

OPTIMALISASI INFRASTRUKTUR HIJAU SEBAGAI ELEMEN *URBAN ECOLOGICAL NETWORK*

By Nur Hidayah Rahmawati, Raksa Maulana Subki, Stephanie Arvina Yusuf, Rachmat Kurnia

Program Studi Arsitektur, FTSP, Universitas Kebangsaan Republik Indonesia

Email: bynurhidayah@ftsp.ukri.ac.id, raksamaulana@ftsp.ukri.ac.id, stephaniearvinayusuf@ftsp.ukri.ac.id, rachmatkurnia@ftsp.ukri.ac.id

Abstrak

Urbanisasi yang intensif menyebabkan fragmentasi lanskap, penurunan kualitas lingkungan, dan melemahnya konektivitas ekologis perkotaan. Konsep *Urban Ecological Network* (UEN) menawarkan pendekatan sistemik untuk menghubungkan elemen ekologis melalui jaringan ruang terbuka hijau yang terintegrasi, dengan Infrastruktur hijau yang berperan sebagai struktur pembentuk jaringan tersebut. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi peran strategis infrastruktur hijau dalam pembentukan UEN serta merumuskan strategi optimalisasinya dalam perencanaan lanskap kota berkelanjutan. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif-deskriptif melalui studi literatur sistematis dan analisis konseptual berbasis teori ekologi lanskap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimalisasi infrastruktur hijau harus dilakukan melalui pendekatan jaringan spasial, integrasi multiskala, serta penguatan kebijakan tata ruang berbasis konektivitas ekologis. Infrastruktur hijau tidak lagi dipahami sebagai elemen estetis, tetapi sebagai struktur ekologis utama dalam sistem kota resilien.

Kata Kunci: Infrastruktur hijau, *Urban Ecological Network*, konektivitas ekologis, lanskap kota, resilien

Abstract

Rapid urbanization has resulted in landscape fragmentation, environmental degradation, and weakened ecological connectivity. The concept of the Urban Ecological Network (UEN) provides a systemic framework for integrating green spaces into a functional ecological system. Green infrastructure acts as the structural backbone of this network. This study aims to analyze the strategic role of green infrastructure in establishing UEN and to formulate optimization strategies for sustainable urban landscape planning. The research employs a qualitative-descriptive approach through a systematic literature review and conceptual analysis grounded in landscape ecology theory. The findings indicate that green infrastructure optimization requires spatial network planning, multi-scale integration, and regulatory alignment with ecological connectivity principles. Green infrastructure should be positioned as a core ecological structure rather than merely an aesthetic element in resilient urban systems.

Keyword: *Green infrastructure, Urban Ecological Network, ecological connectivity, urban landscape, resilience*

Diterima: 10 Mei 2026 | Direvisi: 15 Juni 2026 | Diterbitkan: 20 Juni 2026

PENDAHULUAN

Perkembangan kawasan perkotaan yang pesat telah menyebabkan perubahan signifikan terhadap struktur dan fungsi ekosistem. Urbanisasi yang tidak terkendali mendorong konversi lahan alami menjadi kawasan terbangun sehingga mengakibatkan fragmentasi lanskap, penurunan kualitas lingkungan, serta berkurangnya kapasitas ekologis kota dalam menyediakan berbagai layanan ekosistem (Forman, 1995; Seto et al., 2012). Kondisi tersebut berdampak pada meningkatnya berbagai permasalahan lingkungan perkotaan, seperti banjir, fenomena *urban heat island*, penurunan kualitas udara, serta berkurangnya keanekaragaman hayati (Grimm et al., 2008; Tzoulas et al., 2007).

Dalam banyak kasus, pembangunan kota masih didominasi oleh pendekatan *grey infrastructure* yang berorientasi pada penyediaan infrastruktur fisik tanpa mempertimbangkan keterhubungan ekologis antar ruang terbuka. Pendekatan tersebut dinilai kurang mampu menjawab tantangan lingkungan perkotaan yang semakin kompleks karena cenderung bersifat sektoral dan parsial (Ahern, 2007). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang mampu mengintegrasikan aspek ekologis ke dalam sistem perencanaan kota secara lebih komprehensif.

Salah satu pendekatan yang berkembang dalam beberapa dekade terakhir adalah konsep *Green Infrastructure* (GI). Infrastruktur hijau didefinisikan sebagai jaringan ruang terbuka alami dan semi-alami yang dirancang dan dikelola untuk menyediakan berbagai layanan ekosistem, seperti pengaturan tata air, peningkatan kualitas udara, konservasi biodiversitas, serta mitigasi perubahan iklim (Benedict & McMahon, 2006). Berbeda dengan ruang terbuka hijau konvensional yang sering dipandang sebagai elemen terpisah, *Green Infrastructure* menempatkan ruang hijau sebagai bagian dari suatu sistem yang saling terhubung dan berfungsi secara ekologis.

