

Online Repository of Universitas NU Kalimantan Selatan |
Alamat: Jl. A. Yani No.KM 12.5, Banua Hanyar, Kec. Kertak
Hanyar, Kabupaten Banjar, Kalsel, Indonesia 70652

Indikator *Green City* dan Penerapannya di Iklim Tropis Basah: Sebuah Tinjauan Literatur Sistematis dengan Fokus pada Konteks Indonesia

¹Farah Hafizha

¹Program Studi Teknik Arsitektur Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Selatan, Banjarmasin,
Indonesia

e-mail: farah.hafizha@unukase.ac.id

ABSTRACT

Introduction. *Green city has emerged as an important paradigm for addressing environmental, social, and economic challenges associated with rapid urbanization. However, most existing green city indicator frameworks were developed in temperate or dry-climate contexts and may not adequately represent the characteristics of Indonesia's humid tropical climate. This study aims to systematically identify, synthesize, and evaluate green city indicators and examine their applicability to humid tropical cities, with particular emphasis on the Indonesian context.*

Data Collection Methods. *his study employed a Systematic Literature Review (SLR) following the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) protocol. Literature searches were conducted in Scopus, Google Scholar, and the Indonesian SINTA journal portal during January–March 2024, covering publications from 2015 to 2024. The search combined keywords related to green city concepts and humid tropical contexts in both English and Indonesian. The identification process yielded 347 articles, followed by title and abstract screening, full-text eligibility assessment, and quality appraisal using the Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT) 2018. A total of 52 articles met the final inclusion criteria and were included in the synthesis.*

Data Analysis. *Data from the selected studies were extracted into a structured matrix including authorship, publication year, geographical context, research methods, indicators examined, key findings, and relevance to humid tropical conditions. The studies were analyzed using narrative and thematic synthesis, frequency analysis, and qualitative content analysis to identify recurring indicators, implementation patterns, contextual differences, and major research gaps.*

Results and Discussion. *The review identified green open space, water quality and availability, greenhouse gas emissions, public transport accessibility, and solid-waste recycling as the most consistently reported green city indicators. Within Indonesia's Green City Development Program framework, Green Open Space, Green Water, and Green Community demonstrated particularly high relevance to humid tropical conditions, while Green Energy, Green Building, and Green Transportation required substantial climatic adaptation. The findings demonstrate that humid tropical cities require greater emphasis on multifunctional vegetation, flood-resilient and nature-based hydrological infrastructure, cooling-oriented energy efficiency, outdoor thermal comfort, and local socio-cultural characteristics. The study consequently proposes a contextual green city framework comprising five interrelated dimensions: urban ecology and biodiversity, hydrology and flood resilience, thermal comfort and energy efficiency, low-carbon mobility, and governance and community participation.*

Conclusion. *Existing green city frameworks cannot be directly transferred to Indonesian humid tropical cities without contextual adjustment. Green city assessment should incorporate climate-sensitive indicators, local ecological and hydrological characteristics, outdoor thermal conditions, socio-cultural values, and institutional capacity. Further research is recommended to empirically validate the proposed framework across different Indonesian city typologies and to develop measurable, climate-calibrated thresholds supported by strengthened environmental monitoring systems.*

Keywords: green city; green city indicators; humid tropical climate; Indonesia; systematic literature review

ABSTRAK

Pendahuluan. Konsep green city atau kota hijau berkembang sebagai paradigma penting dalam mengatasi berbagai permasalahan lingkungan, sosial, dan ekonomi akibat urbanisasi yang semakin pesat. Namun, sebagian besar kerangka indikator kota hijau yang tersedia dikembangkan berdasarkan kondisi iklim sedang atau kering sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan karakteristik iklim tropis basah Indonesia. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi, mensintesis, dan mengevaluasi indikator-indikator green city secara sistematis serta mengkaji relevansi penerapannya pada kota beriklim tropis basah, khususnya dalam konteks Indonesia.

Metode penelitian. Penelitian menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) dengan mengikuti protokol Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Pencarian literatur dilakukan pada Scopus, Google Scholar, dan Portal Jurnal SINTA selama Januari–Maret 2024 dengan rentang publikasi tahun 2015–2024. Kata kunci pencarian mengombinasikan terminologi terkait kota hijau dan konteks iklim tropis dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Tahap identifikasi menghasilkan 347 artikel yang kemudian melalui skrining judul dan abstrak, penilaian kelayakan full text, serta penilaian kualitas menggunakan Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT) 2018. Sebanyak 52 artikel memenuhi seluruh kriteria dan dianalisis pada tahap akhir.

Analisis data. Data setiap artikel diekstraksi ke dalam matriks terstruktur yang mencakup penulis, tahun publikasi, negara atau kota kajian, metode penelitian, indikator yang dikaji, temuan utama, dan relevansinya terhadap kondisi tropis basah. Analisis dilakukan melalui sintesis naratif dan tematik, analisis frekuensi, serta analisis konten kualitatif untuk mengidentifikasi indikator yang dominan, pola penerapan, perbedaan kontekstual, dan kesenjangan penelitian.

Hasil dan Pembahasan. Hasil kajian menunjukkan bahwa ruang terbuka hijau, kualitas dan kuantitas air bersih, emisi gas rumah kaca, aksesibilitas transportasi publik, dan tingkat daur ulang limbah merupakan indikator yang paling konsisten ditemukan dalam literatur. Dalam kerangka delapan atribut Kota Hijau Kementerian PUPR, Green Open Space, Green Water, dan Green Community menunjukkan relevansi tinggi terhadap kondisi tropis basah, sedangkan Green Energy, Green Building, dan Green Transportation membutuhkan adaptasi yang lebih substansial. Konteks tropis basah memerlukan penekanan pada vegetasi multifungsi, infrastruktur hidrologi adaptif dan berbasis alam, efisiensi energi yang berorientasi pada pengurangan beban pendinginan, kenyamanan termal ruang luar, serta integrasi karakter sosial-budaya lokal. Berdasarkan sintesis tersebut, penelitian ini mengusulkan kerangka kontekstual yang mencakup lima dimensi utama, yaitu ekologi dan keanekaragaman hayati urban, hidrologi dan ketahanan banjir, kenyamanan termal dan efisiensi energi, mobilitas rendah karbon, serta tata kelola dan partisipasi masyarakat.

Kesimpulan dan Saran. Kerangka indikator green city yang dikembangkan dalam konteks global tidak dapat diterapkan secara langsung pada kota-kota tropis basah Indonesia tanpa penyesuaian terhadap karakter iklim, ekologi, hidrologi, sosial-budaya, dan kapasitas kelembagaan lokal. Pengembangan indikator kota hijau Indonesia perlu menggunakan parameter dan nilai ambang yang dikalibrasi sesuai kondisi tropis basah serta didukung oleh sistem pemantauan lingkungan yang terukur dan berkelanjutan. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan validasi empiris terhadap kerangka yang diusulkan melalui studi kasus pada berbagai tipologi kota di Indonesia.

Kata Kunci: green city; indikator kota hijau; iklim tropis basah; Indonesia; systematic literature review

I. PENDAHULUAN

Urbanisasi merupakan fenomena global yang berlangsung dengan laju yang semakin cepat. Pada tahun 2050, diproyeksikan sebesar 68% penduduk dunia akan tinggal di kawasan perkotaan (United Nations, 2018). Di Indonesia, laju urbanisasi mencapai 56,7% pada tahun 2020 dan diperkirakan akan terus meningkat hingga 66,6% pada tahun 2035 (Badan Pusat Statistik [BPS], 2021). Pertumbuhan kota yang tidak terkendali ini membawa konsekuensi serius terhadap kualitas lingkungan, sosial, dan ekonomi perkotaan (Rahmi & Bakti, 2022).

Indonesia, sebagai negara kepulauan yang terletak di kawasan tropis basah (humid tropical climate), menghadapi tantangan urbanisasi yang lebih kompleks dibandingkan negara-negara beriklim sedang. Iklim tropis basah dicirikan oleh suhu rata-rata tahunan 25–27°C, kelembaban udara relatif tinggi (70–90%), curah hujan lebih dari 2.000 mm/tahun, dan distribusi hujan yang relatif merata sepanjang tahun (Koppen classification: Af dan Am) (Lippmeier, 1994; Prianto et al., 2020). Kondisi ini menciptakan dinamika lingkungan yang unik dan memerlukan pendekatan perencanaan kota yang berbeda dari konteks iklim lainnya.

Berbagai permasalahan lingkungan perkotaan telah teridentifikasi di kota-kota besar Indonesia. Fenomena Urban Heat Island (UHI) terdokumentasi di Jakarta dengan perbedaan suhu antara pusat kota dan pinggiran mencapai 4–6°C (Maru et al., 2021). Kota Surabaya mengalami penurunan luas RTH dari 21% pada tahun 2000 menjadi hanya 12,3% pada tahun 2020, jauh di bawah standar minimal 30% yang ditetapkan oleh Undang-Undang Penataan Ruang No. 26 Tahun 2007 (Arifin & Nakagoshi, 2011; Setyowati et al., 2022). Sementara itu, Kota Banjarmasin, yang dikenal sebagai "Kota Seribu Sungai", menghadapi permasalahan penyempitan dan pencemaran sungai akibat pertumbuhan permukiman tidak terencana di bantaran sungai (Noor & Idrus, 2022).

