banyak kasus, solusi teknologi yang diusulkan tidak memperhitungkan kebutuhan, keinginan, dan harapan masyarakat setempat. Ini menciptakan ketidakseimbangan, di mana teknologi yang diterapkan sering kali tidak relevan atau tidak efektif dalam mengatasi masalah nyata yang dihadapi oleh penduduk kota.

Ketidaksesuaian antara solusi yang ditawarkan dan masalah nyata ini sering mengakibatkan kegagalan banyak proyek smart city. Meskipun investasi yang signifikan, hasil yang diharapkan,seperti peningkatan efisiensi, keberlanjutan, dan kualitas hidup sering kali tidak tercapai. Pembelajaran dari kegagalan ini menunjukkan pentingnya pendekatan yang lebih inklusif dan holistik dalam mengembangkan smart city di masa depan.

Kritik terhadap Smart City 1.0 memperlihatkan betapa pentingnya melibatkan masyarakat dalam setiap tahapan pengembangan smart city. Pendekatan bottom-up, di mana kebutuhan dan keinginan masyarakat menjadi fokus utama, dinilai sebagai kunci sukses pengembangan smart city yang berkelanjutan dan efektif. Ini juga menekankan pentingnya pemahaman mendalam tentang konteks lokal, termasuk tantangan, peluang, dan kebutuhan spesifik komunitas setempat.

Meskipun kekurangan dan kegagalan yang dihadapi oleh Smart City 1.0, konsep ini tetap menjadi tonggak penting dalam evolusi smart city. Dengan memahami kesalahan masa lalu, kita bisa mengembangkan strategi yang lebih efektif untuk mewujudkan visi smart city di masa depan. Smart City 1.0 memberikan pelajaran berharga yang membantu menentukan arah dan pendekatan untuk inisiatif smart city di masa depan, memastikan bahwa teknologi digunakan untuk memenuhi kebutuhan nyata dan meningkatkan kualitas hidup bagi semua penduduk kota.

2.3.2 Smart City 2.0

Menghadapi tantangan dan kegagalan Smart City 1.0, Smart City 2.0 muncul dengan niat untuk memperbaiki kekurangannya. Pendekatan yang diambil oleh Smart City 2.0 adalah dengan menekankan pentingnya memprioritaskan kebutuhan dan masukan warga kota.

Walaupun Smart City 1.0 telah menggunakan teknologi terdepan, Smart City 2.0 memahami bahwa solusi yang efektif tidak hanya tentang teknologi semata. Smart City 2.0 memberikan perhatian lebih pada pendapat dan kebutuhan masyarakat. Meskipun partisipasi masyarakat belum sepenuhnya optimal, namun telah ada peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan pendekatan sebelumnya. Dalam model ini, warga memiliki kesempatan lebih besar untuk menyuarakan pendapat dan ide mereka, membantu menentukan arah dan prioritas proyek smart city.

Selain itu, peran pemerintah menjadi sangat penting dalam mendorong keterlibatan masyarakat. Di Smart City 2.0, pemerintah diharapkan untuk aktif berkomunikasi dengan warganya, memahami masalah mereka, dan bekerja bersama untuk mencari solusi. Dengan pendekatan ini, ada upaya yang lebih terarah untuk menyelesaikan masalah nyata yang dihadapi oleh masyarakat, memastikan bahwa proyek yang dijalankan benar-benar memberikan manfaat untuk warga kota.

Smart City 2.0 menyadari bahwa untuk menciptakan kota yang cerdas dan berkelanjutan, solusi yang diusung haruslah yang berorientasi pada manusia. Ini berarti proyek-proyek harus dirancang dengan mempertimbangkan dampak langsungnya terhadap kualitas hidup warga, bukan hanya mengejar kemajuan teknologi semata. Dengan fokus pada manusia, Smart City 2.0 berupaya untuk menciptakan lingkungan urban yang lebih ramah, inklusif, dan berkelanjutan, di mana setiap warga memiliki akses yang setara terhadap manfaat dari teknologi canggih dan inovasi.

Meskipun Smart City 2.0 telah membuat kemajuan signifikan dalam mendorong keterlibatan masyarakat dan menciptakan solusi yang lebih sesuai dengan kebutuhan lokal, masih ada ruang untuk perbaikan. Ke depan, Smart City 3.0 diharapkan akan mengatasi kekurangan-kekurangan ini, membawa kita lebih dekat lagi pada visi smart city yang sepenuhnya terintegrasi, di mana warga benar-benar berada di pusat perencanaan dan pengambilan keputusan.

2.3.3 Smart City 3.0

Di era Smart City 3.0, peran masyarakat dalam membentuk dan membangun kota mereka mencapai tingkat yang baru. Versi ini mencerminkan komitmen yang lebih besar terhadap partisipasi warga, di mana mereka tidak hanya dianggap sebagai pengguna atau penerima manfaat dari solusi smart city, tetapi juga sebagai kontributor aktif dalam proses pembuatannya.

Smart City 3.0 mengakui bahwa warga adalah ahli dalam kehidupan kota mereka sendiri dan memiliki wawasan penting yang dapat membantu mengarahkan dan menyempurnakan inisiatif smart city. Di sini, warga diberdayakan untuk lebih aktif berpartisipasi dalam perencanaan, pengembangan, dan pelaksanaan proyek-proyek smart city, memastikan bahwa inisiatif tersebut relevan dan memberi manfaat nyata untuk komunitas lokal.

Berbeda dengan versi sebelumnya, di Smart City 3.0 pemerintah lebih berperan sebagai fasilitator daripada pengatur. Pemerintah memberikan platform dan sumber daya yang diperlukan untuk memungkinkan kolaborasi yang efektif antara warga, bisnis, dan lembaga penelitian. Dengan pendekatan ini, inovasi dan solusi smart city berasal dari kolaborasi berbagai pemangku kepentingan, menjamin bahwa kebutuhan dan aspirasi warga benar-benar terwakili dan terpenuhi.

Smart City 3.0 menekankan pentingnya kerjasama dan kolaborasi antar-sektor untuk menghasilkan solusi yang lebih holistik,

terintegrasi, dan berkelanjutan. Ini mendorong pertukaran ide dan informasi, membantu mengidentifikasi dan menangani masalah dari berbagai sudut pandang, dan memastikan bahwa setiap solusi menghasilkan manfaat maksimal untuk semua warga kota.

Lebih jauh, dengan fokus pada keterlibatan warga yang lebih mendalam, Smart City 3.0 memastikan bahwa pengembangan smart city benar-benar mencerminkan kebutuhan, harapan, dan aspirasi warga. Hal ini menjamin bahwa smart city tidak hanya menjadi pusat inovasi teknologi, tetapi juga tempat di mana warga merasa dihargai, didengar, dan memiliki akses yang setara terhadap peluang dan manfaat.

Dalam perjalanan menuju kota yang lebih cerdas dan inklusif, Smart City 3.0 mengambil langkah besar menuju realisasi visi di mana teknologi, pemerintah, dan warga bekerja bersama untuk menciptakan lingkungan urban yang lebih berkelanjutan, efisien, dan ramah warga. Dengan mengutamakan suara warga dan kolaborasi antar-sektor, Smart City 3.0 membuka jalan untuk masa depan smart city yang lebih cerah, di mana setiap individu memiliki peran penting dalam membentuk dan mengarahkan perkembangan kota mereka.

2.3.4 Smart City 4.0

Smart City 4.0 merupakan bab baru dalam evolusi smart city, menekankan pada integrasi yang holistik antar teknologi dari berbagai era. Di tingkatan ini, visi smart city berkembang lebih jauh lagi, menciptakan keseimbangan antara inovasi teknologi dan dampak sosial dan ekonomi dari inisiatif smart city.

Smart City 4.0 menyadari pentingnya menggabungkan teknologi lama, baru, dan yang akan datang untuk menciptakan solusi yang benar-benar inovatif dan inklusif. Dalam era ini, pemimpin kota harus mampu menavigasi antara berbagai generasi teknologi untuk memastikan bahwa setiap inisiatif memberikan nilai maksimal bagi warganya.

Lebih dari sekedar mengadopsi teknologi terbaru, Smart City 4.0 menekankan pada pemahaman yang mendalam tentang dampak sosial dan ekonomi dari setiap inisiatif. Hal ini mencakup pengkajian terhadap bagaimana teknologi dapat digunakan untuk mendukung tujuan sosial dan ekonomi, seperti menciptakan lapangan pekerjaan, meningkatkan kesejahteraan warga, dan mengurangi ketidaksetaraan.

Smart city generasi ini memastikan bahwa semua warga dapat menikmati manfaat dari perkembangan teknologi, bukan hanya sekelompok kecil yang memiliki akses dan sumber daya. Ini berarti meminimalkan kesenjangan digital dan ketidaksetaraan sosial lainnya, sehingga setiap warga kota memiliki kesempatan yang setara untuk berkembang dan menikmati kualitas hidup yang lebih baik.

Smart City 4.0 serius dalam upayanya untuk mengurangi kesenjangan digital, memastikan bahwa seluruh warga kota memiliki akses ke internet berkecepatan tinggi, pendidikan digital, dan peluang pekerjaan di era digital. Ini merupakan langkah penting untuk memastikan bahwa semua warga memiliki kesempatan untuk berpartisipasi dan mendapatkan manfaat dari inovasi teknologi.

Dengan fokus pada integrasi holistik antar teknologi dan penekanan pada dampak sosial dan ekonomi yang positif, Smart City 4.0 membawa visi smart city ke tingkat yang baru. Di era ini, teknologi dan inovasi bekerja secara harmonis untuk menciptakan kota-kota yang tidak hanya cerdas secara teknologi, tetapi juga adil, inklusif, dan berkelanjutan, di mana setiap warga memainkan peran penting dalam membentuk masa depan komunitas mereka.

2.3.5 Smart City 5.0

Smart City 5.0 menandai era dimana harmonisasi antara manusia dan teknologi, terutama kecerdasan buatan (AI), memainkan peran sentral dalam mewujudkan kesejahteraan dan keberlanjutan kota. Di tahapan ini, tujuan pembangunan smart city melampaui

aspek ekonomi, dengan penekanan kuat pada pencapaian tujuan sosial dan lingkungan.

Di Smart City 5.0, AI digunakan untuk memaksimalkan efisiensi dan efektivitas layanan kota, memastikan bahwa kota dapat merespons dengan cepat dan tepat terhadap berbagai tantangan dan kebutuhan warganya. AI berkontribusi untuk menciptakan kota yang lebih responsif dan adaptif, memungkinkan pemerintah kota membuat keputusan berbasis data yang lebih cerdas untuk meningkatkan kualitas hidup warganya.

Prioritas utama di Smart City 5.0 adalah memastikan bahwa teknologi digunakan untuk mewujudkan tujuan sosial dan lingkungan yang penting. Ini mencakup upaya untuk mengurangi jejak karbon kota, meningkatkan akses ke layanan kesehatan dan pendidikan berkualitas, dan memastikan bahwa setiap warga kota memiliki kesempatan yang setara untuk menikmati manfaat dari hidup di smart city.

Smart city generasi ini dirancang untuk menjadi lebih fleksibel terhadap perubahan dan adaptif terhadap kebutuhan dan aspirasi warganya. Teknologi digunakan untuk menciptakan sistem kota yang dapat dengan mudah menyesuaikan diri dengan perubahan, baik itu terkait dengan dinamika demografis, perubahan iklim, atau tren sosial ekonomi lainnya.

Smart City 5.0 berkomitmen untuk memastikan bahwa semua warga dapat menikmati hidup yang lebih baik. Ini mencakup upaya untuk mengurangi ketidaksetaraan, mempromosikan inklusivitas, dan memastikan bahwa manfaat teknologi dapat dinikmati oleh semua lapisan masyarakat.

Smart City 5.0 membawa visi smart city ke horizon yang baru, dengan fokus pada penciptaan keseimbangan antara manusia dan teknologi untuk mewujudkan kesejahteraan dan keberlanjutan yang komprehensif. Di era ini, kota-kota tidak hanya menggunakan teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan pertumbuhan ekonomi, tetapi juga untuk menciptakan lingkungan

yang lebih adil, inklusif, dan berkelanjutan, dimana setiap warga memiliki akses yang setara terhadap peluang dan manfaat.

2.4 Kelebihan dan Kekurangan Smart City

Dalam upaya pembangunan smart city, terdapat beragam pendekatan yang diterapkan oleh berbagai entitas. Salah satu distingsi utama dalam strategi-strategi tersebut adalah apakah pendekatannya bersifat nasional, mencakup keseluruhan negara, atau lebih spesifik, menargetkan skala lokal seperti lingkungan tertentu, munisipalitas, kota, area metropolitan, atau wilayah spesifik lainnya. Pendekatan tingkat lokal, yang dominan dalam implementasi smart city, cenderung lebih fleksibel dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan serta karakteristik unik dari daerah tersebut.

Keuntungan dari pendekatan tingkat lokal ini telah mendapat perhatian dalam berbagai literatur mengenai smart city. Pendekatan ini memungkinkan solusi yang lebih kustomisasi, responsif terhadap tantangan lokal, dan seringkali lebih cepat dalam pelaksanaannya. Dengan lebih dekatnya interaksi antara pemerintah daerah dan masyarakat, inisiatif smart city di tingkat lokal memiliki potensi untuk lebih efektif dalam menciptakan perubahan positif bagi penduduknya.

2.4.1 Kelebihan Smart City pada Level Lokal

Berikut adalah beberapa kelebihan strategi pembangunan smart city pada level lokal (Angelidou, 2014).

1. Inovasi melekat pada lokasi geografis tertentu, dan pengetahuan cenderung “melekat” pada daerah tersebut.

Inovasi dan pengetahuan sering kali tumbuh dan berkembang berdasarkan konteks geografis tempat mereka berasal. Setiap daerah atau lokasi memiliki sejarah, budaya, dan karakteristik unik yang mempengaruhi bagaimana ide-ide baru muncul dan bagaimana informasi disebarkan dan diterima oleh masyarakat.

Dengan kata lain, ide dan pengetahuan tidak selalu bersifat universal; mereka sering kali terbentuk oleh dan untuk komunitas lokal. Oleh karena itu, ada kecenderungan bahwa inovasi dan pengetahuan yang berasal dari suatu daerah cenderung memiliki dampak yang lebih signifikan dan relevan bagi daerah tersebut.

Mengingat hal tersebut, pendekatan yang berfokus pada pengembangan inovasi dan pengetahuan di tingkat lokal menjadi sangat penting dalam upaya transformasi menjadi smart city. Sebuah kota yang memahami dan memanfaatkan potensi lokalnya dalam inovasi dan pengetahuan akan lebih mampu menyesuaikan diri dengan kebutuhan warganya dan merespons tantangan-tantangan yang muncul. Beberapa kajian, seperti yang dilakukan oleh (Auci & Mundula, 2012) dan (Bria, 2012), telah menegaskan bahwa inisiatif smart city yang memperhatikan aspek lokalitas inovasi dan pengetahuan memiliki peluang lebih besar untuk berhasil dalam transformasinya.

2. Menjadi kota yang cerdas tidak hanya berarti mengadopsi teknologi, tetapi juga mendorong ekonomi yang kompetitif.

Transformasi menjadi sebuah smart city melibatkan lebih dari sekadar penerapan teknologi canggih. Ini juga mencakup upaya untuk membangun ekonomi yang kompetitif dan berkelanjutan. Daya saing dan kompetisi di tingkat kota secara signifikan dipengaruhi oleh karakteristik unik dari daerah tersebut. Faktor-faktor seperti infrastruktur, industri, budaya, dan potensi sumber daya manusia menjadi elemen penting yang membentuk identitas dan keunggulan kompetitif suatu kota (Cosgrave & Tryfonas, 2012), (Giffinger & Gudrun, 2010).

Pentingnya memahami karakteristik lokal dalam konteks smart city adalah bahwa ini menjadi dasar untuk merancang solusi yang tepat dan efektif. Ketika teknologi diterapkan dengan mempertimbangkan karakteristik kota tersebut, potensi untuk menciptakan dampak positif pada ekonomi dan gaya hidup warga menjadi lebih besar. Dengan demikian, kota-kota yang berhasil menggabungkan teknologi dengan kekuatan lokal mereka

memiliki kesempatan yang lebih baik untuk menciptakan masa depan yang berkelanjutan dan berdaya saing tinggi.

3. Kota-kota memiliki kemampuan untuk melibatkan berbagai pihak dalam proses inovasi yang lebih luas, mendorong tata kelola yang berfokus pada warga.

Kota-kota modern memiliki potensi unik untuk berperan sebagai pusat inovasi yang melibatkan berbagai pihak. Mereka dapat menciptakan lingkungan yang merangsang kolaborasi antara sektor publik, swasta, akademik, dan masyarakat sipil dalam mengembangkan solusi-solusi yang inovatif. Ketika berbagai pemangku kepentingan terlibat dalam proses inovasi, tercipta tata kelola yang lebih partisipatif dan berfokus pada kebutuhan dan aspirasi warganya. Ini dapat berarti lebih banyak peran bagi warga dalam pengambilan keputusan, lebih banyak kesempatan untuk berkontribusi pada perubahan positif dalam kota mereka, dan peningkatan responsivitas pemerintah terhadap isu-isu lokal.

Akibat dari melibatkan berbagai pihak dalam proses inovasi adalah pembentukan ekosistem smart city yang kuat. Dalam ekosistem ini, teknologi digunakan sebagai alat untuk meningkatkan kualitas hidup warga dan memecahkan masalah perkotaan. Hasilnya adalah kota yang lebih adaptif terhadap perubahan, lebih efisien dalam penyediaan layanan, dan lebih inovatif dalam mengatasi tantangan-tantangan yang muncul (Bria, 2012), (Hodgkinson, 2011). Dengan demikian, konsep smart city tidak hanya mengacu pada kemajuan teknologi semata, tetapi juga pada bagaimana teknologi digunakan sebagai alat untuk memperkuat partisipasi warga dan membangun masyarakat yang lebih inklusif dan berkelanjutan.

4. Kota lebih fleksibel dalam mengeksplorasi dan menyesuaikan berbagai model bisnis dan tata kelola untuk keuntungan mereka sendiri.

Kota-kota memiliki keunggulan unik dalam fleksibilitas mereka untuk mengeksplorasi dan menyesuaikan berbagai model bisnis

dan tata kelola sesuai dengan kebutuhan dan tujuan mereka sendiri. Kemampuan untuk merespons perubahan lingkungan dan permintaan masyarakat dengan cepat adalah salah satu karakteristik utama kota. Mereka dapat dengan cepat menguji berbagai pendekatan baru dalam memecahkan masalah dan meningkatkan layanan kota. Fleksibilitas ini memungkinkan kota-kota untuk mengembangkan inisiatif yang disesuaikan dengan tantangan lokal mereka dan merancang solusi yang lebih sesuai.

Pengalaman yang mereka akumulasikan dari tahun ke tahun, ketangkasan dalam merancang kebijakan, dan kedekatan yang lebih besar dengan masalah-masalah lokal memberikan pengetahuan dan kemampuan yang sangat berharga dalam menciptakan lingkungan yang mendukung transformasi menjadi smart city. Kota-kota yang telah melalui berbagai perubahan dan pelajaran dari pengalaman mereka memiliki keunggulan tambahan dalam merencanakan dan menerapkan solusi cerdas. Hal ini menggambarkan pentingnya pengalaman dan adaptasi sebagai salah satu elemen kunci dalam perjalanan menuju smart city (Hodgkinson, 2011), (Misuraca dkk., 2011). Dengan demikian, kota-kota yang fleksibel dan berpengalaman memiliki potensi besar untuk menjadi pionir dalam transformasi menuju masa depan yang lebih cerdas.

5. Masalah perkotaan cenderung lebih dapat dikelola dan memiliki karakteristik yang dikenal.

Masalah perkotaan memiliki ciri khas tertentu yang dapat memberikan keuntungan dalam upaya transformasi menjadi smart city. Salah satu keunggulan utama adalah bahwa masalah-masalah ini seringkali lebih dapat dikelola dan memiliki karakteristik yang lebih teridentifikasi dibandingkan dengan tantangan yang lebih abstrak. Ketika masalah-masalah perkotaan diketahui dengan baik, respon terhadapnya dapat lebih efisien dan efektif. Hal ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat dan implementasi solusi yang lebih terarah.

Lebih lanjut, respons terhadap tujuan yang dipilih secara lokal cenderung membutuhkan upaya yang lebih sedikit. Dalam konteks smart city, tujuan yang dipilih secara lokal mencerminkan kebutuhan dan prioritas warga yang secara langsung terkait dengan masalah yang dihadapi di lingkungan sehari-hari. Karena karakteristik dan kebutuhan ini lebih spesifik, upaya perencanaan dan implementasi dapat lebih fokus dan tidak memerlukan penggunaan sumber daya yang berlebihan. Studi yang dilakukan oleh (Caragliu & Del Bo, 2012) dan (Hodgkinson, 2011) menegaskan pentingnya pemahaman yang mendalam tentang masalah perkotaan yang dikenal dan respons lokal dalam mempercepat perjalanan menuju smart city yang lebih efisien dan berdaya saing.

6. Kota-kota memiliki “rekan sejawat”, yaitu kota-kota lain dengan karakteristik serupa.

Kota-kota memiliki aset berharga dalam bentuk "rekan sejawat," yang merupakan kota-kota lain yang memiliki karakteristik serupa atau mirip. Keberadaan rekan sejawat ini membuka peluang untuk saling berbagi pengalaman, wawasan, dan praktik terbaik dalam perjalanan menuju menjadi smart city. Dengan berkomunikasi dan berkolaborasi dengan kota-kota serupa, mereka dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang tantangan dan peluang yang mereka hadapi. Ini memungkinkan pertukaran pengetahuan yang berharga, yang dapat mengarah pada pengembangan solusi cerdas yang lebih baik dan lebih efisien.

Melalui interaksi dengan rekan sejawat, kota-kota dapat belajar satu sama lain tentang berbagai inisiatif dan proyek yang telah berhasil atau gagal. Mereka dapat mengidentifikasi strategi yang efektif, serta menghindari kesalahan yang mungkin telah dilakukan oleh kota-kota lain. Kolaborasi seperti ini dapat menciptakan jaringan global smart city yang berbagi visi untuk masa depan yang lebih cerdas dan berkelanjutan. Studi yang dilakukan oleh (Hodgkinson, 2011) dan (Tranos & Gertner, 2012) menunjukkan bahwa berbagi wawasan dengan rekan sejawat adalah salah satu cara yang efektif untuk mempercepat

transformasi kota menjadi lebih cerdas dan responsif terhadap perubahan.

2.4.2 Kekurangan Smart City pada Level Lokal

Selain berbagai kelebihan strategi smart city pada level lokal, terdapat pula bebera kelemahannya. Beberapa kelemahan tersebut yaitu:

1. Kota berukuran kecil dan menengah bersaing dengan kota yang lebih besar untuk sumber daya dan lebih terlengkapi.

Kota berukuran kecil dan menengah sering kali menghadapi persaingan yang ketat untuk mendapatkan sumber daya yang dibutuhkan dalam upaya menjalankan proyek-proyek smart city. Di tengah persaingan ini, mereka berkompetisi dengan kota yang lebih besar dan lebih terlengkapi dalam hal akses ke sumber daya, termasuk sumber dana yang diperlukan untuk mengembangkan infrastruktur cerdas dan teknologi terkini. Akibatnya, kota berukuran kecil dan menengah cenderung memiliki kemungkinan yang lebih rendah untuk mendapatkan atau mampu membiayai proyek-proyek smart city yang ambisius (Giffinger dkk., 2010).

Kendala finansial ini dapat menjadi hambatan serius dalam usaha kota berukuran kecil dan menengah untuk menjadi smart city. Upaya untuk mencari sumber dana tambahan atau menciptakan kemitraan yang strategis dengan sektor swasta dapat menjadi strategi yang penting dalam mengatasi kendala ini. Selain itu, pengoptimalan penggunaan sumber daya yang tersedia dan fokus pada proyek-proyek yang memiliki dampak signifikan dapat membantu kota-kota ini memulai perjalanan mereka menuju transformasi menjadi smart city tanpa harus menghadapi beban keuangan yang berlebihan.

2. Kota perlu mencari cara untuk menyelaraskan strategi smart city mereka dengan berbagai agenda kebijakan yang kompleks yang sudah berjalan di tingkat pemerintahan.

Proses menyelaraskan strategi smart city dengan berbagai agenda kebijakan yang telah berjalan di tingkat pemerintahan merupakan tantangan penting dalam pembangunan smart city. Pemerintahan kota seringkali harus beroperasi dalam lingkungan yang penuh dengan beragam kebijakan, peraturan, dan prioritas yang telah ditetapkan oleh pemerintah pusat, regional, dan lokal. Oleh karena itu, kota perlu menjalankan strategi mereka dengan bijak agar tidak bertentangan dengan kebijakan yang sudah ada dan bahkan mendukung pencapaian tujuan kebijakan tersebut. Penyelarasan ini memerlukan upaya koordinasi yang cermat dan komunikasi yang efektif antara berbagai tingkat pemerintahan.

Selain itu, penyelarasan strategi smart city dengan agenda kebijakan yang ada juga membantu dalam menciptakan kohesi dan konsistensi dalam upaya pembangunan kota. Dengan mengintegrasikan aspek-aspek smart city ke dalam agenda kebijakan yang sudah ada, kota dapat memaksimalkan potensi sumber daya dan mendukung implementasi proyek-proyek cerdas dengan lebih lancar. Studi yang dilakukan oleh (Hodgkinson, 2011) dan (Nam & Pardo, 2011) menekankan bahwa koordinasi antara strategi smart city dan kerangka kebijakan yang ada dapat mempercepat pencapaian tujuan perkotaan yang lebih cerdas dan berkelanjutan. Dengan cara ini, kota dapat memaksimalkan efisiensi dan efektivitas usaha mereka dalam membangun masa depan yang lebih cerdas bagi warganya.

3. Proyek pilot inovatif dan pengembangan berukuran kecil tidak selalu menjamin adopsi yang efektif di tingkat seluruh kota.

Proyek-proyek pilot dan pengembangan skala kecil seringkali dianggap sebagai langkah awal dalam menguji konsep atau inovasi baru. Melalui pendekatan seperti ini, ide-ide dapat diterapkan dalam lingkungan yang terkontrol untuk melihat bagaimana mereka bekerja dalam skala yang lebih terbatas. Namun, hanya karena sebuah inovasi berhasil dalam skala kecil, tidak berarti akan berhasil ketika diterapkan dalam skala yang lebih besar, seperti di seluruh kota (Angelidou, 2014).

Alasannya bisa bermacam-macam. Bisa jadi apa yang bekerja di satu daerah tertentu tidak cocok untuk daerah lain karena perbedaan demografis, budaya, atau infrastruktur. Atau, mungkin ada tantangan logistik yang muncul ketika mencoba untuk meningkatkan skala proyek. Oleh karena itu, meskipun proyek pilot penting untuk inovasi, penting juga untuk mempertimbangkan bagaimana cara mengadaptasi dan mengimplementasikannya di tingkat yang lebih luas.

Selanjutnya, penting untuk diperhatikan bahwa pendekatan strategi lokal, terdapat berbagai pandangan tentang tingkat implementasi yang paling sesuai. Di strategi skala lokal, telah disebutkan bahwa perencanaan regional strategis memiliki dampak signifikan dalam pengembangan smart city, karena perannya adalah untuk menyelaraskan dan mengkoordinasikan kebijakan tingkat atas dengan kebijakan tingkat bawah (Walters, 2011). Di sisi lainnya, program percontohan smart city skala kecil memungkinkan pencapaian tujuan jangka pendek dan menyediakan platform untuk menilai kelayakan solusi dan layanan smart city dalam konteks kehidupan nyata (Bria, 2012), (González & Rossi, 2011).

2.4.3 Kelebihan Smart City pada Level Nasional

Strategi untuk mengimplementasikan konsep smart city di tingkat nasional, dengan tujuan untuk menciptakan 'negara pintar', belum banyak direkomendasikan oleh para ahli dan peneliti. Namun, strategi tingkat nasional ini mendapat dukungan penuh dari pemerintah. Hal ini memungkinkan adanya pandangan yang lebih komprehensif dan kemampuan kontrol yang lebih mendalam atas kebijakan serta koordinasi sumber daya. Dengan pendekatan ini, tantangan yang muncul dalam skala yang lebih besar dapat diatasi dengan lebih sistematis. Sehingga, strategi ini menjadi titik rujukan yang kuat dalam pengembangan smart city. Integrasi teknologi, data, dan inovasi pada tingkat nasional juga mempercepat transformasi digital dan mendorong keterlibatan warga secara lebih luas. Beberapa keuntungan dari strategi smart

city di tingkat nasional, berdasarkan literatur tentang smart city, adalah sebagai berikut.

1. Ada koordinasi yang baik pada tingkatan tertinggi dan alokasi sumber daya dengan benar.

Dalam pengembangan smart city, koordinasi pada tingkatan tertinggi sangat esensial. Ini berarti bahwa ada sebuah sistem terpusat yang memastikan semua komponen smart city berfungsi dengan baik dan sejalan. Misalnya, ketika mengalokasikan sumber daya untuk sensor lalu lintas cerdas atau sistem manajemen energi, keputusan tersebut harus dilakukan dengan koordinasi yang erat.

Otoritas atau badan yang bertanggung jawab atas implementasi smart city harus memiliki peran dan tanggung jawab yang jelas. Misalnya, jika ada sebuah badan yang bertanggung jawab atas manajemen lalu lintas cerdas, mereka harus mengetahui tanggung jawab mereka sepenuhnya dalam mengimplementasikan dan memelihara teknologi tersebut. Dengan adanya penugasan peran yang jelas dan spesifik, strategi implementasi smart city menjadi lebih efektif, memastikan bahwa teknologi dan solusi yang diterapkan memberikan manfaat maksimal bagi warga kota (Ambrosetti, 2012).

2. Tindakan dan keputusan yang diambil akan konsisten pada setiap tingkatan.

Dalam pengembangan dan operasional smart city, penting untuk memastikan bahwa setiap tindakan dan keputusan yang diambil konsisten di semua tingkatan. Ini berarti, dari tingkat pemerintahan kota hingga penyedia layanan teknologi, semua harus sejalan dalam mencapai visi smart city yang sama. Konsistensi ini memastikan bahwa tidak ada kerja ganda atau kebijakan yang saling bertentangan, sehingga efisiensi dan efektivitas program smart city dapat dioptimalkan.