Pada saat yang sama, berkembang pula konsep *Urban Ecological Network* (UEN) yang berakar pada teori ekologi lanskap. Konsep ini menekankan pentingnya keterhubungan antara elemen lanskap melalui struktur *patch*, *corridor*, dan *matrix* guna menjaga aliran energi, pergerakan spesies, serta stabilitas ekosistem dalam lingkungan perkotaan (Forman, 1995; Opdam et al., 2006). Dalam konteks pembangunan kota berkelanjutan, *Urban Ecological Network* menjadi instrumen penting untuk meningkatkan konektivitas ekologis sekaligus memperkuat resiliensi kota terhadap berbagai tekanan lingkungan.

State Of The Art

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa *Green Infrastructure* memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan. Hansen et al. (2021) menjelaskan bahwa konektivitas ruang hijau berkontribusi terhadap peningkatan multifungsi infrastruktur hijau dan efektivitas layanan ekosistem. Penelitian Andreucci et

al. (2022) menunjukkan bahwa jaringan ruang hijau yang terintegrasi mampu meningkatkan kualitas kesehatan dan kesejahteraan masyarakat perkotaan. Sementara itu, Zhang et al. (2022) menegaskan bahwa optimalisasi jaringan infrastruktur hijau melalui pendekatan spasial dapat meningkatkan efisiensi ekologis dan keberlanjutan kota.

Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa konektivitas ruang hijau berperan penting dalam meningkatkan kemampuan adaptasi kota terhadap perubahan iklim. Xie et al. (2023) menemukan bahwa tingkat konektivitas ruang hijau berpengaruh terhadap kapasitas adaptasi iklim dan ketahanan lingkungan perkotaan. Selain itu, Li et al. (2025) menunjukkan bahwa multifungsi Green Infrastructure sangat dipengaruhi oleh tingkat keterhubungan antar elemen ruang hijau dalam suatu lanskap perkotaan.

Di sisi lain, penelitian mengenai Urban Ecological Network telah berkembang melalui penggunaan berbagai metode analisis spasial dan metrik konektivitas lanskap, seperti *Probability of Connectivity* (PC), *Integral Index of Connectivity* (IIC), serta analisis jaringan berbasis GIS (Saura & Pascual-Hortal, 2007; Zhang et al., 2022). Pendekatan tersebut telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi koridor ekologis, area konservasi prioritas, dan struktur jaringan habitat dalam lanskap perkotaan.

Research Gap

Meskipun penelitian mengenai Green Infrastructure dan Urban Ecological Network berkembang secara signifikan, sebagian besar kajian masih membahas kedua konsep tersebut secara terpisah. Penelitian Green Infrastructure umumnya berfokus pada fungsi ruang hijau dalam menyediakan layanan ekosistem, sedangkan penelitian Urban Ecological Network lebih banyak menitikberatkan pada analisis konektivitas ekologis dan struktur jaringan lanskap. Akibatnya, masih terdapat keterbatasan dalam menjelaskan bagaimana elemen-elemen Green Infrastructure dapat diorganisasikan dan dioptimalkan menjadi suatu sistem jaringan ekologis yang berfungsi secara efektif.

Selain itu, sebagian besar penelitian terdahulu lebih berorientasi pada pengukuran konektivitas atau identifikasi koridor ekologis tanpa mengembangkan kerangka konseptual yang mengintegrasikan kualitas *patch*, kontinuitas *corridor*, dan peran *stepping stones* dalam sistem Green Infrastructure perkotaan. Konektivitas umumnya diperlakukan sebagai hasil analisis, bukan sebagai dasar pembentukan jaringan ekologis berbasis infrastruktur hijau.

Kesenjangan penelitian lainnya terletak pada konteks wilayah kajian. Sebagian besar model Green Infrastructure dan Urban Ecological Network dikembangkan di kota-kota Eropa dan Amerika Utara yang memiliki karakteristik biofisik dan pola urbanisasi yang berbeda dengan kota-kota tropis. Oleh karena itu, masih diperlukan pendekatan yang mampu menjembatani konsep Green Infrastructure dan Urban Ecological Network dalam kerangka perencanaan yang lebih sesuai dengan kondisi kota tropis yang menghadapi tingkat fragmentasi ruang terbuka hijau yang tinggi akibat tekanan urbanisasi.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran strategis Green Infrastructure dalam pembentukan Urban Ecological Network serta merumuskan strategi optimalisasi infrastruktur hijau berbasis konektivitas ekologis. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi elemen-elemen Green Infrastructure yang berperan sebagai *core areas*, *ecological corridors*, dan *stepping stones* dalam lanskap perkotaan.
2. Menganalisis tingkat konektivitas ekologis antar elemen Green Infrastructure dalam mendukung pembentukan Urban Ecological Network.
3. Merumuskan strategi optimalisasi Green Infrastructure untuk meningkatkan efektivitas jaringan ekologis perkotaan.
4. Mengembangkan kerangka konseptual integrasi Green Infrastructure dan Urban Ecological Network dalam konteks kota tropis.

