



Pendekatan Konsep Penerapan *Green Infrastructure* Pada Kawasan Perumahan Berbasis Komunal Conceptual Approach To Implementing Green Infrastructure In Communal-Based Housing Area

Fitri Muliani^{a,*}, Khairul Miswar^b, Aris Munandar^c, Deri Rinaldy^d

^{a,c} Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Almuslim, Matanglumpangdua, Bireuen, Aceh, Indonesia

^b Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Politeknik Negeri Lhokseumawe, Jl. Banda Aceh-Medan Km 280,3 Buketrata, Kota Lhokseumawe, Aceh, Indonesia

^d Mahasiswa Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Almuslim, Matanglumpangdua, Bireuen, Aceh, Indonesia.

Article Info	ABSTRACT
<p>Keywords: Green infrastructure Regulations Residential area Communal based</p>	<p>This research aims to discuss policies and implementation of green infrastructure in Indonesia in communal-based housing areas. The references used for come from problems and best practices from other countries that have implemented green infrastructure. The method used is a descriptive method with a literature review approach. This research was carried out by understanding concepts, regulations, application of concepts, as well as identifying problems and providing recommendations related to green infrastructure in Indonesia. Based on the research results, there are six main regulations that serve as a reference for implementing green infrastructure in residential areas in Indonesia. Where the important thing in this regulation is Green Open Space (RTH) in the city with a minimum area proportion of 30%, rainwater storage is also set at a capacity of 50% of the amount of rainwater that falls according to annual rainfall and a general room temperature of 25 degrees Celsius. with relative humidity of 60%. The main problem is that 30% to 40% of carbon dioxide emissions are produced by buildings, which shows that buildings have a significant contribution to the process of environmental damage, as do residential areas. In Indonesia, the concept of green infrastructure that is applied is oriented towards zero energy use and the use of renewable energy. Holistic policy regulations are needed, from upstream to downstream as a form of implementing green infrastructure in residential areas, such as several developed countries in the world, namely the United States, England and Singapore, which have implemented policy regulations for sustainable implementation of green infrastructure in their countries.</p>
Info artikel	ABSTRAK
<p>Kata Kunci: Green infrastructure Regulasi Kawasan perumahan Berbasis Komunal</p> <p>Received: 28 Juni 2024 Accepted: 21 Juli 2024 Published: 31 Juli 2024</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk membahas kebijakan dan penerapan green infrastructure di Indonesia pada kawasan perumahan berbasis komunal. Rujukan yang digunakan berasal dari pada permasalahan dan <i>best practice</i> dari negara lain yang telah menerapkan <i>green infrastructure</i>. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif dengan pendekatan literature review. Penelitian ini dilakukan dengan memahami konsep, regulasi, pengaplikasian konsep, serta mengidentifikasi permasalahan dan memberikan rekomendasi terkait dengan <i>green infrastructure</i> di Indonesia. Berdasarkan hasil penelitian terdapat enam regulasi utama yang menjadi acuan dalam penerapan green infrastructure pada kawasan perumahan di Indonesia. Dimana hal penting dari pada regulasi tersebut adalah Ruang Terbuka Hijau (RTH) di dalam kota dengan propors luas minimal 30%, penyimpanan air hujan juga ditetapkan berkapasitas 50% dari jumlah air hujan yang jatuh sesuai curah hujan tahunan dan suhu ruangan secara umum 25 derajat celcius dengan kelembaban relatif 60%. Permasalahan utama terdapat 30% sampai dengan 40% emisi karbondioksida dihasilkan oleh bangunan yang menunjukkan bahwa bangunar memiliki andil yang cukup besar pada proses kerusakan lingkungan begitu pula dengan kawasan perumahan. Di Indonesia konsep <i>green infrastructure</i> yang diaplikasikan berorientasi pada <i>zero energy use</i> dan penggunaan energi terbarukan Diperlukan regulasi kebijakan yang bersifat holistik, mulai dari hulu hingga ke hilir sebagai bentuk implementasi greer infrastructure pada kawasan perumahan seperti yang terdapat ada beberapa negara maju di dunia yaitu Amerika Serikat Inggris dan Singapura sudah menerapkan regulasi kebijakan penerapan green infrastructure secara berkelanjutan d negaranya.</p> <p style="text-align: right;">Copyright ©2024 The Authors This is an open access article under the CC-BY-SA 4.0 International License</p>

PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan di setiap kota yang terdapat di Indonesia, kondisi wilayah di perkotaan banyak dialihfungsikan, yang asalnya wilayah tersebut didominasi wilayah hijau (hutan, ladang dan kebun), saat ini banyak dialihfungsikan menjadi lahan terbangun (Nugraha, 2021). Salah satu indikator yang mengalami perubahan signifikan terhadap pesatnya alih fungsi lahan adalah ketidakseimbangan pembangunan wilayah yang menyebabkan kenaikan suhu. Nugraha (2021) juga mengatakan bahwa sebanyak 15% perkotaan yang terdapat di dunia, rentan terhadap fenomena meningkatnya suhu, salah satunya adalah perbedaan suhu perkotaan-perdesaan yang dikenal sebagai pulau panas perkotaan atau *Urban Heat Island* (UHI). Hal ini menyebabkan beberapa negara yang berada pada Asia Tenggara seperti Malaysia, Singapore, Thailand bahkan Indonesia terancam terbentuknya pulau panas. UHI merupakan fenomena perubahan suhu yang diakibatkan oleh

* Corresponding authors | Fitri Muliani | Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Almuslim, Matanglumpangdua, Bireuen, Aceh, Indonesia.

Alamat e-mail | fitrimuliani@umuslim.ac.id

<https://doi.org/10.51179/rkt.v7i1.1831>

<http://www.journal.umuslim.ac.id/index.php/rkt>

Muliani, F., Khairul, M., Munandar, A., Rinaldy, D., (2024). Pendekatan Konsep Penerapan Green Infrastruktur Pada Kawasan Perumahan

Berbasis Komunal. *Jurnal Rekayasa Teknik dan Teknologi*, 8 (2), 57-67.

konsentrasi kepadatan bangunan dimana menyebabkan suhu pada wilayah tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah yang memiliki konsentrasi kepadatan lebih rendah. Beberapa efek negatif UHI diantaranya adalah kematian ratusan orang pada musim panas yang diakibatkan oleh gelombang panas di daerah perkotaan, pengurangan kualitas air dalam perkotaan akibat polusi dari panas berlebihan, dan peningkatan pemakaian listrik sebesar 5 – 6 % (Limas, 2014). Fenomena ini kerap terjadi pada daerah kepadatan penduduk tinggi seperti kawasan perumahan yang merupakan hasil dari pada pembangunan alih fungsi lahan. Penyediaan perumahan yang semakin besar, memberikan dampak terhadap pengurangan ruang terbuka hijau secara langsung maupun tidak langsung (Febriansyah, 2021). Dampak dari pada UHI dapat diminimalisir dengan penerapan *green infrastructure* terutama dampak yang terjadi pada kawasan perumahan.