Selain itu, untuk mendukung kerjasama antar berbagai entitas dalam smart city, penting untuk memiliki sebuah sistem atau platform terintegrasi. Platform ini memungkinkan semua pihak terkait, mulai dari pemerintah kota, penyedia layanan, hingga warga, untuk mengakses, berbagi, dan mengelola informasi secara real-time. Dengan platform bersama ini, koordinasi menjadi lebih mudah, dan solusi cerdas dapat diimplementasikan dengan lebih cepat dan efisien (Ambrosetti, 2012).

3. Kerjasama untuk mengatasi kelemahan berbagai pihak.

Dalam proses pengembangan smart city, kolaborasi antar berbagai entitas adalah kunci. Ketika berbagai pihak, seperti pemerintah kota, perusahaan teknologi, dan komunitas, bekerja sama, mereka dapat saling melengkapi. Kelemahan yang mungkin dimiliki oleh satu pihak bisa teratasi dengan kekuatan dari pihak lain. Misalnya, pemerintah mungkin memiliki akses ke sumber daya, tetapi kurang dalam keahlian teknologi, sedangkan perusahaan teknologi memiliki solusi inovatif tetapi memerlukan dukungan regulasi. Dengan kolaborasi, kedua pihak dapat mencapai hasil yang lebih baik.

Bekerja sama juga memungkinkan berbagai entitas untuk bersama-sama menghadapi tantangan yang muncul dalam proses pembangunan smart city. Baik itu tantangan infrastruktur, teknologi, atau sosial, dengan pendekatan kolaboratif, solusi yang lebih komprehensif dan efektif dapat ditemukan dan diimplementasikan (Hodgkinson, 2011), (Tranos & Gertner, 2012).

2.4.4 Kekurangan Smart City pada Level Nasional

Ketika pendekatan strategis smart city pada tingkat nasional, ada beberapa kelemahan yang perlu dipertimbangkan, antara lain:

1. Ada kemungkinan kegagalan dalam memanfaatkan sepenuhnya sumber daya lokal dan mengabaikan kebutuhan serta prioritas lokal.

Dalam konteks pembangunan smart city, pemanfaatan sumber daya lokal dengan efektif menjadi salah satu kunci keberhasilan. Sumber daya lokal mencakup segala sesuatu dari keahlian tenaga kerja, sumber daya alam, hingga pengetahuan budaya dan tradisi. Jika strategi yang diterapkan tidak memanfaatkan sumber daya ini dengan maksimal, maka ada potensi kegagalan dalam upaya pembangunan tersebut. Hal ini dapat menghambat pencapaian tujuan utama smart city, yaitu menciptakan lingkungan yang berkelanjutan, efisien, dan responsif terhadap kebutuhan warganya.

Selain itu, mengabaikan kebutuhan dan prioritas lokal dapat menimbulkan ketidakpuasan di kalangan masyarakat. Setiap kota memiliki keunikan tersendiri, dengan kebutuhan dan prioritas yang mungkin berbeda dari kota lain. Jika strategi smart city yang diterapkan bersifat umum dan tidak mempertimbangkan kekhasan setiap kota, maka ada risiko bahwa solusi yang diberikan mungkin tidak relevan atau bahkan bertentangan dengan apa yang diinginkan oleh masyarakat setempat. Sebagai akibatnya, keberlanjutan dan kesuksesan inisiatif smart city dapat terancam (Giffinger dkk., 2010), (Walters, 2011).

2. Tindakan horizontal mungkin keliru mengasumsikan bahwa hambatan dan peluang yang ada sama di semua kota dalam satu negara.

Tindakan horizontal mengacu pada pendekatan atau kebijakan yang diterapkan secara seragam di seluruh kota atau wilayah dalam sebuah negara. Meskipun pendekatan semacam ini mungkin terlihat sederhana dan efisien, terutama dalam konteks implementasi kebijakan, ia sering kali menghadapi tantangan signifikan. Salah satu masalah utamanya adalah asumsi bahwa setiap kota memiliki hambatan dan peluang yang sama. Dengan kata lain, pendekatan ini cenderung mengabaikan keunikan dan kekhasan setiap kota, yang mungkin memiliki kebutuhan, tantangan, dan potensi yang berbeda.

Misalnya, apa yang mungkin bekerja dengan baik di kota metropolitan besar mungkin tidak sesuai untuk kota kecil atau kota dengan karakteristik geografis dan sosial-ekonomi tertentu. Hambatan yang dihadapi oleh satu kota bisa jadi berbeda dengan kota lain, begitu pula dengan peluang yang tersedia. Jika kebijakan atau strategi diimplementasikan tanpa mempertimbangkan perbedaan ini, ada risiko besar bahwa tindakan tersebut akan kurang efektif atau bahkan kontraproduktif. Oleh karena itu, penting bagi pembuat kebijakan untuk memahami dan mengakui keragaman ini saat merancang dan menerapkan strategi atau inisiatif apa pun (Gracias dkk., 2023).

BAB III
ASPEK PENILAIAN SMART CITY

3.1 Pentingnya Penilaian Smart City

Sesuai dengan (Neirotti dkk., 2014) smart city dapat didefinisikan sebagai ekosistem dinamis yang terdiri dari komponen yang saling berhubungan dan otomatis. Berdasarkan dari prinsip-prinsip General System Theory (GST), lanskap perkotaan dapat disamakan dengan sistem multi-tier, berisikan beragam subsistem atau fungsi. Fungsi-fungsi ini dapat diklasifikasikan menjadi dua domain menyeluruh: domain "hard" berwujud yang mencakup energi, air, pengelolaan limbah, transportasi, sistem lingkungan, bangunan, dan infrastruktur perawatan kesehatan, dan domain "soft" atau tidak berwujud yang terdiri dari pendidikan, kesejahteraan sosial, kohesi masyarakat, administrasi publik, kesempatan kerja, keterlibatan sipil, dan kegiatan ekonomi. Oleh karena itu, inti dari smart city terletak pada keterkaitan subsistem ini dalam kerangka kota, seperti yang ditekankan oleh (Rochet & Villechenon, 2014)

Penilaian smart city berdasarkan pada penerapan GST untuk evolusi paradigma smart city, seperti yang diuraikan oleh ((Checkland & Haynes, 1994) GST menyediakan bahasa universal untuk mengartikulasikan dan bertukar tantangan di berbagai disiplin ilmu, membuatnya dapat beradaptasi dengan banyak konteks. Akibatnya, pendekatan pemecahan masalah dalam smart city sejalan dengan teori sistem GST, di mana kompleksitas dunia nyata ditangani dalam lingkup ranah subsistem hard dan soft (Noori, Hoppe, dkk., 2020) sehingga, evaluasi smart city dapat diukur melalui outcome dari model input-output (IO) smart city.

Model IO smart city memiliki empat aspek utama: input (sumber daya), proses (mekanisme transformatif), output (aplikasi praktis), dan outcome (dampak eksternal). Input mencakup sumber daya manusia, pengetahuan dan inovasi, infrastruktur teknologi

diseminasi informasi (TIK), dan reservoir keuangan. Proses mencakup saluran dinamis, serta tata kelola dan kemampuan kepemimpinan yang memperkuat nilai sumber daya, mengubahnya menjadi output nyata. Output melambangkan aplikasi praktis, sementara eksternalitas mencerminkan outcome yang berasal dari proses IO smart city, berkontribusi pada keberlanjutan holistik kota. Akibatnya, evaluasi smart city dapat dikatakan sangat penting, karena menentukan keberlanjutannya yang dilihat dari dimensi lingkungan, ekonomi, dan sosial.

Pada dasarnya, tujuan inti dari menilai smart city adalah untuk memberikan wawasan dan masukan untuk pengambilan keputusan, memfasilitasi penilaian komprehensif apakah implementasi sejalan dengan arah yang diinginkan (Ahvenniemi dkk., 2017) Penilaian smart city mewakili ranah yang muncul, penuh dengan potensi untuk kemajuan di masa depan (Sharifi, 2019) Selain itu, evaluasi smart city dapat dijadikan pemantauan kinerja, berfungsi sebagai tolok ukur untuk mengevaluasi beragam manfaat bagi berbagai pemangku kepentingan, termasuk otoritas kota, investor, lembaga pendanaan, cendekiawan, dan penduduk (Patrão dkk., 2020)

Evaluasi smart city telah memberikan banyak keuntungan bagi beragam pemangku kepentingan, mulai dari otoritas kota, investor, lembaga pendanaan, peneliti, dan masyarakat luas. Otoritas kota memiliki tanggung jawab besar dalam merencanakan dan mengembangkan smart city. Salah satu manfaat utama yang mereka dapatkan adalah kemampuan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan dalam perencanaan mereka. Hal ini memungkinkan mereka untuk membuat keputusan yang lebih tepat dan terarah dalam mengembangkan kota yang lebih canggih dan berkelanjutan (Garau & Pavan, 2018).

Selain itu, dengan berfokus pada pengembangan smart city, otoritas kota juga dapat memahami lebih dalam tentang kebutuhan teknis yang diperlukan. Ini mencakup pemahaman tentang teknologi apa yang paling relevan dan bagaimana teknologi tersebut dapat diterapkan dalam konteks perkotaan untuk

meningkatkan kualitas hidup penduduk (Debnath dkk., 2014). Terakhir, salah satu manfaat penting lainnya dari fokus pada smart city adalah peningkatan transparansi kota. Dengan transparansi yang lebih baik, warga kota dapat memiliki kepercayaan yang lebih besar terhadap otoritas kota dan merasa lebih terlibat dalam proses pengambilan keputusan (Fernandez-Anez dkk., 2018).

Investor dan lembaga pendanaan memainkan peran penting dalam perkembangan smart city. Salah satu keuntungan yang mereka peroleh adalah peningkatan kemampuan dalam menentukan arah investasi. Dengan informasi yang tepat dan analisis mendalam, mereka dapat membuat keputusan investasi yang lebih strategis dan menguntungkan, sesuai dengan tren dan kebutuhan perkembangan kota (Giffinger dkk., 2010. Selain itu, fokus pada smart city memberikan mereka kesempatan untuk mengidentifikasi dan memanfaatkan peluang bisnis baru. Seiring perkembangan teknologi dan kebutuhan masyarakat, banyak peluang baru yang muncul yang dapat dijadikan sumber pendapatan dan pertumbuhan bisnis (Mohan dkk., 2020).

Terakhir, salah satu manfaat lain yang penting bagi investor dan lembaga pendanaan adalah adanya bukti ilmiah dalam menentukan alokasi pendanaan. Dengan bukti dan data yang valid, mereka dapat mengalokasikan dana dengan cara yang lebih efisien, memastikan bahwa investasi mereka memberikan hasil maksimal (Caird dkk., 2016).

Peneliti memegang peran kunci dalam evolusi dan perkembangan smart city. Mereka terus-menerus mencari cara untuk meningkatkan performa smart city melalui berbagai strategi inovatif. Salah satu manfaat utama yang mereka peroleh dari fokus pada area ini adalah kemampuan untuk mengembangkan strategi baru yang dapat memberikan dampak signifikan pada bagaimana smart city berfungsi dan memberikan layanan kepada penduduknya. Dengan berbasis pada data dan riset yang komprehensif, peneliti dapat mengidentifikasi area-area potensial untuk inovasi dan peningkatan (Caird dkk., 2016).

Selain itu, tantangan lain yang dihadapi dalam pengembangan smart city adalah kompleksitasnya. Smart city melibatkan banyak aspek, mulai dari teknologi hingga tata kelola. Melalui riset mendalam, peneliti mampu menyederhanakan kompleksitas ini, membuatnya lebih mudah dipahami dan diterapkan oleh pihak-pihak lain yang terlibat dalam pengembangan kota. Kemampuan untuk memahami dan menyederhanakan ini adalah esensial dalam memastikan bahwa smart city dapat berkembang dan beradaptasi dengan cepat dengan kebutuhan yang berubah-ubah (Akande, Cabral, & Casteleyn, 2019).

Masyarakat memegang peran sentral dalam kesuksesan pengembangan smart city. Salah satu manfaat yang dirasakan oleh masyarakat adalah peningkatan kesadaran terkait konsep dan implementasi smart city. Dengan informasi yang lebih baik dan pemahaman yang mendalam tentang apa itu smart city dan bagaimana ia bekerja, masyarakat dapat merasakan manfaat langsung dari teknologi dan inovasi yang diterapkan di kota mereka. Kesadaran ini bukan hanya tentang teknologi, tetapi juga tentang bagaimana teknologi tersebut dapat meningkatkan kualitas hidup mereka (Caird dkk., 2016).

Selain itu, dengan pengetahuan dan kesadaran yang meningkat, masyarakat juga memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menentukan keputusan investasi mereka, baik itu dalam hal properti, bisnis, atau aspek-aspek lain dari kehidupan kota. Pengetahuan tentang arah dan prioritas pengembangan smart city dapat memberi mereka keuntungan dalam membuat keputusan yang informasi dan strategis, memastikan bahwa investasi mereka sejalan dengan perkembangan kota (Mohan dkk., 2020).

Tidak hanya itu, keterlibatan aktif masyarakat dalam proses pengembangan smart city juga memberi mereka platform untuk mengomunikasikan keinginan dan kebutuhan mereka kepada otoritas kota. Ini memastikan bahwa suara mereka didengar dan bahwa pengembangan smart city benar-benar mencerminkan kebutuhan dan aspirasi penduduk kota. Keterlibatan ini membuka jalan untuk pembuatan kebijakan yang lebih inklusif dan

demokratis, di mana masyarakat memiliki suara dalam membentuk masa depan kota mereka (Debnath dkk., 2014).

3.2 Kriteria atau Dimensi Penilaian

Kriteria atau dimensi dalam penilaian smart city merupakan standar atau aspek-aspek tertentu yang digunakan untuk mengevaluasi dan mengukur kinerja, efisiensi, dan keberhasilan implementasi konsep smart city di suatu kota. Ini termasuk sejumlah area fokus yang mencakup berbagai aspek kehidupan perkotaan, seperti keberlanjutan lingkungan, inovasi teknologi, tata kelola, infrastruktur, layanan publik, dan kesejahteraan sosial. Dimensi ini dirancang untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang sejauh mana sebuah kota telah berhasil mengintegrasikan teknologi dan solusi cerdas untuk meningkatkan kualitas hidup penduduknya, meningkatkan efisiensi operasional kota, dan menciptakan lingkungan perkotaan yang berkelanjutan dan inklusif. Dengan menilai kinerja suatu kota berdasarkan kriteria atau dimensi ini, pemangku kepentingan dapat mengidentifikasi area kekuatan dan kelemahan, menentukan prioritas untuk peningkatan lebih lanjut, dan merencanakan inisiatif dan proyek untuk memajukan tujuan smart city mereka.Untuk itu berikut adalah beberapa kriteria atau dimensi penilaian smart city yang telah ada.

3.2.1 Cohen

Cohen menekankan enam dimensi kunci dalam penilaian smart city: Environment, Mobility, Government, Economy, People, dan Living (Cohen, 2022). Dimensi Environment menilai upaya kota dalam menjaga dan melindungi lingkungan untuk generasi mendatang, mencerminkan pentingnya peran lingkungan dalam kesejahteraan warga kota. Mobility mengukur efektivitas sistem transportasi dalam hal keberlanjutan, efisiensi, dan kontribusinya untuk mengurangi kemacetan dan polusi. Dimensi ini penting karena transportasi yang efisien dan berkelanjutan adalah aspek penting dari kualitas hidup di perkotaan.

Government dan Economy mengukur kinerja pemerintah kota dan kondisi ekonomi, menilai sejauh mana pemerintah dapat memberikan layanan publik yang baik dan menciptakan peluang ekonomi untuk warganya. People mengevaluasi keterlibatan dan kesejahteraan warga kota, memastikan bahwa mereka diberdayakan dan sejahtera. Akhirnya, dimensi Living memastikan bahwa semua aspek kehidupan warga kota, dari kesehatan hingga pendidikan dan budaya, dikelola dengan baik dan berkualitas tinggi.

3.2.2 OECD

The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) mengusulkan empat dimensi dalam menilai smart city: Social, Environmental, Economic, dan Institutional (Hass dkk., 2002). Dimensi Social menekankan pentingnya kesejahteraan sosial, mencakup aspek seperti kesehatan, pendidikan, dan inklusivitas sosial. Ini mencerminkan keyakinan bahwa smart city harus memprioritaskan kesejahteraan dan perkembangan warganya. Environmental menilai komitmen dan upaya kota untuk melindungi dan mengelola sumber daya alam secara berkelanjutan, menekankan pentingnya keberlanjutan lingkungan dalam konsep smart city.

Dimensi Economic mengukur kinerja ekonomi kota, termasuk aspek seperti pembangunan ekonomi berkelanjutan, inovasi, dan daya saing. Ini menekankan pentingnya ekonomi yang kuat sebagai dasar untuk smart city. Institutional mengevaluasi struktur tata kelola dan administrasi kota, menilai sejauh mana mereka efektif dan transparan, dan bagaimana mereka mempromosikan partisipasi warga. Dimensi ini penting untuk memastikan bahwa tata kelola kota mendukung dan memfasilitasi perkembangan smart city.

3.2.3 Milad Pira

Milad Pira mengusulkan empat dimensi penilaian smart city: Socio-cultural, Economic, Environmental, dan Governance (Pira,

2021). Socio-cultural menilai aspek-aspek sosial dan budaya kota, termasuk kesejahteraan warga kota, keragaman, dan inklusivitas. Ini mencerminkan kepercayaan bahwa smart city harus mendukung dan merayakan keragaman dan kesejahteraan sosial, memastikan bahwa semua warga kota memiliki akses yang sama ke peluang dan layanan.

Dimensi Economic menilai pertumbuhan ekonomi kota dan keberlanjutan ekonominya, menekankan pentingnya ekonomi yang kuat dan berkelanjutan untuk mendukung perkembangan smart city. Environmental menilai upaya kota untuk melindungi lingkungan dan mengelola sumber daya secara berkelanjutan, menggarisbawahi pentingnya keberlanjutan lingkungan dalam konsep smart city. Dimensi Governance mengevaluasi efektivitas dan akuntabilitas tata kelola kota, memastikan bahwa pemerintah kota beroperasi dengan efisien dan bertanggung jawab kepada warganya.

3.2.4 Zhiqiang Wu

Zhiqiang Wu memperkenalkan empat dimensi penilaian smart city: Intelligent Governance and Service, Intelligent Economy and Industry, Intelligent Hardware Construction, dan Residents' Intelligent Capacity (Wu dkk., 2021). Intelligent Governance and Service menilai kemampuan pemerintah kota untuk menggunakan teknologi cerdas untuk meningkatkan layanan publik dan efisiensi operasional, mencerminkan pentingnya inovasi teknologi dalam peningkatan layanan pemerintah.

Dimensi Intelligent Economy and Industry menekankan pentingnya inovasi dan pertumbuhan ekonomi yang didorong oleh teknologi cerdas. Ini menilai kemampuan kota untuk mendorong pertumbuhan ekonomi dan inovasi dengan memanfaatkan teknologi cerdas. Intelligent Hardware Construction menilai infrastruktur fisik dan teknologi kota, memastikan bahwa mereka mendukung dan memfasilitasi perkembangan smart city. Residents' Intelligent Capacity mengevaluasi kemampuan dan kesiapan warga kota untuk memanfaatkan teknologi cerdas,

menekankan pentingnya literasi digital dan keterlibatan warga dalam era smart city.

3.2.5 Sustainable Development Goal (SDG) 11

Sustainable Development Goal (SDG) 11 (ditambah target 1.4 dan 6.3) menggunakan dimensi ini dalam menilai smart city (Patrão dkk., 2020). Target-target ini mencakup berbagai aspek, mulai dari memastikan akses untuk semua orang ke perumahan yang aman dan terjangkau, menyediakan akses ke sistem transportasi yang aman, terjangkau, aksesibel, dan berkelanjutan, hingga meningkatkan perencanaan dan pengelolaan kota untuk menciptakan komunitas inklusif dan berkelanjutan. Penilaian ini mencerminkan komitmen untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan di tingkat kota, memastikan bahwa semua aspek kehidupan perkotaan, dari perumahan hingga transportasi dan lingkungan, dikelola dengan cara yang inklusif dan berkelanjutan. Penekanan pada target-target SDG ini menunjukkan pemahaman bahwa smart city harus memprioritaskan keberlanjutan, inklusivitas, dan aksesibilitas, memastikan bahwa semua warga kota memiliki akses ke infrastruktur, layanan, dan peluang yang mereka butuhkan untuk berkembang dan sejahtera.

3.2.6 Center of Regional Science

Pendekatan Center of Regional Science menyoroti enam dimensi kunci: Smart Environment, Smart Economy, Smart Governance, Smart People, Smart Living, dan Smart Mobility (Koca dkk., 2021). Smart Environment mengevaluasi upaya untuk melindungi lingkungan dan mempromosikan keberlanjutan. Ini mencakup tindakan untuk mengurangi emisi, menjaga sumber daya alam, dan menerapkan solusi energi terbarukan. Smart Economy menilai kesejahteraan ekonomi dan inovasi, memastikan bahwa kota mendukung pertumbuhan ekonomi dan peluang untuk semua warganya.

Smart Governance menekankan pentingnya tata kelola yang efisien dan efektif, memastikan bahwa pemerintah kota berfungsi

dengan baik dan merespons kebutuhan warganya. Smart People menilai pendidikan, keterampilan, dan kesejahteraan masyarakat, sementara Smart Living mengevaluasi kualitas hidup, termasuk kesehatan, keamanan, dan kebudayaan. Akhirnya, Smart Mobility menekankan pentingnya sistem transportasi yang efisien dan berkelanjutan, memastikan bahwa warga kota dapat dengan mudah dan aman bergerak di seluruh kota.

3.2.7 Kimiya Rahmani Mokarrari, S. Ali Torabi

Kimiya Rahmani Mokarrari dan S. Ali Torabi menekankan enam dimensi: Environment, Living, Mobility, Economy, People, dan Governance (Kimiya & Torabi, 2021). Ini mirip dengan kerangka kerja lain, menekankan pentingnya melindungi lingkungan, mempromosikan kualitas hidup yang baik, memastikan mobilitas yang efisien, mendukung ekonomi yang kuat, memberdayakan masyarakat, dan memastikan tata kelola yang baik.

Pendekatan ini menunjukkan pemahaman bahwa smart city harus komprehensif dalam pendekatannya, memastikan bahwa semua aspek kehidupan perkotaan dikelola dengan baik untuk mendukung kesejahteraan dan perkembangan warganya. Ini mencerminkan komitmen untuk menciptakan kota yang berkelanjutan, inklusif, dan inovatif yang mendukung kesejahteraan dan perkembangan semua warganya.

3.2.8 Mohammed Agbali

Mohammed Agbali menekankan tiga dimensi kunci: Infrastructure, Institution, dan People (Agbali dkk., 2019). Infrastructure menilai kualitas dan ketersediaan infrastruktur dasar, termasuk transportasi, energi, dan teknologi informasi. Ini mencerminkan pemahaman bahwa infrastruktur yang baik adalah dasar untuk smart city. Institution mengevaluasi efektivitas dan efisiensi institusi kota, termasuk pemerintah dan organisasi lainnya, menekankan pentingnya tata kelola yang baik dalam mendukung perkembangan smart city.

People menilai kesejahteraan dan pemberdayaan masyarakat, mencerminkan keyakinan bahwa smart city harus mendukung dan memberdayakan warganya, memastikan bahwa mereka memiliki akses ke peluang, layanan, dan sumber daya yang mereka butuhkan untuk berkembang dan sejahtera.

3.2.9 NECE-ITU

NECE-ITU menekankan tiga dimensi kunci: Economy, Environment, dan Society (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019). Economy mengevaluasi kinerja ekonomi dan inovasi kota, memastikan bahwa kota mendukung pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dan menciptakan peluang untuk warganya. Ini menyoroti pentingnya pembangunan ekonomi yang seimbang dengan penekanan pada inovasi dan penciptaan lapangan kerja.

Environment menilai upaya kota untuk melindungi lingkungan dan mempromosikan keberlanjutan, memastikan bahwa kota mengelola sumber daya alamnya dengan bijaksana dan melindungi lingkungannya untuk generasi mendatang. Ini mencakup inisiatif untuk mengurangi emisi, mempromosikan energi bersih, dan menjaga kebersihan dan keindahan lingkungan alam. Society menilai kesejahteraan dan inklusivitas sosial, memastikan bahwa kota mendukung kesejahteraan dan perkembangan semua warganya, mempromosikan inklusivitas dan akses yang sama ke layanan dan peluang untuk semua orang.

3.2.10 Center for Globalization and Strategy dan IESE

Center for Globalization and Strategy dan IESE Business School menekankan sembilan dimensi, termasuk Human Capital, Social Cohesion, Economy, Governance, Environment, Mobility and Transportation, Urban Planning, International Outreach, dan Technology (Berrone & Ricart, 2018). Dimensi Human Capital menekankan pada pentingnya membangun dan memelihara sumber daya manusia yang berkualitas untuk mendorong inovasi dan pertumbuhan ekonomi.

Social Cohesion menilai sejauh mana kota tersebut mempromosikan hubungan sosial yang kuat dan komunitas yang inklusif, sementara Governance menekankan pentingnya tata kelola yang baik, transparansi, dan partisipasi warga dalam proses pengambilan keputusan. Mobility and Transportation mengevaluasi infrastruktur transportasi kota dan kemudahan aksesibilitas, sementara Urban Planning menilai kualitas perencanaan perkotaan dan pengembangan infrastruktur.

3.2.11 Institute for Urban Strategies

Institute for Urban Strategies menekankan enam dimensi: Economy, R&D, Cultural Interaction, Livability, Environment, dan Accessibility (Takenaka & Ichikawa, 2018). Economy dan R&D menilai kinerja ekonomi kota dan investasi dalam penelitian dan pengembangan, memastikan bahwa kota terus berkembang dan inovatif. Cultural Interaction menilai sejauh mana kota tersebut mempromosikan dan mendukung interaksi budaya yang kaya dan keberagaman. Livability mengevaluasi kualitas hidup di kota, termasuk kualitas infrastruktur dan layanan, serta kepuasan warga. Environment menilai upaya kota untuk melindungi lingkungan dan mempromosikan keberlanjutan, sementara Accessibility menilai sejauh mana kota tersebut menyediakan akses yang mudah dan nyaman ke layanan dan fasilitas penting.

3.2.12 ESTI

European Telecommunications Standards Institute (ESTI) menekankan empat dimensi utama: People, Planet, Prosperity, dan Governance (Huovila dkk., 2019), (ETSI, 2017). People menilai kesejahteraan dan perkembangan penduduk kota, memastikan bahwa semua warga memiliki akses ke layanan dan peluang yang mereka butuhkan. Planet menekankan pada keberlanjutan lingkungan, dengan fokus pada pengelolaan sumber daya alam yang efisien dan perlindungan lingkungan.

Prosperity menilai kinerja ekonomi kota, memastikan pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dan penciptaan peluang

untuk semua warga kota. Governance, akhirnya, menekankan pada tata kelola yang efektif, termasuk partisipasi warga dalam pengambilan keputusan dan transparansi proses pengambilan keputusan.

3.2.13 International Standard Organization (ISO)

ISO menekankan pada berbagai dimensi untuk menilai dan membimbing pengembangan smart city, meliputi: Economy, Education, Energy, Environment and Climate Change, Finance, Governance, Health, Housing, Population and Social Conditions, Recreation, Safety, Solid Waste, Sport and Culture, Telecommunication, Transportation, Urban/Local Agriculture and Food Security, Urban Planning, Wastewater, dan Water (Huovila dkk., 2019), (Kristiningrum & Kusumo, 2021).

Dimensi Economy menilai kesehatan ekonomi kota, mencakup pertumbuhan, inovasi, dan stabilitas ekonomi. Education menilai kualitas dan aksesibilitas sistem pendidikan kota, sementara Energy menilai penggunaan dan pengelolaan energi yang berkelanjutan. Environment and Climate Change menilai upaya kota untuk melawan perubahan iklim dan melindungi lingkungan, dan Finance menilai kesehatan keuangan kota, termasuk investasi dalam infrastruktur dan teknologi.

Dimensi lain seperti Health dan Housing menilai kesejahteraan penduduk kota dalam hal kesehatan dan kualitas perumahan, sementara Population and Social Conditions menilai kondisi sosial dan demografis kota. Dimensi tambahan seperti Urban/Local Agriculture and Food Security, dan Water dan Wastewater menilai kinerja kota dalam hal pengelolaan air dan limbah, serta upaya untuk mempromosikan pertanian lokal dan keamanan pangan.

3.2.14 International Telecommunication Union (ITU)

ITU menekankan tiga dimensi utama dalam evaluasi smart city: Economy, Environment, dan Society & Culture (ITU-T, 2022),

(Huovila dkk., 2019). Economy mengevaluasi kinerja ekonomi kota, termasuk pertumbuhan ekonomi, inovasi, dan penciptaan lapangan kerja. Ini mencakup faktor seperti investasi dalam teknologi baru, dukungan untuk bisnis lokal, dan pengembangan industri kreatif dan teknologi tinggi. Environment menilai upaya kota untuk melindungi lingkungan dan mempromosikan keberlanjutan. Ini mencakup inisiatif seperti pengelolaan sumber daya alam, pengurangan emisi karbon, dan promosi energi terbarukan. Society & Culture menilai kualitas kehidupan sosial dan budaya kota, termasuk pendidikan, kesehatan, dan kesenjangan sosial. Ini mencakup faktor-faktor seperti keberagaman budaya, kesetaraan gender, dan akses ke layanan sosial dan budaya. Dengan menilai dimensi-dimensi ini, ITU membantu kota mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan mereka dalam konteks pembangunan cerdas, memungkinkan mereka untuk menargetkan upaya pembangunan mereka untuk hasil maksimal.

3.3 Domain Penilaian Smart City

Dalam pengembangan dan implementasi konsep smart city, evaluasi memegang peranan yang sangat penting. Seperti yang ditekankan oleh (Ahvenniemi dkk., 2017), evaluasi ini bukan hanya sekedar penilaian rutin, melainkan menjadi sebuah mekanisme yang memberikan masukan kritis dan panduan yang esensial bagi pengambilan keputusan strategis. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa setiap langkah dalam implementasi smart city selalu bergerak sesuai dengan visi dan arah yang diinginkan. Evaluasi ini menjadi semacam 'kompas' bagi para pemangku kepentingan untuk memastikan bahwa inisiatif smart city yang dijalankan tidak menyimpang dari tujuan awal.