Konsep green city atau kota hijau telah berkembang sebagai paradigma baru dalam perencanaan kota yang berupaya mengintegrasikan dimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi secara seimbang (European Environment Agency, 2015). Berbagai lembaga internasional telah mengembangkan kerangka indikator green city, di antaranya Asian Development Bank (ADB) melalui Green City Action Plan, European Green City Index, dan ASEAN Green City Standards. Namun, sebagian besar kerangka tersebut dikembangkan dalam konteks iklim sedang (temperate) atau iklim kering, sehingga relevansinya terhadap kondisi iklim tropis basah Indonesia perlu dikaji secara kritis (Tan et al., 2021; Santoso et al., 2023).

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas aspek-aspek tertentu dari green city di Indonesia, seperti kajian RTH di perkotaan (Widayati et al., 2020), infrastruktur hijau untuk pengelolaan banjir (Susanti et al., 2021), serta efisiensi energi pada bangunan tropis (Prianto et al., 2020). Akan tetapi, belum terdapat tinjauan literatur yang secara komprehensif dan sistematis mengkaji indikator-indikator green city secara holistik dalam konteks iklim tropis basah Indonesia. Kekosongan (gap) pengetahuan inilah yang menjadi justifikasi utama penelitian ini.

Artikel ini hadir untuk menjawab kebutuhan tersebut melalui pendekatan Systematic Literature Review (SLR), yang dipandang sebagai metode yang tepat untuk mensintesis bukti-bukti ilmiah yang tersebar dalam berbagai jurnal, guna menghasilkan gambaran yang komprehensif, terstruktur, dan dapat direplikasi (Tranfield et al., 2003; Kitchenham & Charters, 2007).

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) dengan mengikuti protokol PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Page et al., 2021). SLR dipilih karena kemampuannya dalam mensintesis bukti-bukti ilmiah secara transparan, dapat direplikasi, dan meminimalkan bias dalam proses seleksi literatur (Kitchenham & Charters, 2007).

Pencarian literatur dilakukan pada tiga basis data utama, yaitu: (1) Scopus, (2) Google Scholar, dan (3) Portal Jurnal SINTA (*Science and Technology Index*) tingkat S1–S4 yang dikelola oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia. Pencarian dilakukan pada periode Januari–Maret 2024, dengan rentang tahun publikasi 2015–2024.

Kata kunci yang digunakan dalam pencarian terdiri dari dua kelompok yang dikombinasikan dengan operator Boolean AND/OR: (a) terkait konsep green city: "green city", "kota hijau", "sustainable city", "eco-city", "green urban", "urban sustainability"; dan (b) terkait konteks: "tropical climate", "humid tropical", "iklim tropis", "Indonesia", "Southeast Asia". Pencarian juga dilakukan dalam bahasa Indonesia dan Inggris untuk memastikan inklusivitas literatur nasional.

Kriteria inklusi yang ditetapkan adalah

1. Artikel yang diterbitkan dalam jurnal terindeks Scopus, *Web of Science*, atau SINTA Q1–Q4 dalam rentang 2015–2024.
2. Artikel yang membahas indikator, parameter, atau kerangka penilaian green city/kota berkelanjutan.
3. Artikel yang memiliki konteks geografis di kawasan tropis basah dan/atau Indonesia.
4. Artikel penelitian empiris, kajian konseptual, atau tinjauan literatur yang relevan.
5. Artikel yang tersedia dalam versi lengkap (*full text*) dan dapat diakses secara terbuka atau melalui langganan institusi.

Kriteria eksklusi yang ditetapkan adalah

1. Artikel yang hanya membahas aspek teknis sempit tanpa keterkaitan dengan konsep green city secara keseluruhan.
2. Prosiding konferensi yang belum melalui proses *peer-review* ketat.
3. Artikel dalam bahasa selain Indonesia dan Inggris.
4. Artikel yang tidak menyertakan indikator terukur atau diskusi konseptual yang substansial.

Proses seleksi dilakukan dalam empat tahap sesuai diagram alir PRISMA: (1) Identifikasi: 347 artikel teridentifikasi dari seluruh basis data; (2) Skrining judul dan abstrak: 214 artikel diinklusi, 133 dieksklusi karena tidak relevan; (3) Kelayakan: 94 artikel dinilai kelayakan berdasarkan full text; (4) Inklusi akhir: 52 artikel memenuhi semua kriteria dan dianalisis secara mendalam. Penilaian kualitas dilakukan menggunakan instrumen *Mixed Methods Appraisal Tool* (MMAT) versi 2018 (Hong et al., 2018).

Sintesis dilakukan secara naratif dan tematik (*thematic synthesis*) mengikuti panduan Thomas & Harden (2008). Setiap artikel diekstrak datanya ke dalam matriks ekstraksi yang mencakup: penulis, tahun, negara/kota kajian, metode, indikator yang dikaji, temuan utama, dan relevansi terhadap konteks tropis basah. Analisis frekuensi dilakukan untuk mengidentifikasi indikator yang paling banyak dikaji, sedangkan analisis konten kualitatif digunakan untuk mengidentifikasi pola, persamaan, dan perbedaan penerapan indikator di berbagai konteks.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Konsep dan Evolusi Green City

Konsep green city pertama kali berkembang secara sistematis pada era 1990-an sebagai respons terhadap isu-isu lingkungan perkotaan yang semakin kritis, dipicu oleh Agenda 21 hasil KTT Bumi Rio de Janeiro (1992). Secara konseptual, green city didefinisikan sebagai kota yang

berupaya meminimalkan dampak lingkungan melalui pengelolaan sumber daya alam yang efisien, peningkatan kualitas lingkungan hidup, dan penyediaan layanan perkotaan yang berkelanjutan bagi seluruh lapisan masyarakat (Wheeler & Beatley, 2014).

Dalam perkembangan selanjutnya, konsep green city berevolusi dari sekadar penghijauan kota (*urban greening*) menuju paradigma yang lebih komprehensif yang mencakup dimensi sosial, ekonomi, dan tata kelola (*governance*). Tan et al. (2021) memetakan evolusi konsep ini dalam tiga generasi: generasi pertama (1990–2005) berfokus pada ruang hijau dan pengelolaan limbah; generasi kedua (2005–2015) memperluas cakupan ke efisiensi energi dan transportasi berkelanjutan; dan generasi ketiga (2015–kini) mengintegrasikan teknologi digital (*smart city*), ketahanan iklim (*climate resilience*), dan keadilan sosial (*social equity*) ke dalam kerangka green city.

Di Indonesia, konsep green city secara formal diadopsi melalui program Pengembangan Kota Hijau (P2KH) yang diluncurkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum pada tahun 2011. Program ini mencakup delapan atribut kota hijau, yaitu: green planning and design, green open space, green community, green water, green waste, green transportation, green energy, dan green building (Kementerian PUPR, 2013). Santoso et al. (2023) menilai bahwa meskipun program P2KH telah memberikan kerangka dasar yang berguna, implementasinya masih menghadapi tantangan signifikan terkait kapasitas kelembagaan daerah dan konsistensi kebijakan antarsektor.

3.2 Kerangka Indikator Green City: Kajian Komparatif

Berbagai kerangka indikator green city telah dikembangkan oleh lembaga internasional, pemerintah, dan akademisi. Tabel 1 menyajikan perbandingan beberapa kerangka indikator yang paling berpengaruh dalam literatur.

Tabel 1. Perbandingan Kerangka Indikator Green City Utama

Kerangka Indikator	Lembaga/Pengembang	Dimensi Utama	Keterbatasan Konteks Tropis
European Green City Index (EGCI)	Siemens AG / Economist Intelligence Unit (2009)	Energi, CO2, transportasi, kualitas air, RTH, kualitas udara, tata kelola	Dikembangkan untuk konteks Eropa (iklim sedang), tidak mengakomodasi curah hujan tinggi dan kelembaban ekstrem
ASEAN Green City Index	Economist Intelligence Unit (2011)	Energi, air, sanitasi, udara, limbah, RTH, transportasi	Belum mengakomodasi keragaman iklim intra-ASEAN, bobot indikator tidak disesuaikan konteks lokal
ADB Green City Action Plan	Asian Development Bank (2017)	Infrastruktur hijau, air bersih, sanitasi, energi, transportasi, ketahanan iklim	Cenderung berfokus pada kota besar, kurang relevan untuk kota menengah di Indonesia
Program P2KH Indonesia	Kementerian PUPR RI (2013)	8 atribut kota hijau (RTH, air, energi, transportasi, bangunan, komunitas, perencanaan, limbah)	Keterbatasan dalam mekanisme monitoring dan evaluasi berbasis indikator terukur
Singapore Green Plan 2030	Pemerintah Singapura (2021)	Hutan kota, energi, ekosistem, ekonomi sirkular, ketahanan iklim	Konteks kota-negara yang sangat berbeda dengan konteks kota-kota Indonesia

Sumber: diolah dari berbagai sumber

Berdasarkan kajian terhadap berbagai kerangka di atas, Widayati et al. (2020) mengidentifikasi tiga kelompok indikator yang paling konsisten muncul dalam literatur: (1) indikator lingkungan

fisik (ruang hijau, air, udara, biodiversitas); (2) indikator infrastruktur dan teknologi (energi, transportasi, bangunan, limbah); dan (3) indikator sosial-tata kelola (komunitas, kebijakan, kelembagaan, keterlibatan warga).

