

Kajian Kesesuaian Penerapan Konsep Smart Environment sebagai Bagian dari Smart City (Studi Kasus: Kota Semarang)

Review of the Suitability of Implementing the Smart Environment Concept as Part of a Smart City (Case Study: Semarang City)

Dhea Ayu Herbila Sari^{1*}, Murtanti Jani Rahayu^{1,2}, Bambang S. Pujantiyo¹

¹Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

²Pusat Informasi dan Pembangunan Wilayah (PIPW), LPPM Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

*Penulis korespondensi. e-mail: dhea.herbila1602@student.uns.ac.id

(Diterima: 28 November 2023; Disetujui: 22 Januari 2024)

Abstrak

Kota Semarang merupakan salah satu kota metropolitan di Indonesia yang sudah menerapkan konsep smart city pada seluruh aspek perencanaan kota. Dengan berbagai permasalahan lingkungan cukup kompleks yang dihadapi, salah satu strategi yang diterapkan Kota Semarang adalah penerapan smart environment. Meskipun demikian, dari berbagai variasi program smart environment yang telah diterapkan di Kota Semarang, beberapa diantaranya masih kurang sesuai dan kurang tepat sasaran. Sebagian besar layanan hanya dapat diakses oleh masyarakat yang melek teknologi dan beberapa layanan mengalami error sehingga tidak dapat diakses oleh masyarakat. Selain itu, permasalahan lingkungan di Kota Semarang masih banyak ditemukan meskipun telah diterapkan berbagai program smart environment. Berangkat dari latar belakang tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian penerapan konsep smart environment di Kota Semarang. Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan teknik analisis skoring dan analisis deskriptif kuantitatif. Hasil analisis menunjukkan bahwa kesesuaian penerapan konsep smart environment di Kota Semarang termasuk dalam kategori cukup sesuai dengan persentase sebesar 51,29%. Kategori cukup sesuai diartikan bahwa indikator smart environment yang sesuai lebih banyak dibandingkan indikator smart environment yang tidak sesuai, sehingga potensi Kota Semarang untuk menjadi smart environment sebagai bagian dari smart city masih cukup besar. Ketidaksesuaian tersebut memerlukan ada perbaikan serta peningkatan pada setiap komponen smart environment guna mewujudkan kesesuaian penerapannya di Kota Semarang.

Kata kunci: Kota Semarang; permasalahan lingkungan; smart city; smart environment

Abstract

Semarang City, of the metropolitan cities in Indonesia, has implemented the concept of a smart city in all aspects of urban planning. With various complex environmental problems being faced, one of the strategies implemented by the city is the implementation of a smart environment. However, despite the various smart environment programs that have been implemented, some of them are still not suitable and miss the mark. Many services can only be accessed by tech-savvy individuals, and some services are plagued with errors, making them inaccessible to the general public. Moreover, environmental problems in Semarang City persist, despite the implementation of the smart environment programs. Given this background, this study aims to determine the suitability of implementing the smart environment concept in Semarang City. The research utilizes quantitative analysis techniques and quantitative descriptive analysis. The analysis results indicate that the application of the smart environment concept in Semarang City is moderately suitable, with a percentage of 51.29%. This moderate suitability suggests that there are more appropriate smart environment indicators than inappropriate ones, indicating that Semarang City still has significant potential to develop as a smart environment within the context of a smart city. However, this discrepancy highlights the need for improvements in each component of the smart environment to truly achieve the desired level of suitability in Semarang City.

Keywords: environmental Issues; Semarang City; smart city; smart environment

1. PENDAHULUAN

Smart city merupakan konsep pengembangan kota yang mengintegrasikan aspek sumber daya manusia dan modal sosial dengan teknologi modern untuk mewujudkan taraf kehidupan kota yang lebih baik (Caragliu, Bo, & Nijkamp, 2011). Menurut Giffinger et al. (2007), smart city merupakan kota yang memiliki keunggulan berupa pembangunan secara cerdas

dan independen dalam berbagai aspek perkotaan. Menurut Axelsson & Granath (2018), konsep *smart city* mengintegrasikan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam pembangunan infrastruktur guna mewujudkan pembangunan sebuah kota yang cerdas. Menurut Cohen (2014) dan Giffinger et al. (2007), konsep *smart city* terdiri dari enam dimensi, meliputi *smart governance*, *smart economy*, *smart mobility*, *smart people*, *smart living*, dan *smart environment*. Dimensi *smart governance*, meliputi bidang kontribusi politik dan bidang administrasi layanan publik. Dimensi *smart economy*, meliputi bidang kompetisi ekonomi, kewirausahaan, tingkat produktivitas, serta fleksibilitas pasar dan tenaga kerja. Dimensi *smart mobility*, meliputi keberlanjutan sistem transportasi dan aksesibilitas yang terintegrasi dengan teknologi informasi dan komunikasi. Dimensi *smart people*, meliputi kualitas pendidikan masyarakat, kualitas interaksi sosial masyarakat, serta keterbukaan masyarakat terhadap dunia luar. Dimensi *smart living*, meliputi kualitas hidup dalam aspek kebudayaan, kesehatan, keselamatan, perumahan, serta pariwisata. Terakhir dimensi *smart environment*, meliputi daya tarik kondisi alam, seperti polusi udara dan kondisi iklim yang bertujuan untuk memelihara kualitas lingkungan.

Saat ini, konsep *smart city* sudah banyak diterapkan pada kota-kota besar di Indonesia, salah satunya di Kota Semarang. Penerapan konsep *smart city* di Kota Semarang berlandaskan pada Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Semarang Tahun 2021-2026 dan Masterplan Semarang *Smart City* (Pemerintah Daerah Kota Semarang, 2018, 2021). Penerapan *smart city* di Kota Semarang bertujuan untuk menjawab permasalahan-permasalahan perkotaan yang ada, salah satunya adalah permasalahan lingkungan. Permasalahan-permasalahan lingkungan tersebut diantaranya permasalahan tumpukan sampah, volume produksi sampah yang terus meningkat, keterbatasan Ruang Terbuka Hijau (RTH), polusi udara, serta tingkat kepadatan hunian yang tinggi (Farasonalia & Aprian, 2021). Selain itu, dalam RPJMD Kota Semarang Tahun 2021-2026 juga tertuang permasalahan utama di Kota Semarang, diantaranya infrastruktur kota dan infrastruktur permukiman yang perlu ditingkatkan, pemanfaatan ruang dan keberlanjutan lingkungan yang belum optimal, serta kesiapsiagaan dan penanggulangan bencana yang perlu ditingkatkan. Selain itu, di Kota Semarang juga terdapat permasalahan utama yang kerap terjadi setiap tahunnya, yaitu permasalahan banjir dan rob. Guna menyelesaikan permasalahan-permasalahan tersebut, salah satu upaya yang dilakukan oleh Pemerintah Kota Semarang, yaitu dengan mencanangkan *smart city*, khususnya pada dimensi *smart environment*.

Smart environment merupakan dimensi *smart city* yang fokus pada perwujudan lingkungan cerdas melalui penerapan pengetahuan teknologi informasi dan komunikasi tentang lingkungan untuk meningkatkan kenyamanan bagi penghuninya (Cook & Das, 2005). Dalam konsep *smart environment*, terdapat beberapa indikator yang dikemukakan oleh berbagai ahli. Menurut Giffinger et al. (2007) indikator *smart environment* yaitu daya tarik kondisi alam, tingkat polusi, perlindungan lingkungan, dan pengelolaan sumber daya berkelanjutan. Sementara itu menurut Cohen (2014), indikator-indikator *smart environment* diantaranya, yaitu kualitas air yang baik, jejak karbon yang rendah, pengelolaan limbah, perencanaan ketahanan iklim, kepadatan penduduk, RTH, energi, bangunan cerdas, serta tingkat konsumsi air. Menurut Kumar (2020), terdapat sembilan indikator *smart environment*, yaitu penerapan sistem pemantauan berbasis TIK, intensitas polusi udara, emisi gas rumah kaca (GRK), penggunaan energi listrik untuk penerangan jalan, penghematan energi rumah tangga, pemantauan air melalui TIK, kualitas sumber daya air, daur ulang sampah, dan area hijau.

Berdasarkan indikator-indikator *smart environment* di atas, dapat dikatakan bahwa Kota Semarang sudah tergolong kota dengan lingkungan yang cerdas. Hal ini dikarenakan Pemerintah Kota Semarang telah menerapkan berbagai program yang berkaitan dengan *smart environment*, diantaranya instalasi Pengolahan Sampah Menjadi Energi Listrik (PSEL) Jatibarang, pembangunan *smart parks*, aplikasi Silampah (Sistem Lapor Sampah), dan masih banyak lagi (Badan Standardisasi Nasional, 2021). Program-program tersebut sudah mencakup beberapa indikator *smart environment* sehingga mampu merepresentasikan Kota Semarang sebagai kota dengan lingkungan cerdas. Namun, dibalik keragaman program *smart environment* yang telah diterapkan di Kota Semarang, beberapa diantaranya dirasa masih kurang sesuai dan kurang tepat sasaran. Sebagian besar layanan hanya dapat diakses oleh masyarakat yang melek teknologi dan beberapa layanan mengalami eror. Selain itu, permasalahan lingkungan di Kota Semarang saat ini masih banyak ditemukan meskipun telah diterapkan berbagai program terkait *smart environment*. Dari kondisi tersebut maka diperlukan penelitian yang membahas terkait kesesuaian konsep *smart environment* yang diterapkan di Kota Semarang.

2. KAJIAN TEORI

2.1. KOTA

Berdasarkan perspektif yuridis administratif, menurut Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang dan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 Tahun 2008 tentang Pedoman Perencanaan Kawasan Perkotaan, kawasan perkotaan merupakan suatu wilayah dengan kegiatan utama nonpertanian/nonagraris, memiliki susunan fungsi kawasan

sebagai tempat permukiman perkotaan, serta sebagai pusat dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial, dan kegiatan ekonomi. Berdasarkan perspektif topografi, kota didefinisikan sebagai suatu permukiman yang relatif besar, memiliki kepadatan yang tinggi, permukiman yang permanen, serta terdiri dari kelompok individu-individu yang heterogen (Rapoport, 1990). Suatu kota identik dengan permukiman penduduk yang besar, luas lahan yang terbatas, bersifat nonpertanian, kepadatan penduduk yang relatif tinggi, tempat tinggal masyarakat dalam suatu wilayah geografis tertentu, serta pola hubungan yang cenderung rasional, serta masyarakatnya cenderung individualistis (Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum, 2009).

Pada lingkungan perkotaan, struktur ekosistem alam banyak mengalami perubahan, salah satunya tumbuhan sebagai ruang hijau yang hanya menjadi bagian kecil. Lingkungan perkotaan didominasi oleh gedung-gedung bertingkat dan permukiman padat penduduk. Mayoritas energi yang ada di kota merupakan energi bahan bakar berupa batubara, gas, dan minyak. Ketiga energi tersebut dimanfaatkan untuk transportasi, industri, perumahan, dan perkantoran (Wike, 2021). Kebutuhan energi yang sangat tinggi di perkotaan pastinya membawa dampak bagi kondisi alam di sekitarnya. Struktur ekosistem alam di kota menghilang karena banyaknya gedung-gedung bertingkat dan permukiman yang sangat padat namun tidak diimbangi oleh upaya penghijauan. Selain penggunaan energi yang tinggi, lingkungan perkotaan juga menghasilkan limbah dengan volume yang besar. Perbandingan antara volume limbah dengan organisme pengurai sangat tidak seimbang, volume limbah jauh melebihi kapasitas organisme pengurai. Limbah di perkotaan juga sebagian besar merupakan limbah yang berasal dari bahan-bahan yang tidak dapat diuraikan sehingga mengakibatkan terjadinya penumpukan limbah yang menyebabkan bau tidak sedap dan berbahaya bagi kesehatan (Murhadi & Jumasa, 2019).

Guna menyelesaikan berbagai permasalahan perkotaan di atas, salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan menerapkan pembangunan berkelanjutan. Menurut Budiharjo & Sujarto (2013) pembangunan berkelanjutan merupakan konsep pembangunan perkotaan yang dalam perkembangannya mampu memenuhi kebutuhan masyarakat saat ini tanpa mengabaikan pemenuhan kebutuhan generasi masa depan. Dalam penerapannya, pembangunan berkelanjutan memperhatikan keseimbangan dan sinergitas pemanfaatan sumber daya, orientasi pembangunan, investasi, dan kelembagaan. Pada dasarnya, pembangunan berkelanjutan adalah salah satu upaya pemeliharaan keseimbangan antara lingkungan alami dan lingkungan buatan agar interaksi dan interdependensi antar keduanya tetap serasi dan seimbang (Fauzi, 2004). Dalam mendukung penerapan pembangunan berkelanjutan, salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu transformasi digital melalui konsep *smart city*, *green city*, dan *sustainable city* (Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia, 2021).

2.2. SMART CITY

Salah satu strategi dalam penerapan pembangunan berkelanjutan, yaitu dengan menerapkan konsep *smart city* (Colldahl et al., 2013). Menurut Caragliu et al. (2011), *smart city* merupakan kota yang memanfaatkan sumber daya manusia, modal sosial, serta teknologi informasi dan komunikasi modern guna mewujudkan kemajuan ekonomi dan kehidupan yang berkelanjutan dengan melibatkan partisipasi masyarakat. *Smart city* juga didefinisikan sebagai lingkungan perkotaan baru yang dirancang untuk meningkatkan kinerja lingkungan perkotaan melalui pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Selain itu, konsep *smart city* juga dirancang untuk meningkatkan efektivitas manajemen sumber daya, meningkatkan kualitas hidup masyarakat, menurunkan pencemaran limbah, serta meningkatkan perekonomian kota (Stimmel, 2015).

Konsep *smart city* mampu memenuhi segala kebutuhan masyarakat dengan penerapan pembangunan berkelanjutan di bidang sosial, ekonomi, dan lingkungan melalui interkoneksi kerangka kerja dan mengandalkan penggunaan TIK (Basiri et al., 2017). Hal ini diperkuat dengan pernyataan Cohen (2014) yang menyatakan bahwa penerapan *smart city* memanfaatkan TIK secara cerdas dan efisien dalam pengelolaan sumber daya, penggunaan energi, peningkatan kualitas hidup, serta pengurangan jejak karbon. Dari keseluruhan teori tersebut, dapat disimpulkan bahwa konsep *smart city* merupakan konsep pengembangan kota yang mengintegrasikan infrastruktur sosial, infrastruktur ekonomi, serta infrastruktur fisik dengan TIK sehingga mampu menjadikan kota menjadi lebih efisien dan layak huni.

Menurut Kurniawati et al. (2019) penerapan konsep *smart city* bertujuan untuk mengatasi permasalahan perkotaan yang semakin parah seiring meningkatnya jumlah penduduk di perkotaan. Permasalahan tersebut meliputi penggunaan sumber daya alam yang berlebihan, kualitas sumber daya manusia yang rendah, serta penurunan kualitas lingkungan akibat pembangunan yang dilakukan secara terus menerus tanpa memperhatikan aspek lingkungan. Melalui penerapan konsep *smart city*, permasalahan-permasalahan di perkotaan dapat diatasi dengan memanfaatkan kemajuan TIK. Konsep *smart city* terdiri dari berbagai dimensi dimana setiap dimensinya memiliki indikator yang berbeda. Menurut Cohen (2014)

dan Giffinger et al. (2007), terdapat enam dimensi dalam *smart city*, diantaranya *smart governance*, *smart economy*, *smart mobility*, *smart people*, *smart living*, dan *smart environment*.

Smart governance merupakan dimensi *smart city* yang fokus pada tata kelola pemerintahan yang meliputi pelayanan publik secara *online*, infrastruktur pemerintahan, akuntabilitas pemerintahan, serta partisipasi masyarakat dalam pengambilan keputusan. *Smart economy* meliputi peluang ekonomi, produktivitas, interkoneksi pasar lokal dan global, pengembangan ekonomi yang inovatif, dan kewirausahaan. *Smart mobility* mencakup mobilitas bersih, moda transportasi campuran, aksesibilitas lokal dan internasional, ketersediaan transportasi berbasis TIK, serta sistem transportasi yang aman, berkelanjutan, dan inovatif. *Smart people* meliputi tingkat pendidikan masyarakat, inklusivitas masyarakat, kreativitas masyarakat, keberagaman sosial dan etnis, kosmopolitanisme atau keterbukaan pikiran, serta partisipasi masyarakat. *Smart living* meliputi kebudayaan beserta fasilitasnya, keselamatan, kesehatan, kualitas perumahan, fasilitas pendidikan, serta daya tarik wisatawan (pariwisata). *Smart environment* merupakan dimensi *smart city* yang dirancang karena beberapa faktor, diantaranya polusi, iklim, daya tarik kondisi alam, dan aspek pemeliharaan lingkungan lainnya. Dimensi *smart environment*, meliputi bangunan cerdas, pengelolaan sumber daya, perencanaan kota yang ramah lingkungan, daya tarik kondisi alam, tingkat polusi di suatu wilayah, perlindungan lingkungan, serta pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan.

2.3. SMART ENVIRONMENT

Smart environment merupakan salah satu dimensi *smart city* yang mengatur agar suatu lingkungan dapat menjadi lingkungan cerdas yang meliputi efisiensi energi melalui pemanfaatan energi terbarukan, pelestarian lingkungan hidup, dan penyediaan RTH yang memadai (Joga, 2017). Menurut Masterplan Semarang *Smart City* (Pemerintah Daerah Kota Semarang, 2018), *smart environment* adalah konsep pembangunan kota yang memperhatikan keseimbangan pembangunan infrastruktur fisik maupun utilitas lingkungan yang berkelanjutan. Sementara itu, menurut Buku Panduan Penyusunan Masterplan *Smart City* (Direktorat Jenderal Aplikasi Informatika Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, 2017), *smart environment* diartikan sebagai kesetaraan antara perhatian bagi lingkungan hidup dalam pembangunan kota dengan perhatian terhadap infrastruktur fisik bagi masyarakat. *Smart environment* juga didefinisikan sebagai lingkungan yang dapat memberikan kenyamanan, keberlanjutan sumber daya, keindahan fisik dan nonfisik bagi masyarakat, lingkungan yang bersih dan tertata, mampu mereduksi tingkat polusi, serta mampu bertahan terhadap perubahan iklim (Koy & Rodrigues, 2019).

Dalam menciptakan kondisi lingkungan yang cerdas, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya ruang atau area hijau, efisiensi energi, pengelolaan limbah, kualitas air, polusi udara, serta sistem kontrol emisi (Adiyanta, 2018). Bosch et al. (2017) juga menjelaskan beberapa kriteria lingkungan cerdas dan berkelanjutan, diantaranya energi dan mitigasi, material, air, dan tanah, ketahanan iklim, serta polusi dan limbah. Selain itu, dalam perancangan konsep *smart environment*, terdapat beberapa indikator yang menjadi penilaian bagi suatu wilayah untuk dapat dikatakan sebagai *smart environment*. Menurut Giffinger et al. (2007), terdapat sembilan indikator *smart environment*, diantaranya durasi matahari, RTH, kabut asap musim panas, partikel polutan, penyakit saluran pemapasan kronis, upaya individu dalam melindungi alam, pendapat tentang perlindungan alam, penggunaan air yang efisien, serta penggunaan listrik yang efisien. Selain itu, Cohen (2014) juga menyusun sepuluh indikator *smart environment*, diantaranya bangunan bersertifikasi keberlanjutan, rumah cerdas, energi, jejak karbon, kualitas udara, pengelolaan limbah, konsumsi air, perencanaan ketahanan iklim, kepadatan, serta RTH. Terdapat pula indikator *smart environment* menurut Kumar (2020) yang terdiri atas sembilan indikator, yaitu penerapan sistem pemantauan berbasis TIK, intensitas polusi udara, emisi gas rumah kaca, penggunaan listrik untuk penerangan jalan, penghematan energi rumah tangga, pemantauan air melalui TIK, kualitas sumber daya air, daur ulang sampah, serta area hijau. Kementerian Komunikasi dan Informatika RI juga mengidentifikasi indikator *smart environment* yang terdiri dari tata kelola sumber daya alam yang terintegrasi TIK, RTH, restorasi sungai, pengendalian polusi udara, tata kelola limbah rumah tangga, tata kelola limbah industri, tata kelola limbah dan sampah plastik, sanitasi rumah tangga, energi yang efisien, serta pengembangan energi alternatif ramah lingkungan dan berkelanjutan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 PENDEKATAN DAN JENIS PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deduktif, dimana pendekatan deduktif merupakan suatu proses penalaran yang bermula dari kondisi umum ke khusus. Penelitian ini diawali dengan penemuan fenomena umum atau isu yang memiliki nilai kebenaran, kemudian dilakukan pengkajian teori terkait kota, teori *smart city*, dan teori *smart environment*.

Teori-teori ini dijadikan dasar untuk dapat memunculkan pertanyaan atau bahan yang akan diteliti secara langsung ke lapangan, yaitu mengenai kesesuaian penerapan konsep *smart environment* di Kota Semarang. Pendekatan secara deduktif bersifat umum ke khusus dimana pada akhirnya penelitian ini akan menarik kesimpulan dan memunculkan pengetahuan baru yang memiliki sifat lebih khusus. Adapun jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif, dimana penelitian kuantitatif merupakan jenis penelitian yang berlandaskan pada suatu fenomena atau gejala, digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data berupa statistik atau kuantitatif, dan bertujuan untuk menguji hipotesis (Sugiyono, 2013).

3.2 VARIABEL PENELITIAN

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari sintesis teori pengertian *smart environment* dan indikator *smart environment* dari para ahli. Dari proses tersebut, diperoleh variabel dan subvariabel yang berfungsi untuk mendetailkan arah penelitian. Variabel dan subvariabel dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel dan Subvariabel Penelitian

Variabel	Subvariabel	Indikator	Parameter	
			Sesuai (1)	Tidak Sesuai (0)
Ketersediaan RTH	Luas RTH	Persentase RTH publik yang memenuhi standar	Persentase RTH publik $\geq 20\%$	Persentase RTH publik $< 20\%$
	Taman dengan fasilitas <i>WiFi</i>	Keberadaan <i>WiFi</i> pada taman publik yang dapat diakses	Terdapat <i>WiFi</i> pada taman publik	Tidak terdapat <i>WiFi</i> pada taman publik
	Sistem penyiraman otomatis	Keberadaan sistem penyiraman otomatis pada taman publik	Terdapat sistem penyiraman otomatis pada taman publik	Tidak terdapat sistem penyiraman otomatis pada taman publik
Keberadaan rencana ketahanan iklim	Produk rencana ketahanan iklim	Ketersediaan produk rencana ketahanan iklim	Adanya produk rencana ketahanan iklim	Tidak ada produk rencana ketahanan iklim
Keberlanjutan energi	Konsumsi listrik	Total konsumsi listrik tidak melebihi standar	Total konsumsi listrik < 500 kWh/kapita	Total konsumsi listrik ≥ 500 kWh/kapita
	Pengembangan energi terbarukan	Rasio antara produksi energi terbarukan dengan penggunaan energi 1 tahun	Persentase antara produksi energi terbarukan dengan total penggunaan energi per tahun sebesar $\geq 25\%$	Persentase antara produksi energi terbarukan dengan total penggunaan energi per tahun sebesar $< 25\%$
Pengelolaan limbah	Jumlah timbulan sampah	Jumlah timbulan sampah tidak melebihi standar	Jumlah timbulan sampah ≤ 3 liter/orang/hari	Jumlah timbulan sampah > 3 liter/orang/ hari
	Pengelolaan sampah berbasis TIK	Keberadaan bank sampah	Terdapat bank sampah	Tidak terdapat bank sampah
		Keberadaan TPS3R	Terdapat TPS3R	Tidak terdapat TPS3R
		Pemanfaatan TIK pada pengelolaan sampah	Terdapat aplikasi/ <i>website</i> pengelolaan sampah	Tidak terdapat aplikasi/ <i>website</i> pengelolaan sampah
		Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah	Persentase partisipasi masyarakat sebesar $\geq 50\%$	Persentase partisipasi masyarakat sebesar $< 50\%$
		Sanitasi rumah tangga	Persentase rumah tangga dengan jamban leher angsa	Persentase rumah tangga dengan jamban leher angsa sebesar $\geq 90\%$
	Persentase rumah tangga dengan tangki septik/SPAL		Persentase rumah tangga dengan tangki septik/SPAL sebesar $\geq 90\%$	Persentase rumah tangga dengan tangki septik/SPAL sebesar $< 90\%$

Variabel	Subvariabel	Indikator	Parameter	
			Sesuai (1)	Tidak Sesuai (0)
Pengelolaan air	Konsumsi air	Konsumsi air di perkotaan tidak melebihi standar	Konsumsi air sebesar ≤ 120 liter/kapita/hari	Konsumsi air sebesar > 120 liter/kapita/hari
	Kualitas air	Status kualitas air sungai di perkotaan	Indeks kualitas air sungai tergolong cukup baik – sangat baik	Indeks kualitas air sungai tergolong kurang baik – waspada
	Pemantauan air berbasis TIK	Keberadaan sistem pemantauan air berbasis TIK	Terdapat sistem pemantauan air berbasis TIK	Tidak terdapat sistem pemantauan air berbasis TIK
	Restorasi sungai	Keberadaan program restorasi sungai	Terdapat program restorasi sungai	Tidak terdapat program restorasi sungai
Pengelolaan udara	Kualitas udara	Nilai indeks kualitas udara (IKU) perkotaan	Nilai IKU tergolong cukup baik – sangat baik	Nilai IKU tergolong kurang baik – waspada
	Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)	Tren penurunan emisi GRK mencapai target yang telah ditentukan	Penurunan emisi GRK mencapai target sebesar 29%	Penurunan emisi GRK belum mencapai target sebesar 29%
	Pemantauan udara berbasis TIK	Keberadaan sistem pemantauan udara berbasis TIK	Terdapat sistem pemantauan udara berbasis TIK	Tidak terdapat sistem pemantauan udara berbasis TIK
Keberadaan bangunan cerdas	<i>Smart meter</i>	Persentase pelanggan listrik dengan <i>smart meter</i>	Persentase pelanggan listrik dengan <i>smart meter</i> sebesar $\geq 50\%$	Persentase pelanggan listrik dengan <i>smart meter</i> sebesar $< 50\%$
		Persentase pelanggan air dengan <i>smart meter</i>	Persentase pelanggan air dengan <i>smart meter</i> sebesar $\geq 50\%$	Persentase pelanggan air dengan <i>smart meter</i> sebesar $< 50\%$

Sumber: Aqli (2014), Badan Standardisasi Nasional (2002), Direktorat Jenderal Aplikasi Informatika Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia (2017), Giffinger et al. (2007), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2020), UI Green Metric (2022); Saragih & Rachmawati (2015), UNFCCC (2022)

3.3 TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data secara primer dan sekunder. Teknik pengumpulan data primer dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada masyarakat terkait partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah dan keberadaan sanitasi rumah tangga yang layak. Sementara itu, teknik pengumpulan data sekunder dilakukan dengan mendatangi instansi-instansi yang terkait dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini, data-data yang diperoleh secara sekunder, yaitu data terkait Ruang Terbuka Hijau (RTH), data energi terbarukan, data aplikasi pengelolaan sampah, data pengelolaan air, data pengelolaan udara, dan data terkait *smart meter*. Lembaga atau instansi yang terkait dalam penelitian ini, yaitu Bappeda, Dinas Pekerjaan Umum (DPU), Dinas Lingkungan Hidup (DLH), Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman (Disperkim), Badan Pusta Statistik (BPS), serta Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM).

3.4 TEKNIK ANALISIS DATA

Penelitian ini menggunakan teknik analisis skoring dan analisis deskriptif kuantitatif. Teknik analisis skoring dilakukan berdasarkan parameter pada tiap variabel dan sub variabelnya. Skala yang digunakan dalam penelitian ini adalah skala *Guttman* yang digunakan untuk menentukan nilai pada setiap variabel berdasarkan konsep kesesuaian *smart environment*. Setiap parameter pada masing-masing variabel memiliki nilai 1 untuk parameter sesuai dan nilai 0 untuk parameter tidak sesuai. Selanjutnya, hasil analisis skoring akan dideskripsikan dengan menggunakan teknik analisis deskriptif untuk menunjukkan kesesuaian variabel terhadap konsep *smart environment*. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk memberikan penjelasan terhadap angka-angka yang telah diperoleh dari analisis skoring. Guna menghitung persentase kesesuaian penerapan konsep *smart environment*, digunakan rumus seperti pada persamaan di bawah ini.

$$\text{Presentase Kesesuaian} = \frac{\sum \text{Skor Variabel}}{\text{Jumlah Variabel}} \times 100\%$$

Dengan menggunakan aturan *Sturgess*, klasifikasi kesesuaian penerapan konsep *smart environment* di Kota Semarang digolongkan menjadi lima klasifikasi, seperti yang tertera pada Tabel 2.

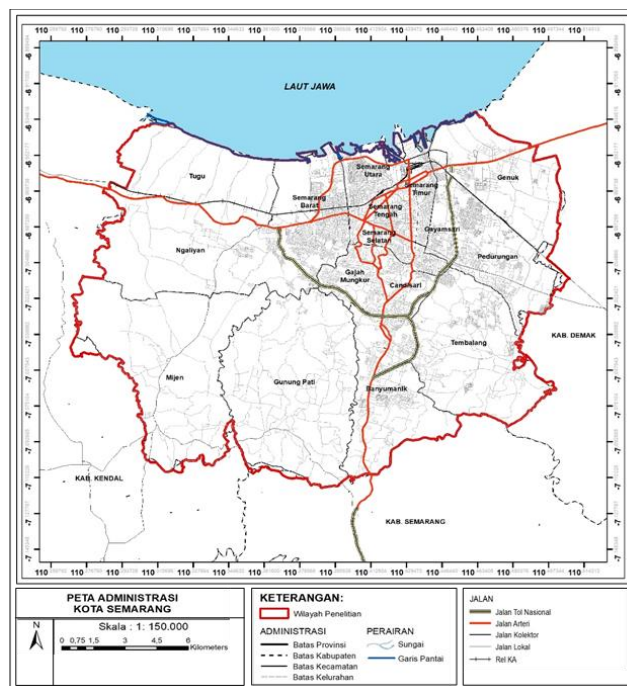
Tabel 2. Klasifikasi Kesesuaian Penerapan Konsep *Smart Environment*

Persentase Kesesuaian	Klasifikasi Kesesuaian
0 – 20%	Tidak Sesuai
21 – 40%	Kurang Sesuai
41 – 60%	Cukup Sesuai
61 – 80%	Mendekati Sesuai
81 – 100%	Sesuai

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 GAMBARAN UMUM KOTA SEMARANG

Kota Semarang merupakan salah satu kota metropolitan yang berperan sebagai Ibu Kota Provinsi Jawa Tengah. Kota Semarang memiliki letak strategis karena berada dijalur lalu lintas ekonomi Pulau Jawa. Berdasarkan letak geografisnya, Kota Semarang terletak diantara 6°50' - 7°10' Lintang Selatan dan 109°35' - 110°50' Bujur Timur. Kota Semarang berbatasan langsung dengan Laut Jawa di sebelah utara, dengan Kabupaten Semarang di sebelah selatan, dengan Kabupaten Demak dan Kabupaten Grobogan di sebelah timur, serta dengan Kabupaten Kendal di sebelah barat. Dengan luas wilayah sebesar 373,78 km², Kota Semarang terbagi atas 16 kecamatan dan 177 kelurahan dengan jumlah penduduk sebanyak 1.656.564 jiwa. Secara topografi, Kota Semarang terbagi atas tiga bagian, yaitu daerah pantai, dataran rendah (Semarang Bawah), dan perbukitan (Semarang Atas). Daerah pantai merupakan kawasan yang terletak pada bagian utara Kota Semarang yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa, dengan ketinggian lahan antara 0 – 0,75 mdpl. Daerah dataran rendah merupakan kawasan yang terletak di bagian tengah Kota Semarang dengan ketinggian lahan antara 0,7 – 3,5 mdpl. Sementara itu, daerah perbukitan merupakan kawasan yang terletak di bagian selatan Kota Semarang dengan ketinggian lahan antara 136 – 348 mdpl. Peta administrasi Kota Semarang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Administrasi Kota Semarang

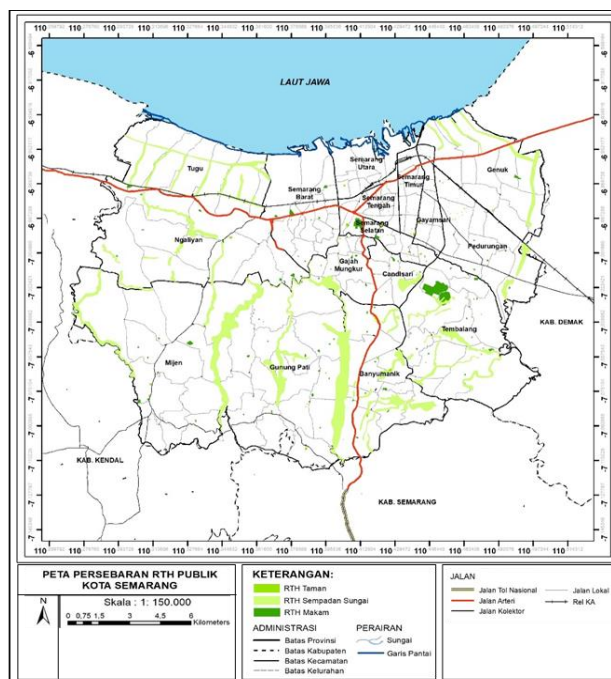
Kota Semarang selalu mengalami perkembangan tiap tahunnya, baik pembangunan infrastruktur, kependudukan, perekonomian, dan sebagainya. Perkembangan kota yang cukup pesat menjadikan Kota Semarang dihadapkan berbagai tantangan, diantaranya kemiskinan, kemacetan lalu lintas, kesenjangan sosial, sumber daya manusia, sumber daya alam yang semakin berkurang, pencemaran lingkungan, dan khususnya permasalahan banjir dan rob. Oleh karena itu,

Pemerintah Kota Semarang menyusun strategi untuk mengatasi tantangan-tantangan tersebut, salah satunya dengan pembangunan berbasis *smart city*.

Salah satu dimensi *smart city* yang diterapkan di Kota Semarang, yaitu dimensi *smart environment* yang fokus pada perwujudan lingkungan cerdas berbasis TIK. Pemerintah Kota Semarang telah menerapkan berbagai kebijakan yang berkaitan dengan *smart environment*, yaitu program bank sampah, akses sanitasi rumah tangga yang layak, instalasi PSEL Jatibarang, pembangunan *smart parks*, aplikasi Silampah (Sistem Lapor Sampah), aplikasi pemantauan ketinggian air sungai, serta *website* pemantauan kualitas udara di Kota Semarang.

4.2 KARAKTERISTIK KETERSEDIAAN RTH KOTA SEMARANG

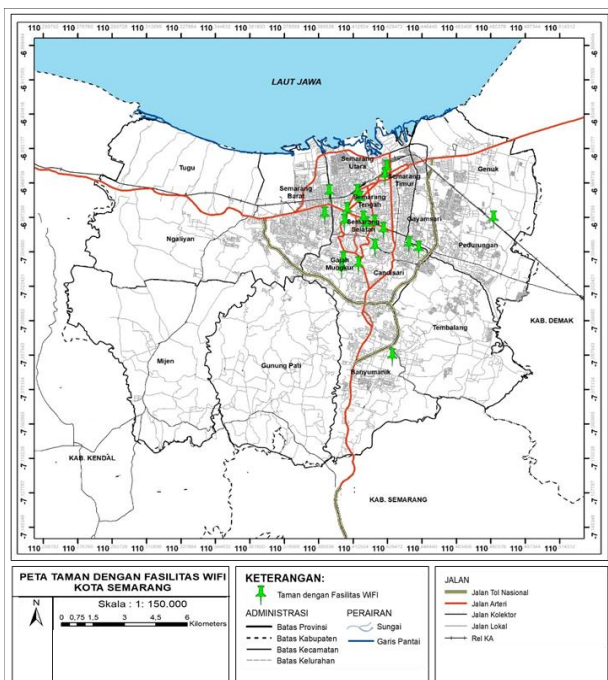
Pada komponen ketersediaan RTH terdapat tiga indikator, yaitu luas RTH, taman dengan fasilitas WiFi, serta sistem penyiraman otomatis. Menurut Giffinger et al. (2007), Cohen (2014), dan Kumar (2020), lingkungan cerdas harus memiliki RTH publik yang memadai bagi masyarakat. Keberadaan RTH yang memadai akan membantu mengurangi emisi CO₂ sehingga mampu menjaga kualitas lingkungan dan keberlanjutan lingkungan. Selain itu, dalam menerapkan konsep *smart environment* sebagai bagian dari *smart city*, perlu dilakukan inovasi “*smart*” pada RTH publik, khususnya RTH taman kota. Inovasi “*smart*” yang dapat diintegrasikan dalam RTH taman kota, diantaranya pengadaan WiFi serta pemasangan sistem penyiraman tanaman secara otomatis (Aqli, 2014; Saragih & Rachmawati, 2015). Sementara itu, Kota Semarang memiliki luas RTH publik sebesar 37,32 km² atau hanya 10% dari wilayah Kota Semarang. Adapun standar minimum luas RTH perkotaan menurut UU Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang adalah sebesar 30% (20% RTH publik, 10% RTH privat). Oleh karena itu, indikator luas RTH termasuk parameter tidak sesuai (nilai 0). Persentase RTH publik di Kota Semarang yang belum memenuhi standar dan mengakibatkan suhu udara terasa semakin panas, terjadinya banjir karena kurangnya resapan air, serta kualitas lingkungan hidup menjadi berkurang karena kurangnya penyerapan emisi CO₂ oleh tumbuhan. Peta persebaran RTH publik di Kota Semarang dapat dilihat pada Gambar 2.



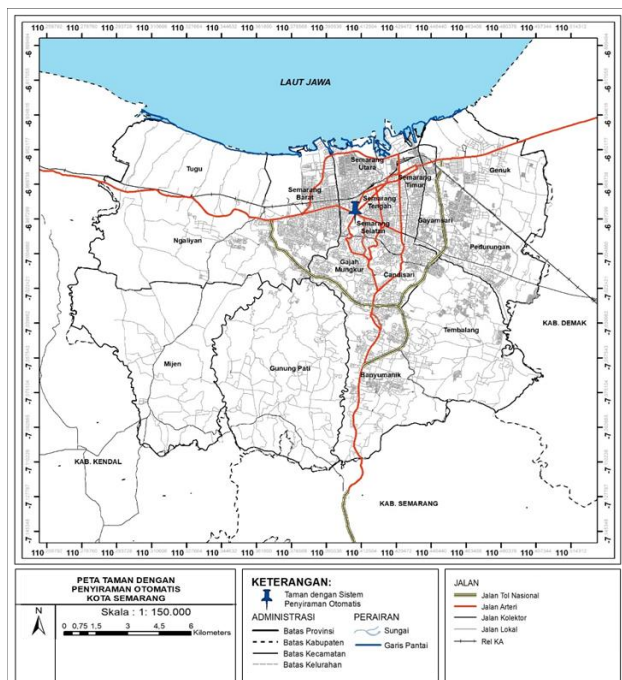
Gambar 2. Peta Persebaran RTH Publik di Kota Semarang

Di Kota Semarang, terdapat 20 taman kota yang dilengkapi dengan fasilitas WiFi yang dapat diakses oleh pengunjung taman. Banyak taman di Kota Semarang difasilitasi dengan WiFi oleh Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman Kota Semarang tetapi beberapa diantaranya tidak dapat digunakan sehingga taman tersebut tidak diikutsertakan dalam peta Gambar 3. Pengadaan fasilitas WiFi pada taman kota merupakan salah satu wujud pemenuhan akan akses informasi atau internet bagi para pengunjung taman (Aqli, 2014; Saragih & Rachmawati, 2015). Pemasangan fasilitas WiFi pada taman kota juga merupakan salah satu inovasi dalam konsep *smart environment* yang mengusung unsur “*smart*” atau terintegrasi TIK (Basiri et al., 2017; Cohen, 2014). Berdasarkan data diatas, indikator keberadaan fasilitas WiFi pada taman publik Kota Semarang termasuk dalam parameter sesuai (nilai 1). Peta persebaran taman yang dilengkapi dengan fasilitas WiFi dapat dilihat pada Gambar 3.

Selanjutnya untuk indikator sistem penyiraman otomatis, di Kota Semarang telah terdapat satu taman yang dilengkapi dengan sistem penyiraman tanaman otomatis, tepatnya di Taman Tugu Muda Semarang. Selain Taman Tugu Muda, Pemerintah Kota Semarang bersama dengan Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman Kota Semarang juga tengah melakukan proses pemasangan sistem penyiraman tanaman otomatis di Taman Pierre Tendean dan Taman Simpang Lima Semarang. Maka dari itu, apabila ditinjau dari indikator keberadaan sistem penyiraman otomatis pada taman publik, Kota Semarang termasuk dalam parameter sesuai (nilai 1). Keberadaan sistem penyiraman tanaman otomatis pada taman kota merupakan dampak positif dari perkembangan teknologi, sama halnya dengan keberadaan WiFi pada taman kota (Aqli, 2014). Keberadaan sistem penyiraman tanaman otomatis dinilai cukup efektif karena petugas tidak perlu melakukan penyiraman tanaman secara manual, hanya perlu memantau dari jarak jauh melalui CCTV. Sistem tersebut menggunakan sensor kelembaban tanah sehingga apabila kelembaban tanah kurang dari 25% maka sistem penyiraman akan hidup secara otomatis, begitupun sebaliknya. Selain itu, keberadaan sistem penyiraman tanaman secara otomatis dinilai lebih efisien karena dapat menghemat anggaran BBM serta biaya tenaga yang digunakan untuk operasional penyiraman tanaman secara manual menggunakan tangki. Peta persebaran taman yang dilengkapi dengan sistem penyiraman otomatis dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Peta Persebaran Taman dengan Fasilitas WiFi di Kota Semarang



Gambar 4. Peta Persebaran Taman dengan Penyiraman Otomatis di Kota Semarang

4.3 KARAKTERISTIK KEBERADAAN RENCANA KETAHANAN IKLIM KOTA SEMARANG

Pada komponen keberadaan rencana ketahanan iklim, terdapat satu indikator di dalamnya, yaitu produk rencana ketahanan iklim. Berdasarkan hasil survei dan analisis, Kota Semarang memiliki dua dokumen rencana ketahanan iklim, diantaranya Rencana Aksi Daerah Mitigasi Perubahan Iklim dan Rencana Aksi Daerah Adaptasi Perubahan Iklim. Rencana Aksi Daerah Adaptasi Perubahan Iklim berisi tentang terminologi dalam perubahan iklim, profil iklim Kota Semarang, dan aksi adaptasi perubahan iklim. Dalam profil iklim Kota Semarang, terdapat beberapa fenomena perubahan iklim di Kota Semarang, yaitu peningkatan suhu permukaan atau temperatur, perubahan curah hujan, kenaikan muka laut, dan penurunan muka tanah (*land subsidence*). Sementara itu, di dalam aksi adaptasi perubahan iklim berisi strategi, program, serta indikator yang bertujuan untuk mengatasi atau meminimalisir dampak fenomena perubahan iklim. Dari keberadaan dua produk rencana tersebut, dapat disimpulkan bahwa Kota Semarang memenuhi indikator produk rencana ketahanan iklim atau termasuk dalam parameter sesuai (nilai 1).

Keberadaan produk rencana ketahanan iklim merupakan salah satu wujud bahwa Kota Semarang telah melakukan upaya untuk menciptakan suatu perencanaan kota yang *sustainable* atau berkelanjutan (Cohen, 2014). Selain itu, menurut Putti et al. (2020), keberadaan rencana ketahanan iklim juga menjadi indikator penilaian *smart environment* sebagai salah satu upaya untuk mendukung ketahanan iklim di suatu kota. Dengan adanya rencana ketahanan iklim dalam skala kota,

dapat membantu upaya pemerintah kota dalam meningkatkan ketahanan terhadap bahaya perubahan iklim sehingga dapat memberikan arahan solusi dari permasalahan terkait perubahan iklim dalam bentuk serangkaian strategi dan aksi untuk menghadapi dampak dari perubahan iklim. Sama halnya di Kota Semarang, mengingat di Kota Semarang kerap kali terjadi perubahan iklim yang cukup ekstrem maka Kota Semarang memerlukan adanya rencana ketahanan iklim sebagai respon atas fenomena perubahan iklim yang terjadi. Apabila Kota Semarang mampu menerapkan strategi maupun program yang terdapat dalam rencana ketahanan iklim yang telah disusun maka Kota Semarang akan menjadi kota yang tangguh terhadap perubahan iklim dan mampu menjaga keberlanjutan lingkungan.

4.4 KARAKTERISTIK KEBERLANJUTAN ENERGI KOTA SEMARANG

Pada komponen keberlanjutan energi, terdapat dua indikator di dalamnya, yaitu konsumsi listrik dan pengembangan energi terbarukan. Total konsumsi listrik Kota Semarang pada tahun 2021 sebesar 4.007.835.610 kWh atau sebesar 2.419 kWh/kapita. Besar konsumsi listrik tersebut tergolong tinggi dikarenakan melebihi standar konsumsi listrik perkotaan sebesar 500 kWh/kapita (UI Green Metric, 2022). Dengan demikian, apabila ditinjau dari indikator konsumsi listrik, Kota Semarang termasuk parameter tidak sesuai (nilai 0). Indikator konsumsi listrik yang sesuai standar merupakan wujud efisiensi penggunaan listrik sebagai bagian dari *smart environment* (Cohen, 2014; Giffinger et al., 2007). Oleh karena itu, apabila konsumsi listrik per kapita di suatu kota melebihi standar, artinya kota tersebut belum mampu menerapkan efisiensi penggunaan energi. Kota Semarang memiliki tingkat konsumsi listrik yang jauh melebihi standar, artinya di Kota Semarang belum mampu menerapkan unsur efisien sebagai salah satu unsur dalam *smart environment*.

Indikator rasio energi terbarukan terhadap konsumsi listrik tahunan di Kota Semarang, persentasenya hanya sebesar 0,000076%. Persentase tersebut diperoleh dari perbandingan total kapasitas energi terbarukan sebesar 3.028 kW dengan total konsumsi listrik di Kota Semarang. Sedangkan standar minimum rasio energi terbarukan terhadap konsumsi listrik tahunan yaitu sebesar 25% (UI Green Metric, 2022). Dengan demikian, apabila ditinjau dari indikator pengembangan energi terbarukan, Kota Semarang termasuk parameter tidak sesuai (nilai 0). Pengembangan energi terbarukan merupakan wujud efisiensi energi listrik dimana efisiensi ini merupakan tujuan dari konsep *smart environment* (Direktorat Jenderal Aplikasi Informatika Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, 2017). Pengembangan energi terbarukan di Kota Semarang terdiri dari lima jenis, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), biogas, Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa), dan Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS). Penerapan PLTS di Kota Semarang dimulai sejak tahun 2017 hingga 2021, dengan total kapasitas sebesar 1.925 kWp/tahun. Penerapan PLTB di Kota Semarang hanya terdapat satu unit dengan kapasitas 4 kW/tahun yang telah beroperasi sejak tahun 2019. Penerapan biogas di Kota Semarang dimulai sejak tahun 2010 hingga tahun 2021 dengan total kapasitas sebesar 235.003 m³/tahun yang terbagi dalam 15 unit. Penerapan PJUTS di Kota Semarang dimulai sejak tahun 2017 hingga tahun 2021 yang terdiri dari 86 unit dengan total daya sebesar 4.938 watt. Penerapan PLTSa di Kota Semarang hanya terdapat satu unit dengan kapasitas 800 kW/tahun yang telah beroperasi sejak 2020 di TPA Jatibarang.

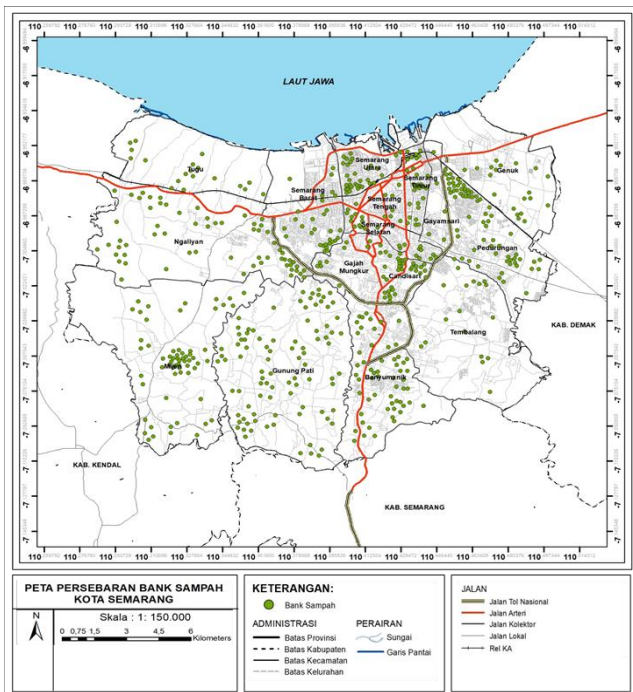
4.5 KARAKTERISTIK PENGELOLAAN LIMBAH KOTA SEMARANG

Pada komponen pengelolaan limbah, terdapat tujuh indikator di dalamnya, yaitu jumlah timbulan sampah, keberadaan bank sampah, keberadaan TPS3R, pemanfaatan TIK pada pengelolaan sampah, partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah, jenis kloset atau jamban, serta keberadaan tangki septik/SPAL. Jumlah timbulan sampah menjadi indikator kesesuaian *smart environment* dikarenakan salah satu indikator *smart environment*, yaitu total sampah per kapita yang terkumpul di suatu kota (Cohen, 2014). Selain itu, salah satu definisi konsep *smart environment* adalah lingkungan yang bersih dan tertata, mampu mereduksi tingkat polusi yang ada, serta mampu bertahan terhadap perubahan iklim (Koy & Rodrigues, 2019). Perwujudan lingkungan yang bersih dan tertata di suatu kota dapat dilakukan dengan mengurangi jumlah timbulan sampah. Berdasarkan hasil survei dan analisis, jumlah timbulan sampah di Kota Semarang tahun 2021 sebanyak 1.180,14 ton/hari atau 430.749,75 ton/tahun atau setara dengan 3,5 liter/orang/hari. Sementara itu, menurut SNI 3242:2008, standar minimum timbulan sampah yaitu sebesar 3 liter/orang/hari. Oleh karena itu, apabila ditinjau dari indikator jumlah timbulan sampah, Kota Semarang termasuk parameter tidak sesuai (nilai 0).

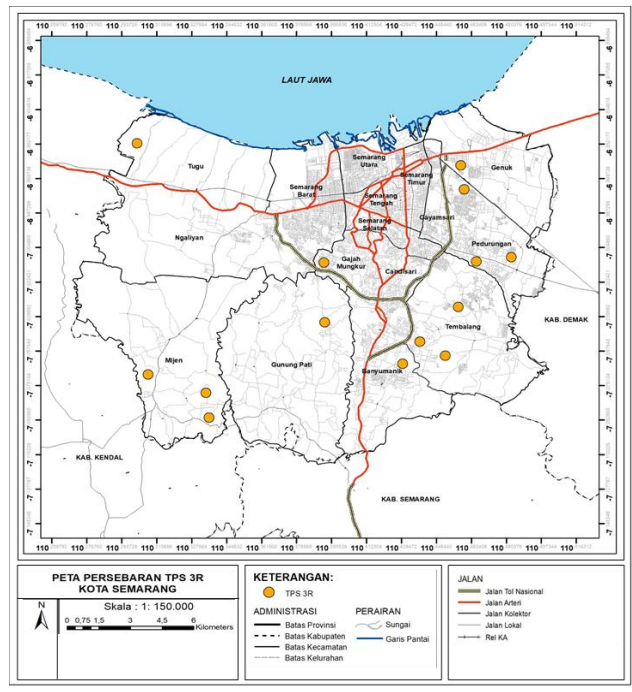
Indikator keberadaan bank sampah, di Kota Semarang telah terdapat 575 bank sampah yang tersebar pada setiap kelurahan. Beberapa bank sampah di Kota Semarang telah memiliki prestasi dan program yang cukup membanggakan, diantaranya pemasaran barang daur ulang yang menjangkau Singapura, kerja sama dengan bank BUMN untuk memfasilitasi transaksi jual beli, pengelolaan sampah organik menjadi *ecoenzyme*, kerja sama dengan lembaga penjual emas, pengadaan warung sembako dengan menjadikan sampah sebagai alat pembayaran, kerja sama dengan PT Pertamina (Persero) MOR IV Area Jateng dan DIY, serta konversi hasil penjualan sampah dalam bentuk tabungan emas

melalui kerja sama dengan PT Pegadaian. Selain indikator keberadaan bank sampah, indikator keberadaan TPS3R. Kota Semarang memiliki 7 TPS3R dan 7 TPST yang tersebar pada 8 kecamatan. Keberadaan TPS3R dan TPST di Semarang mampu mereduksi 20% dari total timbulan sampah, mengurangi biaya pengangkutan sampah dari TPS ke TPA, meningkatkan kemandirian masyarakat, serta meningkatkan peran aktif masyarakat dalam mempertahankan kebersihan lingkungan melalui pengelolaan sampah berbasis 3R (*reduce, reuse, dan recycle*). Apabila ditinjau dari indikator keberadaan bank sampah dan indikator keberadaan TPS3R, Kota Semarang termasuk dalam parameter sesuai (nilai 1).

Selanjutnya untuk indikator pemanfaatan TIK pada pengelolaan sampah, Kota Semarang telah memiliki aplikasi Silampah (Sistem Lapor Sampah) yang berfungsi untuk melaporkan permasalahan sampah, baik sampah yang menumpuk di suatu tempat maupun sampah yang belum diangkut. Dengan demikian, apabila ditinjau dari indikator pemanfaatan TIK pada pengelolaan sampah, Kota Semarang termasuk dalam parameter sesuai (nilai 1). Selanjutnya untuk indikator partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah, persentase partisipasi masyarakat Kota Semarang dalam program bank sampah hanya sebesar 32%, sedangkan pada indikator kesesuaian partisipasi masyarakat, persentase partisipasi masyarakat setidaknya harus mencapai 50%. Oleh karena itu, indikator partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah di Kota Semarang termasuk parameter tidak sesuai (nilai 0). Dari indikator keberadaan bank sampah, TPS3R, pemanfaatan TIK dalam pengelolaan sampah, serta partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah, merupakan salah satu upaya untuk menjadikan lingkungan Kota Semarang menjadi lingkungan yang cerdas, bersih, dan tertata (Joga, 2017; Koy & Rodrigues, 2019). Peta persebaran titik bank sampah dan TPS3R di Kota Semarang dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Peta Persebaran Bank Sampah di Kota Semarang



Gambar 6. Peta Persebaran TPS3R di Kota Semarang

Selanjutnya, untuk indikator jenis kloset atau jamban, sebanyak 90% rumah tangga di Kota Semarang sudah menggunakan kloset atau jamban leher angsa, 9% rumah tangga menggunakan kloset atau jamban plengsengan, dan 1% rumah tangga menggunakan kloset atau jamban jenis cubluk atau cemplung. Adapun target persentase rumah tangga dengan akses sanitasi layak, yaitu sebesar 90% (Pemerintah Republik Indonesia, 2020). Oleh karena itu, apabila ditinjau dari indikator jenis kloset atau jamban, Kota Semarang termasuk dalam kategori sesuai (nilai 1). Penggunaan jamban leher angsa merupakan salah satu bagian dari akses sanitasi yang layak. Jamban leher angsa termasuk kategori jamban sehat dibandingkan jamban lainnya dikarenakan jamban leher angsa memiliki keunggulan berupa adanya sekat air pada lubang yang berfungsi untuk mencegah masuknya lalat ke dalam lubang serta mencegah bau yang tidak sedap. Sementara itu, jamban parit atau empang, jamban cubluk, serta jamban plengsengan tidak termasuk kategori jamban sehat dikarenakan tidak tertutup dan tidak terdapat sekat air sehingga menimbulkan bau tidak sedap dan menyebabkan masuk lalat maupun kecoa. Selanjutnya untuk indikator keberadaan tangki septik (SPAL), sebesar 99% rumah tangga di Kota Semarang telah menggunakan tangki septik sebagai tempat pembuangan akhir tinja. Target persentase rumah

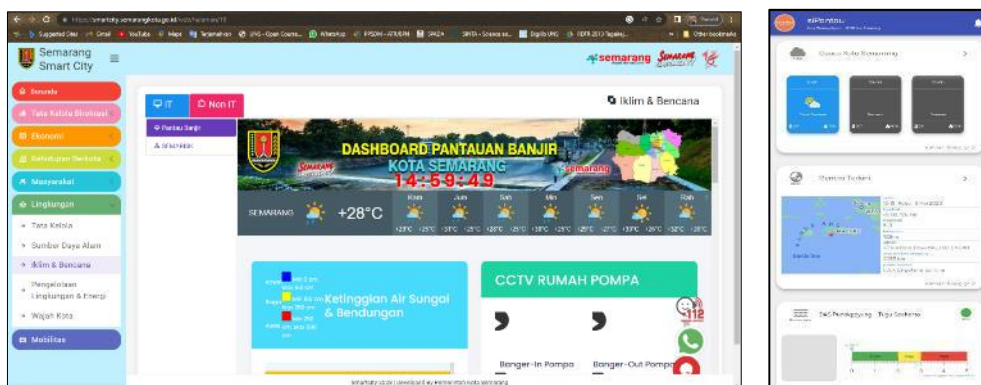
tangga dengan akses sanitasi layak sebesar 90% (Pemerintah Republik Indonesia, 2020). Dengan demikian, apabila ditinjau dari indikator keberadaan tangki septik, Kota Semarang termasuk dalam kategori sesuai (nilai 1).

4.6 KARAKTERISTIK PENGELOLAAN AIR KOTA SEMARANG

Pada komponen pengelolaan air terdapat empat indikator di dalamnya, yaitu jumlah konsumsi air, kualitas air, pemantauan air berbasis TIK, dan program restorasi sungai. Indikator konsumsi air, konsumsi air di Kota Semarang pada tahun 2021 sebesar 51.100.925 m³ atau setara dengan 85 liter/kapita/hari. Sementara itu, standar konsumsi air di kota besar yaitu ≤ 120 liter/kapita/hari (Badan Standardisasi Nasional, 2002) sehingga apabila ditinjau dari indikator konsumsi listrik, Kota Semarang termasuk dalam parameter sesuai (nilai 1). Tingkat konsumsi air di Kota Semarang yang tidak melebihi standar, menunjukkan bahwa Kota Semarang telah memanfaatkan sumber daya air secara efisien sehingga mampu menciptakan keberlanjutan sumber daya air (Bosch et al., 2017; Koy & Rodrigues, 2019). Keberlanjutan sumber daya air dapat ditunjukkan dengan adanya cadangan air bersih serta terjaganya keseimbangan jumlah air.

Indikator kualitas air di Kota Semarang hanya terdapat satu titik sungai yang memenuhi baku mutu dari 71 titik pada 34 sungai. Selanjutnya untuk nilai Indeks Kualitas Air (IKA) Kota Semarang menunjukkan nilai 50,00, dimana nilai tersebut termasuk dalam predikat kurang baik. Adapun parameter kesesuaian kualitas air, yaitu apabila IKA tergolong kategori cukup baik – sangat baik (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020) sehingga apabila ditinjau dari indikator kualitas air, Kota Semarang termasuk dalam parameter tidak sesuai (nilai 0). Kualitas air sungai di Kota Semarang yang tergolong kurang baik menjadikan kinerja sungai di Kota Semarang menjadi berkurang sehingga apabila terjadi hujan terus menerus akan menyebabkan terjadinya bencana banjir. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kualitas air sungai dan meningkatkan kinerja sungai di Kota Semarang perlu dilakukan upaya normalisasi atau restorasi sungai.

Selanjutnya indikator pemantauan air berbasis TIK Kota Semarang, telah terdapat aplikasi dan *website* pemantauan ketinggian air sungai atau *early warning system* (EWS) yang dikembangkan oleh BPBD Kota Semarang. Situs *website* pemantauan air sungai dapat diakses melalui Pantau Banjir Semarang, sedangkan untuk versi aplikasinya bernama SiPantau. Pada aplikasi dan *website* tersebut berisi data *real-time* terkait ketinggian air sungai dan bendungan, CCTV sungai dan rumah pompa, data wilayah genangan air dan wilayah rawan genangan air, serta data peta banjir. Dari keberadaan aplikasi dan *website* tersebut, apabila ditinjau dari indikator keberadaan sistem pemantauan air berbasis TIK, Kota Semarang termasuk dalam parameter sesuai (nilai 1). Indikator keberadaan sistem pemantauan air berbasis TIK merupakan salah satu wujud integrasi unsur “*smart*” dalam konsep *smart environment* khususnya pada komponen pengelolaan air (Basiri et al., 2017; Cohen, 2014). Keberadaan sistem pemantauan air berbasis TIK merupakan salah satu aksi mitigasi terhadap bencana banjir yang sering terjadi di Kota Semarang. Ketika terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi maka debit air sungai juga akan naik. Ketika debit air sungai terus naik hingga kategori awas (ketinggian 250 cm – 500 cm) maka sirine peringatan akan berbunyi sehingga masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar sungai atau daerah rawan banjir dapat siaga. Aplikasi dan *website* pemantauan air berbasis TIK dapat dilihat pada Gambar 7.



Sumber: Pemerintah Kota Semarang, 2022 dan BPBD Kota Semarang, 2022

Gambar 7. Sistem Pemantauan Air Berbasis TIK

Indikator restorasi sungai menjadi salah satu indikator *smart environment* menurut (Direktorat Jenderal Aplikasi Informatika Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, 2017) dikarenakan salah satu tujuan dari restorasi sungai, yaitu untuk meningkatkan kelestarian lingkungan (Joga, 2017). Kota Semarang telah memiliki program restorasi atau normalisasi sungai yang telah direalisasikan, tepatnya di Sungai Banjir Kanal Barat pada tahun 2010-2013.

Proyek restorasi atau normalisasi Sungai Banjir Kanal Barat merupakan suatu megaprojek penanggulangan banjir di Kota Semarang yang dikelola oleh BBWS Pemali Juana. Tujuan dilakukannya restorasi sungai di Sungai Banjir Kanal Barat, yaitu untuk mengembalikan fungsi dan kondisi alamiah sungai, memperbesar kapasitas tampung sungai, memperlancar aliran sungai, serta menjadikan kawasan Banjir Kanal Barat sebagai kawasan rekreasi dengan konsep *recreational waterfront*. Dari keberadaan program restorasi sungai di Kota Semarang, apabila ditinjau dari indikator keberadaan program restorasi sungai, Kota Semarang termasuk dalam parameter sesuai (nilai 1). Program restorasi sungai sangat diperlukan di Kota Semarang mengingat sebagian besar kondisi kualitas air sungai di Kota Semarang belum memenuhi baku mutu air sungai serta masih seringnya terjadi bencana banjir dan rob tiap tahun.

4.7 KARAKTERISTIK PENGELOLAAN UDARA KOTA SEMARANG

Pengelolaan udara yang baik di perkotaan merupakan salah satu komponen dalam konsep *smart environment* (Cohen, 2014; Direktorat Jenderal Aplikasi Informatika Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, 2017; Giffinger et al., 2007; Kumar, 2020). Pada komponen pengelolaan udara, terdapat tiga indikator di dalamnya, diantaranya kualitas udara, emisi gas rumah kaca (GRK), dan pemantauan udara berbasis TIK. Pada indikator kualitas udara, nilai Indeks Kualitas Udara (IKU) di Kota Semarang menunjukkan nilai 75,00, dimana nilai tersebut tergolong predikat cukup baik. Adapun parameter kesesuaian kualitas udara, yaitu apabila IKU tergolong kategori cukup baik – sangat baik sehingga apabila ditinjau dari indikator kualitas udara, Kota Semarang termasuk dalam parameter sesuai (nilai 1). Kondisi kualitas udara di Kota Semarang dipengaruhi oleh berbagai hal, diantaranya jumlah kendaraan bermotor, jenis bahan bakar kendaraan bermotor, serta kemacetan lalu lintas. Jumlah kendaraan bermotor akan memengaruhi jumlah emisi gas-gas penyebab polusi dan emisi GRK. Jenis bahan bakar yang bersumber dari fosil dengan nilai oktan tinggi akan menghasilkan emisi yang lebih sedikit dibandingkan bahan bakar fosil dengan nilai oktan yang rendah. Selain itu, kemacetan lalu lintas juga mempengaruhi kualitas udara dikarenakan meningkatnya jumlah emisi gas buang kendaraan bermotor.

Berdasarkan hasil survei dan analisis, tren penurunan emisi GRK di Kota Semarang sebesar 18% atau 909,83 Gg CO₂eq. Adapun target tren penurunan emisi GRK nasional sebesar 29% (UNFCCC, 2022) sehingga apabila ditinjau dari indikator emisi GRK, Kota Semarang termasuk dalam parameter tidak sesuai (nilai 0). Kenaikan emisi GRK di Kota Semarang berbanding terbalik dengan kualitas udara di Kota Semarang. Kenaikan emisi GRK tentunya akan menurunkan kualitas udara di Kota Semarang. Sebaliknya, penurunan emisi GRK tentunya akan meningkatkan kualitas udara di Kota Semarang. Kualitas udara yang baik di Kota Semarang tentunya akan menciptakan kualitas lingkungan yang baik sehingga mampu mewujudkan Kota Semarang sebagai *smart environment* (Adiyarta et al., 2020; Koy & Rodrigues, 2019).



Gambar 8. Sistem Pemantauan Udara berbasis TIK

Selanjutnya untuk indikator pemantauan udara berbasis TIK di Kota Semarang, terdapat *air quality monitoring system* (AQMS) yang terletak di Kecamatan Mijen. AQMS adalah sistem pemantauan kualitas udara ambien secara otomatis yang berfungsi untuk mengetahui tingkat pencemaran udara di Kota Semarang. Tujuan pembangunan AQMS adalah sebagai informasi kualitas udara kepada masyarakat secara kontinu dan *real-time* sebagai dasar kebijakan pemerintah dalam pengendalian kualitas udara di Kota Semarang. Dengan adanya AQMS, masyarakat dapat mengetahui Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) di Kota Semarang termasuk dalam kondisi baik, sedang, tidak sehat, sangat tidak sehat, atau berbahaya. Apabila ditinjau dari indikator keberadaan sistem pemantauan udara berbasis TIK, Kota Semarang termasuk dalam parameter sesuai (nilai 1). Gambar sistem pemantauan udara berbasis TIK di Kota Semarang dapat dilihat pada Gambar 8.

4.8 KARAKTERISTIK KEBERADAAN BANGUNAN CERDAS KOTA SEMARANG

Dalam konsep *smart environment*, salah satu komponen yang terdapat didalamnya, yaitu keberadaan bangunan cerdas, khususnya terkait penggunaan *smart meter* (Cohen, 2014). *Smart meter* merupakan sebuah perangkat yang dipasang pada masing-masing rumah maupun gedung untuk mengukur konsumsi air maupun listrik secara *real-time* dengan kemampuan komunikasi satu arah atau lebih melalui jaringan kabel ataupun nirkabel (Zivic et al., 2016). Teknologi ini akan memberikan lebih banyak informasi kepada konsumen mengenai bagaimana mereka menggunakan energi dan memungkinkan pelanggan tersebut mengurangi penggunaan energinya. Pelanggan akan mendapatkan informasi mengenai konsumsi energi maupun biaya penggunaan energi dari jarak jauh secara *real-time* melalui perangkat pelanggan, seperti *smartphone*, PC, dan sejenisnya. Dalam penelitian ini, komponen bangunan cerdas terdiri atas dua indikator, diantaranya persentase pelanggan listrik dengan *smart meter* dan persentase pelanggan air dengan *smart meter*. Pada indikator persentase pelanggan listrik dengan *smart meter*, di Kota Semarang belum terdapat aplikasi atau penerapan *smart meter* dalam pencatatan meteran listrik. Sama halnya dengan persentase pelanggan air dengan *smart meter*, di Kota Semarang juga belum terdapat aplikasi atau penerapan *smart meter* dalam pencatatan meteran air. Hingga saat ini, pencatatan meteran listrik maupun air di Kota Semarang masih dilakukan secara manual oleh petugas (*door to door*). Maka dari itu, apabila ditinjau dari indikator persentase pelanggan listrik dan pelanggan air dengan *smart meter*, Kota Semarang termasuk dalam parameter tidak sesuai (0).

Dari hasil survei dan analisis skoring pada tiap komponen *smart environment* di Kota Semarang, disusun rekap analisis skoring kesesuaian penerapan konsep *smart environment* di Kota Semarang yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekap Analisis Skoring Kesesuaian Penerapan Konsep *Smart Environment* di Kota Semarang

Variabel	Sub Variabel	Indikator	Skor Indikator	Skor Sub-variabel	Skor Variabel
Ketersediaan RTH	Luas RTH	Persentase RTH publik yang memenuhi standar	0	0	0,67
	Taman dengan fasilitas <i>WiFi</i>	Keberadaan <i>WiFi</i> pada taman publik yang dapat diakses	1	1	
	Sistem penyiraman otomatis	Keberadaan sistem penyiraman otomatis pada taman publik	1	1	
Keberadaan rencana ketahanan iklim	Produk rencana ketahanan iklim	Ketersediaan produk rencana ketahanan iklim	1	1	1
Keberlanjutan energi	Konsumsi listrik	Total konsumsi listrik tidak melebihi standar	0	0	0
	Pengembangan energi terbarukan	Rasio antara produksi energi terbarukan dengan penggunaan energi 1 tahun	0	0	
Pengelolaan limbah	Jumlah timbulan sampah	Jumlah timbulan sampah tidak melebihi standar maksimal	0	0	0,583
		Pengelolaan sampah	Keberadaan bank sampah	1	
		Keberadaan TPS3R	1		
		Pemanfaatan TIK pada pengelolaan sampah	1		
		Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah	0		
Pengelolaan air	Sanitasi rumah tangga	Persentase rumah tangga dengan jamban leher angsa	1	1	0,75
		Persentase rumah tangga dengan tangki septik/SPAL	1		
	Konsumsi air	Konsumsi air bersih di perkotaan tidak melebihi standar	1	1	
Pengelolaan udara	Kualitas air	Status kualitas air sungai di perkotaan	0	0	0,67
	Pemantauan air berbasis TIK	Keberadaan sistem pemantauan air berbasis TIK	1	1	
	Restorasi sungai	Keberadaan program restorasi sungai	1	1	
	Kualitas udara	Nilai IKU perkotaan	1	1	
Keberadaan bangunan cerdas	Emisi GRK	Tren penurunan emisi GRK mencapai target yang telah ditentukan	0	0	0
		Pemantauan udara berbasis TIK	Keberadaan sistem pemantauan udara berbasis TIK	1	
	<i>Smart meter</i>	Persentase pelanggan listrik dengan <i>smart meter</i>	0	0	
			ΣSkor variabel		3,673
			Jumlah variabel		7

Berdasarkan tabel rekap skoring di atas kemudian dilakukan perhitungan persentase kesesuaian penerapan konsep *smart environment* di Kota Semarang dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Persentase kesesuaian} = \frac{\text{Skor variabel}}{\text{Jumlah variabel}} \times 100\% = \frac{3,673}{7} \times 100\% = 52,5\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diketahui bahwa nilai kesesuaian penerapan konsep *smart environment* di Kota Semarang sebesar 52,5%. Persentase tersebut termasuk dalam rentang 41-60%, artinya konsep *smart environment* yang diterapkan di Kota Semarang dinyatakan cukup sesuai. Nilai cukup sesuai dapat diartikan bahwa Kota Semarang memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi kota dengan lingkungan cerdas atau *smart environment*, tetapi masih diperlukan penyesuaian pada beberapa indikator. Indikator-indikator tersebut meliputi persentase luas RTH, konsumsi listrik, rasio energi terbarukan, jumlah timbulan sampah, partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah, status mutu air sungai, tren penurunan emisi GRK, serta persentase pelanggan listrik maupun air dengan *smart meter*.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan isu dan permasalahan lingkungan yang terdapat di Kota Semarang, variabel penelitian yang diperoleh dari eksplorasi teori, serta analisis yang telah dilakukan maka hasil penelitian mampu menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian bahwa kesesuaian penerapan konsep *smart environment* di Kota Semarang adalah cukup sesuai. Secara kontekstual, nilai cukup sesuai dapat diartikan bahwa Kota Semarang telah memenuhi indikator taman dengan fasilitas WiFi, sistem penyiraman otomatis, produk rencana ketahanan iklim, program bank sampah, program TPS3R, pemanfaatan TIK pada pengelolaan sampah, jenis kloset atau jamban, tempat pembuangan akhir tinja, tingkat konsumsi air, sistem pemantauan air berbasis TIK, program restorasi sungai, Indeks Kualitas Udara (IKU), serta sistem pemantauan udara berbasis TIK. Adapun indikator yang masih tidak sesuai dan direkomendasikan untuk dibenahi, yaitu indikator persentase luas RTH, konsumsi listrik, rasio energi terbarukan dengan total penggunaan energi listrik, jumlah timbulan sampah, partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah, status mutu air sungai, tren penurunan emisi GRK, serta persentase pelanggan listrik dan pelanggan air dengan *smart meter*. Ketidaksihesuaian tersebut memerlukan adanya perbaikan serta peningkatan pada setiap komponen *smart environment* guna mewujudkan kesesuaian penerapan konsep *smart environment* di Kota Semarang. Kesesuaian penerapan konsep *smart environment* di Kota Semarang mengharuskan penilaian seluruh komponen *smart environment* mencapai kesesuaian dalam rangka mewujudkan kota dengan lingkungan cerdas sebagai bagian dari penerapan *smart city*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyanta, S. F. C. (2018). Urgensi Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau sebagai Ruang Publik. *Jurnal Gema Keadilan*, 5(1), 52–73. Diakses dari <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/gk/article/view/3648>
- Adiyarta, K., Napitupulu, D., Syafrullah, M., Mahdiana, D., & Rusdah, R. (2020). Analysis of smart city indicators based on prisma: systematic review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 725(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/725/1/012113>
- Aqli, W. (2014). Intervensi Teknologi Pada Taman Kota Sebagai Ruang Publik Pintar. *Arsitektur Dan Urbanisme*, 1(1), 1–6. Diakses dari https://www.researchgate.net/publication/285601199_Intervensi_Teknologi_Pada_Taman_Kota_Sebagai_Ruang_Publik_Pintar
- Axelsson, K., & Granath, M. (2018). Stakeholders' stake and relation to smartness in smart city development: Insights from a Swedish city planning project. *Government Information Quarterly*, 35(4), 693–702. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2018.09.001>
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 19-6782.1-2002 Penyusunan Neraca Sumber Daya Bagian 1 : Sumber Daya Air Spasial. *Badan Standardisasi Nasional*. Diakses dari https://big.go.id/assets/download/sni/SNI/SNI_19-6728.1-2002.pdf
- Badan Standardisasi Nasional. (2021). Kota Semarang Matangkan Diri Sebagai Kota Cerdas Berbasis SNI. Diakses dari <https://bsn.go.id/main/berita/detail/12120/kota-semarang-matangkan-diri-sebagai-kota-cerdas-berbasis-sni>
- Basiri, M., Azim, A. Z., & Farrokhi, M. (2017). Smart City Solution for Sustainable Urban Development. *European Journal of Sustainable Development*, 6(1), 71–84. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2017.v6n1p71>
- Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M., & Huovila, A. (2017). CITY keys Indicators for smart city projects and smart cities. In *CITYKeys*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17148.23686>
- Budiharjo, E., & Sujarto, D. (2013). *Kota Berkelanjutan (Kedua)*. Bandung: Alumni. Diakses dari <https://onsearch.id/Record/IOS3504.libra-176342116000105>
- Caragliu, A., Bo, C. Del, & Nijkamp, P. (2011). Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- Cohen, B. (2014). The Smartest Cities in the World 2015 Methodology. Diakses dari <https://www.fastcompany.com/3038818/the-smartest-cities-in-the-world-2015-methodology>
- Colldahl, C., Frey, S., & Kelemen, J. E. (2013). *Smart Cities : Strategic Sustainable Development for an Urban World* (Blekinge Institute of Technology). Blekinge Institute of Technology. Diakses dari <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:832150/FULLTEXT01.pdf>
- Cook, D., & Das, S. K. (2005). *Smart Environments: Technology, Protocols, and Applications*. Hoboken: Wiley-Interscience. Diakses dari <https://www.amazon.com/Smart-Environments-Technology-Protocols-Applications/dp/0471544485>
- Direktorat Jenderal Aplikasi Informatika Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia. (2017). *Buku Panduan Penyusunan Masterplan Smartcity*. Direktorat Jenderal Aplikasi Informatika Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia. Diakses dari <https://www.tanjungpinangkota.go.id/data/download-area/151>
- Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum. (2009). *Kamus Penataan Ruang*. Jakarta: Direktorat Jenderal Penataan Ruang, Departemen Pekerjaan Umum. Diakses dari <https://pu.go.id/pustaka/biblio/kamus-penataan-ruang/LG9JK>
- Direktorat Jenderal Penataan Ruang Republik Indonesia. (2008). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Diakses dari <https://jdih.pu.go.id/detail-dokumen/1236/1>
- Farasonalia, R., & Aprian, D. (2021). Volume Sampah di Kota Semarang Meningkat 10 Persen Setelah Dilanda Banjir. Diakses dari

- <https://regional.kompas.com/read/2021/02/19/19303951/volume-sampah-di-kota-semarang-meningkat-10-persen-setelah-dilanda-banjir>
- Fauzi, A. (2004). *Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan : Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. Diakses dari <https://pu.go.id/pustaka/biblio/ekonomi-sumber-daya-alam-dan-lingkungan-teori-dan-aplikasi/G89G9>
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Milanovic, N. P., & Meijers, E. (2007). *City-ranking of European Medium-Sized Cities*. Vienna. Diakses dari https://www.researchgate.net/publication/261367640_Smart_cities_-_Ranking_of_European_medium-sized_cities
- Joga, N. (2017). *Kota Cerdas Berkelanjutan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. Diakses dari <https://pu.go.id/pustaka/biblio/kota-cerdas-berkelanjutan/3LKL3>
- Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia. (2021). Implementasi Transformasi Digital Melalui Smart City, Green City, dan Sustainable City untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan. Diakses dari Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia website: <https://ekon.go.id/publikasi/detail/3390/implementasi-transformasi-digital-melalui-smart-city-green-city-dan-sustainable-city-untuk-mendukung-pembangunan-berkelanjutan>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). Indeks Kualitas Lingkungan Hidup 2019. In *Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Diakses dari https://www.menlhk.go.id/cadmin/uploads/1609312579_5f6b7346d1.pdf
- Koy, V. B. M. F., & Rodrigues, O. (2019). Developing smart environment at Tourism spots in Jetisharjo RW. 07, Yogyakarta. *ARTEKS : Jurnal Teknik Arsitektur*, 4(1), 25–32. <https://doi.org/10.30822/arteks.v4i1.75>
- Kumar, T. M. V. (2020). *Smart Environment for Smart Cities*. New York: Springer Publications. Diakses dari <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-13-6822-6>
- Kurniawati, W., Mussadun, Suwandono, D., & Islamey, T. Z. (2019). Local Wisdom in Malay Kampung Semarang as Representatives of Smart Environment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 396(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/396/1/012004>
- Murhadi, M., & Jumasa, H. M. (2019). Strategi Transisi Kabupaten Purworejo dari E-Government menuju Smart City. *Jurnal Sistem Cerdas*, 2(3), 186–193. <https://doi.org/10.37396/jsc.v2i3.41>
- Pemerintah Daerah Kota Semarang. (2018). *Peraturan Walikota (PERWALI) Kota Semarang Nomor 26 Tahun 2018 tentang Rencana Induk Semarang Kota Cerdas (Masterplan Semarang Smart City)*. Semarang: Pemerintah Daerah Kota Semarang. Diakses dari <https://peraturan.bpk.go.id/Details/241519/perwali-kota-semarang-no-26-tahun-2018>
- Pemerintah Daerah Kota Semarang. (2021). *Peraturan Daerah (PERDA) Kota Semarang Nomor 6 Tahun 2021 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Tahun 2021-2026*. Semarang: Pemerintah Daerah Kota Semarang. Diakses dari <https://peraturan.bpk.go.id/Details/228796/perda-kota-semarang-no-6-tahun-2021>
- Pemerintah Republik Indonesia. (2007). *Undang-undang (UU) Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia. Diakses dari <https://peraturan.bpk.go.id/Details/39908/uu-no-26-tahun-2007>
- Pemerintah Republik Indonesia. (2020). Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2020 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024. *Pemerintah Republik Indonesia*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia. Diakses dari <https://peraturan.bpk.go.id/Download/122195/Perpres Nomor 18 Tahun 2020.pdf>
- Putti, H. M. D. M., Affandi, M. I., & Setianingrum, L. (2020). Dimensi Prioritas Sebagai Arah Pengembangan Smart City yang Diutamakan di Kota Bandar Lampung. *Journal of Planning and Policy Development*, 1–14. Diakses dari https://repo.itera.ac.id/assets/file_upload/SB2009160014/22116098_20_084017.pdf
- Rapoport, A. (1990). *The Meaning of the Built Environment: A Nonverbal Communication Approach*. Tucson: University of Arizona Press. Diakses dari <https://www.amazon.com/Meaning-Built-Environment-Nonverbal-Communication/dp/0816511764>
- Saragih, P. R. H., & Rachmawati, R. (2015). Penyediaan Ruang Publik Taman Kota Berbasis teknologi Informasu dan Komunikasi Dalam Mendukung Jakarta Smart City di Taman Menteng, Jakarta Pusat. *Jurnal Bumi Indonesia*, 4(3), 1–9. Diakses dari <https://www.neliti.com/publications/222978/penyediaan-ruang-publik-taman-kota-berbasis-teknologi-informasi-dan-komunikasi-d>
- Stimmel, C. L. (2015). *Building Smart Cities: Analytics, ICT, and Design Thinking* (1st ed.). New York: Auerbach Publications. <https://doi.org/https://doi.org/10.1201/b18827>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan RD*. Bandung: Alfabeta. Diakses dari https://elibrary.stikesghsby.ac.id/index.php?p=show_detail&id=1879&keywords=
- UI Green Metric. (2022). *UI Green Metric Guidelines 2022*. Jakarta: Universitas Indonesia. Diakses dari <https://greenmetric.ui.ac.id/publications/guidelines/2022/english>
- UNFCCC. (2022). *Enhanced Nationally Determined Contribution Republic of Indonesia*. UNFCCC. Diakses dari https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-09/23.09.2022_Enhanced NDC Indonesia.pdf
- Wike, P. (2021). *Kesiapan Pemerintah Daerah dalam Pengembangan Infrastruktur Menuju Smart City dengan Kombinasi Garuda Smart City Model (GSCM), E-Readiness Dan Technology-Organization-Environment (TOE) (Studi Kasus: Kabupaten Banyumas)* (Institut Teknologi Telkom Purwokerto). Institut Teknologi Telkom Purwokerto. Diakses dari <https://repository.itelkom-pwt.ac.id/6428/>
- Zivic, N., Ur-Rehman, O., & Ruland, C. (2016). Smart Metering for Intelligent Buildings. *Transactions on Networks and Communications*, 4(5), 25–47. <https://doi.org/10.14738/tnc.45.2234>