Novelty Penelitian

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan GI-UEN Connectivity Framework, yaitu suatu kerangka konseptual yang mengintegrasikan elemen *core areas (patch)*, *ecological corridors*, *stepping stones*, dan konektivitas ekologis sebagai mekanisme pembentukan Urban Ecological Network. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya memandang Green Infrastructure dan Urban Ecological Network sebagai dua konsep yang terpisah, penelitian ini menempatkan Green Infrastructure sebagai struktur utama pembentuk jaringan ekologis perkotaan.

Melalui pendekatan tersebut, penelitian ini tidak hanya menjelaskan fungsi individual elemen Green Infrastructure, tetapi juga menguraikan bagaimana hubungan spasial antar elemen tersebut membentuk suatu sistem jaringan ekologis yang mampu meningkatkan biodiversitas, memperkuat layanan ekosistem, mendukung adaptasi perubahan iklim, serta meningkatkan resiliensi kota. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan konsep Urban Ecological Network sekaligus menjadi dasar bagi perencanaan lanskap perkotaan yang lebih berkelanjutan dan berbasis konektivitas ekologis.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif-deskriptif untuk menganalisis peran dan optimalisasi infrastruktur hijau dalam pembentukan *Urban Ecological Network (UEN)*. Pendekatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara elemen infrastruktur hijau dan tingkat konektivitas ekologis secara terukur melalui indikator kuantitatif sederhana.

Lokasi Unit Analisis

Penelitian dilakukan pada kawasan perkotaan (Kota Bandung) dengan fokus pada elemen infrastruktur hijau yang berperan dalam sistem ekologis kota.

Unit analisis meliputi:

1. Taman kota
2. Hutan kota
3. Jalur hijau jalan
4. Koridor sungai
5. Ruang terbuka hijau lainnya

Setiap elemen dianalisis berdasarkan fungsi, distribusi, dan keterhubungannya dalam struktur lanskap kota.

Teknik Pengumpulan Data

1. Studi Literatur

Dilakukan untuk memperoleh landasan teoritis terkait infrastruktur hijau, *Urban Ecological Network*, serta konsep konektivitas ekologis.

2. Dokumentasi

Berupa pengumpulan data visual (foto dan peta) untuk mendukung analisis kondisi lapangan.

Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan secara kuantitatif-deskriptif melalui beberapa tahapan:

1. Identifikasi Elemen Infrastruktur Hijau

Mengklasifikasikan elemen ruang terbuka berdasarkan fungsi ekologisnya sebagai patch, koridor, atau matriks.

2. Analisis Konektivitas Sederhana

Menilai tingkat keterhubungan antar elemen berdasarkan kedekatan spasial, keberlanjutan jalur hijau, potensi koneksi antar ruang terbuka

3. Analisis Fragmentasi

Mengidentifikasi tingkat keterpisahan antar ruang terbuka hijau berdasarkan distribusi dan ukuran area.

4. Sintesis Konseptual

Mengintegrasikan hasil analisis untuk merumuskan model optimalisasi infrastruktur hijau dalam membentuk jaringan ekologis kota.

Analisis dilakukan melalui:

1. Identifikasi elemen (patch, koridor, matriks)
2. Analisis fragmentasi
3. Analisis konektivitas

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Konsep Green Infrastruktur

Green Infrastructure (GI) merupakan konsep perencanaan dan pengelolaan ruang yang menempatkan elemen-elemen alami dan semi-alami sebagai suatu sistem jaringan yang saling terhubung untuk mendukung fungsi ekologis, sosial, dan ekonomi secara berkelanjutan. Berbeda dengan pendekatan konvensional yang memandang ruang terbuka hijau sebagai elemen terpisah, Green Infrastructure menekankan keterhubungan spasial

antar elemen lanskap sehingga mampu menghasilkan berbagai layanan ekosistem (*ecosystem services*) secara optimal (Benedict & McMahon, 2006).