Saat ini Indonesia telah memiliki tuntutan SGD's (*Sustainable Development Goals*) sebanyak 17 target dimana salah duanya adalah "Pembangunan Infrastruktur" dan "Pelestarian Ekosistem Lingkungan" (Suhana, 2021). *Green infrastructure* atau infrastruktur hijau merupakan suatu rangkaian jaringan yang saling terhubung antara komponen alami dan buatan sehingga menciptakan siklus tersendiri, menunjang kehidupan manusia di kota secara alami dan berkesinambungan (Sari, 2024). Undang-Undang Nomor 26 tahun 2007 tentang penataan ruang mengatakan bahwa paling sedikit dibutuhkan 30% dari seluruh luas daerah untuk dijadikan ruang terbuka hijau yang terdiri atas 20% RTH publik dan 10% RTH privat. Pada umumnya kawasan tersebut berupa kawasan hijau seperti taman kota, hutan kota, kawasan hijau rekreasi dan kawasan hijau untuk kegiatan olahraga.

Pembangunan infrastruktur merupakan tindakan dalam upaya meningkatkan pembangunan pada wilayah perkotaan, meningkatkan kesejahteraan masyarakat, serta melindungi kelestarian alam. Pembangunan infrastruktur tidak hanya semata-mata untuk memecahkan satu permasalahan saja namun juga perlu memperhatikan dampak daripada pembangunan infrastruktur tersebut terhadap lingkungan sekitar (Suhana, 2021). Pembangunan suatu kawasan sering kali kurang memperhatikan nilai ekosistem dimana, keberadaan ruang terbuka hijau bukan termasuk prioritas dalam pengembangan suatu kawasan (Widyaputra, 2020). Menurut *United Nations Environment Programme* (UNEP) untuk menanggulangi efek negatif tersebut ada beberapa alternatif yang dapat diterapkan yaitu penggunaan *green roof*, penggunaan *cool roof*, penanaman tumbuhan dan vegetasi pada lahan yang disediakan dan *cool pavement*. Pendekatan konsep penerapan *green infrastruktur* yang dikaji pada penelitian ini juga tidak terlepas dari pada partisipasi masyarakat (berbasis komunal). Partisipasi masyarakat memiliki instrumen maksud yang memberikan peluang yang besar bagi masyarakat untuk dapat berkembang sesuai dengan potensinya, terlibat aktif dalam penyelenggaraan pemerintahan, sehingga pihaknya dapat menikmati mamfaat dari kebijakan, yang dibuat pihak pemerintah (Latif, 2019). Partisipasi juga dapat dikatakan sebagai aspek penting dalam pembangunan dan merupakan langkah penumbuh kesadaran (Widodo, 2018). Implementasi yang dapat dilakukan pada kawasan perumahan adalah masyarakat dapat berpartisipasi mulai dari pada tahap perencanaan pembangunan yang menggunakan pola berjenjang dari bawah ke atas (*Bottom-Up*). Berdsarakan hasil penelitian yang dilakukan oleh Chaerani (2024) pembangunan *green infrastructure* di Indonesia masih berpusat pada area perkotaan dan belum merata secara menyeluruh. Widiarsa (2021) mengatakan bahwa bangunan yang sudah bersertifikat *green building* hingga tahun 2018 sebanyak 20 bangunan dengan katagori gold hingga platinum begitu pula dengan riset bidang *green building* juga sudah berkembang dengan dengan publikasi ilmiah sebanyak 53 paper.

Penelitian ini bertujuan untuk meninjau implementasi dari pada penerapan *green infrastructure* yang merupakan bagian dari pada *green building* di Indonesia. Adapun rujukan yang digunakan berasal dari pada permasalahan dan *best practice* dari negara lain yang telah menerapkan *green infrastructure* seperti Amerika Serikat, Inggris, dan Singapura yang akan menjadi acuan dalam menyelesaikan *problem sloving* pada penulisan ini. Penelitian ini berperan dalam menyumbangkan literatur keberlanjutan yang terkait dengan kebijakan yang ideal pada penerapan *green infrastructure* di Indonesia karena penerapannya masih belum dilakukan secara merata. Hal ini disebabkan masih terdapat tantangan baik secara teknis maupun kebijakan dalam pengimplementasian. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi pertimbangan bagi pembuat kebijakan dalam menyusun kebijakan yang berkaitan dengan *green infrastructure*, sehingga penerapannya tidak hanya menjadi sekedar pemenuhan aturan namun menjadi kebutuhan yang diterapkan secara optimal.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan pendekatan literature review. Metode deskriptif yang digunakan bertujuan untuk membuat gambaran atau deskriptif terkait suatu keadaan yang objektif sebagai tujuan utamanya. Penelitian ini dilakukan dengan memahami konsep, regulasi, pengaplikasian konsep, serta mengidentifikasi permasalahan dan memberikan rekomendasi terkait dengan *green infrastructure* di Indonesia. Kajian yang dilakukan menggunakan sumber dari pada referensi terpercaya yang dapat dilacak melalui *google scholar index*, buku, dan regulasi pemerintah dan standar atau pedoman yang membahas terkait penerapan *green infrastructure*. Selain itu, penelitian ini menganalisis berbagai persepsi penerapan *green infrastruktur* yang digunakan oleh para peneliti sebelumnya. Kemudian dilakukan eksplorasi atas data-data yang telah dikumpulkan untuk memperlolah informasi-informasi yang lebih komprehensif. Kata kunci yang diterapkan pada penelusuran literature ini adalah *green infrastructure*, perkembangan pada negara maju, penerapan dan Indonesia.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Konsep *green architecture* telah dikembangkan pada pembangunan kawasan perkotaan yang banyak diaplikasikan dengan tujuan meningkatkan kualitas lingkungan. Inovasi dan penerapan yang telah dilakukan semakin bervariasi. Secara umum, praktek pembuatan infrastruktur hijau dapat dikatakan sebagai suatu kegiatan yang tidak sulit untuk diterapkan karena secara prinsip adalah mengupayakan kondisi-kondisi lahan terbangun yang tetap memiliki sistem alami yang dapat bekerja secara otomatis (Widyaputra, 2020).