Yang menarik, evaluasi smart city sendiri adalah sebuah domain atau bidang yang relatif baru. Meski demikian, potensinya sangat besar, seperti yang diungkapkan oleh (Sharifi, 2019). Banyak aspek yang bisa dieksplorasi lebih lanjut dan banyak inovasi yang bisa dikembangkan di masa mendatang. Selain itu, fungsi lain dari evaluasi ini, seperti yang dijelaskan oleh (Patrão dkk., 2020),

adalah sebagai alat pemantauan kinerja. Dengan evaluasi, kita bisa memiliki sebuah platform yang tidak hanya mengukur keberhasilan implementasi, tetapi juga menilai sejauh mana manfaat yang diberikan kepada berbagai pemangku kepentingan, mulai dari otoritas kota, investor, lembaga pendanaan, peneliti, hingga ke masyarakat luas.

Evaluasi smart city memerlukan pendekatan yang holistik dan terstruktur, di mana dua domain utama menjadi pusat perhatian: 'kecerdasan' dan 'keberlanjutan'. Aspek kecerdasan berkaitan dengan bagaimana teknologi, inovasi, dan solusi digital diterapkan untuk meningkatkan kualitas kehidupan dan efisiensi operasional kota. Sementara keberlanjutan menyoroti bagaimana kota dapat berkembang tanpa mengorbankan kebutuhan generasi mendatang, menjaga keseimbangan antara pertumbuhan, lingkungan, dan kesejahteraan sosial.

Sebagai ilustrasi, penilaian smart city oleh (Ozkaya & Erdin, 2020) memperlihatkan bagaimana kedua aspek tersebut dapat dievaluasi. Dalam kajiannya, mereka mempertimbangkan enam dimensi penting, yaitu: kehidupan, ekonomi, mobilitas, tata kelola, lingkungan, dan masyarakat. Sumber data utama mereka berasal dari wawancara mendalam dengan para ahli di bidang terkait, dan mereka menerapkan metode Proses Jaringan Analitik (ANP) serta TOPSIS sebagai pendekatan analitiknya. Di sisi lain, penilaian smart city oleh (Antwi-afari dkk., 2021) memiliki fokus yang serupa, tetapi dengan pendekatan pengumpulan data yang berbeda. Mereka mengambil data melalui survei dan kuesioner kepada stakeholder terkait dan menggunakan Evaluasi Sintetis Fuzzy (FSE) dalam analisisnya.

Selanjutnya, penilaian smart city oleh (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019) memberikan perspektif lain dalam evaluasi smart city. Meskipun mereka juga mempertimbangkan aspek kecerdasan dan keberlanjutan, ada perbedaan dalam prioritas dimensinya. Mereka lebih menekankan pada dimensi sosial, ekonomi, dan lingkungan. Dalam hal sumber data, penilaian ini mengandalkan Data Urban Audit dan Basis Data Eurostat sebagai sumber data sekunder

mereka. Metode analisis yang mereka gunakan meliputi klasterisasi hierarki dan Analisis Komponen Utama (PCA).

Terdapat juga penilaian smart city yang secara khusus hanya berfokus pada aspek kecerdasan atau keberlanjutan dari konsep smart city. Meskipun keduanya merupakan pilar utama dalam pengembangan smart city, pemisahan fokus ini memungkinkan untuk mendalami dan memahami setiap aspek dengan lebih detail. Penekanan pada aspek kecerdasan biasanya berkaitan dengan integrasi teknologi, digitalisasi, dan inovasi dalam infrastruktur kota, sementara keberlanjutan lebih mengarah pada keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi, kesejahteraan sosial, dan pelestarian lingkungan. Seiring waktu, pemahaman mendalam dari masing-masing aspek ini akan sangat penting untuk menyatukan kedua komponen tersebut dalam implementasi smart city yang holistik.

Penilaian smart city oleh (Kimiya & Torabi, 2021) adalah salah satu yang menyoroti aspek kecerdasan. Dalam penilaiannya, mereka mempertimbangkan enam dimensi penting: lingkungan, kehidupan, mobilitas, ekonomi, masyarakat, dan tata kelola. Sumber data utama yang mereka gunakan diperoleh melalui wawancara mendalam dan survei kepada berbagai stakeholder terkait. Untuk analisisnya, mereka menggunakan metode Pengambilan Keputusan Multi-Atribut (MADM) yang memungkinkan evaluasi komprehensif dari berbagai faktor.

Sementara itu, penilaian smart city oleh (Shen, Huang, Wong, dkk., 2018) juga fokus pada kecerdasan smart city tetapi dengan dimensi yang sedikit berbeda. Mereka mengevaluasi dimensi seperti infrastruktur, tata kelola, ekonomi, masyarakat, dan lingkungan. Sebagai sumber data sekunder, mereka mengandalkan Buku Statistik Kota Tiongkok dan laporan kualitas udara. Dalam analisisnya, mereka memilih untuk menggunakan metode TOPSIS untuk mendapatkan hasil yang objektif.

Di sisi lain, ada penilaian smart city yang lebih menekankan pada aspek keberlanjutan smart city. Sebagai contoh, penilaian smart

city oleh (Li dkk., 2019) mempertimbangkan dimensi seperti inovasi, ekonomi, infrastruktur, layanan, mobilitas, dan lingkungan. Sumber data sekunder yang mereka gunakan berasal dari Buku Statistik Tiongkok dan Buku Tahunan Industri Informasi Tiongkok. Untuk analisisnya, mereka mengaplikasikan metode Analisis Komponen Utama (PCA) dan propagasi balik (BP).

Terakhir, penilaian smart city oleh (Liu dkk., 2021) juga berfokus pada keberlanjutan tetapi dengan pendekatan yang berbeda. Mereka mempertimbangkan dimensi sosial, ekonomi, dan lingkungan dalam evaluasinya. Sebagai sumber data sekunder, mereka mengambil informasi dari peringkat kota-kota sebelumnya untuk mendapatkan gambaran umum tentang keberlanjutan kota yang diteliti.

BAB IV
TEKNIK PENILAIAN SMART CITY

4.1 Sumber Data Penilaian

Evaluasi smart city memerlukan pendekatan yang komprehensif, dan berbagai kerangka kerja telah dikembangkan untuk memandu proses ini. Apa yang membuat setiap kerangka kerja unik adalah bagaimana mereka mendefinisikan dan mengumpulkan data, serta sumber informasi yang mereka gunakan. Masing-masing kerangka kerja memiliki metodologi dan fokus tertentu, mencerminkan prioritas dan tantangan khusus dari konteks smart city yang akan dinilai.

The City Intelligence Quotient (City IQ) adalah kerangka kerja yang menjadi contoh menarik tentang bagaimana data dari Media Sosial dapat dimanfaatkan dalam evaluasi smart city. Dengan memperhitungkan Media Sosial sebagai sumber datanya, City IQ mengakui pentingnya mendengarkan suara masyarakat. Ini menandakan sebuah pergeseran dalam pendekatan evaluasi, di mana pendapat masyarakat dianggap sebagai komponen kunci dalam menilai keberhasilan inisiatif smart city. Media sosial, dengan interaksi langsung dari warganya, dapat memberikan wawasan tentang kebutuhan, aspirasi, dan tanggapan masyarakat terhadap inisiatif smart city (Wu dkk., 2021).

Disisi lain, kerangka kerja Smart city service portfolio smart menunjukkan bagaimana pendekatan akademik dan keahlian khusus dapat memberikan kontribusi penting dalam evaluasi. Ini mencerminkan betapa pentingnya pendekatan ilmiah dalam pemahaman smart city. Dengan mengambil informasi dari Akademisi/Ahli, kerangka kerja ini menekankan pentingnya teori, penelitian empiris, dan pemahaman mendalam tentang konsep smart city dalam prakteknya (Wirtz dkk., 2020).

Demikian pula, kerangka kerja Smart development levels juga memanfaatkan pengetahuan dari Akademisi/Ahli. Ini menunjukkan bagaimana keahlian spesifik dan kajian yang mendalam dapat memberikan nuansa dan kedalaman tambahan dalam evaluasi, memastikan bahwa aspek-aspek kritis dari smart city tidak terlewatkan. Pendekatan ini menyoroti bagaimana penilaian yang sistematis dan mendalam dapat memberikan kerangka kerja yang lebih kuat untuk evaluasi (Antwi-afari dkk., 2021).

Namun, sumber data yang paling sering muncul dalam berbagai kerangka kerja adalah data dari Otoritas Kota berupa data statistik atau laporan tahunan. Contohnya adalah kerangka kerja Smart city performance indeks (Yigitcanlar dkk., 2022). Menggunakan data dari Otoritas Kota menegaskan kredibilitas dan keandalan informasi yang digunakan dalam evaluasi. Menggunakan data dari Otoritas Kota menunjukkan kepercayaan pada data resmi yang disediakan oleh pemerintah atau entitas terkait. Data semacam itu biasanya akurat, terperinci, dan mencerminkan kebijakan serta inisiatif yang sedang dijalankan oleh pemerintah kota.

Kerangka kerja Lisbon ranking for smart sustainable cities juga mengandalkan data dari Otoritas Kota. Ini menunjukkan kecenderungan umum dalam penilaian smart city untuk mengandalkan data yang sahih dan dapat diverifikasi. Ini menggarisbawahi bagaimana data resmi dari pemerintah kota dapat digunakan untuk menilai sejauh mana kota tersebut telah maju dalam perjalanannya menjadi smart city, dengan mengidentifikasi tingkat kematangan berbagai inisiatif (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019).

Selain itu, Smart governance performance juga mengambil data dari Otoritas Kota, menekankan pentingnya strategi digital dalam transformasi smart city. Strategi digital memainkan peran kunci dalam memastikan bahwa teknologi dan inovasi diterapkan dengan cara yang paling efektif untuk mewujudkan visi smart city. Dengan mengakses data resmi, kerangka kerja ini dapat menilai

efektivitas dan dampak dari strategi digital yang diterapkan oleh kota (Herdiyanti dkk., 2019).

Dari berbagai kerangka kerja untuk penilaian smart city yang telah diuraikan, kita dapat melihat bagaimana kombinasi antara data primer dan sekunder digunakan untuk memberikan gambaran yang mendalam dan holistik tentang kota cerdas. Data primer, yang meliputi kuesioner, survei wawancara, analisis lapangan, dan dokumentasi visual, memberikan wawasan langsung dari para pemangku kepentingan dan pengguna layanan kota cerdas. Melalui metode-metode ini, penilai dapat memahami persepsi, tanggapan, dan kebutuhan masyarakat terhadap inisiatif kota cerdas yang sedang berjalan.

Sementara itu, data sekunder, seperti data sensus, audit kota, dan informasi historis, memberikan konteks yang lebih luas tentang bagaimana kota tersebut berkembang sepanjang waktu. Informasi historis, khususnya, memungkinkan analisis tren dan pemahaman tentang bagaimana kebijakan tertentu telah mempengaruhi perkembangan kota cerdas sejauh ini. Selain itu, data sekunder seringkali lebih mudah diakses dan memiliki cakupan yang lebih luas, memungkinkan analisis statistik yang lebih komprehensif (Sharifi, 2020a).

Namun demikian, penggunaan sumber data seperti yang disebutkan memiliki beberapa kekurangan. Pertama, data primer bisa mahal untuk dikumpulkan, sementara data sekunder mungkin tidak selalu akurat atau terkini. Kedua, kerangka kerja penilaian saat ini belum mampu secara efektif mengevaluasi hubungan antara berbagai subsistem perkotaan (Patrão dkk., 2020). Selain itu, data statistik yang biasanya digunakan seringkali usang dan tidak mencerminkan kondisi real-time, yang membatasi kemampuan untuk membuat keputusan yang cepat dan tepat (Sharifi, 2020b). Kekurangan lainnya melibatkan standar evaluasi yang tidak konsisten antar kota, mengingat setiap pemerintah kota bisa memiliki definisi yang berbeda untuk berbagai indikator. Ini mempersulit proses perbandingan dan pembuatan standar evaluasi universal (Sharifi, 2019). Oleh karena itu, ada kebutuhan dalam

proses penilaian yang lebih dinamis, responsif, dan terintegrasi untuk menggunakan jenis data yang berbeda.

Salah satu cara untuk mengatasi keterbatasan dalam sumber data penilaian smart city yang ada, data besar yang berasal dari sumber data publik atau "crowdsourced data" dapat menjadi solusi (Sharifi, 2019), (Dawodu dkk., 2022). Ada empat alasan utama mengapa pendekatan ini dianggap efektif. Pertama, data besar dari crowdsourced data meningkatkan akurasi dalam membangun model atau skenario untuk evaluasi smart city. Ini memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang perkembangan sebuah kota. Kedua, jenis data ini juga dapat mengungkapkan dinamika kompleks perkotaan, sesuatu yang sulit dilakukan dengan metode tradisional (Sharifi, 2019). Ketiga, data dari crowdsourced data tersedia dan dapat diolah secara real-time, mengurangi biaya dan meningkatkan kualitas data (Wu dkk., 2021). Keempat, data ini dapat juga diperoleh dari media sosial, memberikan perspektif langsung dari warga tentang kondisi kota (Wu dkk., 2021), (Zhou dkk., 2021). Dengan memanfaatkan data besar dari crowdsourced data, evaluasi smart city bisa menjadi lebih akurat, efisien, dan responsif.

Di Indonesia, potensi untuk menggunakan crowdsourced data dari media sosial dalam evaluasi smart city sangat besar. Data statistik menunjukkan peningkatan dramatis dalam penggunaan internet dan teknologi informasi. Sebagai contoh, penggunaan internet di rumah telah mencapai 78,18% menurut data Badan Pusat Statistik, dan jumlah pengguna internet di negara ini telah mencapai 204,7 juta orang. Ini membuka peluang besar untuk mengumpulkan data dari platform media sosial seperti Facebook, Instagram, dan Twitter, yang dapat digunakan untuk memperoleh wawasan tentang kecerdasan dan keberlanjutan kota, serta membantu dalam pembuatan kebijakan perkotaan yang lebih inovatif dan berkelanjutan.

Untuk itu, penggunaan "crowdsourced data" atau data dari sumber publik diidentifikasi sebagai solusi inovatif untuk mengatasi keterbatasan dalam metode penilaian smart city saat ini. Melalui

crowdsourced data, peluang untuk meningkatkan akurasi, efisiensi, dan responsivitas dalam evaluasi smart city. Sumber data ini tidak hanya memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang dinamika kota yang kompleks, tetapi juga mengurangi biaya dan meningkatkan kualitas data yang digunakan. Di Indonesia, yang telah mengalami peningkatan signifikan dalam adopsi teknologi informasi, potensi untuk memanfaatkan crowdsourced data, terutama dari media sosial adalah sangat besar. Ini menawarkan peluang untuk mendapatkan perspektif langsung dari warga tentang kondisi kota, yang bisa sangat berharga dalam merancang kebijakan perkotaan yang lebih cerdas dan berkelanjutan. Oleh karena itu, eksplorasi lebih lanjut dan penerapan crowdsourced data dalam penilaian smart city menjadi keharusan dalam upaya untuk menciptakan lingkungan perkotaan yang lebih berkelanjutan dan inklusif.

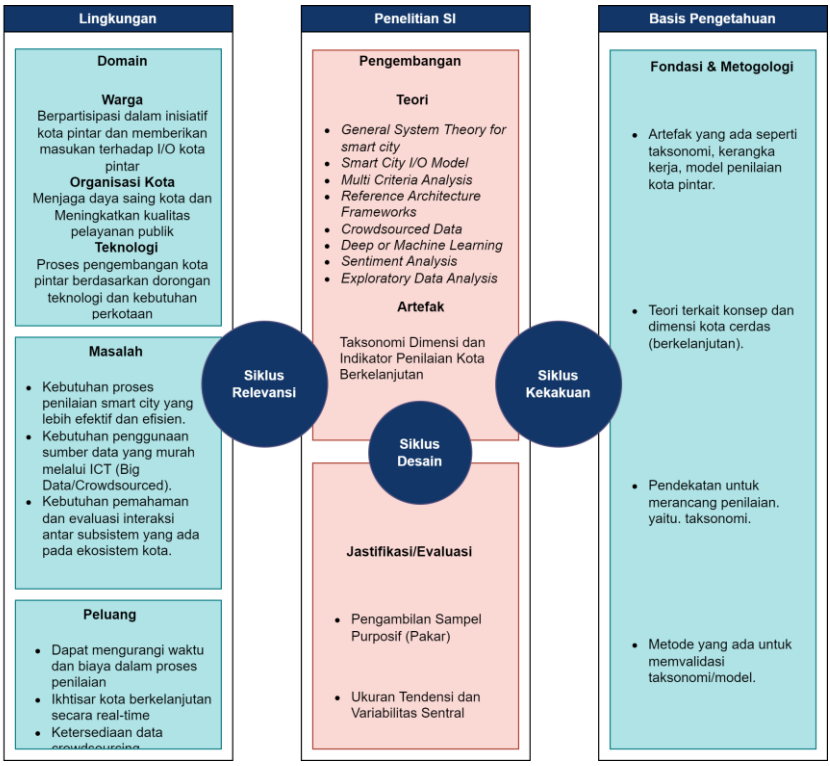
4.2 Studi Kasus Penilaian Smart City

4.2.1 Pengembangan Model Konseptual Penilaian

4.2.1.1 Prosedur Pengembangan

Pengembangan model penilaian smart city bertujuan untuk menjawab pertama yaitu bagaimana menggali potensi data dalam penilaian smart city menggunakan crowdsourced data berdasarkan konsep *General System Theory* (GST). Domain model yang akan dikembangkan yaitu keberlanjutan (*sustainable*) kota. Fokus utama pengembangan ini adalah menghasilkan indikator dan kata kunci berdasarkan dimensi penilaian. Dimensi dan indikator ini berfungsi sebagai dasar untuk membuat model penilaian smart city dalam konteks perkotaan yang berkelanjutan. Model ini dibuat dengan mempertimbangkan pandangan warga melalui crowdsourced data. Untuk mencapai tujuan ini menggunakan kerangka kerja yang disebut Metode Ilmu Desain. Metode ini menggabungkan konseptual dari ilmu perilaku dan paradigma ilmu desain, dan digunakan tidak hanya untuk memahami dan menerapkan model, tetapi juga untuk mengevaluasinya. Metode

ini juga berhubungan erat dengan aspek penting lainnya dalam pengembangan model, termasuk lingkungan dan basis pengetahuan (March & Storey, 2008). Berdasarkan Metode Ilmu Desain yang telah dijelaskan maka adopsi metode tersebut untuk pengembangan model penilaian smart city menggunakan crowdsoruced data dapat dilihat pada Gambar 4.1 (vom Brocke dkk., 2020).



Gambar 4.1 Metodologi Sains Desain

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa dalam ilmu desain, lingkungan (*environment*) dianggap sebagai ruang untuk memecahkan masalah yang penuh dengan fenomena menarik. Fenomena ini berkaitan erat dengan tiga aspek utama: manusia, organisasi, dan teknologi (vom Brocke dkk., 2020). Di dalam ruang yang luas ini, ada banyak tugas, tantangan, dan peluang yang sangat sesuai dengan kebutuhan ekosistem bisnis.

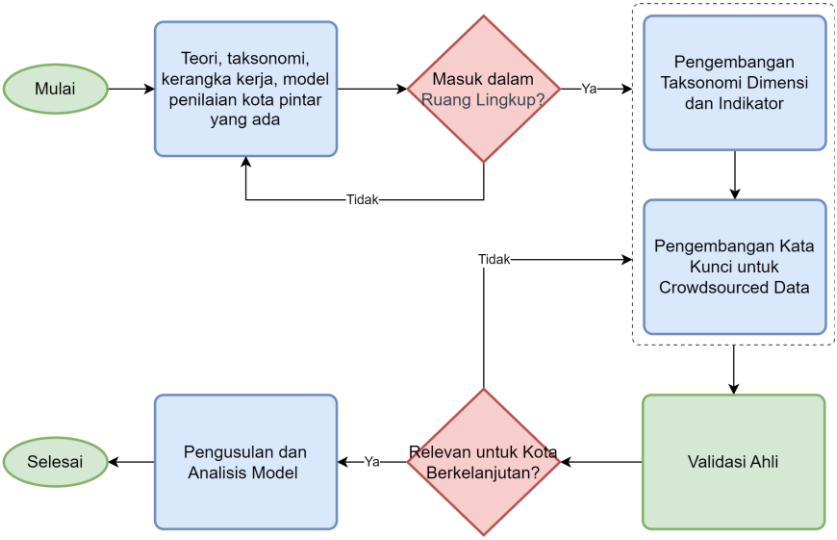
Kebutuhan inilah yang menjadi petunjuk dalam membentuk prasyarat teoritis dan artefak. Dalam konteks ini, prasyarat ini cocok dengan dimensi dan indikator yang sangat penting untuk membuat model penilaian kota berkelanjutan.

Di tengah-tengah tugas-tugas ini, tantangan muncul sebagai hambatan yang harus diatasi. Tantangan ini sangat berkaitan dengan kebutuhan bisnis. Dalam pengembangan ini, mereka menjadi kekuatan pendorong untuk (1) mengembangkan proses penilaian smart city yang lebih efisien dan efektif, (2) mengintegrasikan aliran data yang ramah anggaran melalui teknologi informasi dan komunikasi seperti Big Data dan crowdsourcing, dan (3) memahami dan menganalisis interaksi kompleks antar subsistem dalam ekosistem perkotaan. Sedangkan peluang muncul sebagai katalis yang berpotensi membantu menyelesaikan tantangan ini. Dalam hal ini, peluang ini muncul sebagai cara untuk (1) menyederhanakan investasi waktu dan keuangan dalam proses penilaian, (2) menampilkan gambaran real-time dari lanskap perkotaan yang berkelanjutan, dan (3) menemukan data crowdsourced yang bisa mengubah cara kita memahami kota.

Disisi lain dasar pengembangan model penilaian smart city ini adalah basis pengetahuan (*knowledge base*), yang terdiri dari dua bagian: dasar dan metodologis. Bagian dasar adalah kumpulan teori, kerangka kerja, instrumen, struktur, model, dan metode yang telah menjadi dasar untuk penyelidikan ilmiah. Sementara itu, bagian metodologis adalah petunjuk yang membantu menentukan arah pengembangan (Hevner & Chatterjee, 2010). Dalam konteks ini, basis pengetahuan tersebut terdiri dari: (1) strategi inovatif untuk membuat penilaian, (2) artefak yang sudah ada termasuk taksonomi, kerangka kerja, dan model yang dibuat khusus untuk penilaian smart city, (3) teori yang terkait dimensi kompleks dari paradigma smart city berkelanjutan, dan (4) metodologi yang telah ditetapkan untuk memvalidasi konstruk taksonomi dan model.

Di bidang sistem informasi (*IS research*), komponen-komponen yang tertanam dalam kerangka metodologi ilmu desain berfungsi

sebagai penggerak utama dalam menangani tantangan yang sejalan dengan tujuan. Komponen-komponen ini diatur melalui dua proses utama: penciptaan artefak dan validasi atau pembuktian temuan. Dalam konteks ini, eksplorasi dimulai dengan menguraikan dan penetapan dimensi dan indikator, formulasi kata kunci untuk memanfaatkan data yang bersumber dari masyarakat (*crowdsourced* data), penyusunan taksonomi, diikuti oleh validasi ahli, dan berakhir dengan konseptualisasi model penilaian kota berkelanjutan. Semua proses tersebut seperti yang digambarkan pada Gambar 4.2.

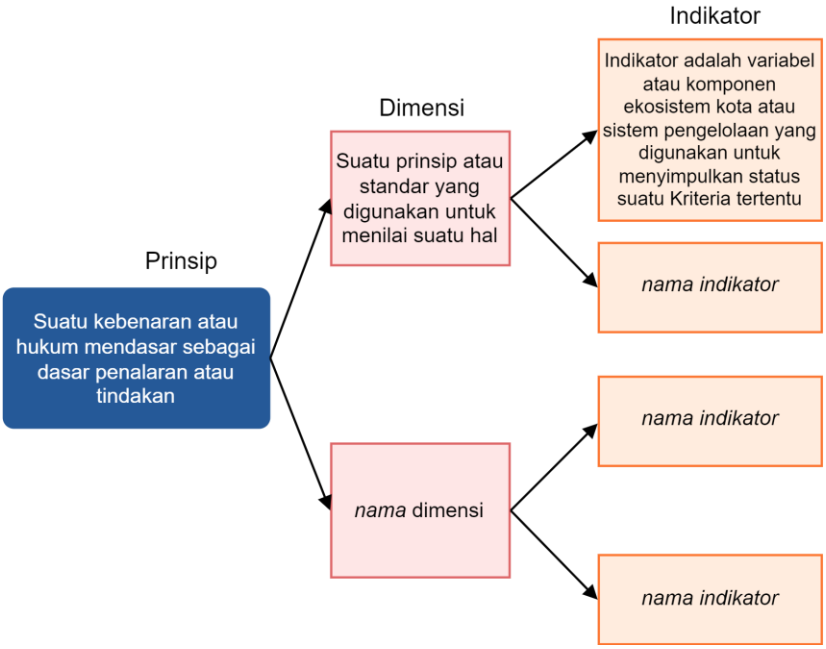


Gambar 4.2 Proses Dalam Siklus Desain

Penentuan dimensi dan indikator menggunakan pendekatan taksonomi. Metode yang digunakan adalah *multi criteria analysis* (MCA), merupakan alat pengambilan keputusan yang dikembangkan untuk masalah multi-kriteria kompleks yang mencakup aspek kualitatif dan/atau kuantitatif dari masalah dalam proses pengambilan keputusan. Hasil taxonomy akan menjadi dasar dalam pemilihan dimensi dan indikator untuk dijadikan model penilaian keberlanjutan kota.

Pengembangan taxonmi melalui MCA ditentukan oleh tiga aspek yaitu prinsip, dimensi (kriteria), dan indikator. Prinsip terkait

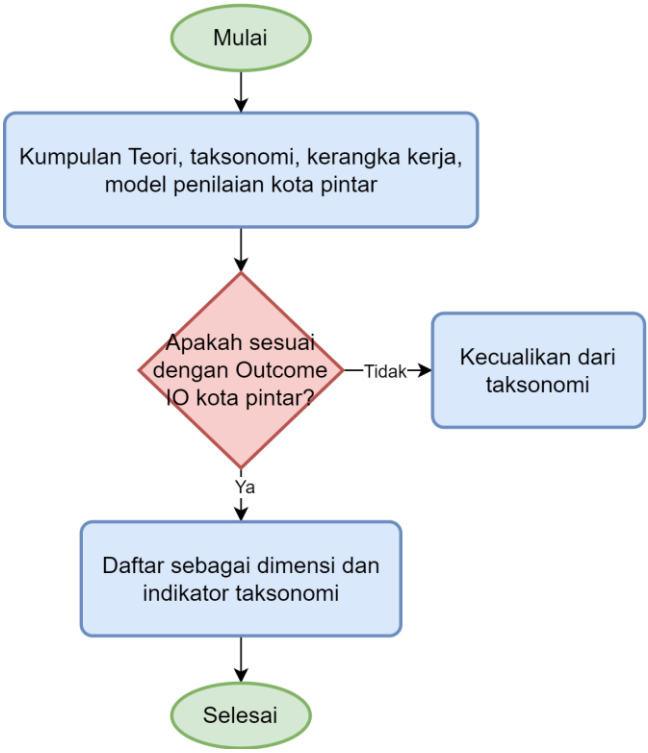
dengan fakta dan hukum fundamental yang menjadi dasar dalam penentuan kontek pengembangan model penilaian. Dimana dalam ini kontek tersebut terkait dengan penilaian smart city dalam bidang keberlanjutan kota. Dimensi merupakan standar dalam proses penilaian. Dimensi juga dapat dikatakan sebagai prinsip untuk mengukur kinerja langsung dan menjadi perantara untuk intgrasi informasi yang diberikan oleh indikator. Sedangkan indikator merupakan komponen ekosistem yang ada dalam sebuah kriteria penialaian. Indikator dijadikan untuk mendapatkan informasi tunggal yang nantinya mewakili agregat dari elemen dalam proses penilaian (Ahmad dkk., 2006). Konsep pembetukan taksonomi dimensi dan indikator untuk pengembangan model penilaian smart city berdasarkan MCA seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Metode Multi Criteria Analaysis

Untuk menentukan taksonomi dimensi dan indikator seperti pada Gambar 4.3 menggunakan data berasal dari berbagai sumber yang terdiri dari kerangka kerja, instrumen, model, dan metode,

semuanya berakar pada landasan penilaian smart city sebelumnya (*knowledge base*), sumber data tersebut sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 2.1. Namun, pemilihan dimensi dan indikator ini mengacuh pada konsep GST dan *outcome* model *input-output* (I/O) smart city (Noori, de Jong, dkk., 2020). Proses pemilahan ini dilakukan seperti yang digambarkan pada Gambar 4.4, memerlukan kompilasi mendalam atas keselarasann kerangka kerja, instrumen, model, dan metode yang terkait dengan penilaian smart city. Proses seleksi dengan memperhatikan apakah kerangka kerja, instrumen, model, dan metode tersebut memiliki dimensi atau kriteria yang terkait dengan sosial, ekonomi, dan lingkungan. Jika memenuhi, mereka akan dimasukan dalam taksonomi dimensi dan indikator (Mendoza dkk., 1999).



Gambar 4.4 Prosedur Penentuan Sumber Data Taksonomi

Proses selanjutnya adalah memilih kata kunci yang tepat untuk masing-masing indikator. Tujuan penentuan kata kunci untuk mendapatkan data yang relevan untuk penilaian keberlanjuta kota. Pemilihan kata kunci ini dilakukan setelah penentuan indikator untuk masing-masing dimensi benar-benar selesai. Penentuan kata kunci ini diambil dari informasi yang sudah ada dan digunakan sebagai dasar taksonomi dimensi dan indikator. Pedoman pemilihan kata kunci untuk setiap indikator adalah sebagai berikut: (1) Kata kunci harus mencerminkan konteks indikator. (2) Kata kunci harus selaras dengan makna indikator. (3) Kata kunci dapat berasal dari indikator awal sebelum definisi tematik ditetapkan. (4) Kata kunci harus mewakili keadaan ekosistem kota. Aturan dalam menentukan kata kunci yang telah dijelaskan akan digunakan untuk mengumpulkan data yang bersumber dari crowdsourced. Crowdsourced mengacu pada data yang dihasilkan secara sukarela oleh warga mengenai dinamika perkotaan pada media tertentu (Crooks dkk., 2015). Dalam konteks ini, data crowdsourced yang dimaksud berfokus pada opini dalam bentuk teks, dimana data jenis ini berpotensi untuk diolah langsung untuk penilaian keberlanjutan perkotaan.