Dalam konteks perkotaan, Green Infrastructure berkembang sebagai alternatif terhadap pendekatan *grey infrastructure* yang selama ini mendominasi pembangunan kota. Infrastruktur abu-abu seperti saluran drainase beton, tanggul, dan sistem pengendalian banjir konvensional umumnya hanya dirancang untuk menyelesaikan satu fungsi tertentu. Sebaliknya, Green Infrastructure bersifat multifungsi karena mampu memberikan berbagai manfaat secara bersamaan, seperti pengendalian limpasan permukaan, peningkatan kualitas udara, konservasi biodiversitas, penyimpanan karbon, hingga penyediaan ruang rekreasi bagi masyarakat (Ahern, 2007).

Green Infrastructure terdiri atas berbagai elemen lanskap yang saling terhubung membentuk suatu jaringan ekologis. Dalam konteks perkotaan, komponen Green Infrastructure dapat berupa:

1. Hutan Kota (Urban Forest)
2. Taman Kota (Urban Park)
3. Koridor Sungai (Riparian Corridor)
4. Jalur Hijau Jalan (Green Streets)
5. Ruang Terbuka Hijau Publik
6. Green Roof dan Green Wall
7. Wetland dan Kolam Retensi
8. Kawasan Pertanian Perkotaan (Urban Agriculture)

Menurut Hansen et al. (2021), elemen-elemen tersebut tidak dapat bekerja secara optimal apabila berdiri sendiri. Efektivitas Green Infrastructure sangat bergantung pada tingkat konektivitas dan keterhubungan antar elemen sehingga mampu membentuk suatu sistem ekologis yang utuh.

B. Struktur Lanskap Infrastruktur Hijau

Hasil observasi menunjukkan bahwa struktur infrastruktur hijau di kawasan perkotaan memiliki pola distribusi yang tidak merata dan cenderung terfragmentasi. Elemen ruang terbuka hijau seperti taman kota, jalur hijau jalan, dan sempadan sungai tersebar sebagai unit-unit terpisah yang belum membentuk sistem jaringan yang terintegrasi.

Sebagian besar ruang terbuka hijau berfungsi sebagai patch berukuran kecil yang terisolasi oleh dominasi area terbangun. Kondisi ini menunjukkan bahwa struktur lanskap kota masih didominasi oleh matriks terbangun, yang membatasi keterhubungan antar elemen ekologis. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa infrastruktur hijau belum berfungsi sebagai sistem jaringan ekologis, melainkan masih berupa elemen spasial yang berdiri sendiri.

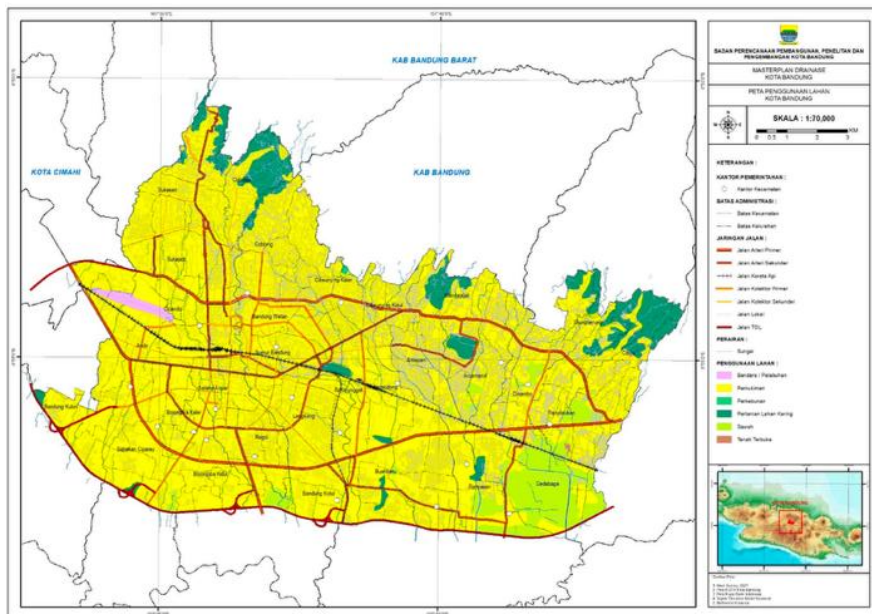
C. Tingkat Fragmentasi Lanskap

Fragmentasi lanskap ditunjukkan oleh ukuran patch yang relatif kecil, jarak antar patch yang berjauhan, serta minimnya koridor penghubung. Kondisi ini menyebabkan rendahnya kontinuitas spasial dan menghambat aliran ekologis dalam lanskap perkotaan. Fragmentasi yang tinggi berdampak pada:

1. Menurunnya kualitas habitat
2. Terbatasnya pergerakan spesies
3. Terganggunya fungsi hidrologi
4. Menurunnya kapasitas pendinginan alami kota

Selain itu, fragmentasi juga menyebabkan ruang terbuka hijau kehilangan perannya sebagai sistem pendukung resiliensi kota, khususnya dalam menghadapi tekanan perubahan iklim.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa permasalahan utama bukan pada jumlah ruang terbuka hijau, tetapi juga pada tingkat keterhubungan antar-elemen tersebut. Gambar 1 mengambil contoh dari peta penggunaan lahan Kota Bandung (Laporan Akhir BP4 Kota Bandung, 2021), yang menunjukkan bahwa Ruang Terbuka Hijau masih terfragmentasi.