Amerika Serikat

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Widyaputra (2020) mengatakan bahwa Amerika Serikat merupakan salah satu negara yang menerapkan konsep infrastruktur hijau dengan baik dalam pengembangan kawasan perkotaannya. Penelitian ini juga mengatakan bahwa Konsep infrastruktur hijau ini dikembangkan oleh The United States Environmental Protection Agency (EPA) yang mengaplikasikannya pada manajemen penanganan limpasan air hujan (runoff) secara lokal mempergunakan sistem alami yang ada, atau melakukan rekayasa sistem untuk meniru kondisi alami. Pada umumnya penerapan konsep green infrastructure yang dilakukan oleh EPA bertujuan untuk meningkatkan keberlangsungan kondisi lingkungan yang sehat melalui pembuatan infrastruktur yang ramah lingkungan. Sejak tahun 2007 beberapa memorandum kebijakan terkait integrasi penerapan infrastruktur hijau yang diterapkan di Amerika Serikat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Dasar Peraturan Penerapan Infrastruktur Hijau di Amerika Serikat

No	Tahun	Nama Peraturan	Isi Peraturan
1	Maret 2007	Using Green Infrastructure to Protect Water Quality in Stormwater, CSO, Nonpoint Source and other Water Programs	Penggunaan hijau kualitas untuk air, infrastruktur melindungi CSO, dan program-program terkait sumberdaya air yang lain. Memorandum tersebut merupakan langkah awal yang menguatkan penerapan infrastruktur hijau sebagai salah satu solusi manajemen sumberdaya air.
2	Agustus 2007	Use of Green Infrastructure in NPDES Permits and Enforcement	Penerapan hijau dalam infrastruktur beberapa kebijakan nasional seperti National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES) dan Combined Overflows (CSO).
3	Juni 2008	Clarification Stormwater on Which Infiltration Practices/Technologies have the Potential to be Regulated as "Class V" Wells by the Underground Injection Control (UIC) Program	Menyatakan dukungan penuh pada penerapan aplikasi infiltrasi air hujan dan persyaratan-persyaratan yang menyertainya.
4	April 2011	Protecting Water Quality with Green Infrastructure in Water Permitting and Enforcement Programs	Dua bidang khusus dalam EPA, yaitu Office of Water (OW) dan Enforcement Compliance Office of and Assurance (OECA) sepakat mendukung penerapan infrastruktur hijau dan berkomitmen untuk bekerjasama dengan berbagai komunitas dan lembaga dalam penerapan tersebut, termasuk terkait proses perijinan program program yang dilaksanakan.
5	Oktober 2011	Achieving Water Quality Through Integrated Municipal Stormwater and Wastewater Plans	Menyatakan bahwa infrastruktur hijau sebagai salah satu solusi komprehensif yang dapat meningkatkan kualitas air dan kualitas penunjang hidup yang lain sehingga mampu mendukung peningkatan masyarakat.

Sumber: Widyaputra (2020).

Penerapan infrastruktur hijau di Amerika Serikat diterapkan dengan membangun bentukan alami pada infrastruktur terutama pada kawasan perkotaan dan perumahan.

a) *Downspout Disconnection*

Downspout disconnection merupakan salah satu cara untuk mengarahkan air hujan yang jatuh ke atap agar tidak langsung masuk ke jaringan drainase namun dapat ditampung dalam bak penampung air hujan, kolam, atau pada permukaan tanah yang permeabel sehingga air hujan dapat terinfiltrasi dengan baik ataupun dapat tersimpan untuk dimanfaatkan lagi (Widyaputra, 2020).

b) Sistem Pemanenan Air Hujan (*Rainwater Harvesting*)

Prinsip yang digunakan pada sistem ini adalah mengumpulkan dan menyimpan air hujan untuk digunakan pada waktu mendatang. Sistem ini sangat cocok digunakan pada kawasan perumahan karena dapat memperlambat dan mengurangi limpasan, di samping menyediakan sumber air tambahan. Sehingga, dapat diaplikasikan di daerah yang kering dengan pasokan air terbatas dan apabila terjadinya kemarau pada jangka waktu tertentu.

c) Bioretensi/ Bioinfiltrasi

Bioretensi atau Bioinfiltrasi adalah cekungan dangkal bervegetasi yang dapat mengumpulkan dan menyerap limpasan dari atap, trotoar, dan jalan jalan (Widyaputra, 2020). Tujuan dari pada penerapannya adalah mampu menyesuaikan proses hidrologi alami dengan infiltrasi, limpasan, dan evapotranspirasi yang dapat berjalan sebagaimana pada kondisi alami.

d) Permukaan Atap Bervegetasi (*Green Rooftop*)

Penerapan *green rooftop* pada kawasan perumahan merupakan salah satu cara untuk menciptakan kondisi simpanan air buatan serta dapat mengurangi pemanasan akibat aktivitas yang terjadi pada kawasan perumahan.

e) Bioswales

Merupakan saluran bervegetasi yang dapat mengalirkan air hujan sembari berfungsi sebagai area infiltrasi. Pada kawasan perumahan berfungsi sebagai alternative penanggulangan genangan air pada kawasan terbangun. Pada umumnya bioswales diterapkan di sepanjang jalan hingga tempat parkir umum sehingga ketika hujan limpasan air dapat mengalir atau terinfiltrasi dan mengurangi beban saluran (Widyaputra, 2020).

f) Jalan dan Trotoar Tembus Air (*Permeable Pavements*)

Jalan dan trotoar tembus air merupakan permukaan jalanan yang dapat menginfiltrasi ataupun menyimpan air hujan yang jatuh di atasnya. Material utama yang digunakan untuk pembuatan *Permeable Pavements* adalah aspal porous yang mudah ditembus air.

Penerapan *Green Infrastructure* Berbasis Komunal di Amerika Serikat

Penerapan *green Infrastructure* di Amerika Serikat berupa pemberian intensif dan rewards serta mempunyai bentuk kelembagaan. Pemberian insentif bagi komunitas yang telah menerapkan infrastruktur hijau dengan baik akan mendorong dan memotivasi komunitas yang lain untuk ikut menerapkannya dalam lingkungan mereka (Widyaputra, 2020). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Widyaputra (2020) beberapa negara bagian di Amerika Serikat, pemberian insentif dapat berupa:

a) Pemberian *Fee Discount*

Fee Discount diberikan kepada pemilik suatu properti yang telah menerapkan konsep infrastruktur hijau dengan cara mengurangi luas lahan yang tertutup dan menggantinya dengan lahan tembus air atau lahan yang mampu menginfiltrasi atau menyimpan air hujan

b) Pemberian Insentif kepada Developer

Pemberian insentif ditawarkan kepada developer atau pengembang pada saat pengajuan izin pengembangan suatu kawasan.

c) Pendanaan Instalasi Infrastruktur Hijau

Pemberian dana kepada pemilik property yang mampu membangun suatu jenis infrastruktur hijau di lingkungan tempat tinggalnya yang sesuai atau dibutuhkan di lokasi tersebut.

d) Pemberian Penghargaan pada Komunitas Masyarakat

Pemberian penghargaan pada masyarakat yang berperan aktif dalam proyek infrastruktur hijau.

Pada bagian kelembagaan Amerika Serikat memiliki beberapa instansi serta lembaga terkait lingkungan hidup yang saling berintegrasi. Namun, salah satu lembaga yang paling banyak berperan adalah EPA serta didukung oleh lembaga terkait lainnya. Untuk mewujudkan penerapan infrastruktur hijau di negara tersebut, kerjasama dari tiap negara sangat diperlukan. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Instansi Terkait Infrastruktur Hijau di Amerika Serikat

No	Nama Instansi/Lembaga	Peran dan Fungsi
1	American Rivers	Bergerak di bidang konservasi sungai. Instansi ini melakukan banyak program untuk menjaga lingkungan sungai yang baik dan aman bagi seluruh ekosistem.
2	Association of Clean Water Administrators	Berdiri sejak tahun 1961 dan merupakan suatu instansi nasional yang berfungsi menjaga air permukaan melalui program-program nasional.
3	Low Impact Development Center	Lembaga yang bergerak di bidang desain perencanaan lahan dan rekayasa keteknikan yang bertujuan menjaga sistem hidrologi suatu DAS melalui pengembangan teknologi.
4	National Association for Clean Water Agencies	Asosiasi yang terdiri dari persatuan beberapa badan nasional yang sama-sama memiliki kepentingan dalam mengontrol pembuangan air limbah dan peningkatan kualitas sumberdaya air nasional.

5	Natural Resources Defense Council	Bergerak di bidang perlindungan lingkungan dengan dukungan banyak pihak dan aktivis. Merupakan satu lembaga yang disebut paling efektif dalam melaksanakan aksi lingkungan. mendukung kelestarian
6	U.S. Water Alliance	Persatuan lembaga-lembaga yang bergerak di bidang manajemen sumberdaya air.
7	Water Environment Federation	Lembaga teknis dan edukasional non-profit yang bertujuan membentuk peran-peran pemimpin, profesional, dan meluaskan pengetahuan untuk mendukung keberadaan sumberdaya air yang aman dan bersih untuk seluruh dunia.
8	Environment protection Agency	Lembaga nasional yang bertugas menjaga kesehatan masyarakat dan lingkungan melalui program-program yang ramah lingkungan, termasuk di dalamnya adalah infrastruktur hijau.

Sumber: Widyaputra (2020).

Inggris

Penerapan infrastruktur hijau di Inggris semakin diakui sebagai pendekatan yang sangat penting dalam perencanaan tata ruang dan perlu ikut dirumuskan dalam perencanaan lokal, regional, dan nasional serta di dalam dokumen dan strategi kebijakan (Widyaputra, 2020). Trending infrastruktur hijau dianggap sebagai langkah efektif dan efisien untuk menghadapi masalah perubahan iklim. Laju pertumbuhan ekonomi dan pembangunan di Inggris sangat diperlukan upaya yang konkrit guna menghadapi berbagai persoalan yang akan dihadapi seiring dengan perkembangan pembangunan yang terjadi pada saat ini.

Widyaputra (2020) mengatakan bahwa peraturan infrastruktur hijau di Inggris dimulai pada tahun 2009 dimana pedoman perencanaan infrastruktur hijau pertama diterbitkan oleh organisasi Natural England bekerja sama dengan *Town and Country Planning Association (TCPA)*. Pedoman ini mempromosikan pentingnya infrastruktur hijau dengan konsep *'place-making'*, yaitu dengan cara mengenali dan mempertahankan karakter lingkungan asli suatu lokasi tertentu, terutama di lokasi yang akan dikembangkan. Kebijakan lainnya terkait infrastruktur hijau yang kemudian menjadi salah satu kebijakan yang dimasukkan dalam perencanaan tata ruang (*EM3-Green Infrastructure*) dan kebijakan pembangunan dan penggunaan lahan (*DP6*), serta didukung oleh banyak pihak, lembaga, otoritas setempat dan komunitas masyarakat. Namun pada tahun 2012 gerakan *infrastructure hijau* semakin berkembang yang ditandai dengan adanya *Greater London Authority* menerbitkan panduan tata ruang yang bernama *All London Green Grid Supplementary Planning Guidance (ALGG SPG)*, yang berisi usulan integrasi jaringan terpadu ruang hijau bersama sama dengan jaringan sungai dan saluran air (*Blue Ribbon*). Hal ini bertujuan untuk mempromosikan konsep infrastruktur hijau serta meningkatkan pemahaman bagi para pengembang dan komunitas masyarakat sebagai dukungan program tersebut sehingga, diharapkan pada masa mendatang akan banyak memberi keuntungan bagi setiap daerah yang menerapkannya. Hingga saat ini, pelaksanaan infrastruktur hijau di Inggris telah masuk dalam beberapa kebijakan negara seperti yang tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Kebijakan Terkait Infrastruktur Hijau di Inggris

No	Nama Kebijakan	Isi Kebijakan
1	Planning Policy Guidance 17	Perencanaan Lahan Terbuka, Olahraga, dan Rekreasi
2	Planning Policy Statement 9	Biodiversitas dan Konservasi Geologi
3	Planning Policy Statement 12	Perencanaan Tata Ruang Lokal
4	Regional Spatial Strategies (RSS)	Arahan Pengembangan Kawasan Lokal dan Regional
5	Royal Commission on Environmental Pollution	Mengenai kesepakatan penanggulangan polusi lingkungan
6	Lyons Inquiry Report	Laporan program-program pemerintah lokal dalam pengembangan infrastruktur hijau dalam penataan ruang
7	Thames Gateway Green Infrastructure Guidance	Penerapan infrastruktur hijau di sekitar Sungai Thames

Sumber: Widyaputra (2020).

Pembinaan dan program infrastruktur hijau di Inggris berdasarkan atas manfaat yang diterapkan khususnya pada kawasan permukiman. Menurut Widyaputra (2020) beberapa implementasi infrastruktur hijau yang dapat diterapkan pada kawasan permukiman adalah sebagai berikut:

- 1) *Green Space Standard* untuk kawasan permukiman, dimana model *green space standard* merupakan salah satu penerapan contoh pembinaan pemerintah untuk tetap memprioritaskan keberadaan lahan terbuka hijau pada kawasan permukiman. Namun ada beberapa standar untuk menjaga keberadaan *Natural Green Space* (Natural England, 2014; Town and Country Planning Association, 2008), di antaranya:
 - a) Penduduk tidak dianjurkan untuk tinggal lebih dari 300 meter dari area *natural green space* yang memiliki luas paling tidak 2 ha.
 - b) Setidaknya terdapat 1 ha area alami untuk tiap 1000 populasi penduduk.

- c) Setidaknya terdapat 1 area green space seluas paling tidak 20 ha dengan jarak 20 km dari rumah yang dapat diakses.
- d) Setidaknya terdapat 1 area green space seluas paling tidak 100 ha dengan jarak 5 km dari rumah yang dapat diakses.
- e) Setidaknya terdapat 1 area area green space seluas paling tidak 500 ha dengan jarak 10 km dari rumah yang dapat diakses.