Setelah merancang taksonomi yang mencakup berbagai dimensi, indikator, dan kata kunci, langkah berikutnya adalah memulai proses validasi melalui konsultasi dengan panel ahli. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memastikan bahwa kriteria dan indikator yang telah diidentifikasi sesuai dengan tujuan utama, yaitu mengevaluasi keberlanjutan perkotaan. Untuk memfasilitasi proses validasi, sebuah kuesioner disusun dengan cermat. Kuesioner ini dirancang berdasarkan taksonomi yang telah diidentifikasi dan mencakup serangkaian pertanyaan yang bersifat semi-terstruktur (Saihi dkk., 2022). Bagian pertanyaan tertutup memungkinkan para ahli menilai relevansi dimensi, indikator, dan kata kunci menggunakan skala Likert 5 poin, mulai dari “Tidak Relevan” hingga “Sangat Relevan”. Sedangkan bagian pertanyaan terbuka memberikan ruang untuk ahli menyampaikan saran atau komentar tambahan mengenai indikator yang dihasilkan (Day & Bobeva, 2005).

Dalam pemilihan panel ahli, metode purposive sampling digunakan. Kriteria seleksi meliputi tingkat keahlian dan pengetahuan di bidang smart city, keberlanjutan perkotaan, penilaian kinerja, atau disiplin ilmu lain yang relevan dengan fokus penilaian (Helmy dkk., 2017). Proses pengumpulan data dilakukan setelah mendapatkan persetujuan dari para ahli melalui komunikasi via email atau pesan singkat. Untuk memastikan validitas hasil, jumlah ahli yang diikutsertakan dalam panel dipilih sedemikian rupa untuk mencakup berbagai perspektif dan keahlian. Respon dari para ahli kemudian diringkas dan dianalisis menggunakan metode statistik, termasuk ukuran tendensi sentral dan variabilitas (Saihi dkk., 2022). Berdasarkan analisis ini, diskusi lanjutan mungkin dilakukan dengan panel ahli untuk klarifikasi atau penyesuaian lebih lanjut. Akhirnya, kriteria dan indikator diberi peringkat berdasarkan hasil analisis, dengan nilai cut-off ditetapkan pada rerata 3,7 atau lebih tinggi. Penentuan nilai cut-off ini bertujuan untuk meminimalkan variabilitas dan memastikan bahwa dimensi dan indikator yang dipilih memang relevan dan tepat (Nordin dkk., 2012). Tabel 4.1 adalah ahli yang terlibat sebagai validator.

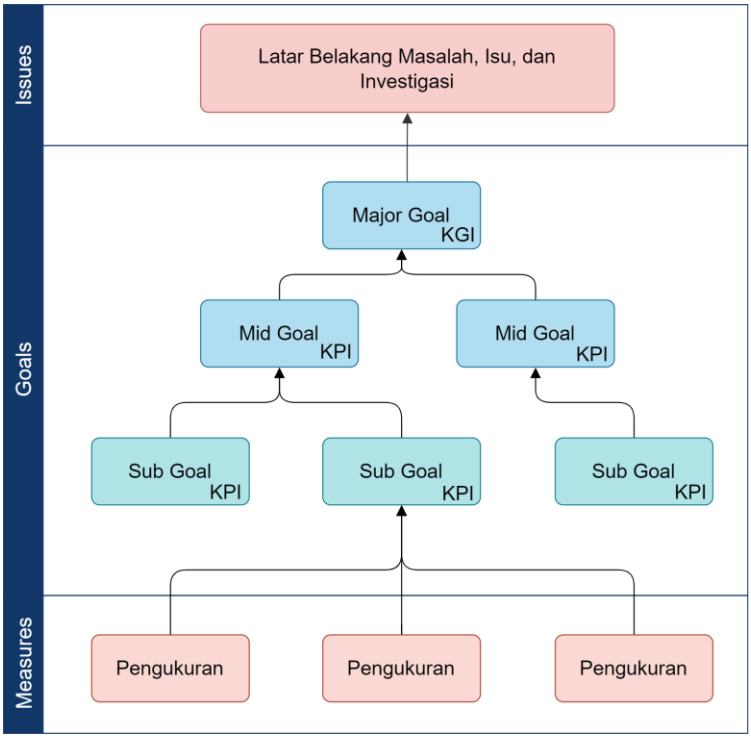
Tabel 4.1 Profil Ahli

No	Posisi	Negara	Bidang Keahlian	Pengalaman
1	Associate Professor	Indonesia	Green it, e-government, smart cities, e-learning, and IT public services	10-15 Tahun
2	Professor	Indonesia	Computer vision, information systems, human factors, and smart cities.	>20 Tahun
3	Associate Professor	Indonesia	open government data, smart cities, network secuity, and digital	15-20 Tahun

No	Posisi	Negara	Bidang Keahlian	Pengalaman
			forensics investigation.	
4	Associate Professor	Indonesia	open data government, smart cities, data mining, information system, and technology adoption.	15-20 Tahun
5	Associate Professor	Malaysia	user experience, human computer interaction, sustainability, and gerontechnology.	5-10 Tahun
6	Associate Professor	Malaysia	information system, project management, and sustainable governance.	10-15 Tahun
7	Professor	Indonesia	smart system platform and ecosystem, IT architecture and governance, and smart cities.	>20 Tahun
8	Professor	Malaysia	IT governance, urban development, social media, data analytics, and fintech.	>20 Tahun

Setelah proses validasi ahli selesai, tahap akhir adalah penyusunan model penilaian smart city. Penyusunan atau pembuatan kerangka penilaian untuk model tersebut dengan memperhatikan relevansi

dalam konteks kota yang berkelanjutan. Selain itu juga penyusunan model harus memberikan gambaran umum tentang bagaimana model ini berfungsi saat digunakan untuk menilai smart city, dengan fokus khusus pada aspek keberlanjutan. Untuk membangun model penilaian ini, maka menggunakan "*Smart City Reference Architecture Framework*" sebagai panduan. Kerangka kerja ini memberikan tiga dimensi kunci yang harus diperhatikan: latar belakang dasar dari penilaian (*issue*), tujuan yang ingin dicapai (*goals*), dan metrik atau ukuran yang digunakan (*measures*), seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.5 (Government Japan, 2020).



Gambar 4.5 Smart City Reference Architecture Framework

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat dijelaskan bahwa "*issues*" merupakan tujuan yang harus diselesaikan dari model yang akan dikembangkan. Dalam kajian ini terkait dengan sudut pandang masyarakat, yang diperoleh melalui data yang bersumber dari

crowdsourced data. Sedangkan "*goals*", aspek yang dinilai dalam smart city yang berakar pada ekosistem kota, dengan keberlanjutan sebagai puncak utamanya. Dimana "*goals*" ini diartikulasikan melalui representasi dimensional dan indikatif yaitu *Key Goal Indicators (KGI)* dan *Key Performance Indicators (KPI)*. Pada saat yang sama, "*measures*" merangkum kumpulan data yang berperan penting dalam penilaian.

4.2.1.2 Penentuan Parameter Penilaian

Proses selanjutanya adalah penetapan dimensi untuk pembuatan taksonomi sebagai parameter penilaian berdasarkan prinsip GST dan input-output model smart city. Pemanfaatan GST berfungsi sebagai kerangka komprehensif untuk memahami rumitnya cara kerja ekosistem perkotaan. Kondisi ini disebabkan adanya perbedaan pada sudut pandang anatara kota tradisional dengan smart city (Checkland & Haynes, 1994), (Noori, Hoppe, dkk., 2020). Intinya, kota tradisional dicirikan sebagai tempat tinggal manusia yang luas dan bertahan lama yang secara rumit terdiri dari berbagai subsistem yang mencakup bidang-bidang penting seperti sanitasi, utilitas, alokasi lahan, perumahan, dan transportasi (James dkk., 2013). Sebaliknya, smart city, yang didasarkan pada prinsip-prinsip GST, mewujudkan penggabungan berbagai sistem yang rumit, saling terkoneksi, dan dapat dibagi menjadi subsistem yang saling bergantung. Dalam lingkup kota, sistem ini dapat berupa sistem energi dan transportasi, jaringan energi dan sistem pembangkit listrik di bidang energi, serta kendaraan dan komponen infrastruktur di bidang transportasi (Lom, 2021).

Ekosistem perkotaan yang berkembang dalam konteks paradigma smart city, sebagaimana dicerminkan oleh perspektif GST, secara inheren memiliki keharusan untuk memenuhi tuntutan perkotaan (*urban need*). Dorongan ini diperkuat oleh interaksi dinamis yang didorong oleh teknologi (*technology push*), yang direpresentasikan melalui input-output model smart city (Noori, de Jong, dkk., 2020). Hasil dari ekosistem kota tersebut harus mencermintakan keberlanjutan kota, yang mencakup tiga dimensi

mendasar: sosial, ekonomi, dan lingkungan. Oleh karena itu, dimensi-dimensi yang menjadi fokus dalam menyusun taksonomi ini berkaitan erat dengan hal tersebut yaitu mencakup sosial, ekonomi, dan lingkungan. Ketiga dimensi ini secara kolektif menjadi tolak ukur (*triple bottom line*) dalam mengevaluasi keberlanjutan suatu kota (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019), (Zhou dkk., 2021), (Liu dkk., 2021).

Selanjutnya pengembangan taksonomi mengikuti aturan yang telah ditentukan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.4. Prosedur ini mengharuskan indikator yang dipilih selaras dengan dimensi sosial, ekonomi, dan lingkungan. Sumber pengembangan indikator-indikator ini berasal dari artefak, yang mencakup taksonomi, kerangka kerja, dan model yang secara intrinsik terkait dengan domain penilaian smart city, sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 2.1 (Ependi dkk., 2022). Sumber-sumber ini secara kolektif berjumlah tiga puluh satu (31) jenis. Namun penting untuk dicatat bahwa sumber-sumber ini menjalani proses kurasi, di mana prasyarat yang harus dipenuhi yaitu setidaknya satu dimensi baik sosial, ekonomi, atau lingkungan. Dengan demikian taksonomi, kerangka kerja, atau model apa pun yang tidak memenuhi kriteria akan dikeluarkan dari sumber potensial untuk membentuk indikator. Tabel 4.2 adalah yang memenuhi kriteria.

Tabel 4.2 Sumber Pembentuk Artefak

No	Sumber	Jumlah Indikator		
		Sosial	Ekonomi	Lingkungan
1	Smart Sustainable City Indicators (Hass dkk., 2002), (Pira, 2021)	6	3	5
2	Sustainable Development Indicators (Pira, 2021)	11	3	6
3	Smart City Index Master (Pira, 2021), (Cohen, 2022)	0	3	3
4	Lisbon ranking for smart sustainable cities (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019)	6	6	6

No	Sumber	Jumlah Indikator		
		Sosial	Ekonomi	Lingkungan
5	Smart city performance indeks (Yigitcanlar dkk., 2022)	3	4	4
6	IESE Cities in Motion Index 2018 (Berrone & Ricart, 2018)	13	8	11
7	ITU-T Y.4903/L.1603 (ITU-T, 2022), (Huovila dkk., 2019)	6	7	6
8	Sustainability Perspectives Indicators (Benites & Simões, 2021)	11	5	13
9	Dimensions of the smart city Vienna UT (Koca dkk., 2021)	0	6	4
10	Characteristics Smart City (Purnomo dkk., 2016)	0	3	3
11	Criteria set for evaluating smart cities (Kimiya & Torabi, 2021)	0	5	7
12	China smart city performance (Shen, Huang, Wai, dkk., 2018)	0	3	3
13	Sustainable development of communities (Fernandez-anez dkk., 2018)	0	5	7
14	Assess effectiveness of the smart transport (Gutman & Vorontsova, 2020)	0	0	2
15	Smart City Dimension (Sharif & Pokharel, 2022)	0	4	7
16	City Sustainability Assessment (Zhou dkk., 2021)	12	7	5
17	Smart Sustainable Cities (Li dkk., 2019)	0	4	5

No	Sumber	Jumlah Indikator		
		Sosial	Ekonomi	Lingkungan
18	Global Power City Index 2018 (Takenaka & Ichikawa, 2018)	0	5	3
19	ITU-T Y.4901/L.1601 (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (Huovila dkk., 2019)	6	7	6
20	ITU-T Y.4902/L.1602 (Patrão dkk., 2020), (Huovila dkk., 2019), (ITU-T, 2016a)	6	7	6
	Total	**80**	**95**	**112**

Berdasarkan sumber pada Tabel 4.2 maka terdapat dua puluh (20) taksonomi, kerangka kerja, atau model yang memenuhi kriteria yang ditentukan. Entitas ini, yang secara kolektif berfungsi sebagai landasan pengetahuan untuk membuat konstruksi taksonomi indikator. Sesuai sumber tersebut, terlihat jelas bahwa terdapat sembilan (9) basis pengetahuan tidak memiliki indikator yang sesuai dengan dimensi sosial. Namun, dalam konteks dimensi ekonomi dan lingkungan, setiap basis pengetahuan memiliki serangkaian indikator yang kuat, sehingga memastikan adanya kerangka analisis yang komprehensif.

Selanjutnya, upaya tersebut beralih pembentukan taksonomi indikator untuk setiap masing-masing dimensi. Pembentukan melalui proses kategorisasi, di mana indikator-indikator yang memiliki kesamaan semantik atau korelasi kontekstual digabungkan. Strategi diterapkan untuk menghindari redundansi, terutama mengingat besarnya indikator yang ada untuk setiap dimensi yaitu berjumlah delapan puluh (80) untuk dimensi sosial, sembilan puluh lima (95) untuk dimensi ekonomi, dan seratus dua belas (112) untuk dimensi lingkungan.

Integrasi indikator, dengan berpedoman pada informasi kontekstual, berfungsi sebagai landasan untuk menggambarkan

tema-tema indikator. Kelompok tematik ini memainkan peran penting dalam pemilihan indikator untuk setiap dimensi. Seleksi strategis ini diarahkan untuk memperoleh wawasan nyata ketika dipadukan dengan data crowdsourced. Berdasarkan ketentuan dan pedoman dalam tematik indikator maka dimensi dikelompokan menjadi lima tema indikator berbeda yang terdiri dari ukitas aset, kesehatan, pendidikan, keamanan, dan budaya & kesetaraan seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Tematik Indikator Dimensi Sosial

	Indikator	Tematik
1)	Ekuitas aset (Hass dkk., 2002), (Pira, 2021).	Ekuitas
2)	Perumahan (Hass dkk., 2002), (Pira, 2021), (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019), (ITU-T, 2022), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (Huovila dkk., 2019), (ITU-T, 2016a), (Benites & Simões, 2021), (Yigitcanlar dkk., 2022)	
3)	Inklusi sosial (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019), (ITU-T, 2022), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (Huovila dkk., 2019), (ITU-T, 2016a)	
4)	Harga properti (Berrone & Ricart, 2018)	
1)	Kesehatan (Hass dkk., 2002), (Pira, 2021), (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019), (Berrone & Ricart, 2018), (ITU-T, 2022), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (Huovila dkk., 2019), (ITU-T, 2016a), (Benites & Simões, 2021)	Kesehatan
2)	Status kesehatan (Yigitcanlar dkk., 2022)	
3)	Rumah sakit (Berrone & Ricart, 2018)	
4)	Kematian (Berrone & Ricart, 2018), (Benites & Simões, 2021)	
5)	Nutrisi (Benites & Simões, 2021)	
6)	Kondisi sanitasi (Benites & Simões, 2021)	
7)	Air minum (Benites & Simões, 2021)	

	Indikator	Tematik
8)	Pendidikan (Hass dkk., 2002), (Pira, 2021), (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019), (ITU-T, 2022), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (Huovila dkk., 2019), (ITU-T, 2016a)	Pendidikan
9)	Level pendidikan (Benites & Simões, 2021)	
10)	Literasi (Benites & Simões, 2021)	
1)	Keamanan (Hass dkk., 2002), (Pira, 2021), (Yigitcanlar dkk., 2022), (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019), (ITU-T, 2022), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (Huovila dkk., 2019), (ITU-T, 2016a)	Keamanan
2)	Populasi (Hass dkk., 2002), (Pira, 2021), (Benites & Simões, 2021)	
3)	Tingkat kejahatan (Berrone & Ricart, 2018)	
4)	Pengangguran (Berrone & Ricart, 2018)	
5)	Indeks Perdamaian Global (Berrone & Ricart, 2018)	
6)	Indeks Perbudakan Global (Berrone & Ricart, 2018)	
7)	Respon pemerintah terhadap situasi perbudakan (Berrone & Ricart, 2018)	
8)	Terorisme (Berrone & Ricart, 2018)	
9)	Kekerasan (Benites & Simões, 2021)	
1)	Budaya (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019), (ITU-T, 2022), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (Huovila dkk., 2019), (ITU-T, 2016a)	Budaya dan Kesetaraan
2)	Pekerja perempuan (Berrone & Ricart, 2018)	
3)	Tingkat kebahagiaan (Berrone & Ricart, 2018)	
4)	Kesetaraan gender (Benites & Simões, 2021)	

Berdasarkan tematik indikator seperti pada Tabel 4.3 maka analisis dimensi sosial dimulai dari ekuitas. Elemen-elemen pembentuk tematik ekuitas yang saling berhubungan yang terdiri dari ekuitas itu sendiri, perumahan, inklusi sosial, dan harga properti, secara kolektif menawarkan perspektif multidimensi mengenai permasalahan ini. Pada intinya, ekuitas merupakan fondasi dari ketidakberpihakan dan keadilan dalam mendapatkan peralatan hidup. Perumahan, yang terkait erat dengan pemerataan, kualitas dan aksesibilitas terkait perumahan. Gagasan inklusi sosial menggarisbawahi pentingnya membina masyarakat yang beragam dan terintegrasi. Selain itu, harga properti memperkenalkan sudut pandang yang kritis, dengan mempertimbangkan bagaimana nilai properti mempengaruhi distribusi sumber daya yang adil. Dengan demikian elemen-elemen ini membentuk tematik indikator ekuitas.

Dalam bidang tematik kesehatan dibentuk dari berbagai indikator. Dimana tematik kesehatan berasal dari elemen indikator seperti: status kesehatan menggali kondisi kesehatan tertentu dan kualitasnya yang dialami oleh individu. Rumah Sakit, sebagai institusi penting, memainkan peran penting dalam menyediakan layanan kesehatan. Statistik kematian memberikan wawasan mengenai harapan hidup dan dampak kesehatan yang lebih luas terhadap umur panjang. Nutrisi atau pola makan menyoroti dampak besar pola makan terhadap kesehatan. Kondisi sanitasi berkontribusi terhadap pencegahan penyakit dengan memastikan lingkungan yang higienis. Selain itu, ketersediaan air minum merupakan kebutuhan mendasar untuk menjaga kesehatan yang kuat. Untuk itu elemen-elemen yang saling berhubungan ini bersama-sama membentuk kerangka tematik Kesehatan, yang menawarkan pemahaman komprehensif tentang berbagai faktor yang mempengaruhi kesehatan individu maupun komunal.

Dalam ranah pengetahuan dan pertumbuhan, konstruksi tematik pendidikan diambil dari tiga elemen mendasar: pendidikan itu sendiri, tingkat pendidikan, dan literasi. Ketiga komponen ini secara kolektif membentuk kerangka komprehensif untuk memahami sifat pendidikan yang beragam dan dampaknya yang

besar terhadap individu dan masyarakat. Pada intinya, pendidikan merangkum konsep pembelajaran dan perolehan pengetahuan yang lebih luas. Tingkat pendidikan mengeksplorasi tahapan dan derajat pendidikan yang dicapai individu, yang mencerminkan perjalanan pendidikannya. Literasi, sebuah aspek yang sangat diperlukan, menekankan kemampuan membaca, menulis, dan memahami informasi, memainkan peran penting dalam pengembangan pribadi dan kemajuan masyarakat. Secara kolektif, elemen-elemen ini merangkai tematik Pendidikan, yang bertujuan mengungkapkan hubungan dengan pertumbuhan pribadi, pengayaan intelektual, dan kemajuan masyarakat dan bangsa secara keseluruhan.

Beralih ke bidang keselamatan dan stabilitas, kerangka tematik keamanan muncul sebagai interaksi kompleks dari berbagai faktor yang saling berhubungan. Tematik ini berasal dari dari keamanan itu sendiri, dinamika kependudukan, tindakan keamanan, tingkat kejahatan, tingkat pengangguran, Indeks Perdamaian Global, Indeks Perbudakan Global, tanggapan pemerintah terhadap perbudakan, terorisme, dan kekerasan. Pada intinya, Keamanan mewujudkan perlindungan dan kesejahteraan. Pertimbangan populasi memberikan wawasan mengenai konteks demografis yang mempengaruhi dinamika keamanan. Keselamatan menekankan perlindungan individu dan komunitas dari bahaya. Tingkat kejahatan dan Pengangguran mencerminkan keterkaitan antara stabilitas sosio-ekonomi dan keamanan secara keseluruhan. Indeks Perdamaian Global dan Indeks Perbudakan Global menawarkan perspektif yang berbeda mengenai stabilitas global dan hak asasi manusia. Respons pemerintah terhadap perbudakan menggarisbawahi peran pemerintah dalam mengatasi pelanggaran. Terorisme dan Kekerasan menyoroti ancaman terhadap keamanan dan kohesi masyarakat. Elemen-elemen yang saling berhubungan ini membentuk landasan tematik Keamanan.

Terakhir, tematik budaya dan kesetaraan muncul sebagai perpaduan harmonis dari berbagai elemen, termasuk Budaya itu sendiri, Partisipasi Pekerja Perempuan, Indeks Kebahagiaan, dan Kesetaraan Gender. Penggabungan ini menawarkan perspektif

yang berbeda untuk mengeksplorasi interaksi yang rumit antara dinamika budaya dan upaya mencapai kesetaraan. Kebudayaan, sebagai elemen dasar, mencakup tradisi, nilai-nilai, dan kepercayaan yang membentuk masyarakat. Pekerja perempuan berperan sebagai prisma untuk mengkaji peran gender, partisipasi tenaga kerja, dan pemberdayaan perempuan dalam konteks budaya. Indeks Kebahagiaan menyoroti kesejahteraan dan kepuasan dalam lingkungan budaya dan masyarakat. Kesetaraan gender, sebuah upaya yang sangat penting, menggarisbawahi keadilan dan peluang bagi semua gender. Elemen-elemen ini membentuk sintesis tematik budaya dan kesetaraan.

Dalam dimensi ekonomi, muncul empat tema indikator utama yaitu inovasi, pendapatan, infrastruktur, dan peluang bisnis. Tematik indikator inovasi terbentuk melalui kompilasi enam indikator, sedangkan tematik pendapatan bertumpu pada delapan indikator. Demikian pula, tematik infrastruktur memperoleh esensinya dari enam indikator, sedangkan tematik peluang bisnis berasal dari dua puluh satu indikator, hasil tematik indikator untuk dimensi ekonomi seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Tematik Indikator Dimensi Ekonomi

Indikator	Tematik
1) Kewirausahaan dan inovasi (Hass dkk., 2002), (Pira, 2021), (Cohen, 2022), (Koca dkk., 2021), (Purnomo dkk., 2016), (Kimiya & Torabi, 2021), (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019), (Shen, Huang, Wai, dkk., 2018), (ITU-T, 2022), (Huovila dkk., 2019), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (ITU-T, 2016a)	Inovasi
2) Kemampuan untuk bertransformasi (Koca dkk., 2021)	
3) Industri Inovasi (Yigitcanlar dkk., 2022)	
4) Semangat inovatif (Koca dkk., 2021), (Fernandez-anez dkk., 2018), (Sharif & Pokharel, 2022)	
5) Hasil yang inovatif (Li dkk., 2019)	

Indikator	Tematik
6) Badan wirausaha (Li dkk., 2019)	
1) Ketersediaan layanan pencarian kerja (Kimiya & Torabi, 2021) 2) Ketenagakerjaan (Kimiya & Torabi, 2021), (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019), (Shen, Huang, Wai, dkk., 2018), (ITU-T, 2022), (Huovila dkk., 2019), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (ITU-T, 2016a) 3) Perkiraan PDB (Berrone & Ricart, 2018) 4) PDB (Berrone & Ricart, 2018) 5) PDB per kapita (Berrone & Ricart, 2018), (Shen, Huang, Wai, dkk., 2018) 6) Partisipasi Angkatan Kerja (Yigitcanlar dkk., 2022) 7) Pangkalan Bakat (Yigitcanlar dkk., 2022) 8) Sumber Daya Manusia (Takenaka & Ichikawa, 2018)	Pendapatan
1) Koneksi lokal dan global (Hass dkk., 2002), (Pira, 2021), (Cohen, 2022), (Fernandez-anez dkk., 2018) 2) Infrastruktur TIK (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019), (ITU-T, 2022), (Huovila dkk., 2019), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (ITU-T, 2016a) 3) Infrastruktur fisik (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019), (ITU-T, 2022), (Huovila dkk., 2019), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (ITU-T, 2016a) 4) Markas Besar (Berrone & Ricart, 2018) 5) Pemanfaatan TIK (Sharif & Pokharel, 2022) 6) Keterhubungan global (Li dkk., 2019)	Infrastruktur
1) Produktivitas (Hass dkk., 2002), (Pira, 2021), (Cohen, 2022), (Koca dkk., 2021), (Purnomo dkk., 2016), (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019), (Berrone & Ricart, 2018), (Fernandez-anez dkk., 2018),	Peluang Usaha

Indikator	Tematik
(Yigitcanlar dkk., 2022), (Li dkk., 2019), (ITU-T, 2022), (Huovila dkk., 2019), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (ITU-T, 2016a)	
2) Perdagangan (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019), (ITU-T, 2022), (Huovila dkk., 2019), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (ITU-T, 2016a), Perdagangan (Benites & Simões, 2021)	
3) Citra ekonomi dan merek dagang (Koca dkk., 2021)	
4) Fleksibilitas keterikatan internasional pasar tenaga kerja (Koca dkk., 2021), (Fernandez-anez dkk., 2018)	
5) Kinerja ekonomi (Benites & Simões, 2021)	
6) Status keuangan (Benites & Simões, 2021)	
7) Konsumsi bahan (Benites & Simões, 2021)	
8) Konsumsi energi (Benites & Simões, 2021)	
9) Vitalitas dan Perencanaan Ekonomi (Purnomo dkk., 2016)	
10) Layanan online memudahkan untuk memulai bisnis baru (Kimiya & Torabi, 2021)	
11) Perusahaan e-niaga (Kimiya & Torabi, 2021)	
12) Waktu yang dibutuhkan untuk memulai usaha (Berrone & Ricart, 2018)	
13) Kemudahan memulai usaha (Berrone & Ricart, 2018)	
14) Motivasi kegiatan wirausaha tahap awal (Berrone & Ricart, 2018)	
15) Daya Saing (Sharif & Pokharel, 2022)	
16) Penggunaan sumber daya yang bertanggung jawab secara sosial (Sharif & Pokharel, 2022)	
17) Ukuran pasar (Takenaka & Ichikawa, 2018)	

Indikator	Tematik
18) Daya Tarik Pasar (Takenaka & Ichikawa, 2018) 19) Lingkungan Bisnis (Takenaka & Ichikawa, 2018) 20) Kemudahan Berusaha (Takenaka & Ichikawa, 2018) 21) Layanan Sektor publik (ITU-T, 2022), (Huovila dkk., 2019), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (ITU-T, 2016a)	

Berdasarkan tematik indikator pada Tabel 4.4 maka Landasan tematik Inovasi berasal dari beragam elemen yaitu kewirausahaan dan inovasi, kemampuan untuk bertransformasi, Industri Inovasi, semangat Inovatif, Hasil Inovatif, dan Perusahaan Kewirausahaan. Interaksi yang rumit ini menciptakan kerangka komprehensif untuk memahami dinamika inovasi yang beragam dan dampaknya yang luas. Kewirausahaan dan inovasi menjadi landasan, menekankan upaya proaktif dan kreatif yang mendorong kemajuan. Kemampuan untuk bertransformasi menggarisbawahi kapasitas untuk beradaptasi dan berkembang sebagai respons terhadap perubahan lingkungan. Industri Inovasi terkait erat dengan sektor-sektor yang mendorong kemajuan teknologi dan kreatif. Semangat inovatif mewujudkan pola pikir keingintahuan, eksperimen, dan mendorong batasan. Keluaran inovatif menampilkan hasil nyata dari ide dan pendekatan baru. Perusahaan wirausaha menunjukkan peran usaha bisnis dalam mendorong perekonomian yang didorong oleh inovasi. Elemen-elemen ini membentuk esensi tematik Inovasi.

Tematik indikator Pendapatan disintesis dari berbagai elemen yang beragam, yang berakar pada Ketersediaan layanan pencarian kerja, Ketenagakerjaan, estimasi PDB, PDB, PDB per kapita, Partisipasi Angkatan Kerja, Talent Pool, dan Sumber Daya Manusia. Perpaduan ini menawarkan perspektif komprehensif untuk memahami dinamika kompleks yang membentuk kesejahteraan ekonomi individu dan masyarakat. Ketersediaan layanan pencarian kerja menjadi landasan bagi peluang kerja dan

dukungan tenaga kerja. Ketenagakerjaan berfungsi sebagai elemen inti, yang menyoroti partisipasi dalam upaya produktif. Estimasi PDB dan PDB memberikan wawasan makroekonomi terhadap aktivitas ekonomi dan produksi secara keseluruhan. PDB per kapita menawarkan ukuran output ekonomi per orang, yang mencerminkan standar hidup. Partisipasi Angkatan Kerja menangkap keterlibatan penduduk dalam angkatan kerja. Talent Pool menunjukkan keterampilan dan keahlian yang tersedia dalam masyarakat. Human Capital menekankan pada pengetahuan dan kemampuan yang berkontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi. Elemen-elemen ini menjadi dasar pembentukan tematik Pendapatan, yang mengungkap hubungan antara lapangan kerja, keluaran ekonomi, potensi individu, dan lanskap ekonomi.