Gambar 1. Peta penggunaan lahan Kota Bandung
Sumber: Laporan Akhir BP4 Kota Bandung, 2021

D. Konektivitas Infrastruktur Hijau

Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat konektivitas antarelemen infrastruktur hijau masih tergolong rendah. Hal ini disebabkan oleh:

1. Tidak adanya koridor hijau yang menerus
2. Terputusnya jalur ekologis oleh jaringan jalan dan bangunan
3. Kurangnya integrasi antar ruang terbuka

Beberapa elemen, seperti koridor sungai, sebenarnya memiliki potensi sebagai *backbone* ekologis, namun dalam kondisi eksisting belum dimanfaatkan secara optimal sebagai penghubung jaringan hijau. Dalam konteks *Urban Ecological Network*, kondisi ini menunjukkan bahwa sistem yang terbentuk masih bersifat parsial, belum mencapai struktur jaringan yang utuh.

Konektivitas yang rendah berdampak pada:

1. Terbatasnya aliran ekologis
2. Menurunnya kapasitas adaptasi lingkungan
3. Rendahnya efisiensi layanan ekosistem

Kondisi ini memperkuat argumentasi bahwa kuantitas ruang terbuka hijau saja tidak cukup, tetapi konektivitas antar ruang menjadi faktor kunci dalam menentukan efektivitasnya (Taylor et al., 1993).

Tabel 1. Penilaian Struktur dan Konektivitas Infrastruktur Hijau Perkotaan

Elemen Infrastruktur Hijau	Ukuran Patch	Fragmentasi (1-5)	Konektivitas (1-5)	Fungsi Ekologis	Keterangan
Taman Kota	Sedang– Besar	3	3	Tinggi	Berfungsi sebagai patch inti namun belum terhubung
Hutan Kota	Besar	2	2	Sangat tinggi	Potensi sebagai core area utama
Jalur Hijau Jalan	Kecil	4	2	Sedang	Belum kontinu sebagai koridor
Koridor Sungai	Linear	3	3	Tinggi	Potensi backbone ekologis
Taman Lingkungan	Kecil	4	2	Rendah– Sedang	Berfungsi sebagai stepping stones
Ruang Terbuka non-formal	Kecil	5	1	Rendah	Tidak terintegrasi dalam sistem

Sumber: Analisis Penulis, 2026

- 1 = sangat rendah (terisolasi)
 2 = rendah
 3 = sedang
 4 = tinggi
 5 = sangat tinggi

Pendekatan ini mengacu pada konsep konektivitas lanskap (Taylor et al., 1993; Saura & Pascual-Hortal, 2007). Sebagian besar elemen memiliki konektivitas rendah dan fragmentasi tinggi. Hal ini menunjukkan belum terbentuknya jaringan ekologis yang efektif (Forman, 1995; Hansen et al., 2021).

Berdasarkan hasil penilaian pada Tabel 1, terlihat bahwa sebagian besar elemen infrastruktur hijau di kawasan perkotaan memiliki tingkat konektivitas yang relatif rendah serta tingkat fragmentasi yang tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun elemen ruang terbuka hijau tersedia, belum terintegrasi dalam suatu sistem jaringan ekologis yang efektif. Hal ini sejalan dengan konsep ekologi lanskap yang menyatakan bahwa

fragmentasi dan isolasi patch akan menurunkan fungsi ekologis suatu lanskap (Forman, 1995).

Elemen seperti taman kota dan hutan kota memiliki fungsi ekologis yang tinggi dan berperan sebagai *core area*, namun nilai konektivitasnya masih terbatas. Hal ini mengindikasikan bahwa patch inti tersebut belum terhubung secara optimal dengan elemen lain dalam lanskap. Kondisi ini dapat mengurangi efektivitasnya dalam mendukung aliran ekologis dan stabilitas ekosistem (Taylor et al., 1993).

Sementara itu, koridor sungai menunjukkan nilai konektivitas yang relatif lebih baik dibandingkan dengan elemen lainnya, sehingga memiliki potensi sebagai *ecological backbone* dalam pembentukan jaringan ekologis perkotaan. Peran koridor sebagai penghubung utama dalam jaringan ekologis telah banyak ditekankan dalam perencanaan infrastruktur hijau berbasis jaringan (Hansen et al., 2021).