Pelaksanaan Infrastruktur Hijau Pada Kawasan Perumahan di Inggris

Pelaksanaan infrastruktur hijau pada beberapa kota di Inggris direncanakan, dirancang dan dikelola oleh semua pihak terkait serta melibatkan masyarakat lokal dan bertujuan untuk menanggulangi dampak perubahan iklim dan dapat memberikan manfaat ekonomi, sosial dan lingkungan bagi masyarakat itu sendiri. Penerapan konsep infrastruktur hijau di Inggris dapat dijabarkan sebagai berikut:

a) Sistem Drainase Berkelanjutan (*Sustainable Drainage System*)

Tingginya laju urbanisasi pada daerah perkotaan yang disertai dengan perubahan iklim secara ekstrim yang berdampak secara langsung pada kawasan perumahan mengakibatkan air permukaan yang meluap sehingga terjadinya banjir pada selokan. Infrastruktur hijau dengan sistem drainase berkelanjutan memiliki peran yang sangat besar dalam mengurangi risiko banjir. Dengan mengurangi tingkat dan volume air yang memasuki saluran air dengan menyediakan tempat penyimpanan permanen dan sementara, atau membiarkan air untuk menyusup ke dalam tanah.

b) *Green Street and Green Wall*

Konsep ini bertujuan untuk meningkatkan jumlah vegetasi perkotaan untuk menurunkan suhu daerah permukiman yang tinggi. Implementasi dari konsep ini mengacu pada penanaman pohon pada sepanjang jalan, gang hijau dan tembok bervegetasi.

c) *Green Roof dan Pembangkit Listrik*

Vegetasi pada permukaan atap rumah dipercayakan dapat menurunkan suhu dan menangkap kandungan karbon yang berlebih di udara. Kombinasi dengan kincir angin atau panel surya sebagai pembangkit listrik dapat menambah nilai konservasi.

Penerapan Green Infrastructure Berbasis Komunal di Inggris

Adapun sistem yang diterapkan sebagai penerapan berbasis komunal di Inggris adalah penegakan hukum, pemberian intensif dan reward serta kelembagaan. Sistem penegakan hukum dilakukan bersama instansi lain seperti Natural England mengupayakan penegakan dengan dasar hukum sebagaimana yang tertulis dalam The Regulatory Enforcement and Sanctions (RES) Act 2008. Sanksi-sanksi yang dapat dikenakan pada pelanggar hukum terkait pelaksanaan kebijakan ramah lingkungan dan infrastruktur hijau di Inggris dapat berupa denda uang/Monetary, penghentian aktifitas, tindakan hukum, serta tindakan dari pada pihak ketiga atau pihak yang dirugikan. Sedangkan pemberian *intensif* dan *rewards* dilakukan kepada pihak yang mampu mengurangi limbah terutama pada limbah rumah tangga. Intensif fiskal dilakukan sebagai pengurangan pajak tanah dan air jika berpartisipasi dalam upaya penghematan energi. Selanjutnya mengenai kelembagaan terkait infrastruktur hijau di Inggris dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Instansi/Lembaga Terkait Infrastruktur Hijau di Inggris

No	Nama Instansi/Lembaga	Peran dan Fungsi
1	Natural England	Natural England adalah lembaga non departemen pemerintah Inggris yg bertanggung jawab untuk memastikan bahwa lingkungan alam Inggris, termasuk tanah, flora dan fauna, air tawar dan lingkungan laut, geologi dan tanah, dilindungi dan ditingkatkan. Lembaga ini juga memiliki tanggung jawab untuk mengupayakan masyarakat dapat menikmati, memahami dan mengakses lingkungan alam.
2	Town and Country Planning Association (TCPA)	Berperan dalam reformasi sistem pemerintahan di Inggris agar lebih responsif terhadap kebutuhan dan aspirasi masyarakat, serta mempromosikan konsep pembangunan berkelanjutan
3	Environment Agency	Lembaga Eksekutif Non Departemen yang bertanggung jawab kepada Menteri Negara Lingkungan Hidup, Pangan dan Pedesaan. Tujuan lembaga ini adalah untuk melindungi dan memperbaiki lingkungan, serta mempromosikan pembangunan berkelanjutan.
4	Forestry Commission	Komisi yang memiliki tanggung jawab untuk kehutanan di Inggris serta kegiatan tertentu yang

5	Green Alliance	terkait dengan usaha kehutanan. Berfungsi untuk memastikan para pemimpin politik Inggris dapat merumuskan solusi dalam memecahkan masalah lingkungan global.
---	----------------	---

Sumber: Widyaputra (2020).

Singapura

Singapura merupakan salah satu negara yang terletak di Asia Tenggara yang berkembang pesat dari sektor pengembangan kawasan serta pertumbuhan ekonomi. Singapura dengan jumlah penduduk yang mencapai lebih dari 5,8 juta jiwa maka dibutuhkan penyediaan lingkungan tempat tinggal yang sehat serta nyaman bagi penduduk pada kawasan tersebut. Beberapa upaya yang akan dilakukan oleh pemerintah Singapura adalah dengan menambah jumlah hijauan untuk setiap gedung-gedung tinggi, mengalokasikan ruang terbuka hijau seluas 0.8 ha per 1000 penduduk, dan meningkatkan jumlah jalur sepeda dan pejalan kaki. Namun disisi lain, pemanfaatan teknologi dalam pembangunan kawasan perkotaan dan permukiman pun gencar dilakukan salah satunya seperti memasang panel energi surya di kompleks perumahan guna mendukung efisiensi sumber daya energi nasional (Inter-Ministerial Committee on Sustainable Development, 2009). Menurut Widyaputra (2020) adapun peraturan yang direncanakan oleh pemerintah dalam rangka meningkatkan kualitas lingkungan dan mengurangi dampak polusi serta merevitalisasi kegiatan ekonomi dan mengurangi biaya infrastruktur perkotaan dan industri telah tercantum di beberapa peraturan pada Tabel 5.

Tabel 5. Peraturan Terkait Infrastruktur Hijau di Singapura

No	Nama Lembaga	Peran dan Fungsi
1	<i>Ministry of the Environment and Water Resources</i> (MEWR)	Kementerian Nasional yang berfungsi mengatur pemanfaatan sumberdaya air dan lingkungan
2	<i>National Environment Agency</i> , NEA	Perlindungan lingkungan, kesehatan masyarakat melalui lingkungan hidup, dan pelayanan meteorologis
3	<i>Public Utilities Board</i> , PUB	Pengaturan sarana publik manajemen pengelolaan air
4	<i>National Parks Board</i> (NParks)	Konservasi alam dan pengaturan taman rekreasi secara umum
5	<i>Land Transport Authority</i> (LTA)	Pengaturan terkait permasalahan kendaraan dan transportasi
6	<i>The Public Transport Council</i> (PTC)	Membentuk jaringan transportasi massal yang komprehensif dan terintegrasi, mengawasi kualitas transportasi
7	<i>Urban Redevelopment Authority</i> (URA)	Penataan dan pengembangan kota
8	<i>Building Authorities Construction</i> (BCA)	Konstruksi bangunan dan pekerjaan umum, terkait keamanannya manajemen dan

Sumber: Widyaputra (2020).