Konstruksi tematik Infrastruktur bersumber dari beragam elemen, yang berakar pada hubungan lokal dan global. Struktur ini mencakup Infrastruktur TIK, yang mencakup kerangka kerja digital yang mendukung komunikasi dan teknologi modern. Infrastruktur fisik merupakan aspek yang penting, mencakup sistem nyata yang mendukung masyarakat, seperti transportasi dan utilitas. Kantor pusat (pergudangan) berfungsi sebagai titik pusat yang mempunyai kepentingan administratif dan operasional. Penggunaan teknologi informasi dan komunikasi menunjukkan peran alat digital dalam meningkatkan efisiensi dan konektivitas. Secara kolektif, elemen-elemen ini membentuk tematik Infrastruktur, yang menawarkan perspektif multidimensi mengenai infrastruktur.

Landasan tematik Peluang Bisnis bersumber dari beragam elemen, seperti Produktivitas, Perdagangan, Citra ekonomi dan merek dagang, Fleksibilitas keterikatan internasional pasar tenaga kerja, Kinerja ekonomi, Perdagangan, Status keuangan, konsumsi material, Energi Konsumsi, Vitalitas dan Perencanaan Ekonomi, Pelayanan Online yang Memudahkan Memulai Usaha Baru, Perusahaan E-commerce, Waktu yang Dibutuhkan untuk Memulai Usaha, Kemudahan Memulai Usaha, Motivasi Berwirausaha Tahap Awal, Daya Saing, Respon Sosial -penggunaan sumber daya yang tepat, ukuran pasar, daya tarik pasar, lingkungan usaha,

kemudahan berusaha, dan sektor publik. Interaksi ini menawarkan kerangka komprehensif untuk memahami dinamika beragam yang menentukan peluang bisnis dan dampaknya terhadap pertumbuhan ekonomi. Penggabungan elemen-elemen ini menggarisbawahi hubungan timbal balik yang kompleks antara produktivitas, perdagangan, inovasi teknologi, kondisi pasar, lingkungan peraturan, dan nilai-nilai ekonomi. Secara kolektif, indikator tersebut menjadi dasar untuk tematik Peluang Bisnis.

Indikator tematik berikutnya untuk dimensi lingkungan, tematik untuk dimensi ini memiliki jumlah indikator tematik yang paling sedikit. Dimensi ini disusun dalam tiga tematik berbeda yaitu udara, energi, dan fasilitas publik. Landasan pembentukan tematik ini terletak pada indikator-indikator yang ada dalam dimensi lingkungan, sebagaimana diuraikan sebelumnya. Tematik yang berfokus pada udara dibangun berdasarkan lima belas indikator, sedangkan tema energi didasarkan pada enam indikator. Demikian pula tema fasilitas publik diambil dari kompilasi dua belas indikator. Hasil tematik tersebut disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Tematik Indikator Dimensi Lingkungan

Indikator	Tematik
1) PM2.5 dan PM10 (Berrone & Ricart, 2018) 2) Polusi (Koca dkk., 2021), (Berrone & Ricart, 2018) 3) Kualitas udara (Kimiya & Torabi, 2021), (Takenaka & Ichikawa, 2018), (ITU-T, 2022), (Huovila dkk., 2019), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (ITU-T, 2016a), (Benites & Simões, 2021) 4) Ketersediaan dan kualitas aplikasi untuk pemantauan polusi udara (Kimiya & Torabi, 2021), (Purnomo dkk., 2016), (Fernandez-anez dkk., 2018) 5) Indeks polusi udara (Shen, Huang, Wai, dkk., 2018) 6) Volume emisi CO2 (Gutman & Vorontsova, 2020), (Berrone & Ricart, 2018)	Udara

Indikator	Tematik
7) Pengendalian polusi (Sharif & Pokharel, 2022) 8) Kualitas udara dan air (Sharif & Pokharel, 2022), (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019), (Berrone & Ricart, 2018), (Benites & Simões, 2021), (ITU-T, 2022), (Huovila dkk., 2019), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (ITU-T, 2016a) 9) Pemantauan emisi (Sharif & Pokharel, 2022) 10) Air limbah industri (Zhou dkk., 2021) 11) Emisi gas limbah industri (Zhou dkk., 2021) 12) Pembuangan limbah padat industri (Zhou dkk., 2021), (Berrone & Ricart, 2018) 13) Pembuangan limbah berbahaya (Zhou dkk., 2021) 14) Lingkungan Alam (Takenaka & Ichikawa, 2018) 15) Kebisingan (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019), (ITU-T, 2022), (Huovila dkk., 2019), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (ITU-T, 2016a)	
1) Produksi energi terbarukan (Kimiya & Torabi, 2021) 2) Konsumsi energi (Kimiya & Torabi, 2021) 3) Manajemen energi (Sharif & Pokharel, 2022), (Purnomo dkk., 2016) 4) Daur ulang (Kimiya & Torabi, 2021) 5) Energi (Akande, Cabral, Gomes, dkk., 2019), (Yigitcanlar dkk., 2022), (ITU-T, 2022), (Huovila dkk., 2019), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (ITU-T, 2016a) 6) Efisiensi Energi (Fernandez-anez dkk., 2018)	Energi
1) Daya tarik kondisi alam (Koca dkk., 2021) 2) Pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan (Koca dkk., 2021) 3) Perlindungan lingkungan (Koca dkk., 2021)	Fasilitas Publik

Indikator	Tematik
4) Kualitas sanitasi dasar (Kimiya & Torabi, 2021)	
5) Bangunan dan renovasi cerdas (Fernandez-anez dkk., 2018), (Yigitcanlar dkk., 2022)	
6) Perencanaan Kota dan Sumber Daya (Fernandez-anez dkk., 2018)	
7) Biaya fasilitas perkotaan (Gutman & Vorontsova, 2020)	
8) Kawasan hijau per kapita (Shen, Huang, Wai, dkk., 2018), (Benites & Simões, 2021)	
9) Perbaikan pembuangan sampah (Sharif & Pokharel, 2022)	
10) Pengelolaan rumah dan fasilitas (Sharif & Pokharel, 2022)	
11) Kendaraan untuk lingkungan kota (Zhou dkk., 2021), (Yigitcanlar dkk., 2022)	
12) Kualitas/Keberlanjutan Lingkungan (Purnomo dkk., 2016), (ITU-T, 2022), (Huovila dkk., 2019), (Patrão dkk., 2020), (ITU-T, 2016b), (ITU-T, 2016a)	

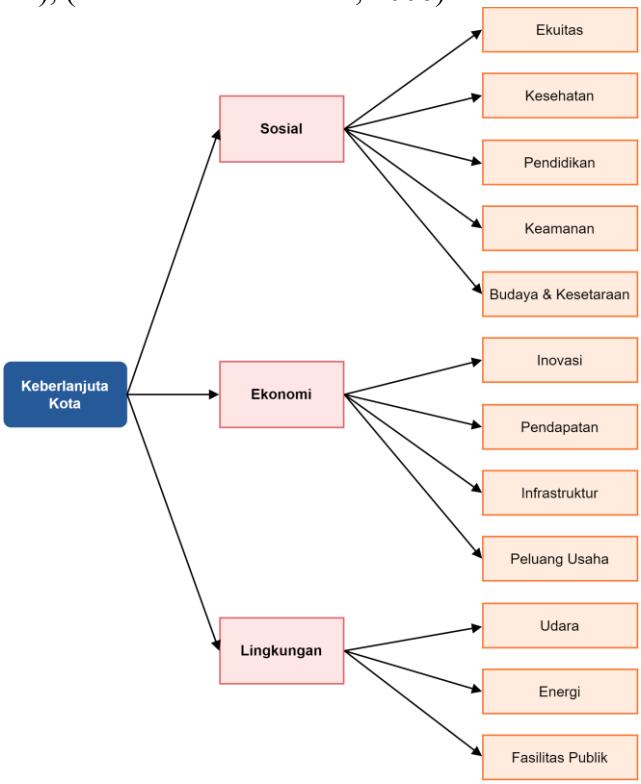
Berdasarkan komposisi tematik Udara seperti yang diperlihatkan pata Tabel 4.4, dimana tematik ini burasal atau berakar pada faktor-faktor seperti partikel PM2.5 dan PM10, Polusi, Kualitas udara, Ketersediaan dan kualitas penerapan polusi udara pemantauan, Indeks pencemaran udara, Volume emisi CO2, Pengendalian polusi, Kualitas udara dan air, Pemantauan emisi, Air limbah industri, Emisi gas limbah industri, Pembuangan limbah padat industri, Pelepasan limbah berbahaya, Lingkungan Alam, dan Kebisingan. Tematik ini merupakan kerangka holistik yang memungkinkan pemahaman komprehensif tentang dinamika multifaset yang menentukan kualitas udara. Elemen-elemen yang saling terkait ini mencakup kondisi fisik atmosfer, kualitas dan dampak polusi, kemajuan teknologi dalam praktik pemantauan, dan upaya regulasi untuk mengelola emisi dan pembuangan limbah. Secara bersamaan, elemen-elemen ini merangkum esensi tematik Udara.

Tematik Energi diturunkan dari konstelasi elemen yang saling terkait, termasuk produksi energi terbarukan, konsumsi energi, manajemen energi, energi, efisiensi energi, dan daur ulang. Keterkaitan indikator-indikator ini membentuk kerangka komprehensif untuk memahami dinamika rumit yang terkait dengan produksi, konsumsi, dan keberlanjutan sumber daya energi. Produksi energi terbarukan merangkum pemanfaatan sumber-sumber ramah lingkungan seperti tenaga surya, angin, dan pembangkit listrik tenaga air. Konsumsi energi mencerminkan permintaan masyarakat dan pemanfaatan energi untuk berbagai tujuan. Manajemen energi menggali perencanaan strategis untuk mengoptimalkan penggunaan energi. Energi adalah unit dasar yang menggerakkan banyak aspek kehidupan modern. Efisiensi Energi menggarisbawahi penggunaan sumber daya energi secara bijaksana untuk meminimalkan limbah. Daur ulang menyoroti konsep ekonomi sirkular yang mengubah tujuan dan menggunakan kembali material untuk menghemat energi. Elemen-elemen ini menjadi dasar pembentuk tematik Energi.

Terakhir tematik Fasilitas Publik yang mencakup faktor-faktor seperti daya tarik alam sekitar, pengelolaan sumber daya berkelanjutan, penjagaan lingkungan, kualitas sanitasi dasar, konstruksi cerdas dan perbaikan, perencanaan perkotaan dan sumber daya, investasi pada fasilitas perkotaan, ketersediaan ruang hijau per kapita, tingkat penggunaan kembali dan daur ulang sampah, peningkatan praktik pembuangan sampah, pengelolaan tempat tinggal dan fasilitas, sarana untuk inisiatif lingkungan perkotaan, dan kontinum lingkungan hidup. kualitas dan keberlanjutan. Elemen-elemen ini secara kolektif membentuk inti tematik dari Fasilitas Publik.

Hasil tematik indikator yang telah diuraikan kemudian digunakan untuk penggambaran atau penyusunan taksonomi yang mencakup dimensi dan indikator menggunakan MCA. Dimana yang menjadi prinsip (*principle*) dalam penyusunan taksonomi ini dalam konteks kelanjutan kota, dengan tujuan untuk mengevaluasi kelayakan keberlanjutan kota. Kota yang berkelanjutan, pada

dasarnya, mewujudkan pemenuhan kebutuhan perkotaan sekaligus menjaga kepentingan-kepentingan prospektif (Goi, 2017). Selanjutnya, dilakukan penentuan dimensi atau kriteria untuk membentuk kerangka kota berkelanjutan. Dimensi-dimensi ini mencakup tiga aspek yaitu sosial, ekonomi, dan lingkungan. Dimensi sosial berpusat pada eksplorasi mendalam atas dampak positif dan negatif yang berasal dari ekosistem perkotaan, proses, dan upaya warga dalam keberadaan sosial mereka (Balaman, 2019). Di sisi lain, dimensi ekonomi menggali atau pengungkapan dampak yang terkait dengan pemanfaatan sumber daya perkotaan secara efisien dan cermat (Del Río Castro dkk., 2021), yang dievaluasi melalui kacamata kinerja ekonomi (Balaman, 2019). Sementara itu, dimensi lingkungan melakukan penggalian dampak yang timbul dari upaya kota terhadap kelestarian lingkungan dalam konteks ekosistem perkotaan (Del Río Castro dkk., 2021), (Bithas & Christofakis, 2006).



Gambar 4.6 Taksonomi Dimensi dan Indikator

Selanjutnya aspek indikator adalah identifikasi indikator sebagai variabel dinamis atau konstituen integral untuk setiap dimensi. Dalam kerangka konstruksi taksonomi ini, indikator-indikator ini mencakup seluruh spektrum indikator tematik, yang mencakup dimensi sosial, ekonomi, dan lingkungan. Konsekuensinya, tematik indikator yang dihasilkan menjadi indikator dalam taksonomi untuk masing-masing dimensi dan menjadi fondasi dasar bagi evolusi model untuk mengevaluasi keberlanjutan kota. Dimana dimensi sosial memiliki indikator ekuitas, kesehatan, pendidikan, keamanan, dan budaya & kesetaraan. Pada saat yang sama, dimensi ekonomi mencakup indikator inovasi, pendapatan, infrastruktur, dan peluang usaha. Pada saat yang sama, dimensi lingkungan mencakup indikator seperti udara, energi, dan fasilitas publik. Hasil taksonomi seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.6.

Gambar 4.6 menyajikan taksonomi untuk menilai keberlanjutan perkotaan, yang mencakup tiga dimensi utama dan total dua belas indikator. Taksonomi ini berfungsi sebagai kerangka komprehensif untuk mengukur tingkat keberlanjutan perkotaan. Dimensi sosial menggali aspek-aspek seperti ekuitas, pendidikan, kesehatan, keamanan, dan interaksi antara budaya dan kesetaraan. Di bidang ekonomi, pertimbangannya mencakup inovasi, peningkatan pendapatan, infrastruktur, dan potensi peluang bisnis. Dimensi lingkungan berfokus pada bidang-bidang kritis seperti kualitas udara, energi, dan ketersediaan fasilitas publik. Untuk memastikan pemahaman yang inklusif, pengukuran indikator-indikator ini tidak hanya bersifat teoretis. Mereka berasal dari evaluasi persepsi masyarakat. Persepsi ini, yang bersumber dari opini spontan yang dibagikan di platform media sosial dan platform lainnya, disebut sebagai data crowdsourced. Sentimen masyarakat diukur dengan menggunakan analisis sentimen. Untuk memastikan keakuratan dan relevansi data, proses pemilihan yang berpusat pada kata kunci harus diterapkan, dengan cermat menyelaraskan setiap opini dengan isu atau indikator keberlanjutan secara spesifik.

4.2.1.3 Kata Kunci Crowdsourced

Perumusan kata kunci untuk data crowdsourced mengikuti tematik indikator yang mewakili setiap dimensi. Kata kunci yang dipilih bertujuan untuk mendapatkan data crowdsourcing terkait yang selaras dengan esensi tematik indikator, terutama bila diterapkan dalam konteks penilaian. Proses pemilihan kata kunci ini didorong oleh kerangka penilaian komprehensif yang mencakup berbagai kriteria, termasuk makna sinonim, terminologi yang terkait erat dengan indikator, dan indikator asal yang menjadi landasan dalam pembentuka tematik indikator.

Pendekatan terstruktur ini untuk memastikan bahwa luasnya informasi yang tersebar di seluruh platform media sosial tidak hanya dimanfaatkan secara efisien tetapi juga memiliki rasa akurasi dan keaslian. Sebagai konsekuensi dari pendekatan ini, jumlah kata kunci menunjukkan variabilitas di berbagai indikator. Dalam dimensi sosial, misalnya, indikator ekuitas dihubungkan dengan lima kata kunci yang berbeda, sedangkan indikator kesehatan, pendidikan, keamanan, dan budaya & kesetaraan masing-masing dikaitkan dengan lima, lima, sepuluh, dan empat kata kunci. Pada ranah dimensi ekonomi, indikator inovasi dikaitkan dengan enam kata kunci, sedangkan indikator pendapatan, infrastruktur, dan peluang usaha dikaitkan dengan tujuh, tiga, dan tujuh kata kunci masing-masing. Dimensi lingkungan, indikator udara diselaraskan dengan lima kata kunci, energi dengan empat kata kunci, dan fasilitas umum dengan enam kata kunci. Kata kunci yang dihasilkan untuk masing-masing indikator seperti yang diperlihatkan pata Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Kata Kunci untuk Crowdsourced Data

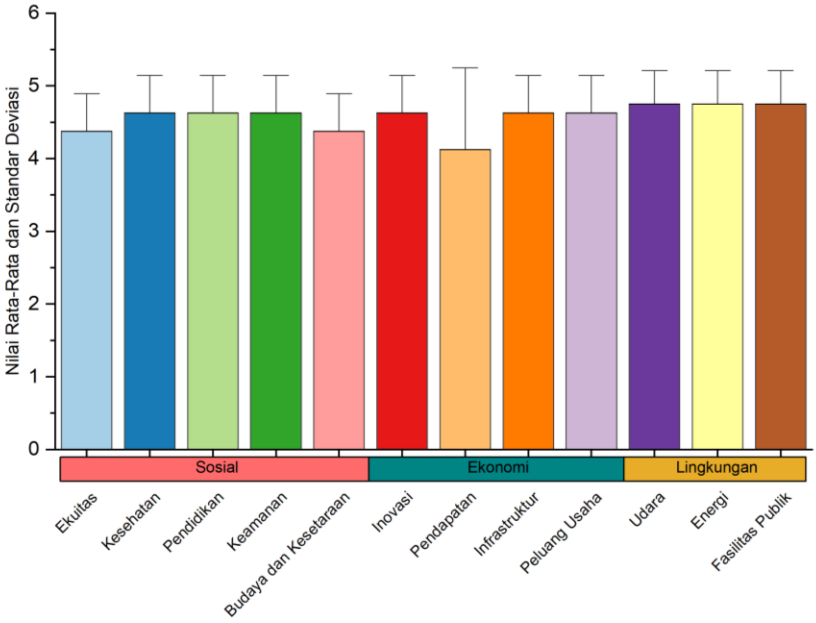
Indikator	Kata Kunci untuk Crowdsourced Data
Ekuitas	ekuitas, rumah, perumahan, apartemen, properti
Kesehatan	kesehatan, rumah sakit, puskesmas, gizi, sanitasi, air minum
Pendidikan	pendidikan, literasi, sekolah, kampus, perguruan tinggi

Indikator	Kata Kunci untuk Crowdsourced Data
Keamanan	keamanan, pengangguran, perbudakan, kejahatan, kriminalitas, perdamaian, kekerasan, terorisme, teroris, teror
Budaya dan Kesetaraan	budaya, kesetaraan, populasi, pekerja perempuan
Inovasi	pengusaha, kewirausahaan, inovasi, teknologi, industri, transformasi
Pendapatan	pendapatan, gaji, pekerjaan, tingkat kemiskinan, keuangan, bakat, sumber daya manusia
Infrastruktur	infrastruktur, kerjasama, koneksi
Peluang Usaha	kinerja ekonomi, konsumsi, pasar, perdagangan, daya saing, produktivitas, bisnis
Udara	udara, polusi, emisi, pencemaran, limbah
Energi	energi terbarukan, listrik, industri hijau, energi surya
Fasilias Publik	ruang hijau, taman, taman kota, kendaraan, angkutan umum, fasilitas (peralatan) lingkungan

4.2.1.4 Validasi Ahli

Proses validasi ahli melibatkan pelaksanaan evaluasi menyeluruh terhadap kesesuaian dan signifikansi taksonomi dan kata kunci yang dikaitkan dengan data crowdsourcing. Komponen-komponen ini berfungsi sebagai landasan fundamental yang menjadi dasar penyusunan model penilaian. Panel ahli yang bertugas melakukan validasi ini terdiri dari delapan orang, seperti digambarkan pada Tabel 4.1. Dalam kerangka penilaian ahli, prosedur verifikasi dilakukan dengan cermat, menggabungkan perpaduan antara wacana verbal dan penjelasan singkat. Proses ketat ini disederhanakan melalui penggunaan instrumen formulir validasi. Hasil dari validasi ahli, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 4.7 dan Tabel 4.7, merupakan hasil dari validasi ahli.

Hasil validasi ahli, seperti diilustrasikan pada Gambar 8 dan Tabel 4.7, mengungkap spektrum skor untuk semua indikator dan kata kunci, yang mencerminkan variasi yang signifikan. Khususnya, indikator "fasilitas umum" memperoleh skor rata-rata tertinggi sebesar 4,88, sedangkan indikator "pendapatan" memperoleh skor terendah sebesar 4,13 pada skala satu hingga lima. Pola ini selaras dengan data deviasi standar yang menunjukkan bahwa indikator "fasilitas umum" memperoleh nilai paling rendah, sedangkan indikator "pendapatan" memperoleh nilai tertinggi. Namun, hasil validasi ahli menggarisbawahi bahwa seluruh indikator dan kata kunci melampaui ambang batas yang ditetapkan yaitu 3,7. Intinya, hal ini menyiratkan relevansi semua indikator dan kata kunci di setiap dimensi, memvalidasi keikutsertaannya dalam membentuk dan menyusun model untuk mengevaluasi kota berkelanjutan.



Gambar 4.7 Relevansi Rating Indikator dan Kata Kunci

Tabel 4.7 Skor Rating Berdasarkan Penilaian Ahli

Indikator	*Mean*	*Median*	*Mode*	*SD*
Ekuitas	4,38	4	4	0,48
Kesehatan	4,63	5	5	0,48
Pendidikan	4,63	5	5	0,48
Keamanan	4,63	5	5	0,48
Budaya dan Kesetaraan	4,38	4	4	0,48
Inovasi	4,63	5	5	0,48
Pendapatan	4,13	4,5	5	1,05
Infrastruktur	4,63	5	5	0,48
Peluang Usaha	4,63	5	5	0,48
Udara	4,75	5	5	0,43
Energi	4,75	5	5	0,43
Fasilias Publik	4,75	5	5	0,43

4.2.2 Model dan Parameter Penilaian

Puncak dari proses berulang metodologi ilmu desain terletak pada perumusan model penilaian kota berkelanjutan. Berdasarkan konsep yang telah dijelaskan sebelumnya, struktur arsitektur model ini mengikuti kerangka kerja yang disediakan oleh *reference architecture smart city*. Dimana proses dimulai dari perpaduan teori, taksonomi, dan kata kunci yang divalidasi secara ketat, yang semuanya telah dikurasi oleh ahli. Penyusunan model ini dipecah menjadi tiga komponen berbeda: isu (*issues*), tujuan (*goals*), dan pengukuran/perhitungan (*measures*). Interaksi simbiosis dari komponen-komponen ini mempunyai peran penting dalam integrasi model secara holistik. Komponen permasalahan (*issues*) terletak pada relevansi langsung dan keharusan yang memerlukan penyelesaian melalui model penilaian atau aspek permasalahan yang harus diselesaikan. Sebaliknya, komponen tujuan (*goals*) merupakan aspek pengukuran atau penilaian yang akan dilihat kinerjanya dalam model penilaian. Pada saat yang sama, komponen pengukuran/penilaian (*measures*) terkait erat dengan proses

sistematis yang digunakan untuk memperoleh nilai-nilai yang dapat diukur untuk setiap komponen tujuan (*goals*).

Dalam penyusunan model penilaian keberlanjuta kota ini, komponen masalah (*issues*) utamanya adalah untuk menjelaskan apa yang ingin dicapai dari penilaian tersebut. Dalam model ini setidaknya ada tiga hal yang dapat diangkat menjadi fokus utama yang terdiri dari: memastikan kebenaran (validasi), membangun pengetahuan, dan memahami situasi. Dalam konteks memastikan kebenaran (validasi) berupa "kebutuhan untuk memvalidasi penerapan smart city sejalan dengan kebutuhan ekosistem kota". Sedangkan konteks membangun pengetahuan berupa "perlunya basis pengetahuan bagi para perencana kota, pengambil kebijakan, dan pihak-pihak yang berinvestasi sebagai landasan pengambilan keputusan dalam mengembangkan kota berkelanjutan". Terakhir pada konteks memahami situasi berupa "perlunya pemahaman dan evaluasi interaksi antar subsistem yang ada pada ekosistem kota". Isu-isu ini setidaknya secara kolektif menjadi landasan untuk mengangkat permasalahan dalan penilaian kota berkelanjutan.

Komponen tujuan (*goals*) memiliki peran penting sebagai tolak ukur untuk mengkategorikan kecerdasan keberlanjutan suatu kota. Hierarki komponen ini terdiri dari tiga strata: tujuan utama, menengah, dan sub-tujuan. Tujuan utama menggambarkan keberlanjutan kota dan merangkum esensi dari seluruh tujuan tingkat menengah. Pada gilirannya, tujuan tengah tersebut memberikan gambaran komprehensif mengenai dimensi keberlanjutan sebuah kota, yang mencakup bidang sosial, ekonomi, dan lingkungan. Selanjutnya, tujuan tengah berdiri sebagai perwujudan nilai-nilai sub-tujuan. Sedangkan untuk sub-tujuan sub-tujuan tersebut menggambarkan ekosistem kota atau nilai untuk setiap indikator. Untuk mengisi bagian tujuan ini maka menggunakan hasil taksonomi seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.6.

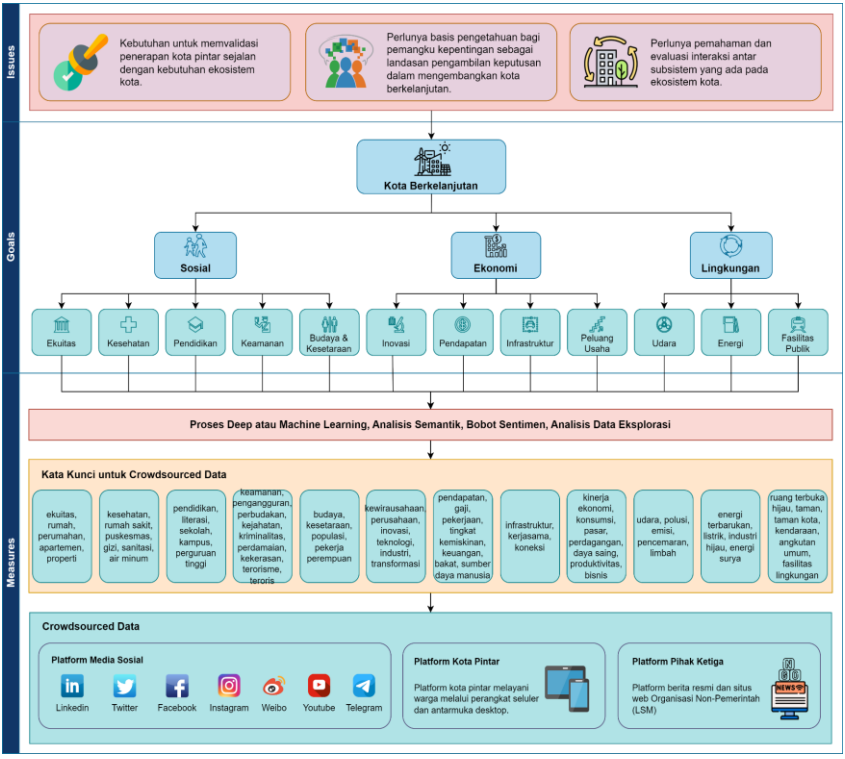
Komponen pengukuran (*measures*) digunakan untuk melakukan penghitungan penilaian untuk setiap sub-tujuan atau indikator

yang terdapat dalam model penilaian kota berkelanjutan. Pada komponen pengukuran terdapat beberapa tingkatan sebagai satu kesatuan proses yang harus dilakukan ketika melakukan penilaian kota berkelanjutan. Proses tersebut terdiri dari data crowdsourcing, kata kunci, dan pembobotan. Data crowdsourced berfungsi sebagai sumber data dalam penilaian. Sumber data mencakup beragam sumber, termasuk platform media sosial (LinkedIn, Twitter, Facebook, Instagram, YouTube, dan Telegram), platform smart city (aplikasi seluler dan web), dan platform pihak ketiga seperti situs berita resmi yang terdaftar pada lembaga pemerintah dan situs web organisasi non-pemerintah (LSM) yang terkait dengan pembangunan perkotaan yang berkelanjutan.

Disisi lain kata kunci berfungsi sebagai filter untuk mendapatkan data yang sesuai yang bersumber dari crowdsourced data. Kata kunci ini, digunakan untuk memberikan gambaran jelas tentang perspektif masyarakat mengenai penerapan paradigma smart city di lingkungan perkotaan mereka. Selanjutnya, setelah data berhasil dikumpulkan sesuai dengan kata kunci untuk masing-masing indikator dalam hal ini sub-tujuan penilaian maka dilakukan explorasi dan pembobotan. Pada proses ini pendekatan yang dapat digunakan berupa analisis data besar. Analisis tersebut berupa proses deep atau machine learning, analisis semantik, bobot sentimen, analisis data eksplorasi.

Pembelajaran mesin atau mendalam digunakan untuk melihat akurasi klasifikasi data yang dihasilkan dari crowsourced berdasarkan dimensi maupun indikator yang ditetapkan. Selain itu juga model yang dihasilkan dari klasifikasi dapat digunakan untuk menentukan label data baru yang bersumber dari platform smart city maupun platform pihak ketiga. Anlisis semantik dan bobot sentimen berperan penting dalam memberikan nilai untuk setiap indikator. Analisis semantik berperan untuk menghitung kata positif dan negatif untuk setiap row data melalui peran lexicon. Hasil dari proses tersebut berupa berupa bobot sentimen untuk masing-masing baris data dan menjadi dasar dalam perhitungan nilai indikator. Terkahir, analisis data eksplorasi berperan dalam

memahami distribusi data yang dapat dilihat dari berbagai sudut pandangan baik itu berdasarkan kota, dimensi, indikator, maupun sentimen. Selain itu juga dalam analisis data eksplorasi ini dapat juda berupa performa klasifikasi yang dilihat dari berbagai target label. Untuk itu pada Gambar 4.8 merupakan model yang dihasilkan berdasarkan serangkaian proses yang telah dilakukan untuk penilaian kota berkelanjutan.



Gambar 4.8 Model Penilaian Kota Berkelanjutan

4.2.3 Pengumpulan Data dan Teknik Pembobotan

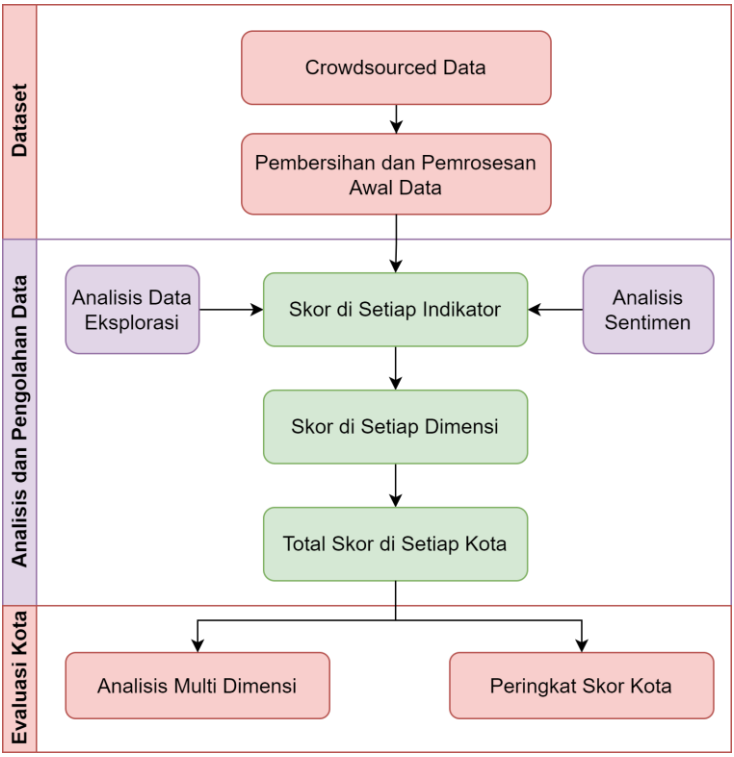
Penilaian smart city dilakukan terhadap empat kota di Pulau Jawa yang merupakan ibu kota provinsi seperti yang telah dijelaskan pada bagian 3.1. untuk memperjelas posisi geografis kota-kota tersebut seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.9.

Gambar 4.9 Lokasi Kota Sebagai Objek Penilaian

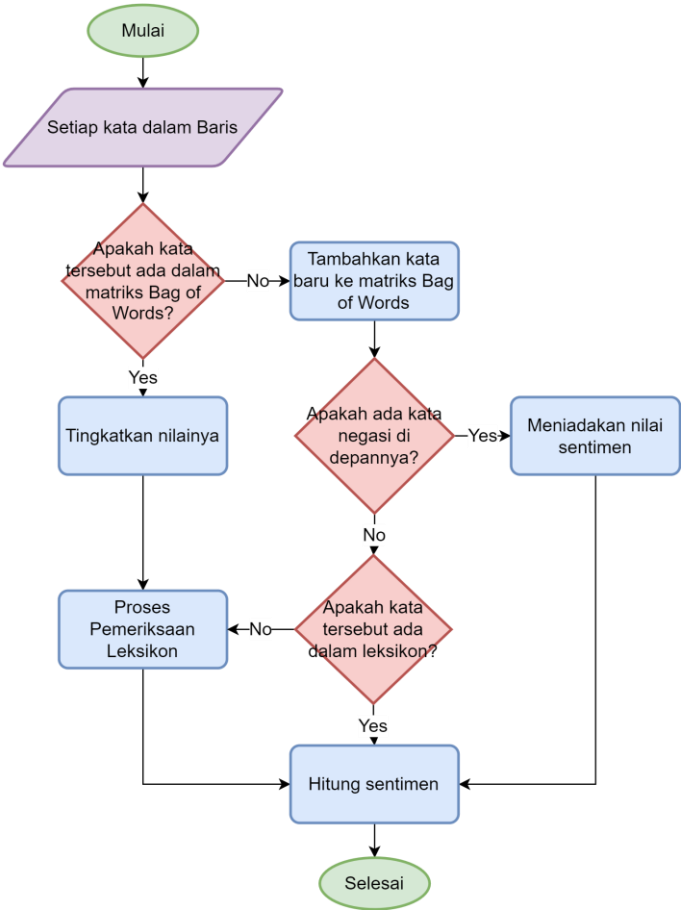
Proses penilaian smart city dilakuan berfokus pada penilaian kota berkelanjutan menggunakan model seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.9. Untuk melakukan penilaian menggunakan pendekatan analitis bertingkat yang mencakup tiga komponen utama: kompilasi data (*dataset*), analisis dan pengolahan data, dan evaluasi perkotaan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.10. Dalam domain kompilasi data, terdapat dua sub-fase: pengumpulan data crowdsourcing dan pembersihan serta pemrosesan awal data. Pengumpulan data crowdsourcing menggunakan kata kunci dan lokasi seperti Gambar 4.8 dimana data tahap awal terkumpul sebanyak 5.981. Selanjutnya data tersebut dilakukan penambahan baik yang berseumber dari platform media sosial twitter maupun yang bersumber dari platform smart city untuk masing-masing kota. Total data yang didapat dalam fase ini sebanyak 10,381. Selanjutnya data tetersebut dilakukan pembersihan dan prapengolahan data dengan tahapan seperti seperti berikut.

(1) Case Folding, Case folding dilakukan dengan membuat semua huruf besar (uppercase) pada dataset menjadi huruf kecil (lowercase). Tahap ini dilakukan agar semua karakter pada dataset menjadi sama, yaitu menggunakan huruf kecil. Dengan membuat semua kata menjadi huruf kecil akan sangat membantu untuk melakukan generalisasi. Sehingga kata “Saya” dan “saya” akan dianggap sama (Macrohon dkk., 2022). (2) Stop Word, Stop-words removal adalah proses yang dilakukan untuk menghapus kata-kata yang tidak memiki arti. Tahap ini akan menggunakan library stopwords() Bahasa Indonesia yang disediakan oleh NLTK. (3) Stemming, stemming adalah proses yang dilakukan untuk

mengubah kata yang memiliki imbuhan menjadi kata dasarnya (root form) dengan menghapus imbuhan seperti prefiks, sufiks, dan konfiks. Pada tahap ini, stemming dilakukan dengan menggunakan library Sastrawi. (4) Normalization, normalization adalah tahap di mana dataset yang memiliki kata-kata tidak baku diubah menjadi kata yang baku atau sesuai dengan ejaan. Hal ini dilakukan karena pada umumnya banyak sekali yang menggunakan kata-kata gaul seperti: bgt, trus, slalu, pngn, aq, bagusss, sippp, dan lain-lain. (5) Tokenization, Tokenisasi adalah suatu proses yang dilakukan untuk memecah kalimat-kalimat menjadi potongan kata-kata, tanda baca, dan ekspresi bermakna lainnya sesuai dengan ketentuan Bahasa yang digunakan. Pada proses ini, penulis menggunakan fungsi word_tokenize() yang disediakan oleh library NLTK.



Gambar 4.10 Metode Analisis Penilaian Kota Berkelanjutan



Gambar 4.11 Diagram Alir Penetapan Bobot Sentimen

Tahapan kedua adalah Analisis dan pemrosesan data, tahapan ini mencakup proses penting dalam memberikan bobot pada masing-masing indikator. Untuk mengetahui pandangan masyarakat terhadap ekosistem perkotaan, eksplorasi data dilakukan dengan metode *exploratory data analysis* (EDA). EDA, sebagai upaya evaluatif, bertujuan untuk mengungkap wawasan dari kumpulan data tertentu (Panigrahi dkk., 2022). EDA juga bisa dianggap sebagai seni menguraikan kumpulan data yang memerlukan pemahaman (Pearson, 2018). Pada saat yang sama, alokasi bobot pada indikator difasilitasi melalui analisis sentimen. Teknik pembobotan berbasis sentimen melibatkan penghitungan

berdasarkan baris data, yang diekstrapolasi dari penghitungan sentimen berdasarkan kata-kata tertentu (Zhou dkk., 2021). Penentuan apakah sentimen yang diungkapkan dalam baris data itu positif atau negatif dilakukan dengan menggunakan pendekatan leksikon. Leksikon yang digunakan dalam konteks ini adalah leksikon inSet (Ependi, Aliya, dkk., 2023). Prosedur rinci penetapan bobot sentimen seperti ditunjukkan pada Gambar 4.11.

Berdasarkan Gambar 4.11 adalah proses untuk menentukan bobot sentimen pada setiap indikator, yang mencakup dimensi sosial, ekonomi, dan lingkungan. Proses tersebut dilakukan memberikan bobot untuk setiap kata berdasarkan lexicon, dan kemudian menjadi bobot untuk setiap baris data. Pemberian bobot ini dikembang dari metode sebelumnya yang hanya menghitung kata, namun dengan pendekatan ini perhitungan akan lebih komprehenship, karena perhitungan dilakukan dengan melihat kata per kata dan memerikan bobot untuksetiap kata. Baru kemudian bobot setiap kata dihitung menjadi bobot untuk setiap baris data. Untuk itu bagaimana pembobotan setiap indikator dalam setiap dimensi seperti berikuti. Untuk dimensi sosial dihitung menggunakan Persamaan 4.2 dan 4.3.

$$Soi^n = \frac{\sum Soi^n{}_m^+}{\sum MSoi^n = \sum Soi^n{}_m^- + \sum Soi^n{}_m^+} \; x\ 100 \qquad (4.2)$$

$$So = (Soi^1 + Soi^2 + Soi^n) \,/\, \sum Soi \qquad (4.3)$$

Dimana, Soi^n mewakili skor indikator *n* dalam dimensi sosial. $\sum Soi^n{}_m^-$Mewakili jumlah total data baris negatif untuk indikator *n* dalam dimensi sosial. $\sum Soi^n{}_m^+$ mewakili jumlah total data baris positif untuk indikator *n* dalam dimensi sosial. $\sum MSoi^n$ mewakili jumlah total data baris untuk indikator *n* dalam dimensi sosial. *So* mewakili skor dimensi sosial. Sementara itu, $\sum Soi$ mewakili jumlah total indikator dalam dimensi sosial. Selanjutnya, Perhitungan skor bobot untuk dimensi ekonomi dilakukan dengan menggunakan Persamaan 4.4 dan 4.5.

$$Eci^n = \frac{\sum Eci^n \; {}^{+}_{m}}{\sum MEci^n = \sum Eci^n \; {}^{-}_{m} + \sum Eci^n \; {}^{+}_{m}} \; x \; 100 \qquad (4.4.)$$

$$Ec = (Eci^1 + Eci^2 + Eci^n) \; / \; \sum Eci \qquad (4.5)$$

Dimana Eci^n mewakili skor indikator ke n dalam dimensi ekonomi. $\sum Eci^n \; {}^{-}_{m}$ mewakili jumlah data baris negatif untuk indikator n dalam dimensi ekonomi. $\sum Eci^n \; {}^{+}_{m}$ mewakili jumlah data baris positif untuk indikator n dalam dimensi ekonomi. $\sum MEci^n$ mewakili jumlah data baris untuk indikator n dalam dimensi ekonomi. Ec mewakili dari skor dimensi ekonomi. Sementara itu, $\sum Eci$ mewakili jumlah total indikator dalam dimensi ekonomi. Selanjutnya, perhitungan skor bobot untuk dimensi lingkungan dilakukan dengan menggunakan Persamaan 5 dan 6.

$$Eni^n = \frac{\sum Eni^n \; {}^{+}_{m}}{\sum MEni^n = \sum Eni^n \; {}^{-}_{m} + \sum Eni^n \; {}^{+}_{m}} \; x \; 100 \qquad (4.6)$$

$$En = (Eni^1 + Eni^2 + Eni^n) \; / \; \sum Eni \qquad (4.7)$$

Dimana, Eni^n mewakili skor indikator ke n dalam dimensi lingkungan. $\sum Eni^n \; {}^{-}_{m}$ adalah singkatan dari jumlah data baris negatif untuk indikator n dalam dimensi lingkungan. $\sum Eni^n \; {}^{+}_{m}$ adalah jumlah data baris positif untuk indikator n dalam dimensi lingkungan. $\sum MEni^n$ mewakili jumlah baris data untuk indikator n dalam dimensi lingkungan. En mewakili skor dimensi lingkungan. Sementara itu, $\sum Eni$ mewakili jumlah total indikator dalam dimensi lingkungan.

Setelah selesai melakukan perhitungan, tahap analisis kota memainkan peran yang sangat penting sebagai wadah untuk menyajikan hasil evaluasi komprehensif mengenai kota berkelanjutan. Tahap penting ini menggabungkan perspektif teoritis dan praktis dalam pengembangan kota. Dalam analisis ini, ketelitian faktual menjadi prioritas utama, memastikan bahwa semua wawasan didasarkan pada data yang kuat yang menjadi

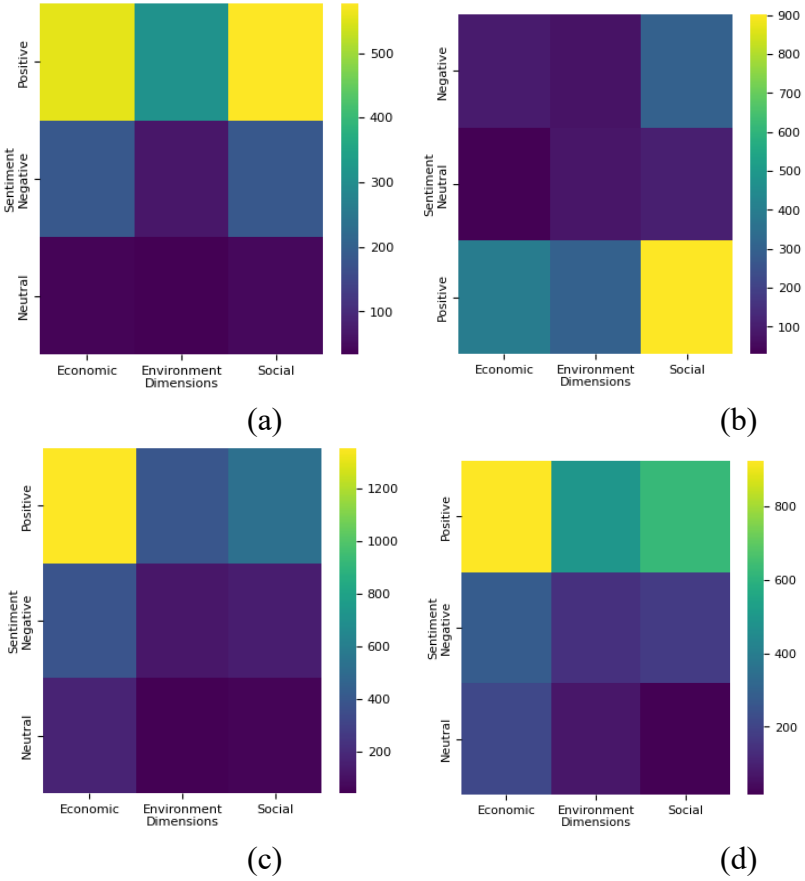
dasar bagi setiap kesimpulan berikutnya. Selama proses analisis ini, hasil yang disajikan tidak hanya sekadar informasi, tetapi juga berfungsi sebagai bukti empiris yang mendukung setiap kesimpulan dalam penilaian. Pendekatan analitis yang digunakan mengikuti prinsip penalaran deduktif, secara sistematis menghasilkan informasi spesifik dari teori atau hipotesis umum. Hal ini memberikan tingkat kredibilitas dan ketelitian ilmiah yang tinggi terhadap temuan-temuan dalam evaluasi kota berkelanjutan, sehingga memastikan bahwa temuan tersebut dapat menjadi dasar yang kuat bagi para pemangku kepentingan dalam pengembangan kota berkelanjutan.

4.2.4 Analisis Data Eksplorasi

Data yang berhasil dikumpulkan untuk penilaian kota berkelanjutan memiliki beberapa label (kolom) yang terdiri dari indikator, dimensi, kota, dan sentimen. Penentuan isi kolom indikator dan dimensi, dilakukan berdasarkan kata kunci pencarian data seperti yang telah dijelaskan pada fase pengumpulan data. Kondisi ini juga terjadi untuk isi kolom kota, ditentukan berdasarkan lokasi pengumpulan data. Sedangkan isi kolom sentimen dilakukan berdasarkan hasil bobot sentimen dengan proses seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.11. Skor bobot sentimen tersebut dikelompokkan menjadi tiga kelompok: (1) Sentimen Negatif jika skornya kurang dari nol. (2) Sentimen Netral jika skornya nol. (3) Sentimen Positif jika skornya lebih besar dari nol. Berdasarkan kriteria tersebut, distribusi data untuk setiap kota ditampilkan dalam Gambar 4.12.

Distribusi data yang disajikan dalam Gambar 4.12 memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang isu-isu keberlanjutan di empat kota di Pulau Jawa, Indonesia: Surabaya, Semarang, Bandung, dan Jakarta. Keempat kota ini dievaluasi dalam tiga dimensi keberlanjutan yang terdiri dari sosial, ekonomi, dan lingkungan. Selain itu, data tersebut dikategorikan secara detail berdasarkan sentimen yang terdiri dari positif, netral, atau negatif untuk memberikan pemahaman yang lebih terperinci tentang pendapat publik. Bandung mendominasi dengan 3.191 baris data,

kondisi ini mengindikasikan bahwa kota ini menjadi pusat perhatian dengan partisipasi warga yang aktif atau mungkin tengah menghadapi berbagai isu yang membutuhkan perhatian publik. Jakarta berada di posisi kedua dengan total 2.931 baris data, menegaskan statusnya sebagai ibu kota yang sibuk. Semarang dan Surabaya berada di bawah dengan masing-masing 2.271 dan 1.988 baris data, yang mungkin mengindikasikan minat publik yang lebih rendah atau lebih sedikit permasalahan yang membutuhkan perhatian di kedua kota tersebut.



Gambar 4.12 Distribusi Data: (a) Surabaya, (b) Semarang, (c) Bandung, dan (d) Jakarta

Saat membedah data berdasarkan dimensi, muncul pola-pola menarik. Semarang menonjol karena konsentrasinya pada isu-isu sosial, yang mencakup 1.305 baris. Fokus ini dapat menunjukkan bahwa kesejahteraan sosial atau inisiatif berbasis komunitas merupakan hal yang sangat penting bagi kota. Sebaliknya, data di Kota Bandung sangat condong pada isu-isu ekonomi, dengan jumlah data yang berjumlah 1.904 baris. Hal ini menunjukkan bahwa kota ini mungkin berada pada titik penting secara ekonomi, mungkin di tengah pertumbuhan yang signifikan atau sedang menghadapi tantangan ekonomi. Jakarta, di sisi lain, menyajikan profil yang menyeluruh namun condong ke arah kepedulian lingkungan dengan 703 baris. Mengingat status Jakarta sebagai ibu kota, hal ini menandakan meningkatnya kesadaran atau penekanan kebijakan terhadap kelestarian lingkungan di tingkat nasional. Surabaya menawarkan penyebaran paling seimbang di semua dimensi, meskipun secara keseluruhan memiliki titik data yang lebih sedikit. Hal ini dapat mengindikasikan adanya pendekatan holistik terhadap pengelolaan kota, namun juga dapat menandakan adanya ruang untuk perbaikan dalam keterlibatan masyarakat.

Dari sudut pandang analisis sentimen, Bandung menunjukkan kehadiran yang kuat dalam kedua kategori positif dan negatif, dengan masing-masing 2.267 dan 653 baris data. Sifat ganda ini mengindikasikan bahwa Bandung adalah kota yang penuh kontras, atau dapat dikatakan sedang mengalami kemajuan yang menjanjikan sekaligus menghadapi tantangan yang signifikan. Jakarta juga mencerminkan pola ini, namun dengan sedikit fokus pada sentimen positif, seperti yang ditunjukkan oleh 2.042 baris data positif dan 591 negatif. Sementara itu, baik Semarang maupun Surabaya memiliki lebih sedikit baris data, tetapi tetap mempertahankan tren positif yang lebih tinggi dan dampak negatif atau netral yang lebih sedikit. Hal ini dapat mengindikasikan pandangan publik yang umumnya positif terhadap pengelolaan kota, meskipun ada beberapa area yang memerlukan perhatian.

Dengan mempertimbangkan semua hal, data ini memberikan gambaran yang kaya tentang sentimen publik dan prioritas di

empat kota ini. Bandung muncul sebagai pusat diskusi ekonomi, dengan banyak pandangan positif dan negatif. Semarang, dengan fokusnya pada masalah sosial, mungkin dapat menjadi studi kasus dalam pengembangan program kesejahteraan sosial. Jakarta, ibu kota negara, menampilkan dataset yang seimbang tetapi luas, dengan kecenderungan signifikan ke arah keberlanjutan lingkungan. Terakhir, Surabaya menampilkan dataset yang seimbang tetapi kurang besar, mengindikasikan perlunya peningkatan partisipasi publik dalam berbagai dimensi keberlanjutan.

Berdasarkan nuansa kualitatif data, tren tema yang berbeda muncul dalam percakapan dan pendapat publik yang terkait dengan masing-masing kota. Tren-tren ini sangat ditekankan oleh kata-kata yang paling sering muncul dalam data bersumber dari masyarakat, yang berfungsi sebagai titik fokus yang kemungkinan besar berhubungan erat dengan komunitas yang terlibat. Di Surabaya, istilah yang mencolok adalah "pendidikan, ekonomi, dan gaji". Menariknya, istilah-istilah ini cocok dengan volume data yang lebih rendah dibandingkan dengan kota lain. Fokus pada "pendidikan dan ekonomi" dapat mengindikasikan bahwa meskipun partisipasi publik secara keseluruhan mungkin lebih sedikit, kekhawatiran yang diajukan adalah hal-hal mendasar dan terkait langsung dengan kesejahteraan jangka panjang dan kemakmuran ekonomi.

Diskusi publik di Semarang berpusat pada "rumah sakit, pendidikan, dan keamanan", yang secara menarik selaras dengan distribusi data yang menekankan masalah sosial. Hal ini bisa mengindikasikan fokus yang kuat dari masyarakat pada kesehatan dan keamanan, kondisi ini menunjukkan bahwa inisiatif kesejahteraan sosial tidak hanya mendominasi tetapi juga menjadi salah satu perhatian utama bagi penduduk. Untuk Bandung, istilah-istilah yang sering disebutkan adalah "gaji, bahan bakar, dan pendapatan". Mengingat Bandung memiliki jumlah baris data tertinggi, terutama dalam dimensi ekonomi, istilah-istilah ini menggarisbawahi minat atau kekhawatiran publik yang tinggi dalam stabilitas ekonomi dan biaya hidup. Tingginya frekuensi

istilah-istilah ini bisa menjadi manifestasi dari keterlibatan publik yang aktif dalam tantangan atau peluang ekonomi di kota ini. Jakarta mencolok dengan istilah-istilah seperti "gaji, bahan bakar, dan keamanan", yang secara menarik cocok dengan dataset yang seimbang tetapi luas dan perhatian khusus pada masalah lingkungan. Keberadaan "keamanan" bersama istilah-istilah ekonomi bisa mengindikasikan adanya interaksi kompleks antara kekhawatiran ekonomi dan keamanan, mungkin mencerminkan tantangan dalam mengelola ibu kota yang sibuk. Istilah-istilah yang sering disebutkan ini dapat dilihat secara visual dalam bentuk awan kata, seperti yang digambarkan dalam Gambar 4.13.

Gambar 4.13 Awan Kata: (a) Surabaya, (b) Semarang, (c) Bandung, dan (d) Jakarta

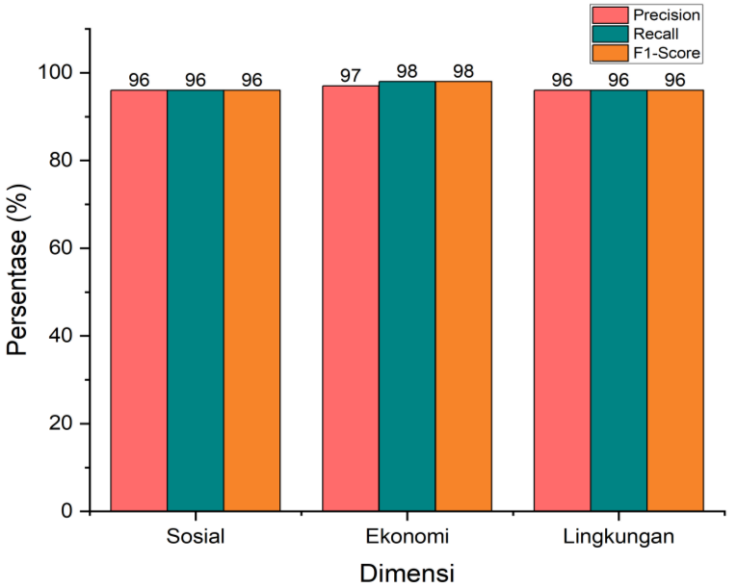
Untuk mengevaluasi secara cermat seberapa selaras data yang dikumpulkan dengan setiap indikator, dimensi, dan sentimen yang ditentukan, maka digunakan metodologi klasifikasi yang komprehensif. Tujuan dari klasifikasi ini ada dua: pertama, untuk meneliti pengaruh kata kunci yang digunakan dalam proses pengumpulan data; dan kedua, menilai kesesuaian analisis sentimen berbasis leksikon dengan label yang diberikan. Untuk mencapai tujuan ini, maka digunakan algoritma Long Short-Term Memory (LSTM). Sedangkan untuk mengatasi masalah ketidakseimbangan data agar mendapatkan hasil klasifikasi yang andal menggunakan teknik tingkat data hibrid yang menggabungkan Random Over Sampling (ROS) dengan Neighborhood Cleaning Rule (NCL) (Ependi; dkk., 2023). ROS-NCL yang digunakan ini merupakan pendekatan secara signifikan meningkatkan distribusi kumpulan data di berbagai kelas. Setelah proses klasifikasi dilakukan, maka performa dapat dilihat baik berdasarkan indikator, dimensi, maupun sentimen. Performa klasifikasi berdasarkan indikator, model menghasilkan tingkat akurasi yang sangat tinggi yaitu mencatat skor validasi dan pengujian masing-masing sebesar 99% dan 99,17%. Pencapaian luar biasa ini selanjutnya dikuatkan oleh metrik yang menyertainya baik itu *precision, recall,* dan *f1-score*, seperti yang diperlihatkan dalam Tabel 4.8.

Tabel 4.8 *Precision, Recall,* dan *F1-Score*

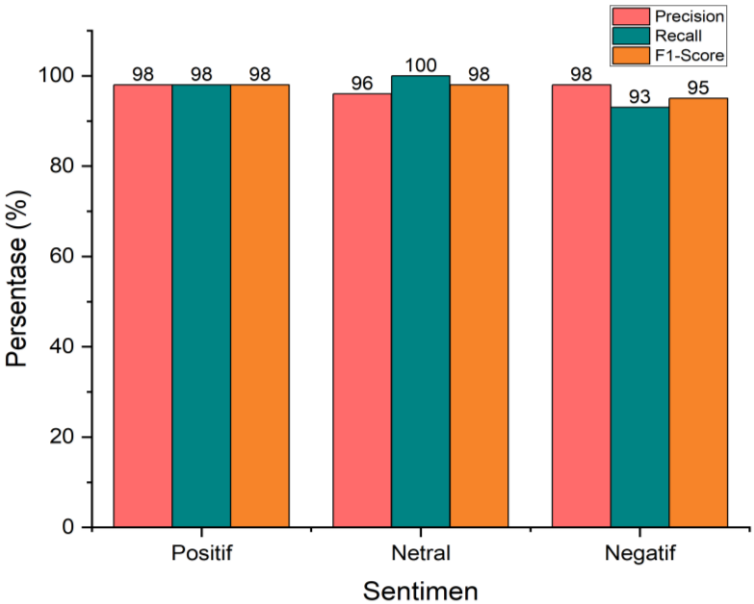
Indikator	***Precision***	***Recall***	***F1-Score***
Ekuitas (So1)	100	100	100
Kesehatan (So2)	99	99	99
Pendidikan (So3)	98	100	99
Keamanan (So4)	99	99	99
Budaya dan Kesetaraan (So5)	99	100	100
Inovasi (Ec1)	99	100	99
Pendapatan (Ec2)	100	100	100
Infrastruktur(Ec3)	100	85	92
Peluang Usaha (Ec4)	100	100	100
Udara (En1)	98	100	99

Indikator	*Precision*	*Recall*	*F1-Score*
Energi (En2)	99	100	99
Fasilitas Publik (En3)	99	098	98

Matriks seperti pada Tabel 4.10 menegaskan bahwa kinerja model secara konsisten kuat di seluruh indikator. Kondisi ini sesuai dengan nilai *precision, recall,* dan *f1-score* mendapatkan 98%. Namun pada indikator "Ec5", yang berfokus pada aspek terkait infrastruktur mendapat nilai *recall* yang agak berkurang sebesar 85% dan *f1-score* sebesar 92%. Sedangkan klasifikasi berdasarkan target dimensi, terdapat sedikit fluktuasi pada metrik kinerja yaitu antara 96% dan 98%. Namun pada akurasi validasi dan pengujian memiliki nilai konsisten, masing-masing mencapai 96% dan 96,57%. Keseragaman dalam metrik ini menggarisbawahi kekuatan model dan menandakan tingkat keselarasan yang tinggi antara data dan dimensi yang ditentukan. Gambar 4.14 adalah matrik evaluasi dengan target dimensi.



Gambar 4.14 Performa Klasifikasi Berdasarkan Dimensi



Gambar 4.15 Performa Klasifikasi Berdasarkan Sentimen

Dalam klasifikasi sentimen sebagaimana dirinci dalam Gambar 4.15, model menunjukkan tingkat kinerja yang luar biasa. Pada sentimen positif, metrik *precision, recall,* dan *f1-score* sangat konsisten, masing-masing mendapat skor sebesar 98%, sehingga menandakan kemampuan kategorisasi yang hampir sempurna. Untuk sentimen netral, meskipun presisinya sedikit lebih rendah yaitu 96%, model ini mencapai tingkat recall yang tak tertandingi sebesar 100%, yang pada gilirannya meningkatkan skor F1 menjadi 98%. Terkait dengan sentimen negatif, model ini mempertahankan tingkat presisi yang sangat baik yaitu sebesar 98%, hanya dapat diimbangi dengan recall yang sedikit lebih rendah yaitu sebesar 93%, sehingga menghasilkan skor F1 yaitu sebesar 95%. Kondisi ini selaras dengan hasil akurasi validasi dan pengujian. Dimana skor validasi dan pengujian masing-masing sebesar 98% dan 97,52%. Ini mengindikasikan bahwa kategori sentimen tidak hanya memperkuat keandalan model secara keseluruhan namun juga memperkuat keselarasan data yang dianotasi berdasarkan sentimen sesuai untuk penilaian kota keberlanjutan.

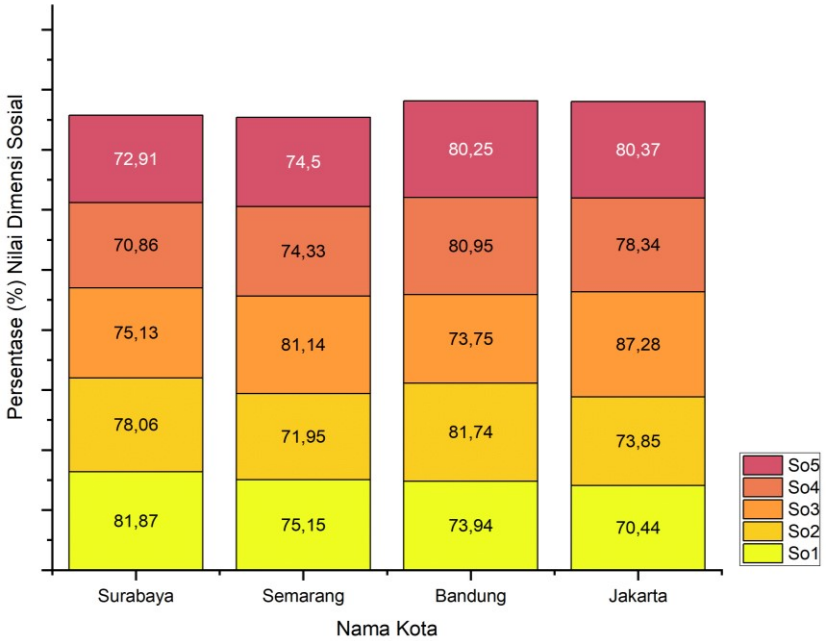
4.2.4 Hasil Penilaian

Berdasarkan data yang telah diuraikan sebelumnya, maka selanjutanya melakukan eksplorasi komprehensif terhadap beragam permasalahan yang dihadapi empat kota utama di Pulau Jawa, Indonesia yaitu Surabaya, Semarang, Bandung, dan Jakarta. Penilaian dilakuakn berdasarkan dimensi atau faktor yang terdiri dari sosial, ekonomi, dan lingkungan. Tujuan utamanya adalah untuk mendapatkan wawasan mendalam tentang kota-kota tersebut, sehingga membuka jalan bagi pengambilan kebijakan yang lebih tepat dan intervensi strategis oleh pemerintah daerah dan pemangku kepentingan lainnya. Investigasi ini dimulai dengan fokus pada struktur sosial yang merupakan landasan bagi kesejahteraan dan kemakmuran masayarakat secara keseluruhan. Untuk mendapatkan pandangan masyarakat dalam bidang ini, maka menggunakan lima indikator utama, yang terdiri dari: ekuitas (So1), kesehatan (So2), pendidikan (So3), keamanan (So4), dan budaya dan kesetaraan (So5).

Ekuitas (So1): indikator ini berfungsi untuk mengukur aksesibilitas dan keadilan yang terkait dengan kepemilikan aset di kalangan masyarakat. Kesehatan (So2): Indikator ini memberikan gambaran kesehatan masyarakat secara umum dan mengevaluasi aksesibilitas dan kualitas layanan kesehatan. Pendidikan (So3): Indikator ini berfungsi untuk mengevaluasi kualitas dan ketersediaan fasilitas dan program pendidikan, memberikan gambaran tentang sumber intelektual dan prospek pembangunan kota. Keamanan (So4): Indikator ini memberikan wawasan mengenai efektivitas penegakan hukum dan mengukur tingkat keselamatan secara keseluruhan di pusat-pusat perkotaan. Budaya dan Kesetaraan (So5): Indikator ini meneliti mosaik dan inklusivitas budaya kota, menyoroti keselarasan dan integrasi sosial dalam kesetaraan komunitas.

Melalui analisis mendalam terhadap indikator-indikator dalam dimensi sosial, ini bertujuan untuk menyajikan pandangan holistik mengenai kota-kota yang menjadi objek penilaian. Hal ini tidak

hanya akan berkontribusi pada pemahaman yang lebih mendalam mengenai tantangan dan kekuatan spesifik yang dimiliki setiap kota, namun juga menjadi sumber daya yang sangat berharga dalam memahami dimensi sosial. Hasil dari penilaian ini terangkum dalam Gambar 4.16, yang memberikan presentasi visual dari temuan-temuan tersebut.



Gambar 4.16 Skor untuk Dimensi Sosial

Berdasarkan hasil penilaian yang tergambar pada Gambar 4.16, Surabaya muncul sebagai kota terdepan di antara empat kota dalam hal ekuitas kepemilikan aset. Temuan ini menyiratkan bahwa Surabaya memiliki distribusi sumber daya dan peluang yang lebih seimbang dalam hal kepemilikan aset. Kebijakan dan tata kelola kota kemungkinan besar memainkan peran penting dalam mencapai hasil yang baik ini. Menyusul Surabaya, ada Semarang, Bandung, dan Jakarta, dalam urutan tersebut. Tren ini menunjukkan bahwa Jakarta mungkin menghadapi tantangan terkait kepemilikan aset dan memerlukan peningkatan perhatian dari pemerintah kota. Hal ini juga berimplikasi pada adanya

disparitas pendapatan atau ketimpangan akses terhadap layanan antara Jakarta dan Surabaya. Oleh karena itu, para pejabat di Jakarta harus mempertimbangkan untuk meninjau kembali perencanaan kota dan strategi kesejahteraan sosial mereka agar dapat mengatasi permasalahan ini secara efektif.

Dalam hal indikator kesehatan, Bandung memperoleh skor tertinggi, yang menunjukkan tingginya tingkat kepuasan masyarakat terhadap layanan kesehatan atau program kesehatan masyarakat kota tersebut. Skor luar biasa ini juga mencerminkan komitmen Bandung terhadap inovasi layanan kesehatan dan pemberian layanan berkualitas. Di sisi lain, Semarang mendapat nilai terendah dalam bidang ini, sehingga menunjukkan perlunya perbaikan. Kota ini akan mendapat manfaat dari peninjauan kembali kebijakan layanan kesehatannya dan kemungkinan restrukturisasi layanan kesehatannya. Meskipun Surabaya dan Jakarta memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan Semarang, ketiga kota tersebut harus memprioritaskan peningkatan, peningkatan, dan kesadaran masyarakat dalam layanan kesehatan. Kemitraan pemerintah-swasta dapat menjadi solusi yang tepat untuk mempercepat perbaikan ini.

Jakarta, ibu kota Indonesia, memimpin dalam indikator pendidikan, mengungguli kota-kota besar lainnya seperti Surabaya, Semarang, dan Bandung. Kehebatan pendidikan di ibu kota ini dapat dikaitkan dengan investasi besar dalam infrastruktur dan program pendidikan, serta beragamnya institusi pendidikan tinggi dan pusat penelitian. Di sisi lain, Bandung masih tertinggal, hal ini menunjukkan perlunya intervensi yang ditargetkan untuk meningkatkan lanskap pendidikannya. Meskipun peringkat Bandung lebih rendah, patut diakui bahwa keempat kota tersebut secara keseluruhan memiliki kinerja yang baik dalam hal metrik pendidikan, mengingat status mereka sebagai tujuan wisata yang dicari oleh pelajar di berbagai wilayah di Indonesia. Hal ini menggarisbawahi pentingnya pusat-pusat perkotaan untuk mempertahankan dan bahkan meningkatkan investasi pendidikan mereka untuk melayani populasi siswa yang beragam.

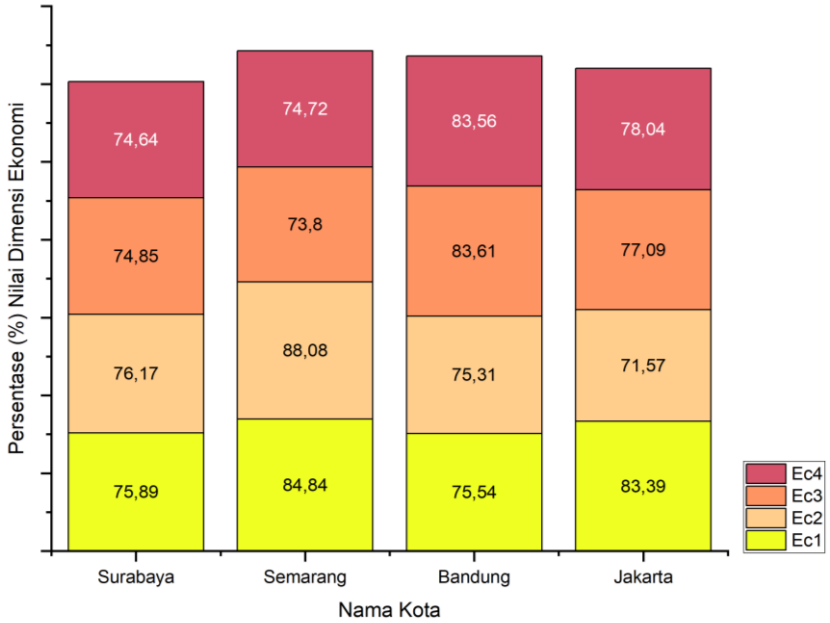
Selain kesehatan, Bandung juga unggul dalam indikator keamanan, disusul Jakarta. Hal ini menunjukkan bahwa kedua kota tersebut relatif aman dan mempunyai langkah-langkah efektif untuk menjaga ketertiban umum. Inovasi teknologi seperti pengawasan cerdas mungkin membantu kota-kota ini dalam langkah-langkah keselamatannya. Sementara itu, Surabaya berada di peringkat terbawah, hal ini menunjukkan perlunya peningkatan protokol keselamatan. Hal ini juga menunjukkan bahwa Surabaya harus fokus pada penguatan sistem keamanan perkotaannya, mungkin melalui peningkatan visibilitas polisi dan program keterlibatan masyarakat. Di sisi lain, Semarang memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan Surabaya dalam hal keamanan kota namun masih ada ruang untuk perbaikan, khususnya dalam penerapan sistem keamanan canggih.

Terkait indikator budaya dan kesetaraan, Jakarta dan Bandung menempati posisi teratas. Hal ini menandakan bahwa kedua kota tersebut lebih progresif dalam mempromosikan kegiatan budaya dan mendorong kesetaraan sosial. Warisan budaya yang kaya dan populasi yang beragam di kota-kota ini kemungkinan besar merupakan faktor penyebabnya. Namun Surabaya dan Semarang tertinggal, hal ini menunjukkan adanya potensi kesenjangan dalam inisiatif budaya dan sosial. Tren ini menggarisbawahi perlunya Surabaya dan Semarang untuk berinvestasi lebih banyak di bidang-bidang tersebut. Penjangkauan masyarakat dan pengembangan pusat kebudayaan dapat menjadi langkah tepat bagi kota-kota tersebut.

Dimensi selanjutnya yang dinilai adalah dimensi ekonomi. Dimensi ini memberikan pandangan holistik mengenai vitalitas ekonomi dan keberlanjutan suatu kota. Hal ini sangat penting di era globalisasi dan perubahan teknologi yang pesat, dimana kota harus terus beradaptasi agar tetap kompetitif. Dimensi ini berfokus pada persepsi masyarakat mengenai kondisi perekonomian suatu kota, sebuah aspek penting mengingat persepsi seringkali mendorong investasi dan keterlibatan masyarakat. Hal ini berpusat pada empat indikator utama yang saling berhubungan erat, masing-masing mempengaruhi dan dipengaruhi oleh yang lain.

Indikator-indikator ini bukan sekadar metrik; mereka berfungsi sebagai kompas yang memandu pengambilan kebijakan dan opini publik. Mereka juga membantu pemerintah daerah dan dunia usaha mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan, sehingga memberikan informasi bagi strategi pembangunan ekonomi dan program kesejahteraan sosial. Indikatornya antara lain: Inovasi (Ec1), Pendapatan (Ec2), Infrastruktur (Ec3), dan Peluang Usaha (Ec4). Dengan memperhatikan indikator-indikator ini, kota-kota dapat memposisikan diri mereka dengan lebih baik dalam mencapai pertumbuhan dan kesejahteraan jangka panjang.

Inovasi (Ec1) menilai sejauh mana suatu kota inovatif di bidang teknologi dalam konteks kewirausahaan. Hal ini merupakan indikator penting karena kota-kota dengan tingkat inovasi yang tinggi seringkali lebih tahan terhadap kemerosotan ekonomi dan mempunyai posisi yang lebih baik untuk pertumbuhan di masa depan. Pendapatan (Ec2) mengukur tingkat pendapatan atau kemakmuran ekonomi di kota tersebut. Tingkat pendapatan yang tinggi sering kali berkorelasi dengan standar hidup yang lebih tinggi dan akses yang lebih besar terhadap layanan dan peluang, yang pada gilirannya menarik lebih banyak talenta dan investasi ke kota. Infrastruktur (Ec3) mengevaluasi kualitas dan ketersediaan fasilitas infrastruktur penting, seperti transportasi, utilitas, dan kolaborasi ekonomi nasional dan internasional. Infrastruktur yang baik adalah tulang punggung kota yang berkembang, memfasilitasi pergerakan orang, barang, dan informasi secara efisien. Peluang Bisnis (Ec4) mengukur seberapa besar peluang bisnis yang ditawarkan kota. Indikator ini dapat mencakup faktor-faktor seperti kinerja ekonomi, peraturan, kondisi pasar, dan akses terhadap modal. Kota-kota yang mempunyai nilai peluang bisnis yang tinggi umumnya lebih menarik bagi investor dan pengusaha, sehingga mendorong perekonomian yang dinamis dan kompetitif. Hasil penilaian dimensi ekokomi seperti terlihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Skor untuk Dimensi Ekonomi

Semarang menonjol sebagai pemimpin dalam indikator inovasi dibandingkan kota-kota lain. Tingkat inovasi yang tinggi di kota ini menandakan ekosistem yang kuat untuk startup, penelitian, dan pengembangan teknologi, sehingga menjadikan kota ini sebagai lokasi yang menarik untuk investasi berbasis pengetahuan. Diikuti oleh Jakarta yang menempati posisi kedua dalam metrik ini. Ekosistem startup di Jakarta yang dinamis, didukung oleh kemudahan akses permodalan dan sumber daya manusia berkualitas tinggi, menunjukkan adanya potensi inovasi yang signifikan. Baik Bandung maupun Surabaya menunjukkan tingkat inovasi yang sebanding; Meskipun Bandung memiliki potensi yang menjanjikan di sektor teknologi, namun dibutuhkan investasi tambahan untuk meningkatkan kemampuan inovasinya. Meskipun Surabaya bukan pemimpin, kinerjanya cukup baik, dengan lingkungan yang kondusif bagi penelitian dan pengembangan—kemungkinan besar difasilitasi oleh lembaga pendidikan atau pusat penelitian—namun masih ada ruang untuk perbaikan.

Selain itu, Semarang menduduki peringkat teratas dalam hal pendapatan dibandingkan kota-kota lain, yang berarti tingkat kemakmuran dan kualitas hidup yang lebih tinggi. Keunggulan ini juga menjadikan Semarang sebagai tempat yang menarik untuk kegiatan usaha. Berikutnya adalah Surabaya, yang menunjukkan perekonomian seimbang dengan tingkat pendapatan yang stabil. Namun pendapatan di Surabaya belum mencapai puncaknya, hal ini menunjukkan adanya potensi pertumbuhan ekonomi lebih lanjut. Bandung, yang kuat dalam inovasi, menunjukkan tingkat pendapatan yang relatif rendah, menunjukkan bahwa potensi inovasi kota ini belum sepenuhnya diubah menjadi kekayaan ekonomi. Terakhir, meskipun unggul dalam hal inovasi, Jakarta memiliki tingkat pendapatan yang lebih rendah dibandingkan kota-kota lain, hal ini mungkin disebabkan oleh kesenjangan pendapatan atau tingginya biaya hidup yang mempengaruhi pendapatan rata-rata di Jakarta.

Bandung muncul sebagai kota dengan infrastruktur terbaik di antara keempat kota tersebut, yang kemungkinan besar mencerminkan investasi yang baik pada transportasi umum, utilitas, dan fasilitas lain yang mendukung kegiatan ekonomi dan sosial. Jakarta menempati posisi kedua, dengan kinerja infrastruktur yang melebihi tingkat pendapatannya. Hal ini menunjukkan bahwa investasi yang signifikan telah dilakukan pada fasilitas umum dan transportasi, meskipun masih ada ruang untuk perbaikan. Surabaya, meskipun memiliki infrastruktur yang memadai, bukanlah yang terdepan dalam aspek ini. Infrastruktur yang ada cukup mendukung kegiatan perekonomian, namun masih terdapat potensi untuk perbaikan lebih lanjut. Terakhir, meskipun Semarang unggul dalam aspek-aspek lain, infrastrukturnya masih tertinggal, sehingga menunjukkan perlunya lebih banyak perhatian dan investasi untuk mempertahankan pertumbuhan.

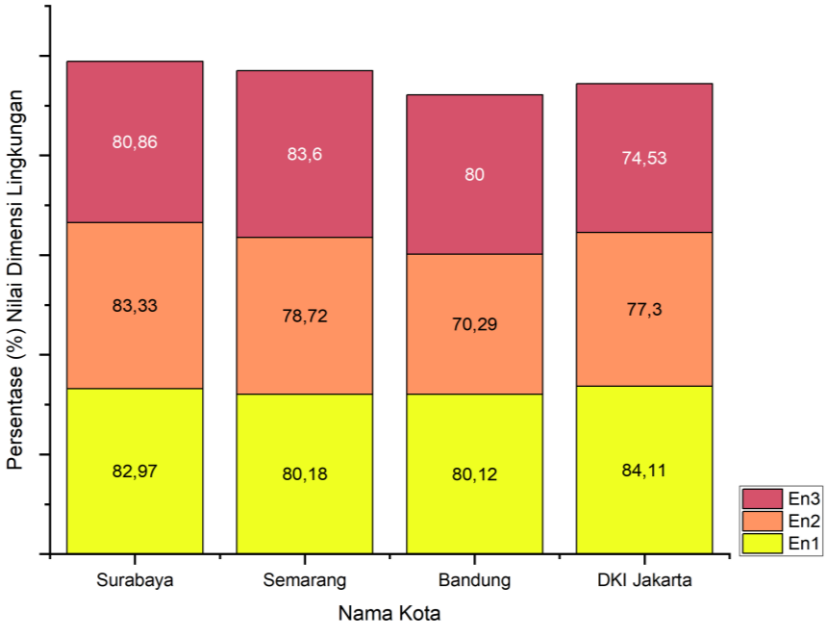
Dalam hal peluang bisnis, Bandung menempati peringkat tertinggi di antara keempat kota tersebut, kemungkinan karena kombinasi infrastruktur yang kuat dan ekosistem inovasi yang berkembang. Hal ini menjadikan Bandung sebagai lokasi yang sangat menarik

bagi investor dan pengusaha. Jakarta mengikuti Bandung, menunjukkan peluang bisnis yang cukup tinggi juga. Keunggulan tersebut didukung oleh akses pasar dan permodalan yang baik, meskipun terdapat beberapa hal yang memerlukan perbaikan untuk meningkatkan daya saingnya. Surabaya dan Semarang memiliki peluang bisnis yang hampir setara, meskipun memiliki keunggulan di wilayah lain. Surabaya menunjukkan prospek yang baik namun masih memiliki ruang untuk perbaikan, terutama dalam hal regulasi dan akses terhadap permodalan. Sementara itu, Semarang, meskipun unggul dalam hal inovasi dan pendapatan, masih perlu menyesuaikan aspek-aspek lain untuk meningkatkan daya tariknya bagi dunia usaha.

Dimensi terakhir yang perlu dikaji adalah Dimensi Lingkungan, yang merupakan landasan penting yang menentukan kelayakan hidup dan ketahanan kawasan perkotaan. Aspek ini sangat penting karena memberikan gambaran komprehensif mengenai vitalitas dan keberlanjutan lingkungan kota. Hal ini berfungsi sebagai lensa yang dapat digunakan untuk mengevaluasi upaya kota dalam memerangi perubahan iklim dan menjamin kesehatan masyarakat. Di era kemajuan teknologi dan globalisasi yang serba cepat saat ini, kota-kota dituntut untuk terus beradaptasi agar tetap menjadi yang terdepan. Dimensi ini memberikan penekanan khusus pada bagaimana masyarakat memandang keadaan lingkungan suatu kota. Persepsi seperti ini sangat penting karena sering kali menjadi katalis bagi keterlibatan masyarakat dan investasi. Selain itu, opini publik dapat membentuk agenda kebijakan dan mempercepat implementasi inisiatif ramah lingkungan. Dimensi ini berkisar pada tiga indikator utama yang saling terkait: Udara (En1), Energi (En2), dan Fasilitas Publik (En3).

Kualitas Udara (En1) mengukur seberapa baik suatu kota mempertahankan standar udara yang baik, khususnya dalam konteks kelestarian lingkungan. Indikator ini patut diperhatikan karena kota-kota yang unggul dalam kualitas udara sering kali sangat berkomitmen terhadap kebijakan lingkungan hidup. Selain itu, kualitas udara yang baik mempunyai dampak positif, tidak hanya berdampak positif pada kesehatan tetapi juga perekonomian

dengan mengurangi biaya perawatan kesehatan. Energi (En2) menilai efisiensi dan keberlanjutan kota dalam pemanfaatan energi. Efisiensi energi yang tinggi dan penggunaan sumber energi terbarukan merupakan ciri tanggung jawab dan keberlanjutan lingkungan. Kota-kota yang memprioritaskan efisiensi energi seringkali lebih tahan terhadap fluktuasi harga energi dan lebih siap menghadapi tantangan perubahan iklim. Fasilitas Publik (EN3) mengevaluasi kualitas dan ketersediaan fasilitas penting masyarakat seperti pengelolaan sampah, taman umum, angkutan umum, dan fasilitas komunal lainnya. Pengelolaan fasilitas publik yang efektif menunjukkan komitmen kota untuk meningkatkan kualitas hidup penduduknya sekaligus meminimalkan jejak ekologisnya. Hasil penilaian Dimensi Lingkungan seperti tergambar pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Skor untuk Dimensi Lingkungan

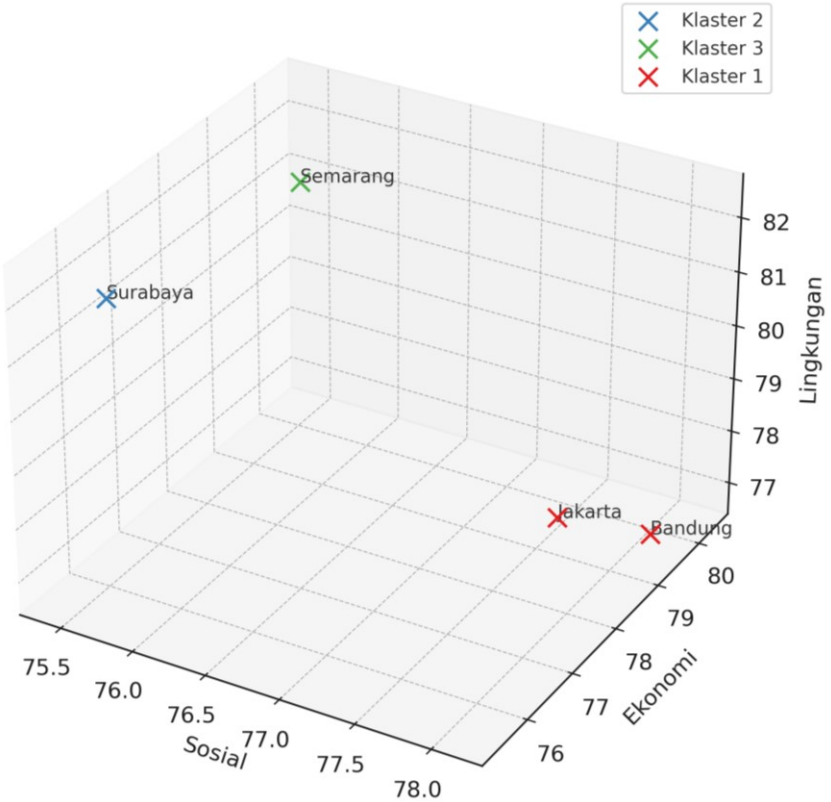
Berdasarkan data yang disajikan pada Gambar 4.18, Jakarta memiliki skor tertinggi dalam indikator kualitas udara. Kinerja ini merupakan bukti komitmen kuat kota terhadap pengelolaan

lingkungan hidup. Hal ini menempatkan Jakarta sebagai tujuan wisata yang menarik bagi penduduk dan investor yang mengutamakan kehidupan berkelanjutan dan kesejahteraan. Namun, perlu diingat bahwa skor tinggi ini sebagian disebabkan oleh berkurangnya aktivitas perkotaan yang dipicu oleh pandemi COVID-19. Hal ini menimbulkan pertanyaan tentang keberlanjutan perbaikan ini seiring dengan dilanjutkannya aktivitas normal. Sebaliknya, Surabaya juga memperoleh persepsi positif, yang menandakan efektivitas kebijakan lingkungan hidup daerahnya. Hal ini menunjukkan bahwa inisiatif lokal bisa sangat efektif dalam meningkatkan kualitas udara. Sedangkan untuk Semarang dan Bandung, skor keduanya cukup dekat, yang menunjukkan bahwa kedua kota tersebut memiliki potensi namun memerlukan intervensi yang tepat sasaran untuk mencapai standar kualitas udara yang ditetapkan.

Dalam bidang energi, Surabaya memimpin dengan perolehan skor tertinggi. Masyarakat kota menunjukkan kepatuhan yang kuat terhadap kebijakan energi yang bertanggung jawab, baik dalam hal konsumsi bahan bakar atau praktik terkait energi lainnya. Hal ini menjadikan Surabaya sebagai pusat investasi yang menguntungkan dan berfokus pada keberlanjutan dan energi terbarukan. Semarang, meski tertinggal dari Surabaya, menunjukkan performa menjanjikan. Namun, masih ada peluang bagi Semarang untuk mempercepat transisi menuju sumber energi terbarukan, agar lebih selaras dengan tujuan keberlanjutan global. Di sisi lain, Jakarta dan Bandung menunjukkan hal-hal yang perlu diperbaiki dalam kebijakan energi mereka. Bandung, khususnya, memerlukan perhatian segera dan dapat mengambil manfaat dari inisiatif seperti kampanye kesadaran masyarakat, reformasi kebijakan, atau kemitraan dengan organisasi yang berfokus pada keberlanjutan.

Semarang memimpin dalam indikator fasilitas umum, yang mencerminkan tingkat ketersediaan dan pengelolaan fasilitas umum yang luar biasa. Kinerja ini menunjukkan bahwa penduduk kota secara umum puas dengan fasilitas umum, yang merupakan ukuran utama dalam menilai efektivitas tata kelola kota. Surabaya

dan Bandung memperoleh skor serupa pada sektor ini, yang menunjukkan adanya kesetaraan namun juga menunjukkan adanya ruang untuk pertumbuhan. Investasi yang ditargetkan pada transportasi umum, taman, dan pusat komunitas dapat semakin meningkatkan posisi mereka. Sebaliknya, rendahnya skor Jakarta di sektor ini merupakan sebuah paradoks. Meskipun memiliki fasilitas umum yang lebih beragam dibandingkan kota-kota lain, kota ini masih belum memenuhi harapan umum dari populasinya yang beragam dan terus bertambah. Hal ini menggarisbawahi perlunya pemerintah kota Jakarta untuk tidak hanya berinvestasi pada infrastruktur namun juga fokus pada kualitas dan aksesibilitas layanan publik.



Gambar 4. 19 Klaster Kota Berdasarkan Skor Dimensi

Setelah melakukan penilaian komprehensif terhadap berbagai dimensi mulai dari sosial, ekonomi hingga lingkungan data tersebut telah disintesis untuk membentuk klaster yang mengkategorikan kota-kota berdasarkan konteks pembangunan berkelanjutan secara keseluruhan. Klaster-klaster ini menawarkan pemahaman berbeda mengenai peringkat masing-masing kota dalam mencapai kota berkelanjutan. Gambar 4.19 dapat dilihat klaster untuk setiap kota.

Berdasarkan Gambar 4.19 terdapat tiga klaster (pengelompokan) berbeda untuk setiap kota. Klaster pertama meliputi Bandung dan Jakarta. Kota-kota ini unggul dalam bidang kesehatan, pendidikan, dan inklusivitas budaya, namun menghadapi tantangan dalam distribusi aset dan tingkat pendapatan yang adil. Infrastruktur yang kuat dan penekanan yang kuat pada inovasi dan peluang bisnis menjadikannya magnet bagi investasi, namun terdapat kebutuhan mendesak bagi kota-kota ini untuk mengatasi kesenjangan sosial. Klaster kedua hanya diwakili oleh Surabaya. Kota ini unggul dalam ekuitas kepemilikan aset dan keberlanjutan energi. Surabaya perlu membuat kemajuan dalam bidang kesehatan, keselamatan, dan khususnya dalam sistem keamanan perkotaan. Tingkat pendapatan kota yang moderat dan infrastruktur yang memadai menjadi landasan yang kuat bagi pertumbuhan di masa depan, namun investasi yang ditargetkan di daerah-daerah tertinggal dapat mendorong Surabaya ke garis depan pembangunan perkotaan berkelanjutan. Klaster ketiga meliputi Semarang. Kota ini menonjol dalam inovasi dan pendapatan, yang mencerminkan lingkungan yang sejahtera dan siap menghadapi masa depan. Namun, kinerja sektor kesehatan dan infrastruktur yang relatif lebih rendah menunjukkan bahwa pertumbuhan berkelanjutan memerlukan fokus yang seimbang di semua dimensi.