Di sisi lain, elemen seperti jalur hijau, jalan, dan taman lingkungan memiliki ukuran patch kecil dengan tingkat fragmentasi yang tinggi, sehingga berfungsi sebagai *stepping stones* yang hanya mendukung konektivitas secara terbatas. Peran *stepping stones* ini penting dalam menjaga keterhubungan lanskap, namun tidak cukup untuk membentuk jaringan ekologis yang utuh tanpa adanya koridor utama yang kontinu (Saura & Pascual-Hortal, 2007).

Adapun ruang terbuka non-formal menunjukkan tingkat konektivitas yang sangat rendah dan tidak terintegrasi dalam sistem, sehingga kontribusinya terhadap jaringan ekologis relatif minimal. Kondisi ini memperkuat temuan bahwa distribusi ruang terbuka yang tidak terencana akan menghasilkan lanskap yang tidak efisien secara ekologis (Tzoulas et al., 2007).

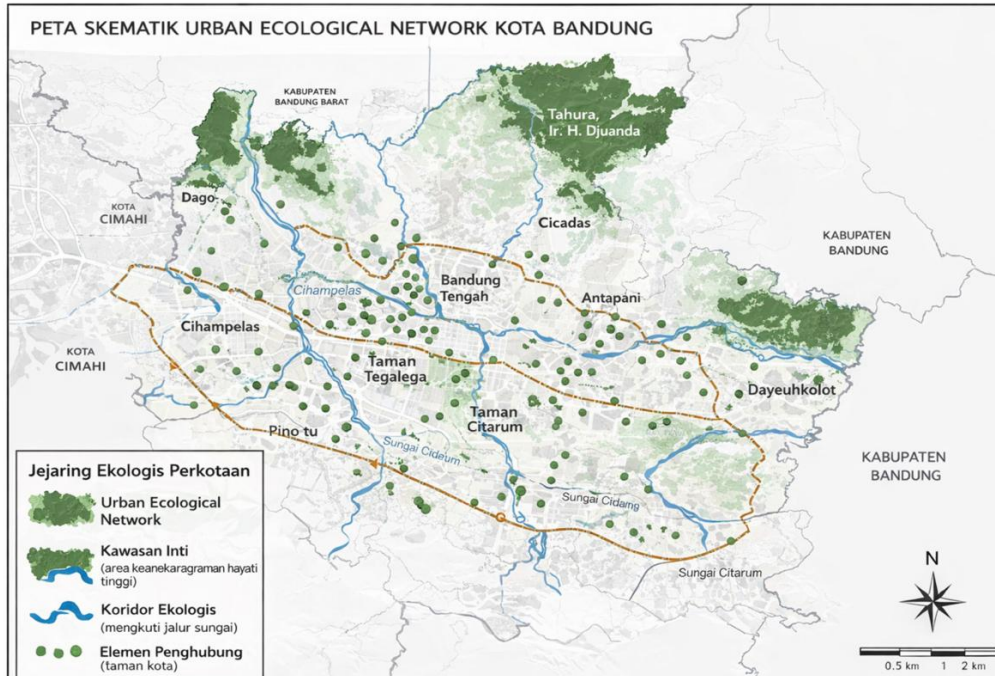
Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa permasalahan utama infrastruktur hijau perkotaan bukan terletak pada keberadaan elemen secara individual, melainkan pada ketiadaan struktur jaringan yang menghubungkan elemen-elemen tersebut secara sistemik. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan perencanaan berbasis jaringan (*network-based planning*) yang mampu meningkatkan konektivitas spasial dan fungsi ekologis lanskap secara keseluruhan (Hansen et al., 2021; Zhang et al., 2022).

E. Integrasi Elemen Infrastruktur Hijau dalam *Urban Ecological Network*

Gambar 2 menyajikan peta skematik UEN Kota Bandung yang menggambarkan struktur jejaring ekologis perkotaan berdasarkan integrasi elemen Infrastruktur Hijau. Peta mengidentifikasi tiga komponen utama UEN, yaitu kawasan inti (*core areas*), koridor ekologis (*ecological corridors*), dan elemen penghubung (*stepping stones*). Kawasan inti ditunjukkan oleh area hijau dengan tingkat keanekaragaman hayati tinggi, yang didominasi oleh kawasan konservasi dan ruang hijau berskala besar di bagian utara dan timur kota, seperti kawasan Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda dan kawasan hijau peri-urban lainnya.

Koridor ekologis direpresentasikan oleh jaringan sungai utama yang melintasi Kota Bandung dan berfungsi sebagai penghubung alami antar kawasan inti. Sementara itu, elemen penghubung ditunjukkan oleh sebaran taman kota yang tersebar di kawasan

terbangun padat dan berperan sebagai simpul ekologis skala lokal. Peta skematik ini merupakan alat konseptual untuk memperlihatkan potensi integrasi elemen Infrastruktur Hijau dalam membentuk jejaring ekologis perkotaan yang saling terhubung.