Penerapan Green Infrastruktur Berbasis Komunal di Singapura

Konsep penerapan *green* infrastruktur di Singapura bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup dan kesehatan masyarakat. Indikator acuan yang menjadi tolak ukur dalam penerapan *green infrastructure* di Singapura berasal dari *Public Utilities Board of Singapore* yang mengeluarkan publikasi ABC (*Active, Beautiful, Clean*) *Water Design Guidelines* pada tahun 2009 yaitu program penataan kawasan sekitar sungai dan berbagai upaya konservasi sumber daya air. Pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development*) di Singapura juga didukung penuh oleh pemerintah Singapura dengan mengadakan program *Sustainable Singapore*. Widyaputra (2020) mengatakan bahwa pada pembangunan di Singapura terdapat 6 sasaran utama dalam pelaksanaan program *City in a Garden* yang merupakan bagian dari pada *Green Infrastructure*, diantaranya Pembangunan "*World-class Gardens*", peningkatan kualitas taman kota dan memperindah penataan jalan (*streetscape*), Optimalisasi ruang perkotaan dan infrastruktur, memperkaya biodiversitas pada lingkungan perkotaan, meningkatkan kompetensi industri bentang lahan dan hortikultura serta mendukung dan menginspirasi masyarakat untuk berpartisipasi aktif dalam program penghijauan Singapura. Selanjutnya pada program ABC *Water* Singapura direncanakan oleh *Public Utilities Board* (PUB) tahun 2013 untuk mengintegrasikan jaringan hijau (*greenscape network*) dan jaringan biru (*river, water resource*) serta menekankan pentingnya hubungan harmonis antara masyarakat dan lingkungan sumber daya air yang harus ditingkatkan. Widyaputra (2020) juga mengatakan bahwa program ABC *Water* dapat dijabarkan sebagaimana berikut:

1. ACTIVE – Menyediakan ruang komunitas untuk mendekatkan masyarakat pada lingkungan air melalui aktivitas rekreasi.
2. BEAUTIFUL – Mengubah penampungan air dan jalur air menjadi wahana yang indah dan menarik bagi masyarakat dan mengintegrasikannya dengan taman, perumahan, dan bahkan pembangunan komersial.

3. CLEAN – Meningkatkan kualitas air melalui manajemen sumber daya air holistik dengan mengurangi laju runoff, menjaga sumber air bersih, serta meningkatkan keindahan bentang lahan. Tujuannya juga untuk meminimalkan polusi di jalur air melalui pendidikan publik dan membangun hubungan baik antara masyarakat dan sumber daya air.

Indonesia

Pada negara Indonesia bangunan yang sudah bersertifikat green building yang merupakan bagian dari pada green infrastruktur sejak tahun 2018 terdapat 20 bangunan dengan kategori gold hingga platinum (Widiarsa, 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Widiarsa (2021) juga mengatakan bahwa hasil observasi *Green Building Council Indonesia* (GBCI) pada tahun 2013 mencatat sekitar 30% sampai dengan 40% emisi karbondioksida dihasilkan oleh bangunan hal ini menunjukkan bahwa, bangunan memiliki andil yang cukup besar pada proses kerusakan lingkungan. Di Indonesia konsep *green building* yang diaplikasikan berorientasi pada *zero energy use* dan penggunaan energi terbarukan. Beberapa kota di Indonesia yang telah menerapkan konsep *green building* seperti Jakarta, Surabaya, dan Yogyakarta (Widiarsa, 2021). Sebagai wujud apresiasi pemerintah Indonesia dalam menerapkan *green building* salah satunya melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 02/PRT/2015 tentang Bangunan Gedung Hijau. Konsep *green building* yang berjalan lambat, salah satunya dikarenakan minimnya minat untuk berinvestasi dari para pengembang pada pembangunan bangunan berkonsep *green building* sebab dugaan kebutuhan biaya sangat besar (Widiarsa, 2021). Enam parameter yang diterapkan oleh GBCI untuk mencirikan bangunan hijau di Indonesia yakni tepat guna lahan, efisiensi energi dan refrigeran, konservasi air, sumber daya dan siklus material, kualitas dan kenyamanan udara, serta manajemen lingkungan bangunan (Hidayat, 2017).

Penilaian sertifikasi di Indonesia meliputi jenis bangunan yang sudah dimanfaatkan, bangunan baru, dan ruang interior dengan perangkat nilai yang berbeda satu sama lain (Widiarsa, 2021). Setelah memenuhi persyaratan *green building*, maka bangunan yang disertifikasi akan memperoleh sertifikat *greenship*. Sistem rating di Indonesia disusun oleh GBCI yang merupakan organisasi independen dan nirlaba yang berkomitmen pada implementasi praktik pembangunan berkelanjutan. Widiarsa (2021) juga mengatakan bahwa pada *Greenship Rating Tools* terdapat peringkat yang dicapai sesuai persentase dan point yang dicapai terhadap total point yaitu Bronze (36%), Silver (43%), Gold (57%), dan Platinum (73%). Adapun bangunan yang sudah bersertifikasi green building sejak tahun 2013 hingga tahun 2018 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Bangunan Bersertifikat *Green Building* di Indonesia

No	Nama Gedung	Lokasi/Kota	Peringkat	Jenis Gedung	Sertifikasi Greenship
1	AIA Central	Jakarta Selatan	Gold	Swasta/Perkantoran	New Building
2	Gedung Taraskita	Jakarta Timur	Gold	Perkantoran dan Hotel	New Building
3	United Tractors Head Office	Jakarta	Platinum	Swasta/Perkantoran	New Building
4	Dusaspun Gunung Putri	Bogor	Platinum	Hotel/Apartement	New Building
5	PT AIA Financial	Jakarta	Platinum	Swasta	Interior Space
6	Distribution Center The Body Shop Indonesia	Jakarta Utara	Gold	Perkantoran	New Building
7	Gedung Waskita	Jakarta Timur	Gold	Pemerintah / Perkantoran	Existing Building
8	Santa FE Indonesia Head Office	Jakarta	Gold	Perkantoran	New Building
9	Sequis Center	Jakarta	Gold	Swasta	Existing Building
10	Green Office Park 6	Tangerang	Gold	Perkantoran	New Building
11	Wisma Subyanto	Jakarta Timur	Silver	Pemerintah	New Building
12	Main Office Building PT Holcim Indonesia Tuban	Tuban, Jawa Timur	Gold	Perkoantoran	New Building
13	Alamanda Tower	Jakarta Selatan	Gold	Swasta	New Building
14	PT L'oreal	Jakarta	Platinum	Swasta	Interior Space

Indonesia						
15	Gedung Pasific Place	Jakarta	Platinum	Mall		Existing Building
16	Kantor Bank Indonesia, Solo	Solo	Gold	Pemerintah/ perkantoran		New Building
17	Kementrian PU	Jakarta	Platinum	Pemerintah/ perkantoran		New Building
18	Graha Telkomsigma	Jakarta	Gold	Pemerintah/ perkantoran		Existing Building
19	Gedung Sampuerna Strategic Square PT Buana Sakti, Jakarta	Jakarta	Gold	Swasta/ Perkantoran		Existing Building
20	Menara BCA PT Grand Indonesia	Jakarta	Platinum	Pemerintah/ perkantoran		Existing Building

Sumber: Widiarsa (2021).

Berdasarkan Tabel 5 dapat diambil kesimpulan bahwa sertifikasi bangunan hijau dari tahun 2013 hingga 2018 masih dalam sekitaran daerah ibukota jakarta, hal tersebut dikarenakan adanya Pergub DKI Jakarta No 38 Tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau yang mengharuskan bangunan milik swasta maupun pemerintahan harus memenuhi persyaratan bangunan hijau. Peraturan tersebut belum diberlakukan secara nasional (Widiarsa 2021).

Regulasi Pemerintah Indonesia

Terdapat 6 regulasi penting yang membahas aspek *green infrastructure* di Indonesia, diantaranya kajian aspek tepat guna lahan menurut UU Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung Nomor dan UU 26 Tahun 2007 tentang penataan ruang dan gedung, UU Nomor 32 Tahun 2009 tentang Pengelolaan dan Perlindungan Lingkungan. Pada UU Penataan Ruang disebutkan bahwasannya terdapat Ruang Terbuka Hijau (RTH) di dalam kota dengan proporsi luas minimal 30%. Selanjutnya peraturan efisiensi energi dan refrigeran telah diregulasikan melalui UU Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi dan Permen ESDM Nomor 14 Tahun 2012 Tentang Manajemen Energi, PP Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, Inpres Nomor 13 Tahun 2011 tentang Penghematan Energi dan Air, dan lainnya. UU No 7 Tahun 2014 tentang Sumber Daya Air, PP Nomor 42 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air, Inpres Nomor 2 Tahun 2008 tentang Penghematan Energi dan Air, dan lainnya. Pada UU ini disebutkan bahwa terdapat rincian penghematan air seperti peralatan saniter, perhitungan kebutuhan air, dan instalasi tangki penyimpanan air hujan juga ditetapkan berkapasitas 50% dari jumlah air hujan yang jatuh sesuai curah hujan tahunan. UU Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan, PP No 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, dan lain sebagainya. Pemerintah mengatur agar setiap bangunan memiliki persyaratan kesehatan bagi penghuninya demi mewujudkan kualitas lingkungan yang sehat, baik sosial, biologi, kimia, maupun fisik. Dimana pada Kepmenkes 1405 tahun 2002 diatur suhu ruangan secara umum 25 derajat celcius dengan kelembaban relatif 60%. UU No 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, PP No 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, PP No 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun.

Perkembangan Penerapan Green Infrastructure di Indonesia

Merujuk pada riview yang dilakukan peneliti, beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan mengenai pelaksanaan pembangunan *green infrastructure* di Indonesia terutama pada kawasan perumahan berbabsis komunal. Implementasi *green infrastructure* dapat dikatakan tidak mudah hal ini disebabkan oleh implementasi yang dilakukan tidak hanya terpaku pada pembangunan bangunan yang bersertifikat ramah lingkungan tetapi juga dibutuhkan manajemen aktifitas pada pelaksanaannya. Widiarsa (2021) mengatakan bahwa Perjanjian antara Pemerintah Indonesia dan Global Green Growth Institute tentang Kantor Global Green Growth Institute di Indonesia telah menerapkan Program Green Growth Assessment Process (GGAP) yakni program yang digagas untuk mempercepat pembangunan hijau di Indonesia. Program ini akan diimplementasikan pada indikator-indikator setiap level proyek, sektor, wilayah, provinsi, dan nasional untuk menunjang prioritas kebijakan pembangunan hijau. Program ini telah disahkan pada tahun 2022 dengan tujuan menjadi negara berpenghasilan tinggi pada 2030 dengan mendorong pertumbuhan hijau di Indonesia yang mengakui nilai modal alam, meningkatkan ketahanan, membangun perekonomian lokal, yang bersifat inklusif dan adil.

Namun, disisi lain regulasi di Indonesia sudah terdapat beberapa regulasi yang mendorong pelaksanaannya. Hal ini dapat dilihat dari aspek efisiensi energi, analisis dampak bangunan pada lingkungan, maupun secara spesifik terkait bangunan gedung hijau. Selanjutnya, peraturan yang dikeluarkan oleh suatu instansi pemerintah belum terhubung dengan peraturan lain yang terkait di instansi pemerintah lainnya. Masih dibutuhkan upaya untuk menyesuaikan dan mensinkronisasikan regulasi dari atas (peraturan paling tinggi) untuk mendukung regulasi yang berada di bawahnya (Chaerani, 2024). Regulasi yang diterapkan selama ini belum ada yang menerapkan intensif untuk bangunan yang telah menerapkan *green building*, hal ini juga menjadi salah satu

faktor penghambat dalam penerapan *green building*. Peraturan Kementerian PUPR No. 21 Tahun 2021 tentang Bangunan Gedung Hijau masih belum memusatkan kebijakan insentif bagi bangunan bersertifikasi *green building*, adapun kebijakan terkait insentif diserahkan pada pemerintah daerah masing-masing (Chaerani, 2024). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pahnuel, dkk (2020) mengatakan bahwa salah satu pemerintah daerah yang telah memiliki kebijakan insentif atas bangunan bersertifikat *green building* adalah Pemerintah Daerah Kota Bandung, yaitu berupa pembebasan pajak PBB Sektor Pedesaan dan Perkotaan sebesar 20% dari pajak terutang. Namun penelitian yang dilakukan oleh Chaerani (2024) juga mengatakan bahwa implementasi regulasi juga masih menjadi tantangan dimana proses sosialisasi masih belum efektif dilakukan.

Penelitian yang dilakukan oleh Madoeretno, dkk (2022) mengatakan bahwa banyak pelaku bisnis yang meyakini bahwa pembangunan *green building* menggunakan biaya yang tinggi pada biaya investasi maupun biaya pemeliharaan *green building*. Pandangan itu umumnya dipengaruhi oleh anggapan bahwa teknologi yang digunakan pada *green building* merupakan suatu investasi yang mahal. Adapun beberapa teknologi yang diaplikasikan pada *green infrastructure* seperti panel surya, pengumpulan air hujan, dan desain ramah lingkungan dapat menambah biaya konstruksi maupun pemeliharaan. Hal ini juga berdampak pada minat komunitas masyarakat terkait implementasi *green infrastructure* pada kawasan perumahan. Wujud perhatian masyarakat di Indonesia terkait *green building* saat ini mulai meningkat, hal ini dikarenakan beberapa pemerintah daerah di Indonesia telah mengeluarkan peraturan yang mewajibkan para pelaku konstruksi untuk menerapkan konsep *green infrastructure* (Artha, 2020). Namun kenyataannya ada beberapa daerah pedalaman di Indonesia belum adanya peningkatan kesadaran masyarakat terhadap lingkungannya dalam pembangunan kawasan perumahan yang sesuai dengan aspek *green infrastructure*. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Limas (2014) mengatakan bahwa permasalahan yang dihadapi pada kawasan perumahan akibat kurangnya implementasi *green building* yaitu peningkatan pemakaian listrik sebesar 5 – 6 %.

Untuk menanggulangi beberapa efek negatif tersebut, ada beberapa alternatif yang disarankan oleh agensi lingkungan internasional seperti UNEP, yakni melalui penggunaan *green roof*, penggunaan *cool roof*, penanaman tumbuhan dan vegetasi pada lahan yang disediakan dan *cool pavement*. Dari sekian banyak alternative yang ada penggunaan *Green Roof* merupakan sistem yang cocok untuk kawasan perumahan di Indonesia mengingat kondisi iklim yang terdapat pada negara ini adalah tropis, baik dari segi ekonomi hingga segi environmental Limas (2014). *Green Roof* menurut artikel EPA tahun 2005 adalah istilah yang merujuk pada atap dari suatu bangunan dimana sebagian atau seluruh permukaan atapnya ditutupi dengan vegetasi atau media tumbuhan dan dilapisi oleh membran penghalang air (*waterproofing*) Penelitian ini juga menyebutkan bahwasannya alasan kuat untuk menggunakan alternative *green roof* untuk kawasan perumahan di Indonesia adalah:

1. Mengurangi pemakaian energi listrik sebesar 25% yang disebabkan oleh penggunaan AC dalam ruangan guna mengatasi efek pemanasan
2. Mengurangi biaya yang digunakan untuk peremajaan atap dengan menambah umur atap sekitar 20-40 tahun
3. Dengan adanya sistem drainase dan irigasi, mengurangi potensi banjir sebesar 11-15%.
4. Membantu menyeimbangkan kelembapan udara kota dan sekitarnya dengan perbedaan 3%-7%.
5. Dapat dijadikan sebagai solusi alternatif dalam mengatasi keterbatasan RTH (Ruang Terbuka Hijau) yang hingga kini hanya mencapai 9,6% .

KESIMPULAN

Penelitian ini membahas mengenai pendekatan konsep penerapan *green infrastructure* pada kawasan perumahan berbasis komunal yang ditinjau melalui studi literature. Kajian yang dilakukan menggunakan sumber dari pada referensi terpercaya yang dapat dilacak melalui *google scholar index*, buku, dan regulasi pemerintah dan standar atau pedoman yang membahas terkait penerapan *green infrastructure*. Selain itu, penelitian ini menganalisis berbagai persepsi penerapan *green infrastruktur* yang digunakan oleh para peneliti sebelumnya. Penerapan *green infrastructure* pada negara maju seperti Amerika, Inggris dan Singapura telah sampai pada titik di mana kebutuhan akan lingkungan yang nyaman, bersih, indah, sehat dan berkelanjutan menjadi hal utama yang perlu direncanakan dalam pembangunan. Sedangkan regulasi di Indonesia sudah terdapat beberapa regulasi yang mendorong pelaksanaannya. Hal ini dapat dilihat dari aspek efisiensi energi, analisis dampak bangunan pada lingkungan, maupun secara spesifik terkait bangunan gedung hijau. Selanjutnya, peraturan yang dikeluarkan oleh suatu instansi pemerintah belum terhubung dengan peraturan lain yang terkait di instansi pemerintah lainnya. Masih dibutuhkan upaya untuk menyesuaikan dan mensinkronisasikan regulasi dari atas (peraturan paling tinggi) untuk mendukung regulasi yang berada di bawahnya sehingga terwujud penerapan *green infrastructure* yang optimal dari kesadaran masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Artha, B, dkk. (2020). Analisa kajian literatur Green Building berdasarkan sudut pandang perkembangan ekonomi. *Jurnal Arsitektur Pendapa*, (Vol.3 (2), pp.47-52).
- Chaerani, Y,E. Firmansyah, A. (2024). Kebijakan Dan Penerapan Green Building Di Indonesia: Suatu Tinjauan. *Jurnalku*, (Vol.4 (1), pp.68-78).



- Ervianto, I. (2018). Studi Pendekatan Ekonomi Biru Untuk Infrastruktur Di Indonesia, Seminar Nasional Sains dan Teknologi (Vol.8, pp.1-7).
- Hidayat, S. M. (2017). Perencanaan Lingkungan Dan Bangunan Berkelanjutan Di Indonesia: Tinjauan Dari Aspek Peraturan Perundang-Undangan. Jurnal Tata Loka Undip. (Vol.19 (1), pp.15-28).
- Limas, V.A. dkk (2014). Pembahasan Mengenai Efek Urban Heat Island Dan Solusi Alternatif Bagi Kota Jakarta. J@TI Undip. (Vol. 9(1), pp. 29-34).
- Madoretno, P.A., Marfiana, P. (2022). Pembangunan Green Building dalam Upaya Mitigasi Global Warming Pada Kualitas Kesehatan Lingkungan Kerja. Jurnal Gema Wiralodra, (Vol. 13(2), pp. 381-397).
- Nugraha, S., Hilwati, H., dan Faridani, I. (2021). Kajian Penggunaan Green Infrastruktur dalam Upaya Penurunan Suhu Permukaan di Wilayah SWK Tegalega. Jurnal Riset Perencanaan Wilayah dan Kota. (Vol.10, pp. 62-71).
- Widiarsa, B.K. Kumara, INS. Haratati, S.R. (2021). Studi Literatur Perkembangan Green Building Di Indonesia. Jurnal Spektrum. (Vol.8 (2), pp.37-47).
- Widyaputra, K.P. (2020). Penerapan Infrastruktur Hijau di Berbagai Negara Mendukung Pembnagunan Berkelanjutan Berbasis Lingkungan. Penerbit Widina Bhakti Persada Bandung.