Klaster-klaster ini berfungsi sebagai peta jalan bagi para pembuat kebijakan, yang menawarkan wawasan yang ditargetkan mengenai bidang-bidang yang harus menjadi fokus setiap kota untuk pembangunan berkelanjutan. Misalnya, Jakarta mungkin perlu memprioritaskan kepemilikan aset dan kesetaraan

pendapatan, sementara Bandung mungkin perlu mengalihkan lebih banyak sumber daya untuk reformasi pendidikan dan layanan kesehatan. Sebaliknya, Surabaya harus meningkatkan layanan kesehatan dan langkah-langkah keselamatan perkotaan, menyelaraskannya dengan ekuitas kepemilikan aset dan keberlanjutan energi yang sudah kuat. Fokus Semarang mungkin adalah mempertimbangkan untuk memperkuat infrastrukturnya agar sesuai dengan tingkat inovasi dan pendapatannya yang tinggi. Dengan mengelompokkan kota-kota tersebut ke dalam beberapa kelompok, kita dapat lebih memahami kekuatan dan tantangan unik kota-kota tersebut dalam lanskap pembangunan kota berkelanjutan yang memiliki banyak aspek. Hal ini menggarisbawahi pentingnya setiap kota untuk mengadopsi pendekatan yang seimbang, dengan mengambil petunjuk dari karakteristik klasternya untuk menginformasikan kebijakan dan keputusan investasi di masa depan.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pembahasan dalam buku ini terkait smart city dapat menjadi dasar dalam memahami bagaimana sebuah kota dapat dikatakan sebagai smart city. Selain itu juga model, teknik dan data dalam penilaian smart city dapat menjadi dasar dalam evaluasinya guna melihat efektivitas implementasi smart city.

Secara khusus juga buku ini menyajikan studi kasus dengan fokus pada pengembangan model penilaian dan implementasinya dalam penilaian smart city. Pengembangan model ini untuk mengatasi kesulitan dalam menilai smart city, khususnya tantangan terkait pengumpulan data dalam interaksi antara subsistem perkotaan. Pengembangan model dilakukan secara sistematis menggunakan pendekatan design science methodology. Model yang dihasilkan memberikan gambaran komprehensif tentang ekosistem perkotaan yang digambarkan melalui indikator yang dihasilkan untuk setiap dimensi, baik itu sosial, ekonomi, dan lingkungan. Model juga telah melalui proses validasi yang dilakukan oleh para pakar untuk memastikan keakuratan dan relevansi dari dimensi dan indikator yang diintegrasikan. Selain itu juga arsitektur dari model penilaian ini disusun berdasarkan tiga pilar utama yaitu issues, goals, dan measures. Arsitektur yang digunakan diadaptasi dari smart city reference architecture guna memastikan model tidak hanya mudah dipahami tetapi juga praktis untuk implementasi dalam penilaian kota berkelanjutan.

Untuk melihat efektivitas model yang dihasilkan, implementasi penilaian telah dilakukan. Dimana dalam proses tersebut mengusulkan metode analisis yang menekankan pada penanganan crowdsourced data yang diperoleh dari media sosial dan platform smart city. Evaluasi komprehensif telah dilakukan terhadap kota berkelanjutan di Pulau Jawa yang teridi dari Surabaya, Semarang,

Bandung, dan Jakarta. Hasil penilaian menawarkan wawasan berharga mengenai interaksi kompleks berbagai indikator yang mempengaruhi prospek masa depan setiap kota. Melalui analisis multi-dimensi, identifikasi kekuatan dan area yang perlu ditingkatkan di setiap kota, dan mengelompokkannya ke dalam kelompok yang berbeda. Kluster pertama, yang terdiri dari Bandung dan Jakarta, menunjukkan kinerja yang kuat di bidang pendidikan, layanan kesehatan, dan budaya & kesetaraan, namun menyoroti kebutuhan mendesak untuk mengatasi kesetaraan kepemilikan aset dan tingkat pendapatan. Surabaya, yang merupakan cluster tersendiri, unggul dalam hal ekuitas kepemilikan aset dan keberlanjutan energi, namun tertinggal dalam hal layanan kesehatan dan keamanan. Terakhir, Semarang, yang berada di kelompok ketiga, menetapkan tolok ukur dalam hal inovasi dan pendapatan, namun masih memiliki ruang untuk perbaikan di bidang layanan kesehatan dan infrastruktur.

Temuan ini lebih dari sekadar analisis komparatif; hal ini juga berfungsi sebagai peta jalan strategis bagi para pemangku kepentingan mulai dari pembuat kebijakan hingga dunia usaha dan masyarakat luas. Kategorisasi berbasis klaster memberikan lensa terfokus untuk menyesuaikan intervensi, baik dalam bidang sosial, ekonomi, atau lingkungan. Kota-kota di kelompok pertama harus memprioritaskan upaya untuk mengatasi kesenjangan sosial, sementara Semarang dapat fokus pada peningkatan layanan kesehatan dan infrastruktur. Surabaya akan mendapatkan keuntungan jika berkonsentrasi pada reformasi layanan kesehatan dan protokol keamanan agar sejalan dengan kinerja kuatnya di bidang lain.

5.2 Saran untuk Pengembangan dan Penilaian Smart City

Kontribusi buku ini terhadap pemahaman smart city sangatlah signifikan, terutama dalam fokusnya pada penilaian smart city. Ketika kota-kota di seluruh dunia bergulat dengan tantangan urbanisasi dan perubahan iklim, wawasan tersebut menjadi semakin berharga. Namun demikian, perlu ditekankan bahwa dalam pengembangan kota menjadi smart city perlu ditekankan

pada aspek lokal. Kondisi ini disebabkan lebih banyak keuntungannya. Sedangkan dalam evaluasi kinierja implementasi perlu memanfaatkan partisipasi aktif masyarakat melalui crowdsourced data. Sedangkan domain penlaian perlu adanya diintegrasikan ke wilayah yang lebih luas dan menghubungkannya dengan aspek kecerdasan suatu kota, seperti Internet of Things (IoT) dalam perencanaan kota, dan keterlibatan kecerdasan buatan dalam keberlanjutan smart city. Seiring dengan kemajuan smart city, sinergi antara keberlanjutan dan kecerdasan akan memainkan peran penting dalam membentuk lanskap perkotaan di masa depan, memastikan keduanya memiliki ketahanan dan efisiensi.

DAFTAR PUSTAKA

Agbali, M., Trillo, C., Fernando, T., Oyedele, L., Ibrahim, I. A., & Olatunji, V. O. (2019). Towards a refined conceptual framework model for a smart and sustainable city assessment. *5th IEEE International Smart Cities Conference, ISC2 2019*, 658–664. https://doi.org/10.1109/ISC246665.2019.9071697

Ahmad, N., Berg, D., & Simons, G. R. (2006). The integration of analytical hierarchy process and data envelopment analysis in a multi-criteria decision-making problem. *International Journal of Information Technology and Decision Making*, *5*(2), 263–276. https://doi.org/10.1142/S0219622006001940

Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppä, I., & Airaksinen, M. (2017). What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities*, *60*, 234–245. https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.009

Akande, A., Cabral, P., & Casteleyn, S. (2019). Assessing the gap between technology and the environmental sustainability of European cities. *Information systems frontiers*, *21*(3), 581–604. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10796-019-09903-3

Akande, A., Cabral, P., Gomes, P., & Casteleyn, S. (2019). The Lisbon ranking for smart sustainable cities in Europe. *Sustainable Cities and Society*, *44*(August), 475–487. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.009

Alsamhi, S. H., Ma, O., Ansari, M. S., & Almalki, F. A. (2019). Survey on collaborative smart drones and internet of things for improving smartness of smart cities. *Ieee Access*, *7*, 128125–128152.

Ambrosetti, F. (2012). Smart Cities in Italy: an opportunity in the spirit of the renaissance for a new quality of life. *ABB-The European House Ambrosetti*.

Angelakoglou, K., Nikolopoulos, N., Giourka, P., Svensson, I.-L., Tsarchopoulos, P., Tryferidis, A., & Tzovaras, D. (2019). A methodological framework for the selection of key

performance indicators to assess smart city solutions. *Smart Cities*, *2*(2), 269–306.

Angelidou, M. (2014). Smart city policies: A spatial approach. *Cities*, *41*(September), S3–S11. https://doi.org/10.1016/j.cities.2014.06.007

Antwi-afari, P., Owusu-manu, D., Ng, S. T., & Asumadu, G. (2021). Modeling the smartness or smart development levels of developing countries ' cities. *Journal of Urban Management*, *June*, 1–13. https://doi.org/10.1016/j.jum.2021.06.005

Attaran, H., Kheibari, N., & Bahrepour, D. (2022). Toward integrated smart city: A new model for implementation and design challenges. *GeoJournal*, *87*(Suppl 4), 511–526.

Auci, S., & Mundula, L. (2012). Smart cities and a stochastic frontier analysis: a comparison among European Cities. *Available at SSRN 2150839*.

Baig, Z. A., Szewczyk, P., Valli, C., Rabadia, P., Hannay, P., Chernyshev, M., Johnstone, M., Kerai, P., Ibrahim, A., & Sansurooah, K. (2017). Future challenges for smart cities: Cyber-security and digital forensics. *Digital Investigation*, *22*, 3–13.

Balaman, Ş. Y. (2019). Sustainability Issues in Biomass-Based Production Chains. *Decision-Making for Biomass-Based Production Chains*, 77–112. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814278-3.00004-2

Benites, A. J., & Simões, A. F. (2021). Assessing the urban sustainable development strategy: An application of a smart city services sustainability taxonomy. *Ecological Indicators*, *127*, 107734. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107734

Berrone, P., & Ricart, J. E. (2018). IESE Cities in Motion Index 2018. In *Center for Globalization and Strategy and IESE Business School's Department of Strategy* (2018 ed.). IESE Business School's. https://doi.org/10.15581/018.ST-471

Bithas, K. P., & Christofakis, M. (2006). Environmentally sustainable cities. Critical review and operational conditions. *Sustainable Development*, *14*(3), 177–189. https://doi.org/10.1002/sd.262

Bria, F. (2012). New governance models towards an open Internet ecosystem for smart connected European cities and regions. *Open Innovation 2012*, 62–71.

Caird, S., Hudson, L., & Kortuem, G. (2016). A tale of evaluation and reporting in UK smart cities. *The Open University: Milton Keynes*.

Caragliu, A., & Del Bo, C. (2012). Smartness and European urban performance: assessing the local impacts of smart urban attributes. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, *25*(2), 97–113.

Checkland, P. B., & Haynes, M. G. (1994). Varieties of systems thinking: The case of soft systems methodology. *Management Control Theory*, *3*(January), 151–159.

Cohen, B. (2022). *Smart city index master indicators survey. Smart cities council*. http://smartcitiescouncil.com/resources/smart-city-index-master-indicators-survey

Cosgrave, E., & Tryfonas, T. (2012). Exploring the relationship between smart city policy and implementation. *The First International Conference on Smart Systems, Devices and Technologies*, 79–82.

Crooks, A., Pfoser, D., Jenkins, A., Croitoru, A., Stefanidis, A., Smith, D., Karagiorgou, S., Efentakis, A., & Lamprianidis, G. (2015). Crowdsourcing urban form and function. *International Journal of Geographical Information Science*, *29*(5), 720–741. https://doi.org/10.1080/13658816.2014.977905

Dawodu, A., Cheshmehzangi, A., Sharifi, A., & Oladejo, J. (2022). Neighborhood sustainability assessment tools : Research trends and forecast for the built environment. *Sustainable Futures*, *4*(January), 100064. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2022.100064

Day, J., & Bobeva, M. (2005). A generic toolkit for the successful management of delphi studies. *Electronic Journal of Business Research Methods*, *3*(2), 103–116.

Debnath, A. K., Chin, H. C., Haque, M. M., & Yuen, B. (2014). A methodological framework for benchmarking smart transport cities. *Cities*, *37*, 47–56.

Del Río Castro, G., González Fernández, M. C., & Uruburu Colsa, Á. (2021). Unleashing the convergence amid digitalization and sustainability towards pursuing the Sustainable Development Goals (SDGs): A holistic review. *Journal of Cleaner Production*, *280*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122204

Ependi;, U., Rochim, A. F., & Wibowo, A. (2023). A Hybrid Sampling Approach for Improving the Classification of Imbalanced Data Using ROS and NCL Methods. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, *16*(3), 345–361. https://doi.org/10.22266/ijies2023.0630.28

Ependi, U., Rochim, A. F., & Wibowo, A. (2022). Smart City Assessment for Sustainable City Development on Smart Governance: A Systematic Literature Review. *2022 International Conference on Decision Aid Sciences and Applications, DASA 2022*, 1088–1097. https://doi.org/10.1109/DASA54658.2022.9765192

ETSI. (2017). *ETSI TS 103 463 key performance indicators for sustainable digital multiservice cities* (Vol. 1).

Fernandez-Anez, V., Fernández-Güell, J. M., & Giffinger, R. (2018). Smart City implementation and discourses: An integrated conceptual model. The case of Vienna. *Cities*, *78*, 4–16.

Fernandez-anez, V., Velazquez, G., & Perez-prada, F. (2018). Smart City Projects Assessment Matrix: Connecting Challenges and Actions in the Mediterranean Region. *Journal of Urban Technology*, *27*(4), 1–25. https://doi.org/10.1080/10630732.2018.1498706

Garau, C., & Pavan, V. M. (2018). Evaluating urban quality: Indicators and assessment tools for smart sustainable cities. *Sustainability*, *10*(3), 575.

Gharaibeh, A., Salahuddin, M. A., Hussini, S. J., Khreishah, A., Khalil, I., Guizani, M., & Al-Fuqaha, A. (2017). Smart cities: A survey on data management, security, and enabling technologies. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, *19*(4), 2456–2501.

Giffinger, R., & Gudrun, H. (2010). Smart cities ranking: an

effective instrument for the positioning of the cities? *ACE: architecture, city and environment*, *4*(12), 7–26.

Giffinger, R., Haindlmaier, G., & Kramar, H. (2010). The role of rankings in growing city competition. *Urban research & practice*, *3*(3), 299–312.

Goi, C.-L. (2017). The impact of technological innovation on building a sustainable city. *International Journal of Quality Innovation*, *3*(1). https://doi.org/10.1186/s40887-017-0014-9

González, J. A. A., & Rossi, A. (2011). New trends for smart cities. *Competitiveness and Innovation Framework Programme*.

Government Japan. (2020). *Smart City Reference Architecture White Paper Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program: Vol. March*. Government Japan.

Gracias, J. S., Parnell, G. S., Specking, E., Pohl, E. A., & Buchanan, R. (2023). Smart Cities—A Structured Literature Review. *Smart Cities*, *6*(4), 1719–1743. https://doi.org/10.3390/smartcities6040080

Gutman, S., & Vorontsova, P. (2020). Issues of Development of Smart Transport Assessment Indicators. *ACM International Conference Proceeding Series*. https://doi.org/10.1145/3446434.3446438

Hass, J. L., Brunvoll, F., & Hoie, H. (2002). Overview of Sustainable Development Indicators used by National and International Agencies. *OECD Statistics Working Papers*. https://doi.org/10.1787/838562874641

Helmy, R., Zullig, L. L., Dunbar-Jacob, J., Hughes, D. A., Vrijens, B., Wilson, I. B., & De Geest, S. (2017). ESPACOMP Medication Adherence Reporting Guidelines (EMERGE): A reactive-Delphi study protocol. *BMJ Open*, *7*(2), 1–7. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-013496

Herdiyanti, A., Hapsari, P. S., & Susanto, T. D. (2019). Modelling the smart governance performance to support smart city program in Indonesia. *Procedia Computer Science*, *161*, 367–377. https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.135

Hevner, A., & Chatterjee, S. (2010). *Design Research in Information Systems*. Springer.

Hodgkinson, S. (2011). Is your city smart enough. *Digitally enabled cities and societies will enhance economic, social, and environmental sustainability in the urban century*, *98*.

Huovila, A., Bosch, P., & Airaksinen, M. (2019). Comparative analysis of standardized indicators for Smart sustainable cities: What indicators and standards to use and when? *Cities*, *89*(January), 141–153. https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.029

Ismagilova, E., Hughes, L., Dwivedi, Y. K., & Raman, K. R. (2019). Smart cities: Advances in research—An information systems perspective. *International journal of information management*, *47*, 88–100.

ITU-T. (2016a). Key performance indicators related to the sustainability impacts of information and communication technology in smart sustainable cities. In *International Telecomunication Union*.

ITU-T. (2016b). Key Performance Indicators Related to The Use of Information and Communication Technology In Smart Sustainable Cities. In *International Telecomunication Union*.

ITU-T. (2022). Key performance indicators for smart sustainable cities to assess the achievement of sustainable development goals. In *International Telecomunication Union*. https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.4903

James, P., Holden, M., Lewin, M., & Neilson, L. (2013). Managing metropolises by negotiating urban growth. In *Institutional and social innovation for sustainable urban development* (hal. 233–248). Routledge.

Khan, A., Aslam, S., Aurangzeb, K., Alhussein, M., & Javaid, N. (2022). Multiscale modeling in smart cities: A survey on applications, current trends, and challenges. *Sustainable Cities and Society*, *78*(November 2021), 103517. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103517

Khan, I. H., Khan, M. I., & Khan, S. (2020). Challenges of IoT implementation in smart city development. In *Smart Cities—Opportunities and Challenges: Select Proceedings of ICSC 2019* (hal. 475–486). Springer.

Kimiya, R. M., & Torabi, S. A. (2021). Ranking cities based on

their smartness level using MADM methods. *Sustainable Cities and Society*, *72*(May), 103030. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103030

Koca, G., Egilmez, O., & Akcakaya, O. (2021). Evaluation of the smart city: Applying the dematel technique. *Telematics and Informatics*, *62*(June), 101625. https://doi.org/10.1016/j.tele.2021.101625

Kristiningrum, E., & Kusumo, H. (2021). Indicators of Smart City Using SNI ISO Indicators of Smart City Using SNI ISO 37122 : 2019. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. https://doi.org/10.1088/1757-899X/1096/1/012013

Li, X., Fong, P. S. W., Dai, S., & Li, Y. (2019). Towards sustainable smart cities: An empirical comparative assessment and development pattern optimization in China. *Journal of Cleaner Production*, *215*, 730–743. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.046

Liu, J., Zhao, Y., Lin, T., Xing, L., Lin, M., Sun, C., Zeng, Z., & Zhang, G. (2021). Analysis of sustainability of Chinese cities based on network big data of city rankings. *Ecological Indicators*, *133*(October), 108374. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108374

Lom, M. (2021). Smart city model based on systems theory. *International Journal of Information Management*, *56*(February 2019), 102092. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102092

Macrohon, J. J. E., Villavicencio, C. N., Inbaraj, X. A., & Jeng, J. (2022). A Semi-Supervised Approach to Sentiment Analysis of Tweets during the 2022 Philippine Presidential Election. *Information*, *13*(484), 1–14. https://doi.org/10.3390/info13100484

March, S. T., & Storey, V. C. (2008). Design science in the information systems discipline: An introduction to the special issue on design science research. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, *32*(4), 725–730. https://doi.org/10.2307/25148869

Mashau, N. L., Kroeze, J. H., & Howard, G. R. (2022). Key Factors for Assessing Small and Rural Municipalities'

Readiness for Smart City Implementation. *Smart Cities*, *5*(4), 1742–1751. https://doi.org/10.3390/smartcities5040087

Mendoza, G. A., Macoun, P., Prabhu, R., Sukadri, D., Purnomo, H., & Hartanto, H. (1999). Guidelines for Applying Multi-Criteria Analysis to the Assessment of Criteria and Indicators. In *Center for International Forestry Research*. Center for International Forestry Research (CIFOR). https://doi.org/10.17528/cifor/000769

Misuraca, G., Reid, A., & Deakin, M. (2011). *Exploring Emerging ICT-enabled Governance Models in European Cities.*

Mohan, A., Dubey, G., Ahmed, F., & Sidhu, A. (2020). Smart Cities Index: A Tool for Evaluating Cities. In *Indian School of Business: Hyderabad*. Indian School of Business-Hyderabad.

Mohanty, S. P., Choppali, U., & Kougianos, E. (2016). Everything you wanted to know about smart cities: The Internet of things is the backbone. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, *5*(3), 60–70.

Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Smart city as urban innovation: Focusing on management, policy, and context. *Proceedings of the 5th international conference on theory and practice of electronic governance*, 185–194.

Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014). Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts. *Cities*, *38*, 25–36. https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010

Noori, N., de Jong, M., Janssen, M., Schraven, D., & Hoppe, T. (2020). Input-Output Modeling for Smart City Development. *Journal of Urban Technology*, *28*(1–2), 71–92. https://doi.org/10.1080/10630732.2020.1794728

Noori, N., Hoppe, T., & de Jong, M. (2020). Classifying pathways for smart city development: Comparing design, governance and implementation in Amsterdam, Barcelona, Dubai, and Abu Dhabi. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(10). https://doi.org/10.3390/SU12104030

Nordin, N., Deros, B. M., Wahab, D. A., & Rahman, M. N. A. (2012). Validation of lean manufacturing implementation

framework using delphi technique. *Jurnal Teknologi (Sciences and Engineering)*, *59*(SUPPL.2), 1–6. https://doi.org/10.11113/jt.v59.1596

Ozkaya, G., & Erdin, C. (2020). Evaluation of smart and sustainable cities through a hybrid MCDM approach based on ANP and TOPSIS technique. *Heliyon*, *6*(10), e05052. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05052

Panigrahi, C. R., Panda, B., & Pati, B. (2022). Exploratory Data Analysis and Sentiment Analysis of Drug Reviews. *Computación y Sistemas*, *26*(3), 1181–1189. https://doi.org/10.13053/cys-26-3-4093

Patrão, C., Moura, P., & Almeida, A. T. de. (2020). Review of Smart City Assessment Tools. *Smart Cities*, *3*(4), 1117–1132. https://doi.org/10.3390/smartcities3040055

Pearson, R. K. (2018). Exploratory data analysis using R. In *Chapman and Hall/CRC*. Taylor & Francis. https://doi.org/10.1201/9781315382111

Pira, M. (2021). A novel taxonomy of smart sustainable city indicators. *Humanities and Social Sciences Communications*, *8*(1), 1–10. https://doi.org/10.1057/s41599-021-00879-7

Purnomo, F., Meyliana, & Prabowo, H. (2016). Smart city indicators: A systematic literature review. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, *8*(3), 161–164.

Rochet, C., & Villechenon, F. P. de. (2014). *System Architecture As A Means To Build An Extended Administration : The Case of Smart Cities* (Nomor June).

Saihi, A., Ben-Daya, M., & As'ad, R. (2022). An Investigation of Sustainable Maintenance Performance Indicators: Identification, Expert Validation and Portfolio of Future Research. *IEEE Access*, *10*(November), 124259–124276. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3224450

Sharif, R. Al, & Pokharel, S. (2022). Smart City Dimensions and Associated Risks: Review of literature. *Sustainable Cities and Society*, *77*(February). https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103542

Sharifi, A. (2019). A critical review of selected smart city

assessment tools and indicator sets. *Journal of Cleaner Production*, *233*(1 October 2019), 1269–1283. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.172

Sharifi, A. (2020a). A global dataset on tools, frameworks, and indicator sets for smart city assessment. *Data in Brief*, *29*. https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105364

Sharifi, A. (2020b). A typology of smart city assessment tools and indicator sets. *Sustainable Cities and Society*, *53*(May), 1–15. https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101936

Shen, L., Huang, Z., Wai, S., Liao, S., & Lou, Y. (2018). A holistic evaluation of smart city performance in the context of China. *Journal of Cleaner Production*, *200*(November), 667–679. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.281

Shen, L., Huang, Z., Wong, S. W., Liao, S., & Lou, Y. (2018). A holistic evaluation of smart city performance in the context of China. *Journal of Cleaner Production*, *200*, 667–679. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.281

Shoaib, N., & Shamsi, J. A. (2019). Understanding network requirements for smart city applications: Challenges and solutions. *IT Professional*, *21*(3), 33–40.

Silva, B. N., Khan, M., & Han, K. (2018). Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities. *Sustainable cities and society*, *38*, 697–713.

Singh, D. K., Sobti, R., Jain, A., Malik, P. K., & Le, D. (2022). LoRa based intelligent soil and weather condition monitoring with internet of things for precision agriculture in smart cities. *IET Communications*, *16*(5), 604–618.

Tahmasseby, S. (2022). The implementation of smart mobility for smart cities: A case study in qatar. *Civ. Eng. J*, *8*(10), 2154–2171.

Takenaka, H., & Ichikawa, H. (2018). *Global Power City Index 2018*. https://mori-m-foundation.or.jp/pdf/GPCI2018_summary.pdf

Tranos, E., & Gertner, D. (2012). Smart networked cities? *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, *25*(2), 175–190.

Ullah, Z., Al-Turjman, F., Mostarda, L., & Gagliardi, R. (2020).

Applications of artificial intelligence and machine learning in smart cities. *Computer Communications*, *154*, 313–323.

vom Brocke, J., Hevner, A., & Maedche, A. (2020). Introduction to Design Science Research. *Cases*, *September*, 1–13. https://doi.org/10.1007/978-3-030-46781-4_1

Wang, H., Zhang, M., & Zhong, M. (2019). Opportunities and challenges for the construction of a smart city geo-spatial framework in a small urban area in central China. *Smart Cities*, *2*(2), 245–258.

Wenge, R., Zhang, X., Dave, C., Chao, L., & Hao, S. (2014). Smart city architecture: A technology guide for implementation and design challenges. *China Communications*, *11*(3), 56–69.

Wirtz, B. W., Müller, W. M., & Schmidt, F. (2020). Public Smart Service Provision in Smart Cities: A Case-Study-Based Approach. *International Journal of Public Administration*, *43*(6), 499–516. https://doi.org/10.1080/01900692.2019.1636395

Wu, Z., Li, X., Zhou, X., & Yang, T. (2021). City Intelligence Quotient Evaluation System Using Crowdsourced Social Media Data : A Case Study of the Yangtze River Delta Region , China. *Internationa Journal of Geo-Information*, *10*(702). https://doi.org/10.3390/ijgi10100702

Xie, J., Tang, H., Huang, T., Yu, F. R., Xie, R., Liu, J., & Liu, Y. (2019). A survey of blockchain technology applied to smart cities: Research issues and challenges. *IEEE communications surveys & tutorials*, *21*(3), 2794–2830.

Yigitcanlar, T., Degirmenci, K., Butler, L., & Desouza, K. C. (2022). What are the key factors affecting smart city transformation readiness ? Evidence from Australian cities. *Cities*, *120*(August), 103434. https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103434

Zhou, Y., Yi, P., Li, W., & Gong, C. (2021). Assessment of city sustainability from the perspective of multi-source data-driven. *Sustainable Cities and Society*, *70*(January), 102918. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102918

BIODATA PENULIS

Dr.(c) Usman Ependi, S.Kom, M.Kom, MTA, saat ini tengah menempuh pendidikan pada Program Doktoral Sistem Informasi di Universitas Diponegoro, yang berlokasi di Semarang, 50241, Indonesia. Tidak hanya sebagai mahasiswa, dia juga berkontribusi sebagai dosen di Fakultas Sains Teknologi, Universitas Bina Darma di Palembang, 30264, Indonesia. Perjalanan akademiknya di Universitas Bina Darma dimulai sejak ia meraih gelar sarjana dalam Ilmu Komputer pada tahun 2009, yang dilanjutkan dengan pencapaian gelar magister pada bidang yang sama dua tahun kemudian. Dengan semangat yang tak pernah padam, Dia kini fokus pada riset di bidang ilmu komputer, sistem informasi, dan kecerdasan buatan, dengan visi untuk mengembangkan konsep-konsep inovatif untuk smart city.

Prof. Dr. Adian Fatchur Rochim, ST., MT., saat ini menjabat sebagai dosen di Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, 50271, Indonesia. Pendidikan formal dimulai di Universitas Diponegoro, di mana dia meraih gelar sarjana pada bidang Teknik Elektro pada tahun 1997. Keinginannya untuk terus belajar membawanya ke Institut Teknologi Bandung, di mana dia memperoleh gelar magister dalam Teknik Elektro pada tahun 2003. Tak berhenti di situ, dia melanjutkan perjalanan akademiknya hingga meraih gelar Doktor dalam Teknik Elektro dari Universitas Indonesia pada tahun 2019. Dalam dunia riset, dia memiliki minat khusus di bidang Scientometrics, Rekayasa Komputer, Jaringan Komputer, Ilmu Informasi, dan Tata Kelola IT.

Assoc. Prof. Dr.Eng. Adi Wibowo, S.Si., M.Kom, seorang dosen di Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang, 50271, Indonesia. Pendidikan tingginya dimulai dari kampus yang sama, Universitas Diponegoro, di mana ia meraih gelar sarjana dalam bidang Informatika pada tahun 2005. Menyusul kemudian, dia mengejar keilmuan lebih lanjut dengan meraih gelar magister dalam Ilmu Komputer dari Universitas Indonesia pada tahun 2011. Tak hanya di Indonesia, dia juga mengukir prestasi di tingkat internasional dengan menyelesaikan studi Doktor dalam bidang Teknik Sistem Mikro-Nano di Universitas Nagoya, Jepang pada tahun 2016. Dengan latar belakang pendidikan yang kuat, dia kini fokus pada riset-riset inovatif di bidang Kecerdasan Buatan, Ilmu Data, dan DNA Nanoteknologi.

Pembahasan terkait "Smart City dan Penilaiannya" mencakup berbagai aspek penting terkait dengan smart city dan evaluasinya. Ruang lingkup buku ini melibatkan pembahasan mendalam tentang konsep dan definisi smart city, meliputi sejarah, komponen utama, dan manfaat dari inisiatif smart city.

Selain itu, buku ini juga fokus pada metodologi penilaian smart city, membahas berbagai indikator, metrik, dan alat yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja dan dampak smart city. Ini termasuk analisis tentang bagaimana melakukan penilaian yang objektif, serta bagaimana menafsirkan dan menggunakan hasil penilaian untuk membuat keputusan yang lebih baik.

Buku ini juga mencakup studi kasus penilaian smart city dari berbagai kota di seluruh dunia, memberikan insight dan pemahaman tentang bagaimana berbagai kota menghadapi tantangan dan peluang dalam evaluasi Smart city. Studi kasus ini membantu menyediakan contoh nyata dan aplikasi praktis dari konsep dan metodologi yang dibahas dalam buku.

Sebagai tambahan, buku ini mencakup analisis tantangan dan hambatan dalam penilaian Smart city, serta memberikan rekomendasi untuk mengatasi masalah-masalah ini. Hal ini termasuk diskusi tentang bagaimana memastikan bahwa penilaian adalah inklusif, komprehensif, dan mencerminkan kebutuhan dan prioritas komunitas lokal. Secara keseluruhan, buku ini memberikan pandangan yang holistik dan komprehensif tentang Smart city dan penilaian, mencakup semua aspek penting dan menyediakan wawasan yang berguna dan praktek terbaik untuk pihak-pihak yang terlibat dalam inisiatif Smart city.

diterbitkan oleh
UNDIP PRESS
IKAPI
IKATAN PENERBIT INDONESIA
Appti

ISBN: 978-6-23417-232-4
9 786234 172324