Gambar 2. Peta Skematik *Urban Ecological Network* Kota Bandung
Sumber: Analisis Penulis, 2026

F. Identifikasi Elemen Strategis

Dapat diidentifikasi beberapa elemen strategis yang memiliki peran penting dalam pembentukan jaringan ekologis, yaitu:

1. Patch Inti (*Core Areas*)

Patch dengan ukuran relatif besar seperti taman kota dan hutan kota memiliki peran sebagai pusat aktivitas ekologis. Patch ini berfungsi sebagai:

- Habitat biodiversitas
- Penyerap karbon
- Pengatur mikroklimat

2. Koridor Potensial

Koridor sungai dan jalur hijau jalan memiliki potensi sebagai penghubung antar-patch. Namun, dalam kondisi eksisting:

- Kontinuitasnya belum terjaga
- Masih terfragmentasi oleh fungsi lain

3. Area Penghubung (*Intermediate Spaces*)

Ruang terbuka skala kecil seperti taman lingkungan berpotensi menjadi stepping stone yang mendukung konektivitas.

Temuan ini menunjukkan bahwa optimalisasi tidak harus selalu melalui pembangunan baru, tetapi dapat dilakukan melalui penguatan elemen eksisting.

G. Infrastruktur Hijau sebagai Sistem Jaringan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa permasalahan utama bukan pada ketersediaan ruang terbuka hijau, tetapi pada ketiadaan sistem jaringan yang terintegrasi. Hal ini memperkuat konsep yang dikemukakan oleh Benedict dan McMahon (2006), bahwa infrastruktur hijau harus dipahami sebagai *network*, bukan sekadar kumpulan ruang terbuka.

Pendekatan yang diperlukan adalah:

- a. Menghubungkan patch melalui koridor
- b. Mengurangi fragmentasi
- c. Meningkatkan kontinuitas spasial

Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa elemen infrastruktur hijau memiliki sifat multifungsi yang tidak hanya berperan secara ekologis, tetapi juga secara sosial dan ekonomi. Infrastruktur hijau masih dipahami sebagai elemen individual, bukan sebagai sistem jaringan. Padahal, efektivitas ekologis sangat bergantung pada konektivitas antarelemen.

Pendekatan berbasis jaringan diperlukan untuk:

- a. Mengurangi fragmentasi
- b. Meningkatkan konektivitas
- c. Memperkuat fungsi ekologis kota

Infrastruktur hijau juga memiliki sifat multifungsi yang tidak hanya berperan secara ekologis, tetapi juga secara sosial dan ekonomi. Maka diperlukan strategi dalam perencanaan dan perancangan, optimalisasi infrastruktur hijau perlu dilakukan melalui pendekatan berbasis jaringan, meliputi:

- a. Penguatan patch inti sebagai pusat ekologis
- b. Pengembangan koridor hijau sebagai penghubung
- c. Integrasi jaringan hijau dalam kebijakan tata ruang
- d. Pendekatan perencanaan berbasis multi-skala

Pendekatan ini terbukti mampu meningkatkan fungsi ekologis dan resiliensi kota (Hansen et al., 2021; Andreucci et al., 2022).

KESIMPULAN

Penelitian ini berangkat dari kesenjangan antara konsep *Urban Ecological Network* yang telah berkembang secara teoretis dengan praktik perencanaan infrastruktur hijau di perkotaan yang masih bersifat parsial dan belum berbasis jaringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa permasalahan utama tidak terletak pada keterbatasan jumlah ruang terbuka hijau, melainkan pada rendahnya konektivitas spasial yang menyebabkan fungsi ekologis tidak berjalan secara optimal.

Struktur lanskap yang terfragmentasi—ditandai oleh dominasi patch berukuran kecil, distribusi yang tidak merata, serta ketiadaan koridor yang menerus sehingga

menyebabkan sistem infrastruktur hijau belum mampu membentuk jaringan ekologis yang fungsional. Kondisi ini menegaskan bahwa konektivitas merupakan faktor kunci dalam menentukan kinerja ekologis lanskap perkotaan, yang berpengaruh langsung terhadap stabilitas ekosistem dan resiliensi kota.

Sejalan dengan tujuan penelitian, kontribusi utama yang dihasilkan adalah formulasi pendekatan integratif yang menghubungkan konsep *Urban Ecological Network* dengan analisis struktur dan konektivitas infrastruktur hijau dalam konteks perencanaan lanskap perkotaan. Penelitian ini menghasilkan model optimalisasi berbasis jaringan yang menekankan tiga komponen utama, yaitu: penguatan patch inti, pengembangan koridor ekologis, serta pemanfaatan ruang antar sebagai *stepping stones* untuk meningkatkan konektivitas.