3.3 Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Iklim Tropis Basah

Ruang Terbuka Hijau (RTH) merupakan indikator yang paling banyak dikaji dalam konteks green city di Indonesia (muncul dalam 89% artikel yang dianalisis). Dalam konteks iklim tropis basah, RTH memiliki fungsi yang lebih luas dibandingkan sekadar estetika visual. Arifin & Nakagoshi (2011) menegaskan bahwa RTH di perkotaan tropis berperan sebagai regulator iklim mikro, penyerap karbon, pengendali limpasan air hujan (*stormwater management*), dan penyedia koridor ekologis bagi keanekaragaman hayati urban.

Penelitian Maru et al. (2021) di Jakarta menunjukkan bahwa setiap peningkatan 10% proporsi vegetasi dalam kawasan perkotaan berkorelasi dengan penurunan suhu permukaan rata-rata sebesar 0,8–1,2°C, yang merupakan kontribusi signifikan dalam mitigasi UHI. Setyowati et al. (2022) memperkuat temuan ini dengan menunjukkan bahwa tipologi vegetasi (pohon tepi jalan, taman kota, hutan kota, jalur hijau sungai) memiliki efektivitas berbeda dalam regulasi iklim mikro, di mana hutan kota dengan kanopi multi-strata terbukti paling efektif dalam kondisi tropis basah.

Noor & Idrus (2022) dalam kajiannya tentang kota-kota riparian di Kalimantan Selatan menemukan bahwa integrasi RTH dengan sistem sungai dan rawa (*wetland urban greenspace*) merupakan pendekatan yang paling sesuai dengan topografi dataran rendah berawa yang dominan di wilayah tersebut. Temuan ini menggarisbawahi perlunya indikator RTH yang tidak hanya berbasis luas area, tetapi juga mengakomodasi keterhubungan ekologis (*ecological connectivity*) dan fungsi hidrologi spesifik lokasi.

3.4 Manajemen Air dan Infrastruktur Drainase

Intensitas curah hujan yang tinggi di kawasan tropis basah Indonesia menjadikan manajemen air dan infrastruktur drainase sebagai indikator *green city* yang kritis. Susanti et al. (2021) mengidentifikasi bahwa 78% kota-kota besar di Indonesia menghadapi permasalahan banjir periodik yang semakin parah akibat perubahan penggunaan lahan dan degradasi daerah tangkapan air. Pendekatan konvensional berbasis *gray infrastructure* (saluran beton, pompa banjir) terbukti tidak cukup untuk menangani intensitas kejadian cuaca ekstrem yang semakin meningkat (Rahmi & Bakti, 2022).

Konsep *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) dan *Low Impact Development* (LID) mulai diadopsi sebagai pendekatan alternatif yang mengintegrasikan infrastruktur hijau ke dalam sistem drainase perkotaan. Susanti et al. (2021) mengevaluasi penerapan beberapa teknik LID di Kota Bandung, meliputi bioretention, rain garden, permeable pavement, dan constructed wetland, dan menemukan bahwa kombinasi teknik-teknik tersebut mampu mereduksi limpasan permukaan hingga 45–60% dibandingkan kondisi eksisting. Namun, peneliti juga mencatat bahwa efektivitas teknik LID sangat dipengaruhi oleh karakteristik tanah, topografi, dan intensitas hujan lokal yang bervariasi di setiap kota.

Konsep Kota Spons (Sponge City) yang dikembangkan di China dan diadaptasi untuk konteks Asia Tenggara juga mulai mendapat perhatian dalam literatur Indonesia. Prianto et al. (2020) mengusulkan kerangka adaptasi konsep Sponge City untuk kota-kota beriklim tropis basah dengan penekanan pada integrasi wetland alami, restorasi sungai urban, dan sistem penampungan air hujan komunal sebagai komponen utama. Temuan ini diperkuat oleh Anshari et al. (2025), yang menunjukkan bahwa penerapan konsep Kota Spons melalui integrasi infrastruktur hijau seperti atap hijau, perkerasan berpori, dan taman hujan mampu meningkatkan rasio penangkapan air hujan dari 35% menjadi 52%. Pendekatan tersebut menunjukkan bahwa integrasi tata ruang adaptif dan

solusi berbasis alam dapat meningkatkan kinerja hidrologi sekaligus memperkuat ketahanan air perkotaan pada kota-kota Indonesia.

3.5 Efisiensi Energi dan Bangunan Hijau

Dalam konteks iklim tropis basah, efisiensi energi pada bangunan menjadi tantangan yang berbeda dibandingkan iklim dingin. Beban pendinginan (*cooling load*) mendominasi konsumsi energi bangunan, yang dapat mencapai 50–60% dari total konsumsi energi gedung perkantoran (Prianto et al., 2020). Pendekatan desain bioklimatik (*bioclimatic design*) yang mengoptimalkan ventilasi alami, orientasi bangunan, shading, vegetasi, serta penggunaan material dan teknologi pasif merupakan strategi penting untuk mengurangi perolehan panas dan meningkatkan kenyamanan termal pada bangunan di iklim tropis basah (Hafizha, 2025).

Studi Hafizha (2025) di Banjarmasin menunjukkan bahwa karakteristik radiasi matahari yang tinggi sepanjang tahun, suhu dan kelembapan udara yang relatif tinggi, serta kecepatan angin yang relatif rendah menuntut penerapan strategi ventilasi alami dan shading yang efektif untuk mengurangi panas berlebih serta meningkatkan kenyamanan termal bangunan.

Widayati et al. (2020) dalam tinjauan sistematis mereka tentang bangunan hijau di Asia Tenggara menemukan bahwa sistem rating bangunan hijau seperti GREENSHIP (Indonesia), *Green Mark* (Singapura), dan EDGE memiliki bobot yang berbeda-beda untuk aspek pendinginan versus pemanasan. GREENSHIP yang dikembangkan oleh *Green Building Council Indonesia* (GBCI) dinilai lebih relevan untuk konteks iklim tropis Indonesia, namun masih memerlukan penyesuaian lebih lanjut untuk mengakomodasi keanekaragaman iklim mikro antarwilayah di Indonesia.

3.6 Transportasi Berkelanjutan

Transportasi merupakan salah satu sektor dengan kontribusi emisi karbon terbesar di kota-kota Indonesia. Rahmi & Bakti (2022) melaporkan bahwa sektor transportasi menyumbang 27–35% dari total emisi gas rumah kaca perkotaan di Jakarta, Surabaya, dan Bandung. Pengembangan sistem transportasi publik massal, jaringan pejalan kaki dan jalur sepeda, serta manajemen parkir adalah intervensi utama yang diidentifikasi dalam literatur.

Dalam konteks iklim tropis basah, pengembangan transportasi berkelanjutan menghadapi tantangan tambahan terkait kenyamanan *thermal* di luar ruang. Santoso et al. (2023) meneliti pengaruh kondisi iklim tropis terhadap preferensi moda transportasi aktif (berjalan kaki dan bersepeda) dan menemukan bahwa ketersediaan pelindung dari hujan (*shelter*/kanopi) dan peneduh (*shading*) sepanjang jalur pejalan kaki memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat penggunaan moda aktif. Temuan ini menunjukkan bahwa indikator infrastruktur transportasi aktif di kota tropis perlu menyertakan parameter kenyamanan *thermal outdoor* sebagai komponen penilaian.

3.7 Pengelolaan Limbah dan Ekonomi Sirkular

Pengelolaan limbah padat perkotaan masih menjadi permasalahan kritis di sebagian besar kota Indonesia. Setyowati et al. (2022) mencatat bahwa rata-rata timbunan sampah perkotaan di Indonesia mencapai 0,5–0,8 kg/kapita/hari, dengan tingkat daur ulang formal yang masih sangat rendah (< 10%). Penerapan prinsip ekonomi sirkular (*circular economy*) dalam pengelolaan limbah, termasuk pengomposan, pemanfaatan gas metana dari Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), dan pengembangan bank sampah berbasis komunitas, mulai mendapat perhatian sebagai komponen indikator *green city* yang relevan.

Penelitian Noor & Idrus (2022) di Kota Banjarmasin menemukan bahwa integrasi pengelolaan limbah organik dengan pertanian urban (*urban farming*) merupakan pendekatan yang memiliki penerimaan sosial tinggi di komunitas perkotaan yang masih memiliki budaya pertanian subsisten.

Temuan ini menekankan pentingnya dimensi sosial-budaya lokal dalam implementasi indikator green city, yang sering kali diabaikan dalam kerangka indikator berbasis teknis murni.

3.8 Delapan Atribut Kota Hijau Kementerian PUPR dan Relevansinya terhadap Iklim Tropis Basah

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Republik Indonesia melalui Program Pengembangan Kota Hijau (P2KH) menetapkan delapan atribut kota hijau sebagai kerangka acuan pembangunan kota yang berkelanjutan di Indonesia (Kementerian PUPR, 2013; Rahmi & Bakti, 2022). Kedelapan atribut ini merupakan adaptasi kontekstual dari berbagai kerangka internasional yang disesuaikan dengan kondisi, regulasi, dan kapasitas pemerintahan kota di Indonesia. Berikut adalah pembahasan mendalam tentang masing-masing atribut beserta relevansinya terhadap konteks iklim tropis basah.

3.9 Green Planning and Design (Perencanaan dan Perancangan Kota Hijau)

Atribut pertama mencakup integrasi prinsip keberlanjutan ke dalam seluruh instrumen perencanaan kota, mulai dari Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), Rencana Detail Tata Ruang (RDTR), hingga Rencana Tata Bangunan dan Lingkungan (RTBL). Dalam konteks iklim tropis basah, perencanaan dan perancangan kota hijau perlu mengintegrasikan analisis iklim mikro, pola angin, dan intensitas radiasi matahari sebagai variabel perancangan yang fundamental (Prianto et al., 2020).

Santoso et al. (2023) menekankan bahwa perencanaan kota di Indonesia masih menghadapi tantangan besar dalam mengintegrasikan pertimbangan iklim lokal ke dalam instrumen tata ruang. Kajian mereka terhadap 23 Rencana Detail Tata Ruang kota-kota besar di Indonesia menemukan bahwa hanya 34% dokumen RDTR yang secara eksplisit memuat ketentuan terkait orientasi blok bangunan untuk optimasi ventilasi alami, dan hanya 18% yang menetapkan standar Koefisien Dasar Bangunan (KDB) yang mempertimbangkan kapasitas resapan air hujan. Kesenjangan ini mengindikasikan perlunya reformasi substansial dalam penyusunan peraturan zonasi dan standar teknis perancangan kota di kawasan beriklim tropis basah.

Widayati et al. (2020) mengidentifikasi bahwa penerapan prinsip *Transit-Oriented Development* (TOD) dalam perencanaan kota tropis memerlukan modifikasi signifikan dibandingkan model TOD konvensional, terutama dalam hal penyediaan infrastruktur pedestrian yang terlindung dari hujan dan terik matahari, serta integrasi ruang hijau peneduh di sepanjang koridor transit. Pendekatan ini sejalan dengan konsep "*Green TOD*" yang mulai dikembangkan di beberapa kota Asia Tenggara.

3.10 Green Open Space (Ruang Terbuka Hijau)

Atribut kedua merupakan yang paling diatur secara regulatif di Indonesia, dengan amanat Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang yang mewajibkan proporsi RTH minimal 30% dari luas wilayah kota (20% RTH publik dan 10% RTH privat). Namun, data Kementerian PUPR (2021) menunjukkan bahwa sebagian besar kota di Indonesia masih berada jauh di bawah target ini, dengan rata-rata proporsi RTH kota besar hanya mencapai 12–18%.

Dalam konteks iklim tropis basah, fungsi RTH melampaui nilai estetis dan rekreatif semata. Arifin & Nakagoshi (2011) menunjukkan bahwa vegetasi berkanopi lebar di kawasan tropis mampu menurunkan suhu permukaan lokal hingga 3–5°C melalui mekanisme evapotranspirasi, yang merupakan kontribusi vital dalam mitigasi UHI. Maru et al. (2021) menambahkan bahwa konfigurasi spasial RTH, tidak hanya luasannya, sangat menentukan efektivitas fungsi iklim mikro ini; pola RTH yang terhubung (*green network*) terbukti lebih efektif dibandingkan RTH yang tersebar terpisah (*fragmented green spaces*).

Setyowati et al. (2022) mengkaji efektivitas berbagai tipologi RTH di kota-kota tropis Indonesia dan menemukan hierarki efektivitas sebagai berikut: hutan kota multi-strata (paling efektif) > taman kota dengan kanopi pohon matang > jalur hijau sempadan sungai > taman lingkungan skala RT/RW > jalur hijau jalan (kurang efektif). Temuan ini memiliki implikasi penting bagi prioritas investasi RTH oleh pemerintah kota, khususnya dalam konteks keterbatasan anggaran daerah yang umum di kota-kota menengah Indonesia.

Noor & Idrus (2022) memberikan kontribusi penting dengan mengidentifikasi tipologi RTH yang unik untuk kota-kota di lahan basah (*wetland cities*) seperti Banjarmasin, Palangka Raya, dan Pontianak. Mereka mengusulkan kategori "*Green-Blue Infrastructure*" yang mengintegrasikan RTH daratan dengan ekosistem perairan (sungai, rawa, danau kota), yang merupakan tipologi RTH yang sangat relevan untuk kota-kota dataran rendah tropis Indonesia namun belum terakomodasi dalam regulasi RTH yang ada.

3.11 Green Community (Komunitas Hijau)

Atribut ketiga menekankan pentingnya keterlibatan aktif warga dalam mewujudkan kota hijau. *Green community* mencakup upaya peningkatan kesadaran lingkungan, penguatan kapasitas komunitas dalam pengelolaan lingkungan, serta pengembangan gerakan sosial berbasis lingkungan di tingkat kelurahan dan RT/RW (Kementerian PUPR, 2013).

Rahmi & Bakti (2022) melakukan evaluasi komprehensif terhadap implementasi green community dalam program P2KH di 12 kota di Indonesia dan menemukan bahwa kota-kota dengan modal sosial komunitas yang kuat (diukur melalui tingkat partisipasi dalam kegiatan kolektif dan kepercayaan antarpersonal) menunjukkan tingkat keberhasilan implementasi program yang secara signifikan lebih tinggi. Temuan ini menggarisbawahi bahwa strategi *green community* tidak dapat dipisahkan dari konteks sosial-budaya lokal.

Di kawasan tropis basah Indonesia, praktik komunitas berbasis lingkungan yang relevan antara lain: gerakan bank sampah berbasis RT yang telah berkembang di lebih dari 10.000 lokasi; program kampung hijau (*green kampung*) yang mengintegrasikan penataan lingkungan dengan pertanian urban; dan sistem subak di Bali sebagai model pengelolaan air irigasi berbasis komunitas yang telah mendapat pengakuan UNESCO. Santoso et al. (2023) mencatat bahwa pendekatan berbasis kearifan lokal seperti ini memiliki keberlanjutan jangka panjang yang lebih terjamin dibandingkan program lingkungan yang sepenuhnya didorong dari atas (*top-down*).

3.12 Green Water (Air Hijau/Pengelolaan Air Berkelanjutan)

Atribut keempat mencakup pengelolaan sumber daya air secara terintegrasi, meliputi konservasi sumber air baku, efisiensi penggunaan air, pengelolaan air limbah, dan pengendalian limpasan air hujan. Dalam konteks iklim tropis basah Indonesia, pengelolaan air memiliki kompleksitas yang khas: di satu sisi terdapat potensi curah hujan yang melimpah (2.000–4.000 mm/tahun di berbagai wilayah), namun di sisi lain terdapat krisis ketersediaan air bersih di musim kemarau dan ancaman banjir di musim hujan (Susanti et al., 2021).

Susanti et al. (2021) mengidentifikasi dua paradigma utama dalam *green water management* di kota tropis Indonesia: (1) paradigma konvensional yang mengandalkan infrastruktur keras (bendungan, instalasi pengolahan air, saluran drainase beton); dan (2) paradigma berbasis alam (*Nature-Based Solutions/NbS*) yang mengoptimalkan fungsi hidrologis ekosistem alam. Mereka berargumen bahwa transisi menuju NbS merupakan keharusan strategis mengingat biaya operasional dan pemeliharaan infrastruktur keras yang terus meningkat di tengah keterbatasan fiskal pemerintah daerah.

Konsep *Zero Runoff Development* (ZRD) dan implementasi teknik *Low Impact Development* (LID) seperti *bioretention cell*, *rain garden*, *green roof*, dan *permeable pavement* mulai mendapat

perhatian dalam perencanaan kota hijau Indonesia. Penelitian Susanti et al. (2021) di Kota Bandung menunjukkan bahwa implementasi paket LID pada kawasan hunian dengan kepadatan sedang mampu mereduksi limpasan permukaan hingga 52% dibandingkan kondisi eksisting, sekaligus meningkatkan imbuhan air tanah (*groundwater recharge*) sebesar 38%. Temuan ini memiliki signifikansi ganda: mengurangi risiko banjir sekaligus mengatasi defisit air tanah yang mulai mengancam beberapa kota besar di Indonesia.

Anshari et al. (2025) menegaskan bahwa ketahanan air perkotaan memerlukan pendekatan yang tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga mengintegrasikan tata guna lahan, tata kelola, partisipasi masyarakat, dan solusi berbasis alam. Dalam konteks Banjarmasin, pendekatan tersebut menjadi semakin relevan karena karakter geografis dataran rendah, sistem sungai dan rawa, serta kerentanan terhadap curah hujan tinggi dan pasang surut.

3.13 Green Waste (Pengelolaan Sampah Hijau)

Atribut kelima berfokus pada transformasi paradigma pengelolaan sampah dari pendekatan *end-of-pipe* (kumpul-angkut-buang) menuju pendekatan sirkular berbasis prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) dan pengembangan *extended producer responsibility*. Target nasional Indonesia melalui Kebijakan dan Strategi Nasional (Jakstranas) Pengelolaan Sampah 2025 adalah pengurangan sampah 30% dan penanganan sampah 70% dari total timbunan (Kementerian LHK, 2017).

Dalam konteks iklim tropis basah, pengelolaan sampah organik menjadi tantangan khusus karena laju dekomposisi yang sangat cepat pada suhu dan kelembaban tinggi. Setyowati et al. (2022) mencatat bahwa sampah organik dapat mencapai 60–70% dari total komposisi sampah di kota-kota Indonesia, jauh lebih tinggi dibandingkan rata-rata global. Kondisi ini sekaligus menjadi peluang: potensi pengomposan dan biogas dari sampah organik sangat besar, namun pengembangan infrastruktur pengolahan sampah organik skala komunal masih sangat terbatas.

Inovasi yang menjanjikan dalam *green waste management* di konteks tropis Indonesia antara lain: teknologi *Black Soldier Fly* (BSF/*Hermetia illucens*) untuk pengolahan sampah organik yang menunjukkan efisiensi tinggi di iklim tropis; sistem Tempat Pengolahan Sampah *Reduce-Reuse-Recycle* (TPS3R) yang diintegrasikan dengan bank sampah komunal; dan pemanfaatan *Refuse Derived Fuel* (RDF) dari sampah non-organik sebagai bahan bakar substitusi di industri semen. Noor & Idrus (2022) mengidentifikasi bahwa pendekatan green waste yang paling efektif di kota-kota Indonesia adalah yang berhasil mengintegrasikan dimensi ekonomi (insentif finansial bagi pengelola dan partisipan) dengan dimensi sosial (penguatan peran kelompok perempuan sebagai aktor kunci pengelolaan sampah rumah tangga).

3.14 Green Transportation (Transportasi Hijau)

Atribut keenam mencakup pengembangan sistem transportasi perkotaan yang rendah karbon, aman, terjangkau, dan inklusif. *Green transportation* dalam kerangka P2KH mencakup: pengembangan transportasi publik massal (*Bus Rapid Transit, light rail, MRT*); penyediaan jaringan jalur pejalan kaki dan pesepeda; manajemen parkir berbasis permintaan; dan promosi kendaraan bermotor rendah emisi (Kementerian PUPR, 2013).

Rahmi & Bakti (2022) mengidentifikasi paradoks transportasi di kota-kota tropis Indonesia: meskipun kepemilikan kendaraan bermotor pribadi terus meningkat pesat (pertumbuhan rata-rata 10–12% per tahun), kemacetan yang diakibatkannya justru menurunkan kualitas udara dan meningkatkan waktu perjalanan, yang mendorong lebih banyak orang beralih ke kendaraan pribadi sebagai respons — menciptakan lingkaran setan (*vicious cycle*) yang sulit diputus tanpa intervensi kebijakan yang tegas.

Santoso et al. (2023) mengkaji faktor-faktor yang menghambat peralihan ke moda transportasi aktif dan publik di kota-kota tropis Indonesia, dan mengidentifikasi empat hambatan utama: (1) ketidaknyamanan thermal outdoor — suhu dan kelembaban tinggi membuat berjalan kaki dan bersepeda tidak nyaman, terutama tanpa ketersediaan peneduh dan shelter; (2) keselamatan jalan — minimnya pemisahan jalur pejalan kaki dan pengendara sepeda dari arus kendaraan bermotor; (3) ketidakandalan sistem transportasi publik dalam hal ketepatan waktu, kenyamanan, dan jangkauan; dan (4) stigma sosial terhadap pengguna transportasi publik. Temuan ini mengimplikasikan bahwa strategi green transportation di kota tropis harus mengintegrasikan intervensi fisik (infrastruktur) dengan intervensi sosial (perubahan persepsi dan perilaku) secara simultan.

Widayati et al. (2020) memberikan contoh praktik baik implementasi green transportation di konteks tropis melalui kajian kasus Kota Solo dan Yogyakarta, di mana pengembangan jalur pedestrian ber-kanopi yang terintegrasi dengan kawasan bersejarah dan komersial berhasil meningkatkan proporsi perjalanan berjalan kaki secara signifikan. Mereka menyimpulkan bahwa integrasi *green transportation* dengan identitas kota dan tujuan wisata merupakan pendekatan yang efektif untuk meningkatkan penerimaan sosial terhadap moda transportasi rendah karbon di kota-kota Indonesia.

3.15 Green Energy (Energi Hijau)

Atribut ketujuh berfokus pada peningkatan efisiensi penggunaan energi dan peningkatan proporsi energi terbarukan dalam bauran energi perkotaan. Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang sangat besar, dengan estimasi potensi tenaga surya sebesar 207,8 GWp, tenaga angin 60,6 GW, dan panas bumi 23,9 GW (Kementerian ESDM, 2021). Namun, tingkat pemanfaatan potensi ini masih sangat rendah, dengan proporsi energi terbarukan dalam bauran energi nasional baru mencapai 12,2% pada tahun 2022.

Prianto et al. (2020) mengidentifikasi bahwa iklim tropis basah Indonesia sebenarnya menawarkan kondisi yang ideal untuk pengembangan energi surya, dengan intensitas radiasi matahari rata-rata 4,5–5,0 kWh/m²/hari hampir sepanjang tahun. Namun, tingginya kelembaban udara dan frekuensi tutupan awan berdampak pada pengurangan efisiensi panel surya dibandingkan kondisi ideal, sehingga diperlukan sistem tracking dan teknologi panel yang diadaptasi untuk kondisi tropis lembab.

Dalam konteks bangunan perkotaan tropis, efisiensi energi memerlukan pendekatan desain bioklimatik yang mengoptimalkan: (a) orientasi bangunan terhadap arah datangnya angin dominan untuk memaksimalkan ventilasi alami; (b) rasio *Window-to-Wall Ratio* (WWR) yang optimal untuk menyeimbangkan pencahayaan alami dan perolehan panas matahari; (c) sistem shading yang menghalangi radiasi matahari langsung sambil memungkinkan ventilasi; dan (d) pemilihan material selubung bangunan dengan nilai konduktivitas termal rendah. Dalam konteks lokal Banjarmasin, Hafizha (2025) menegaskan bahwa penerapan strategi bioklimatik melalui optimasi orientasi, ventilasi silang, elemen peneduh, dan material pasif berpotensi menurunkan ketergantungan bangunan terhadap sistem pendinginan buatan, sehingga mendukung efisiensi energi pada lingkungan binaan tropis basah. Standar Nasional Indonesia (SNI) 6389:2020 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan Gedung memberikan panduan teknis untuk hal ini, namun implementasinya masih menghadapi tantangan dalam hal kapasitas pengawasan dan penegakan oleh pemerintah daerah (Setyowati et al., 2022).

Santoso et al. (2023) mengkaji pengalaman implementasi *green energy* dalam program P2KH dan menemukan bahwa kota-kota yang paling berhasil dalam menerapkan atribut ini adalah kota-kota yang berhasil mengembangkan model bisnis yang inovatif, seperti skema Kerjasama

Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU) untuk pembangunan instalasi energi surya komunal, dan program insentif bagi pemilik bangunan yang memasang panel surya atap (*rooftop solar PV*).

3.16 Green Building (Bangunan Hijau)

Atribut kedelapan berfokus pada pengembangan dan penerapan standar bangunan yang hemat energi, hemat air, menggunakan material ramah lingkungan, dan memberikan kenyamanan optimal bagi penghuninya. Di Indonesia, standar bangunan hijau diatur dalam Peraturan Menteri PUPR No. 02/PRT/M/2015 tentang Bangunan Gedung Hijau, yang menjadi acuan wajib untuk bangunan gedung negara dan panduan sukarela untuk bangunan swasta.

Sistem sertifikasi bangunan hijau yang paling relevan untuk Indonesia adalah GREENSHIP yang dikembangkan oleh *Green Building Council Indonesia* (GBCI). GREENSHIP menggunakan enam kategori penilaian: *Appropriate Site Development* (ASD), *Energy Efficiency and Conservation* (EEC), *Water Conservation* (WAC), *Material Resources and Cycle* (MRC), *Indoor Health and Comfort* (IHC), dan *Building and Environment Management* (BEM). Widayati et al. (2020) mengevaluasi relevansi sistem GREENSHIP untuk berbagai tipologi iklim di Indonesia dan menyimpulkan bahwa bobot kategori EEC (efisiensi energi) dan WAC (konservasi air) perlu disesuaikan berdasarkan zona iklim, mengingat perbedaan signifikan antara kebutuhan pendinginan di dataran rendah tropis basah dengan kebutuhan di dataran tinggi yang lebih sejuk.

Prianto et al. (2020) mengkaji hubungan antara desain bangunan vernakular Indonesia dengan prinsip-prinsip bangunan hijau modern dan menemukan bahwa banyak elemen arsitektur tradisional Nusantara — seperti atap pelana tinggi dengan overstek lebar pada rumah Betawi, sistem ventilasi silang pada rumah Jawa, dan penggunaan material bambu dan kayu lokal — sebenarnya telah mengejawantahkan prinsip-prinsip bangunan hijau secara intuitif. Integrasi kearifan lokal arsitektural ini ke dalam standar bangunan hijau modern merupakan peluang besar yang belum sepenuhnya dieksplorasi dalam kebijakan green building Indonesia.

Tantangan utama implementasi green building di Indonesia yang diidentifikasi dalam literatur mencakup: (1) biaya premium awal (*green premium*) yang lebih tinggi dibandingkan bangunan konvensional, yang menjadi hambatan bagi pengembang dengan orientasi keuntungan jangka pendek; (2) keterbatasan tenaga ahli yang tersertifikasi dalam desain dan konstruksi bangunan hijau, terutama di luar kota-kota besar; (3) lemahnya mekanisme insentif fiskal bagi bangunan yang memenuhi standar hijau; dan (4) rendahnya tingkat kesadaran dan permintaan pasar terhadap bangunan bersertifikasi hijau di kalangan konsumen Indonesia (Rahmi & Bakti, 2022; Santoso et al., 2023).

Tabel 2. Ringkasan 8 Atribut Kota Hijau Kementerian PUPR, Indikator Utama, dan Tantangan Implementasi di Iklim Tropis Basah Indonesia

Atribut		Indikator Utama P2KH	Adaptasi untuk Iklim Tropis Basah	Tantangan Implementasi di Indonesia
1	<i>Green Planning & Design</i>	Integrasi prinsip hijau dalam RTRW, RDTR, RTBL; standar KDB/KLB berbasis daya dukung lingkungan	Analisis iklim mikro dalam zonasi kota; orientasi blok untuk ventilasi alami; KDB adaptif untuk resapan air hujan tinggi	Kapasitas SDM perencana kota terbatas; lemahnya koordinasi antarsektor; inkonsistensi RTRW antar-revisi
2	<i>Green Open Space</i>	RTH $\geq$ 30% luas wilayah (20% publik + 10% privat); kualitas dan konektivitas ekologis RTH	RTH multi-strata dengan vegetasi endemik; Green-Blue Infrastructure untuk kota lahan basah; koridor ekologi berbasis sungai	Konversi RTH untuk pembangunan; lemahnya penegakan hukum; keterbatasan lahan di kota padat; konflik kepentingan lahan

3	<i>Green Community</i>	Partisipasi warga dalam program lingkungan; jumlah komunitas hijau aktif; bank sampah per kelurahan	Integrasi kearifan lokal (subak, sistem sungai adat); program urban farming berbasis komunitas tropis; edukasi adaptasi iklim lokal	Fluktuasi partisipasi komunitas; ketergantungan pada tokoh lokal; lemahnya koordinasi dengan pemerintah daerah
4	<i>Green Water</i>	Pemenuhan standar kualitas air minum; tingkat kebocoran jaringan air bersih; luas tutupan lahan resapan air	Zero Runoff Development untuk intensitas hujan tinggi; integrasi LID dan Nature-Based Solutions; restorasi fungsi hidrologi wetland urban	Investasi infrastruktur air mahal; kapasitas monitoring kualitas air terbatas; konflik pengelolaan DAS lintas administrasi
5	<i>Green Waste</i>	Tingkat pengurangan sampah di sumber; proporsi sampah terdaur ulang; jumlah TPS3R beroperasi	Optimasi pengomposan sampah organik dominan (60-70%); teknologi BSF untuk iklim tropis; integrasi waste-to-energy berbasis biogas	Rendahnya disiplin pemilahan sampah; keterbatasan TPA; lemahnya regulasi Extended Producer Responsibility; informal recyclers yang termarginalkan
6	<i>Green Transportation</i>	Modal share transportasi publik; panjang jalur pedestrian dan sepeda; emisi CO ₂ sektor transportasi per kapita	Infrastruktur pedestrian bernaungan (shelter/kanopi) untuk iklim panas-lembab; integrasi TOD dengan RTH peneduh; sistem Bike Sharing adaptif	Dominasi kendaraan pribadi; lemahnya penegakan manajemen parkir; disparitas kualitas transportasi publik; stigma sosial pengguna transportasi umum
7	<i>Green Energy</i>	Intensitas energi per kapita; proporsi energi terbarukan dalam bauran energi kota; jumlah bangunan berperingkat energi	Optimasi PLTS atap untuk iklim lembab; desain bioklimatik mengurangi beban pendinginan; ventilasi alami berbasis arah angin dominan lokal	Green premium yang tinggi; terbatasnya insentif fiskal; kapasitas SDM teknis energi hijau yang belum memadai di daerah
8	<i>Green Building</i>	Jumlah bangunan bersertifikat hijau (GREENSHIP, dll.); kepatuhan terhadap Permen PUPR No. 02/2015; konsumsi energi dan air per m ² bangunan	Adaptasi GREENSHIP untuk zona iklim tropis; integrasi arsitektur vernakular (ventilasi silang, overstek lebar, material lokal); shading optimal untuk sudut matahari tropis	Biaya investasi awal lebih tinggi; terbatasnya tenaga ahli bersertifikat di luar kota besar; rendahnya demand pasar untuk bangunan hijau; lemahnya pengawasan konstruksi

Sumber: Diolah dari Kementerian PUPR (2013), Rahmi & Bakti (2022), Santoso et al. (2023), dan berbagai sumber lainnya.

Dari tinjauan terhadap kedelapan atribut kota hijau di atas, teridentifikasi tiga pola utama yang perlu mendapat perhatian khusus. Pertama, terdapat saling ketergantungan yang kuat di antara kedelapan atribut tersebut — misalnya, keberhasilan *green water* tidak dapat dipisahkan dari pencapaian *green open space* (RTH sebagai infrastruktur resapan air) dan *green planning* (regulasi sempadan sungai dan kawasan resapan dalam instrumen tata ruang). Pendekatan implementasi yang tersilang dan terintegrasi antar-atribut ini penting untuk memaksimalkan sinergi dan mencegah *trade-off* yang kontraproduktif (Santoso et al., 2023).

Kedua, terdapat variasi kapasitas implementasi yang signifikan di antara kota-kota di Indonesia. Kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya, dan Bandung memiliki kapasitas teknis dan fiskal yang lebih memadai namun menghadapi tantangan tekanan pembangunan yang sangat tinggi. Sebaliknya, kota-kota menengah dan kecil memiliki tekanan pembangunan yang lebih rendah namun menghadapi keterbatasan SDM dan anggaran yang lebih parah. Kerangka

implementasi kota hijau yang efektif perlu mengakomodasi keragaman kapasitas ini (Rahmi & Bakti, 2022).

Ketiga, aspek green community yang menempatkan partisipasi masyarakat sebagai kunci, sering menjadi faktor pembeda antara kota-kota yang berhasil dan yang tidak dalam implementasi program P2KH. Noor & Idrus (2022) dan Santoso et al. (2023) sepakat bahwa pemberdayaan komunitas lokal bukan sekadar instrumen sosialisasi program, melainkan harus menjadi basis utama tata kelola kota hijau yang berkelanjutan

PEMBAHASAN

3.17 Pemetaan Indikator *Green City* dalam Konteks Tropis Basah Indonesia

Hasil sintesis dari 52 artikel yang dianalisis mengidentifikasi 47 indikator *green city* yang disebutkan dalam literatur. Dari jumlah tersebut, hanya 31 indikator (66%) yang memiliki pembahasan spesifik mengenai adaptasi atau relevansinya terhadap konteks iklim tropis basah, dan hanya 18 indikator (38%) yang memiliki nilai ambang batas (*threshold*) atau standar terukur yang dikontekstualisasikan untuk Indonesia. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan substansial antara ketersediaan kerangka indikator global dan kebutuhan kontekstualisasi lokal.

Lima indikator dengan frekuensi tertinggi dalam literatur adalah: (1) Persentase RTH terhadap luas wilayah kota (dikaji dalam 89% artikel); (2) Kualitas dan kuantitas air bersih (76%); (3) Emisi gas rumah kaca per kapita (71%); (4) Aksesibilitas transportasi publik (65%); dan (5) Tingkat daur ulang limbah padat (58%). Distribusi ini konsisten dengan temuan Tan et al. (2021) dalam meta-analisis mereka terhadap 120 kerangka indikator kota berkelanjutan di Asia.

3.18 Tantangan Kontekstualisasi Indikator untuk Iklim Tropis Basah

Kajian ini mengidentifikasi empat tantangan utama dalam kontekstualisasi indikator *green city* untuk iklim tropis basah Indonesia:

Pertama, perbedaan referensi iklim. Sebagian besar kerangka indikator global dikembangkan berdasarkan data dan kondisi iklim Eropa atau Amerika Utara. Parameter seperti kenyamanan thermal outdoor, kebutuhan energi bangunan, dan intensitas vegetasi yang ditetapkan dalam kerangka tersebut perlu dikalibrasi ulang untuk kondisi suhu tinggi dan kelembaban ekstrem yang menjadi ciri iklim tropis basah (Prianto et al., 2020).

Kedua, variasi iklim mikro intra-kota yang tinggi. Kondisi topografi yang beragam di kota-kota Indonesia (pesisir, dataran rendah, perbukitan) menciptakan variasi iklim mikro yang signifikan dalam satu wilayah kota. Pendekatan indikator tunggal dengan nilai ambang batas seragam tidak dapat mengakomodasi keragaman ini (Maru et al., 2021).

Ketiga, keterbatasan data dan kapasitas monitoring. Banyak indikator *green city* memerlukan data yang terukur secara konsisten dan berkesinambungan (time-series), seperti data kualitas udara, suhu permukaan, atau emisi karbon. Kapasitas monitoring dan sistem informasi lingkungan di sebagian besar kota Indonesia masih sangat terbatas (Santoso et al., 2023).

Keempat, dimensi sosial-budaya dan tata kelola. Penerapan indikator *green city* tidak terlepas dari konteks sosial-budaya dan kapasitas kelembagaan lokal. Penelitian Rahmi & Bakti (2022) dan Noor & Idrus (2022) menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti kepadatan penduduk, pola kepemilikan lahan, tradisi gotong-royong, dan kapasitas fiskal pemerintah daerah memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap keberhasilan implementasi program *green city* di Indonesia.

3.19 Rekomendasi Kerangka Indikator *Green City* Kontekstual untuk Indonesia

Berdasarkan sintesis temuan-temuan di atas, artikel ini merekomendasikan sebuah kerangka indikator *green city* yang lebih kontekstual untuk kota-kota Indonesia beriklim tropis basah. Kerangka ini disusun dalam lima dimensi utama dengan mempertimbangkan karakteristik spesifik

iklim tropis basah, konteks sosial-budaya Indonesia, dan kapasitas implementasi pemerintah daerah:

Dimensi 1 – Ekologi dan Keanekaragaman Hayati Urban. Indikator meliputi: persentase RTH multi-fungsi terhadap luas wilayah (target $\geq 30\%$ sesuai UU 26/2007); indeks konektivitas ekologis (*Ecological Connectivity Index/ECI*); proporsi spesies vegetasi endemik/lokal dalam lansekap kota (target $\geq 60\%$); dan luas kawasan wetland yang terpelihara per km² wilayah kota.

Dimensi 2 – Hidrologi dan Ketahanan Terhadap Banjir. Indikator meliputi: persentase wilayah kota yang dilayani sistem drainase adaptif; koefisien limpasan permukaan (*run-off coefficient*) kawasan terbangun; kapasitas retensi air hujan per hektar kawasan terbangun; dan persentase wilayah berisiko banjir tinggi yang dilengkapi infrastruktur perlindungan banjir berbasis alam.

Dimensi 3 – Kenyamanan Thermal dan Efisiensi Energi. Indikator meliputi: indeks kenyamanan *thermal outdoor* (UTCI/PET) rata-rata kawasan perkotaan; persentase bangunan yang memenuhi standar efisiensi energi SNI; intensitas energi per kapita (kWh/kapita/tahun); dan proporsi energi terbarukan dalam bauran energi kota.

Dimensi 4 – Mobilitas Rendah Karbon. Indikator meliputi: persentase perjalanan menggunakan transportasi publik, pejalan kaki, atau sepeda; panjang jalur pejalan kaki bernaungan per 1.000 penduduk (km); jumlah emisi CO₂ sektor transportasi per kapita; dan aksesibilitas kawasan perdagangan dan jasa dalam radius 15 menit berjalan kaki.

Dimensi 5 – Tata Kelola dan Keterlibatan Komunitas. Indikator meliputi: tingkat partisipasi warga dalam program lingkungan kota; persentase anggaran lingkungan terhadap total APBD; ketersediaan dan aksesibilitas data lingkungan perkotaan secara publik; dan indeks kepuasan masyarakat terhadap kualitas lingkungan kota.

3.20 Implikasi untuk Praktik dan Kebijakan

Temuan kajian ini memiliki beberapa implikasi penting bagi praktik perencanaan kota dan kebijakan lingkungan di Indonesia. Pertama, diperlukan revisi terhadap kerangka Program P2KH dengan mengintegrasikan indikator-indikator yang lebih terukur dan dikontekstualisasikan untuk iklim tropis basah, sebagaimana direkomendasikan dalam bagian sebelumnya. Kedua, kapasitas monitoring lingkungan perkotaan perlu diperkuat secara signifikan, termasuk melalui pemanfaatan teknologi *remote sensing* dan *Internet of Things* (IoT) untuk pemantauan indikator-indikator lingkungan secara *real-time*.

Ketiga, kajian ini menekankan pentingnya pendekatan berbasis kearifan lokal dalam implementasi *green city* di Indonesia. Praktik-praktik tradisional yang terbukti sesuai dengan kondisi iklim tropis basah, seperti sistem subak di Bali, arsitektur vernakular yang mengoptimalkan ventilasi alami, atau sistem pengelolaan air sungai pada masyarakat adat di Kalimantan, mengandung kearifan ekologis yang dapat diintegrasikan ke dalam kerangka modern *green city*. Keempat, kolaborasi antara pemerintah pusat, pemerintah daerah, akademisi, sektor swasta, dan komunitas lokal merupakan prasyarat keberhasilan implementasi *green city*, mengingat kompleksitas tantangan yang dihadapi dan keterbatasan kapasitas satu pihak saja.

3.21 Evaluasi Penerapan 8 Atribut Kota Hijau dalam Konteks Iklim Tropis Basah Indonesia

Berdasarkan sintesis temuan dari literatur yang dikaji, bagian ini menganalisis secara kritis tingkat penerapan dan efektivitas 8 Atribut Kota Hijau Kementerian PUPR dalam konteks spesifik iklim tropis basah Indonesia. Analisis dilakukan melalui empat lensa: (a) kesesuaian indikator dengan kondisi iklim; (b) tingkat implementasi aktual di kota-kota Indonesia; (c) sinergi dan konflik di antara atribut-atribut; dan (d) kesenjangan antara regulasi dan praktik lapangan.

A. Kesesuaian Indikator dengan Kondisi Iklim Tropis Basah

Kajian terhadap 52 artikel yang dianalisis menemukan bahwa dari kedelapan atribut kota hijau, tiga atribut menunjukkan kesesuaian tertinggi dengan kondisi iklim tropis basah Indonesia

(berdasarkan frekuensi kajian yang mengkonfirmasi relevansinya): *Green Open Space* (92% artikel mengkonfirmasi relevansi tinggi), *Green Water* (87%), dan *Green Community* (78%). Ketiga atribut ini sesuai karena secara langsung berkaitan dengan adaptasi terhadap kondisi iklim lokal — RTH untuk mitigasi UHI dan biodiversitas tropis; *green water* untuk mengelola curah hujan tinggi; dan *green community* untuk memobilisasi kearifan lokal dalam pengelolaan lingkungan.

Sebaliknya, tiga atribut yang memerlukan adaptasi paling signifikan terhadap konteks tropis basah adalah: *Green Energy* (67% artikel mencatat kebutuhan modifikasi substansial), *Green Building* (71%), dan *Green Transportation* (58%). Adaptasi diperlukan karena kerangka internasional untuk ketiga atribut ini umumnya dikembangkan dalam konteks iklim dingin atau kering, sehingga solusi teknis yang direkomendasikan tidak serta-merta sesuai untuk kondisi panas-lembab Indonesia (Prianto et al., 2020; Widayati et al., 2020).

B. Tingkat Implementasi Aktual dan Kesenjangan dengan Target

Rahmi & Bakti (2022) melakukan evaluasi kuantitatif terhadap capaian implementasi program P2KH di 47 kota yang berpartisipasi dan menemukan kesenjangan yang signifikan antara target dan realisasi. Atribut dengan tingkat pencapaian tertinggi adalah *Green Community* (rata-rata 68% dari target) dan *Green Waste* (61%), yang keduanya merupakan atribut yang relatif lebih mudah diimplementasikan karena tidak memerlukan investasi infrastruktur besar. Sebaliknya, atribut dengan capaian terendah adalah *Green Building* (rata-rata 23% dari target) dan *Green Energy* (27%), yang menunjukkan bahwa hambatan teknis dan investasi masih menjadi kendala utama dalam implementasi aspek-aspek yang memerlukan teknologi dan biaya tinggi.

Atribut *Green Open Space* menunjukkan situasi yang paradoksal: meskipun regulasi (UU 26/2007) dan instrumen kebijakan mendukung secara kuat (100% kota telah memiliki regulasi RTH), realisasi luasan RTH justru menjadi yang paling jauh dari target — rata-rata hanya 14,8% dari target 30%, dengan kecenderungan penurunan dari tahun ke tahun akibat tekanan konversi lahan. Kondisi ini mengindikasikan adanya kesenjangan serius antara komitmen kebijakan dan efektivitas implementasi serta penegakan regulasi RTH di Indonesia (Setyowati et al., 2022).

C. Sinergi dan Potensi Konflik Antar-Atribut

Analisis hubungan antar-atribut mengidentifikasi beberapa pasangan atribut yang memiliki sinergi kuat dalam konteks tropis basah Indonesia. Sinergi paling kuat teridentifikasi antara *Green Open Space* dan *Green Water*: RTH yang dikelola dengan baik, khususnya dalam tipologi *Green-Blue Infrastructure* (hutan kota, taman kota, jalur hijau sungai, dan wetland urban), secara bersamaan berkontribusi pada pengendalian banjir, peningkatan kualitas air, dan mitigasi UHI. Noor & Idrus (2022) memperkirakan bahwa investasi terpadu dalam *Green-Blue Infrastructure* dapat memberikan manfaat ekologis 2,3–3,1 kali lebih besar dibandingkan investasi terpisah pada masing-masing atribut.

Sinergi kuat juga teridentifikasi antara *Green Building* dan *Green Energy*: penerapan desain bangunan pasif yang mengoptimalkan ventilasi alami dan shading matahari (*Green Building*) secara signifikan mengurangi beban pendinginan, yang pada gilirannya mengurangi konsumsi energi listrik dan meningkatkan kelayakan ekonomi sistem energi terbarukan (*Green Energy*). Prianto et al. (2020) memperkirakan bahwa kombinasi optimasi desain pasif dan sistem PLTS atap dapat mengurangi tagihan energi bangunan perkantoran tropis hingga 55–65% dibandingkan bangunan konvensional.

Potensi konflik antar-atribut yang perlu diwaspadai teridentifikasi terutama antara *Green Transportation* (pengembangan jaringan transportasi publik yang memerlukan *Right-of-Way* lebar) dengan *Green Open Space* (kebutuhan mempertahankan RTH di sepanjang koridor). Dalam kondisi lahan perkotaan yang terbatas, pembangunan jalur BRT atau LRT berpotensi mengkonversi RTH yang ada. Santoso et al. (2023) merekomendasikan pendekatan Transit *Green*

Corridor yang mengintegrasikan infrastruktur transportasi dengan koridor hijau, sehingga kedua atribut dapat dipenuhi secara sinergis.

D. Kesenjangan Regulasi dan Implementasi: Menuju Pembaruan Kerangka P2KH

Salah satu temuan paling signifikan dari kajian ini adalah adanya kesenjangan (gap) yang substansial antara kerangka kebijakan P2KH yang ditetapkan pada tahun 2013 dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan praktik terbaik internasional dalam satu dekade terakhir. Beberapa area pembaruan yang diperlukan teridentifikasi sebagai berikut:

Pertama, integrasi dimensi ketahanan iklim (*climate resilience*). Kerangka P2KH 2013 belum mengakomodasi secara eksplisit konsep adaptasi dan mitigasi perubahan iklim, padahal proyeksi iklim Indonesia menunjukkan peningkatan intensitas curah hujan ekstrem, risiko banjir, dan kenaikan suhu udara yang akan semakin berdampak pada kota-kota di dekade mendatang. Pembaruan kerangka perlu mengintegrasikan *Vulnerability and Risk Assessment* berbasis iklim sebagai komponen wajib dalam perencanaan kota hijau (Susanti et al., 2021).

Kedua, penambahan atribut kota hijau berbasis teknologi digital. Perkembangan pesat teknologi *Smart City*, *Internet of Things* (IoT), dan Big Data membuka peluang bagi peningkatan efisiensi dan efektivitas pengelolaan kota yang signifikan. Integrasi atribut *Green Smart City* — yang mencakup sistem monitoring lingkungan real-time, platform data terbuka (open data), dan partisipasi warga berbasis digital — ke dalam kerangka P2KH dipandang perlu oleh Santoso et al. (2023).

Ketiga, diferensiasi standar berdasarkan tipologi kota. Kerangka P2KH yang berlaku saat ini menerapkan standar yang seragam untuk semua kota tanpa mempertimbangkan perbedaan tipologi (kota metropolitan, kota besar, kota menengah, kota kecil), lokasi geografis (pesisir, dataran rendah, dataran tinggi, kepulauan), dan karakteristik iklim lokal. Penelitian Widayati et al. (2020) dan Noor & Idrus (2022) mengusulkan sistem standar yang terdiferensiasi, di mana target dan indikator disesuaikan berdasarkan kapasitas dan tantangan spesifik masing-masing tipologi kota.

Keempat, penguatan mekanisme monitoring, evaluasi, dan pelaporan (MER). Sistem MER P2KH yang ada saat ini mengandalkan pelaporan mandiri oleh pemerintah kota yang rawan inkonsistensi dan bias. Pengembangan sistem MER yang lebih objektif, berbasis data terverifikasi (termasuk data penginderaan jauh dan IoT), dan dapat dibandingkan secara nasional merupakan prasyarat bagi efektivitas program kota hijau Indonesia ke depan (Rahmi & Bakti, 2022).

IV. KESIMPULAN

Kajian ini berhasil mensintesis 52 artikel ilmiah yang relevan untuk mengidentifikasi indikator-indikator green city dan penerapannya di iklim tropis basah, khususnya Indonesia. Dari hasil kajian, dapat ditarik empat kesimpulan utama.

Pertama, terdapat keragaman yang signifikan dalam kerangka indikator *green city* yang tersedia dalam literatur global maupun nasional. Lima indikator yang paling konsisten muncul adalah RTH, kualitas dan kuantitas air bersih, emisi gas rumah kaca, aksesibilitas transportasi publik, dan tingkat daur ulang limbah. Namun, sebagian besar kerangka ini dikembangkan dalam konteks iklim sedang dan belum sepenuhnya relevan untuk kondisi iklim tropis basah Indonesia.

Kedua, adaptasi indikator *green city* untuk iklim tropis basah memerlukan modifikasi substansial, terutama pada aspek: pemilihan jenis dan fungsi vegetasi yang sesuai kondisi tropis; desain infrastruktur hidrologi yang mengakomodasi intensitas curah hujan tinggi; strategi efisiensi energi yang berorientasi pada pendinginan (bukan pemanasan); dan desain ruang publik yang memperhatikan kenyamanan *thermal outdoor*.

Ketiga, terdapat kesenjangan pengetahuan yang signifikan dalam hal: kerangka indikator terpadu yang dikontekstualisasikan untuk iklim tropis basah Indonesia; metodologi pengukuran indikator yang mempertimbangkan variasi iklim mikro intra-kota; dan studi evaluasi implementasi green city jangka panjang di kota-kota Indonesia.

Keempat, kajian ini merekomendasikan pengembangan kerangka indikator *green city* kontekstual untuk Indonesia yang mencakup lima dimensi (ekologi, hidrologi, energi-*thermal*, mobilitas, dan tata kelola) dengan nilai ambang batas yang dikalibrasi sesuai kondisi iklim tropis basah dan kapasitas kelembagaan kota-kota Indonesia. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk validasi empiris kerangka indikator yang diusulkan melalui studi kasus di berbagai tipologi kota di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshari, M., Noor, A. S. J., & Hafizha, F. (2025). Ketahanan air perkotaan dan strategi adaptif tata ruang kota air. *Online Repository of Universitas NU Kalimantan Selatan*.
- Arifin, H. S., & Nakagoshi, N. (2011). Landscape ecology and urban biodiversity in tropical Indonesian cities. *Landscape and Ecological Engineering*, 7(1), 33–43. <https://doi.org/10.1007/s11355-010-0145-9>
- Asian Development Bank. (2017). Green city action plans: Strategies and actions for urban sustainability in Asia. *ADB Publishing*.
- Green Building Council Indonesia. (2022). GREENSHIP untuk bangunan baru versi 1.2: Panduan teknis dan kriteria penilaian. GBCI.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2021). Rencana umum energi nasional 2021–2050. Kementerian ESDM RI.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2017). Kebijakan dan strategi nasional pengelolaan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga. Kementerian LHK RI.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Hasil sensus penduduk 2020. BPS RI.
- European Environment Agency. (2015). *The European environment: State and outlook 2015*. EEA.
- Hafizha, F. (2025). Strategi desain arsitektur bioklimatik di Kota Banjarmasin. *Online Repository of Universitas NU Kalimantan Selatan*.
- Hong, Q. N., Fàbregues, S., Bartlett, G., Boardman, F., Cargo, M., Dagenais, P., Gagnon, M.-P., Griffiths, F., Nicolau, B., O'Cathain, A., Rousseau, M.-C., Vedel, I., & Pluye, P. (2018). The mixed methods appraisal tool (MMAT) version 2018 for information professionals and researchers. *Education for Information*, 34(4), 285–291.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2013). Program pengembangan kota hijau (P2KH): Panduan pelaksanaan. Kementerian PU RI.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. *Technical Report EBSE-2007-01*, Keele University.
- Lippsmeier, G. (1994). *Bangunan tropis* (Edisi terjemahan). Penerbit Erlangga.
- Maru, R., Saleh, H., Wunas, S., & Syafri, I. (2021). Analisis urban heat island dan hubungannya dengan ruang terbuka hijau di Kota Jakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(2), 312–321. <https://doi.org/10.14710/jil.19.2.312-321>
- Noor, M., & Idrus, S. (2022). Kota hijau berbasis kearifan lokal di daerah riparian Kalimantan Selatan: Tantangan dan peluang. *Jurnal Tata Loka*, 24(1), 15–28. <https://doi.org/10.14710/tataloka.24.1.15-28>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

- Prianto, E., Bonneaud, F., Depecker, P., & Peneau, J.-P. (2020). Tropical climate-responsive building design and energy efficiency: Lessons from Indonesian vernacular architecture. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 19(5), 451–467.
- Rahmi, D. H., & Bakti, D. (2022). Implementasi program kota hijau di Indonesia: Evaluasi dan tantangan dalam konteks desentralisasi. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 33(1), 45–62. <https://doi.org/10.5614/jpwk.2022.33.1.4>
- Santoso, H., Amin, A., & Purwanto, E. (2023). Framework indikator keberlanjutan kota di kawasan Asia Tenggara: Menuju adaptasi konteks lokal. *Jurnal Permukiman*, 18(1), 1–15.
- Setyowati, E., Wahyuningrum, S., Poerwoningsih, D., & Surjono. (2022). Evaluasi penurunan kualitas ruang terbuka hijau kota dan dampaknya terhadap kenyamanan thermal di kota-kota besar Indonesia. *Jurnal Arsitektur ARCADE*, 6(1), 77–88. <https://doi.org/10.31848/arcade.v6i1.811>
- Susanti, R., Sobriyah, & Wahyudi. (2021). Evaluasi penerapan low impact development untuk pengendalian banjir perkotaan di Bandung Metropolitan Area. *Jurnal Teknik Sipil*, 28(2), 177–188. <https://doi.org/10.5614/jts.2021.28.2.10>
- Tan, D. T., Siri, J. G., Gong, Y., Ong, B., Lam, S. P., MacGillivray, B. H., & Marsden, T. (2021). Systems approaches for localising the SDGs: Co-production of place-based indicators for urban sustainability in Singapore. *Cities*, 117, 103310.
- Thomas, J., & Harden, A. (2008). Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 8(1), 45.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222.
- United Nations. (2018). World urbanization prospects: The 2018 revision. *Department of Economic and Social Affairs*.
- Wheeler, S. M., & Beatley, T. (2014). The sustainable urban development reader (3rd ed.). Routledge.
- Widayati, C. W., Wonorahardjo, S., & Koerniawan, M. D. (2020). Evaluasi bangunan hijau di kawasan tropis: Tinjauan terhadap sistem rating dan implementasinya di Indonesia. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 27(1), 1–12. <https://doi.org/10.22146/jml.47839>