Dengan demikian, kebaruan penelitian ini terletak pada upaya mengoperasionalkan konsep *Urban Ecological Network* ke dalam kerangka perencanaan yang lebih aplikatif, melalui pendekatan yang tidak hanya konseptual, tetapi juga berbasis analisis struktur lanskap. Temuan ini memperkuat kebutuhan akan transformasi paradigma perencanaan dari pendekatan berbasis elemen menuju pendekatan berbasis sistem jaringan ekologis terintegrasi.

Kontribusi utama penelitian ini adalah merumuskan pendekatan berbasis jaringan yang mengintegrasikan patch, koridor, dan elemen penghubung dalam sistem *Urban Ecological Network*. Kebaruan penelitian terletak pada upaya mengoperasionalkan konsep tersebut ke dalam kerangka perencanaan yang aplikatif.

Implikasi penelitian ini menegaskan bahwa integrasi konektivitas ekologis ke dalam kebijakan tata ruang merupakan prasyarat utama dalam mewujudkan kota yang berkelanjutan dan resilien. Tanpa pendekatan berbasis jaringan, infrastruktur hijau akan tetap berfungsi secara terbatas dan tidak mampu memberikan kontribusi signifikan terhadap keberlanjutan sistem perkotaan.

Perencanaan kota perlu bertransformasi dari pendekatan berbasis elemen menuju sistem jaringan ekologis terintegrasi untuk mendukung keberlanjutan dan resiliensi kota (Zhang et al., 2022; Xie et al., 2023).

BIBLIOGRAFI

Pustaka judul buku

- Ahern, J. (2007). Green infrastructure for cities: The spatial dimension. *Cities of the Future*.
- Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2006). *Green infrastructure: Linking landscapes and communities*. Island Press.
- Forman, R. T. T. (1995). *Land mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press.
- Jongman, R., & Pungetti, G. (2004). *Ecological networks and greenways: Concept, design, and implementation*. Cambridge University Press.
- Xie, Y., Huang, G., & Li, H. (2023). Urban green space connectivity and climate adaptation. *Ecological Indicators*.
- Moi, J. et al. (2024). Urban topology and dynamics can assess green areas importance.

Pustaka jurnal ilmiah

- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319(5864), 756–760.
- Opdam, P., Steingröver, E., & Van Rooij, S. (2006). Ecological networks: A spatial concept for multi-actor planning. *Landscape and Urban Planning*, 75(3–4), 322–332.
- Saura, S., & Pascual-Hortal, L. (2007). A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning. *Landscape and Urban Planning*, 83(2–3), 91–103.
- Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyra, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030. *PNAS*, 109(40), 16083–16088.
- Taylor, P. D., Fahrig, L., Henein, K., & Merriam, G. (1993). Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 68(3), 571–573.
- Tzoulas, K., et al. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas. *Landscape and Urban Planning*, 81(3), 167–178.
- Xie, Y., Huang, G., & Li, H. (2023). Urban green space connectivity and climate adaptation. *Ecological Indicators*, 146, 109856.
- Zhang, Y., Murray, A. T., & Turner, B. L. (2022). Optimizing green infrastructure networks for urban sustainability. *Landscape and Urban Planning*, 223, 104394.
- Andreucci, M. B., Russo, A., & Olszewska-Guizzo, A. (2022). Designing urban green infrastructure for mental health. *Urban Forestry & Urban Greening*, 74, 127648.
- Hansen, R., Olafsson, A. S., van der Jagt, A. P. N., Rall, E., & Pauleit, S. (2021). Planning multifunctional green infrastructure: Increasing the understanding of urban green space connectivity. *Landscape and Urban Planning*, 210, 104064.
- Li, L. et al. (2025). Exploring the relationship between urban green infrastructure multifunctionality and connectivity. *Landscape Ecology*.

By Nur Hidayah Rahmawati, Raksa Maulana Subki, Stephanie Arvina Yusuf, Rachmat Kurnia

Dushkova, D. et al. (2025). Research in Urban Ecology: Application into Landscape Design and Green Infrastructure.

Hansen, R., Olafsson, A. S., van der Jagt, A. P. N., Rall, E., & Pauleit, S. (2021). Planning multifunctional green infrastructure: Increasing the understanding of urban green space connectivity. *Landscape and Urban Planning*, 210, 104064.

Jamil, R., et al. (2024). Urban Green Infrastructure Connectivity: The Role of Semi-Natural Areas in Ecosystem Services. *Land*, 13(8), 1213

First publication right:

[Jurnal Syntax Fusion: Jurnal Nasional Indonesia](#)

This article is licensed under:

