



GREEN INFRASTRUCTURE FRAMEWORK: SEBUAH STRATEGI PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR HIJAU NASIONAL

Dadi Heryana¹⁾, Amrie Firmansyah^{2)*}

¹⁾ [4132220003 dadi@pknstan.ac.id](mailto:dadi@pknstan.ac.id), Politeknik Keuangan Negara STAN

²⁾ amriefirmansyah@uprvj.ac.id, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

* penulis korespondensi

Abstract

Infrastructure development not only has a positive impact but also has a negative impact, especially on the environment, so there is a need for a strategy that aims to mitigate negative impacts and to provide green infrastructure that is environmentally friendly. This research aims to review the extent to which the potential for implementing the Green Infrastructure Framework can be used as a strategy for developing green infrastructure in Indonesia. This research was carried out using a qualitative approach by synthesizing various studies that reviewed the impact of infrastructure development in Indonesia concerning the principles and standards contained in the Green Infrastructure Framework to reduce this impact. The research results show that implementing the Green Infrastructure Framework can be a government strategy for developing national green infrastructure to reduce the negative impact of infrastructure development on the environment by adopting the framework into various policies or regulations in infrastructure development. This research can expand understanding of how the Green Infrastructure Framework can provide added value in implementing the Green Infrastructure concept in Indonesia so that it can be considered in formulating policies for infrastructure development in Indonesia.

Keywords: *Green Infrastructure, Green Infrastructure Framework, Sustainability Policy*

Abstrak

Pembangunan infrastruktur tidak hanya memiliki dampak positif melainkan juga memiliki dampak negatif khususnya terhadap lingkungan, maka perlu adanya strategi yang mengarah pada mitigasi dampak negatif serta untuk menyediakan infrastruktur hijau yang ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengulas sejauh mana potensi penerapan *Green Infrastructure Framework* dapat digunakan sebagai strategi dalam pembangunan infrastruktur hijau di Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kualitatif dengan melakukan sintesis berbagai penelitian yang mengulas tentang dampak pembangunan infrastruktur di Indonesia dikaitkan dengan prinsip-prinsip dan standar yang terdapat dalam *Green Infrastructure Framework* untuk mengurangi dampak tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *Green Infrastructure Framework* dapat menjadi strategi pemerintah dalam pembangunan infrastruktur hijau nasional sebagai upaya untuk mengurangi dampak negatif dari pembangunan infrastruktur terhadap lingkungan dengan mengadopsi *framework* tersebut ke dalam berbagai kebijakan atau regulasi dalam pembangunan infrastruktur. Penelitian ini dapat memperluas pemahaman bagaimana *Green Infrastructure Framework* dapat memberikan nilai tambah dalam implementasi konsep *Green Infrastructure* di Indonesia sehingga dapat dipertimbangkan dalam menyusun kebijakan dalam pembangunan infrastruktur di Indonesia.

Kata Kunci: *Infrastruktur Hijau, Green Infrastructure Framework, Kebijakan Keberlanjutan*

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur dipandang sebagai salah satu kunci dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Pembangunan infrastruktur dapat menciptakan efek domino yang luar biasa khususnya dalam perekonomian. Infrastruktur yang tersedia dengan baik dapat memperlancar setiap aktivitas ekonomi baik itu produksi, distribusi, hingga konsumsi. Kemudahan dalam melakukan aktivitas ekonomi tersebut dapat membuat ekonomi semakin tumbuh dan membuat setiap pelaku ekonomi di dalamnya semakin sejahtera.

Menyadari pentingnya pembangunan infrastruktur, pemerintah mulai berfokus pada pembangunan infrastruktur yang masif. Masifnya pembangunan infrastruktur tersebut dapat dilihat pada tren anggaran yang dialokasikan pemerintah untuk pembangunan infrastruktur. Sejak tahun 2014, anggaran infrastruktur memiliki porsi yang cukup besar dibandingkan alokasi anggaran pada sektor lainnya (Putri, 2023). Selain itu, masifnya pembangunan infrastruktur juga tidak hanya terfokus pada satu wilayah tertentu (tidak berfokus hanya di



Pulau Jawa) melainkan dilakukan tersebar di seluruh Indonesia seperti Jalan Tol Trans Sumatera, Jalan Trans Papua, dan berbagai proyek di wilayah Indonesia lainnya.

Masifnya pembangunan infrastruktur tersebut tidak hanya memiliki dampak yang positif melainkan memiliki dampak negatif baik dalam proses pembangunannya maupun dampak negatif adanya infrastruktur tersebut setelah terbangun. Dampak negatif tersebut khususnya dampak terhadap sosial dan lingkungan. Dampak lingkungan menjadi salah satu dampak yang nyata dari proses pembangunan infrastruktur seperti berkurangnya area hijau karena pembukaan hutan, mengganggu habitat dari flora dan fauna di sekitar infrastruktur tersebut, mengganggu siklus air, dan lain-lain. Sedangkan dampak sosial yang dapat timbul seperti adanya penggantian lahan masyarakat yang tidak sesuai nominal yang diharapkan, pemukiman masyarakat yang terpinggirkan, dan lain-lain.

Adanya dampak sosial dan lingkungan tersebut tentunya tidak sejalan dengan konsep *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang menjadi salah satu fokus global. Konsep SDGs mencetuskan pembangunan berkelanjutan yang mengedepankan keselarasan aspek ekonomi, lingkungan hidup, dan sosial (Hayati & Yulianto, 2020). Agar selaras dengan konsep tersebut, dampak negatif dari pembangunan infrastruktur perlu diminimalisir atau bahkan dihilangkan. Salah satu konsep yang dapat diterapkan untuk meminimalisir dampak sosial dan lingkungan dalam pembangunan infrastruktur adalah konsep *Green Infrastructure* atau Infrastruktur Hijau.

Berbagai dampak negatif yang muncul dari pembangunan infrastruktur perlu adanya strategi sehingga diharapkan seluruh pembangunan infrastruktur dapat memenuhi konsep dan kriteria *Green Infrastructure*. Di luar negeri, pemerintah telah menerapkan berbagai strategi dalam arah pembangunan menuju pembangunan infrastruktur hijau seperti Inggris yang menerapkan *Green Infrastructure Framework* sebagai kerangka dalam pembangunan infrastruktur hijau. *Green Infrastructure Framework* memberikan suatu struktur untuk menganalisis bagaimana pengembangan infrastruktur dilakukan dengan mempertimbangkan konsep infrastruktur hijau (Natural England, 2023).

Secara umum, definisi *Green Infrastructure* melingkupi infrastruktur yang memiliki mitigasi atau menghindari dampak negatif terhadap lingkungan (Mulyono, 2021). pembangunan infrastruktur yang menerapkan konsep *Green Infrastructure* diharapkan dapat meminimalisir dampak-dampak negatif yang dapat timbul dari pembangunan infrastruktur. Oleh karena itu, perlu analisis bagaimana penerapan konsep *Green Infrastructure* dalam pembangunan infrastruktur nasional di Indonesia sejauh ini. untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis sejauh mana konsep *Green Infrastructure* diterapkan dalam pembangunan infrastruktur nasional.

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait yang membahas tentang penerapan konsep *Green Infrastructure*. Suhena & Hindersah (2022) melakukan penelitian terhadap Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikapundung, Bandung yang menerapkan konsep *Soil Bioengineering* sebagai *Green Infrastructure* dalam mencegah erosi. Selain itu, Nurhidayati (2022) meneliti tentang penerapan *Blue-Green Infrastructure* melalui *Permeable Pavements Pedestrian* dan Kolam Retensi untuk mitigasi genangan banjir di kota Pontianak. Sejalan dengan penelitian Nurhidayati, penelitian Budiana & Nurmaidah (2022) yang meneliti penerapan model *system drainage* dengan *Permeable Pavement*, *Planters Box* serta *Bioswale* dalam mewujudkan penanganan sistem drainase kota Medan yang ramah lingkungan. Namun, disamping hasil penelitian tersebut yang mengulas pembangunan infrastruktur yang telah memperhatikan konsep *Green Infrastructure*, masih banyak pembangunan infrastruktur yang belum menerapkan konsep *Green Infrastructure* sehingga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan.

Sebagai negara yang sedang melakukan banyak pembangunan infrastruktur yang masif dan adanya dampak negatif dari pembangunan infrastruktur terhadap lingkungan maka



Indonesia mungkin dapat mengadopsi *Green Infrastructure Framework* seperti halnya yang telah dilakukan di Inggris sebagai strategi dalam pembangunan infrastruktur nasional. *Green Infrastruktur Framework* tersebut perlu dilakukan analisis untuk menilai sejauh mana *framework* tersebut dapat mengatasi dampak negatif pembangunan infrastruktur di Indonesia. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan analisis mengenai potensi dan urgensi penerapan *Green Infrastructure Framework* sebagai sebuah strategi nasional dalam pembangunan infrastruktur hijau yang dapat memitigasi dampak negatif pembangunan infrastruktur untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengulas potensi *Green Infrastructure Framework* dapat diadopsi sebagai salah satu strategi dalam pembangunan infrastruktur yang berorientasi pada penanganan dampak negatif terhadap lingkungan. Dari tujuan penelitian tersebut dapat terlihat perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu bahwa penelitian ini lebih berfokus pada analisis secara umum berkaitan dengan prinsip, standar, dan panduan yang dapat diadopsi dalam membangun *Green Infrastructure*. Sementara itu, penelitian sebelumnya seperti Suhena & Hindersah (2022), Nurhidayati (2022), dan Budiana & Nurmaidah (2022) lebih berfokus secara teknis bagaimana teknik dan metode dalam membangun *Green Infrastructure* pada jenis infrastruktur tertentu.

Penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam menambah literatur berkaitan dengan topik *Green Infrastructure* khususnya dalam konteks Indonesia. Penelitian ini dapat mendorong pemahaman terkait perbaikan tata kelola pembangunan infrastruktur yang berorientasi pada penanganan dampak lingkungan yang ditimbulkannya dengan pendekatan yang terstandarisasi. Pendekatan yang terstandarisasi tersebut salah satunya dengan mengadopsi *Green Infrastructure Framework* yang telah diterapkan di luar negeri seperti Inggris.

Selain dari sisi literatur, penelitian ini dapat memberikan kontribusi secara praktis yaitu sebagai acuan dan pedoman bagi seluruh pihak yang terlibat dalam pembangunan infrastruktur menerapkan *Green Infrastructure* di masa yang akan datang baik infrastruktur regional, nasional, maupun internasional. Penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan bagi pembuat kebijakan sejauh mana *Green Infrastructure Framework* dapat diadopsi dalam pembangunan infrastruktur di Indonesia agar lebih banyak infrastruktur yang mengukung konsep *Green Infrastructure*.

KAJIAN PUSTAKA

Konsep Green Infrastructure

Konsep *Green Infrastructure* dapat memiliki definisi yang berbeda, bergantung pada konteks yang digunakan dan oleh siapa konsep tersebut digunakan (Wright, 2011). Konsep *Green Infrastructure* mendapatkan daya tarik di antara para peneliti dan pembuat keputusan, dan definisinya telah berkembang secara signifikan selama bertahun-tahun, dengan ratusan penelitian yang diterbitkan dengan berbagai pendekatan (Laforteza et.al, 2013). Brown, Kim, & Romani (2015) menjelaskan bahwa istilah *Green Infrastructure* paling awal berasal dari disiplin terkait konservasi untuk menggambarkan ruang hijau multifungsi yang mendukung pembangunan berkelanjutan. Dalam definisi ini, ruang alam diintegrasikan atau dipadukan dengan sistem buatan manusia untuk menciptakan sinergi, seperti dataran banjir, atap hijau, dan sistem pemanenan air hujan.

Green Infrastructure adalah sebuah konsep, upaya, atau pendekatan untuk menjaga lingkungan yang sustainable melalui penataan ruang terbuka hijau dan menjaga proses-proses alami yang terjadi di alam seperti siklus air hujan, kondisi tanah, dll. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, istilah infrastruktur hijau telah berkembang menjadi infrastruktur buatan manusia yang menjaga atau meningkatkan produktivitas sumber daya alam, termasuk mengurangi intensitas emisi (Permono & Hindersah, 2021).



Meskipun fungsi lingkungan sering menjadi fokus utama dalam konsep *Green Infrastructure*, manfaat sosial juga merupakan kriteria yang sangat penting dalam konsep tersebut. (Monteira, Fereira, & Antunes, 2020). *Green Infrastructure* tidak hanya berkaitan dengan hal yang memiliki dampak positif pada lingkungan tetapi juga berkontribusi pada kesejahteraan masyarakat dengan cara meningkatkan konektivitas antara daerah perkotaan dan pedesaan, mengembangkan kekhasan lokal, inklusi sosial, dan rasa kebersamaan.

Pokok penting dari penerapan *Green Infrastructure* adalah menjaga keberlangsungan siklus sumber daya air secara alami, mengingat pemanfaatan air bersih terutama di lingkungan perkotaan telah meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan perkembangan kota. Pengurangan polusi juga merupakan bagian dari upaya mencapai lingkungan yang sehat dan bersih bagi masyarakat. Keterlibatan masyarakat pun menjadi unsur vital dalam tercapainya pengembangan infrastruktur hijau ini (Setiyono & Siddiq, 2018).

Green Infrastructure Framework

Green Infrastructure Framework merupakan sebuah *framework* yang dikembangkan oleh *Natural England* (sebuah badan publik yang didanai oleh pemerintah yang bertanggung jawab untuk melindungi dan melestarikan lingkungan alam di Inggris). *Green Infrastructure Framework* memberikan suatu struktur untuk menganalisis bagaimana pengembangan infrastruktur dilakukan dengan mempertimbangkan konsep infrastruktur hijau. *Green Infrastructure Framework* mulai dirilis pada tahun 2021 dengan memperkenalkan *Green Infrastructure Mapping and Principles*. Selanjutnya *Green Infrastructure Framework* dikembangkan kembali hingga rilis versi terbaru pada Januari 2023 (Natural England, 2023). *Green Infrastructure Framework* terdiri dari kerangka utama sebagai berikut.

Green Infrastructure Principle

Dalam *Green Infrastructure Framework*, *Green Infrastructure Principle* berisi prinsip-prinsip mengenai apa, mengapa, dan bagaimana *Green Infrastructure* yang baik sehingga prinsip tersebut dikategorikan kedalam tiga kategori yaitu *Why*, *What*, dan *How*. Ketiga kategori prinsip tersebut merupakan seperangkat prinsip dalam mengembangkan *Green Infrastructure* yang dapat mengurangi dampak pembangunan infrastruktur.

Prinsip kategori *Why* antara lain: *Natural rich beautiful places* yaitu bahwa *Green Infrastructure* harus mendukung alam untuk pulih dan berkembang, melestarikan dan meningkatkan keindahan alam, satwa liar dan habitat, geologi dan tanah, serta hubungan budaya dan masyarakat dengan alam; *Active and healthy places* yaitu bahwa *Green Infrastructure* mendukung gaya hidup aktif, kohesi komunitas, dan koneksi alam yang bermanfaat bagi kesehatan fisik dan mental, kesejahteraan, dan kualitas hidup; *Thriving and prospering places* yaitu bahwa *Green Infrastructure* membantu menciptakan dan mendukung komunitas yang sejahtera yang menguntungkan semua orang dan menambah nilai dengan menciptakan lingkungan berkualitas tinggi yang menarik bagi bisnis dan investor, menciptakan pekerjaan ramah lingkungan, mendukung ritel dan jalan raya, serta membantu mendukung ekonomi lokal dan regenerasi; *Improved water management* yaitu *Green Infrastructure* mengurangi risiko banjir, meningkatkan kualitas air dan filtrasi alami, membantu menjaga siklus air alami dan drainase berkelanjutan daerah tangkapan air, mengurangi tekanan pada lingkungan air dan infrastruktur, memberikan kenyamanan, keanekaragaman hayati, ekonomi, dan manfaat lainnya; dan *Resilient and climate positive places* yaitu *Green Infrastructure* membuat tempat lebih tangguh dan adaptif terhadap perubahan iklim dan membantu memenuhi target nol karbon dan kualitas udara.

Prinsip kategori kedua yaitu *What* antara lain: *Multifunctional* yaitu *Green Infrastructure* harus memberikan berbagai fungsi (memberikan banyak fungsi dari area yang sama) dan manfaat bagi manusia, alam dan tempat, mengatasi masalah khusus dan untuk memenuhi kebutuhan mereka; *Varied* yaitu *Green Infrastructure* harus terdiri dari berbagai jenis dan



ukuran ruang hijau, rute hijau, dan fitur lingkungan (sebagai bagian dari jaringan) yang dapat memberikan berbagai fungsi, manfaat, dan solusi yang berbeda untuk mengatasi masalah dan kebutuhan tertentu; *Connected* yaitu *Green Infrastructure* harus berfungsi dan terhubung sebagai jaringan hidup bagi manusia dan alam di semua skala (misalnya, di dalam lokasi; dan lintas wilayah/pada skala nasional); *Accesible* yaitu *Green Infrastructure* harus menciptakan dan memelihara tempat-tempat hijau yang dapat ditinggali yang memungkinkan orang untuk terhubung dengan alam seperti akses ke taman berkualitas baik, ruang hijau, rute rekreasi, jalan kaki dan bersepeda yang inklusif, aman, ramah, dikelola dengan baik dan dapat diakses oleh semua orang; dan *Character* yaitu *Green Infrastructure* harus menanggapi karakter kawasan sehingga berkontribusi pada konservasi, peningkatan dan/ atau pemulihan bentang alam di kawasan terdegradasi, menciptakan bentang alam baru berkualitas tinggi yang membuat masyarakat setempat merasa terhubung.

Prinsip kategori ketiga yaitu *How* antara lain: *Partnership & vision* yaitu bekerja dalam kemitraan, dan berkolaborasi dengan pemangku kepentingan sejak awal untuk merencanakan bersama, mengembangkan, dan menyampaikan visi untuk *Green Infrastructure* di area tersebut; *evidence* yaitu menggunakan bukti ilmiah, dan praktik penggunaan lahan yang baik saat merencanakan dan meningkatkan infrastruktur hijau dengan cara memahami bukti manfaat aset saat ini, dan data tentang tantangan dan kebutuhan lingkungan, sosial, dan ekonomi di daerah; *plan strategically* yaitu merencanakan secara strategis *Green Infrastructure* sebagai aset utama dalam strategi dan kebijakan lokal, di semua skala dengan mengintegrasikan *Green Infrastructure* ke dalam kebijakan lingkungan, sosial, kesehatan dan ekonomi; *design* yaitu memahami lanskap/*townscape* suatu wilayah, alam, sejarah, dan karakter budaya, untuk menciptakan tempat yang dirancang dengan baik, indah, dan khas; dan *managed, valued, monitored, evaluated* yaitu merencanakan tata kelola yang baik, pendanaan, pengelolaan, pemantauan, dan evaluasi infrastruktur hijau sebagai aset utama sejak awal dan mengamankannya untuk jangka panjang.

Green Infrastructure Standard

Green Infrastructure Standard dalam *Green Infrastructure Framework* berisi pedoman dan standar untuk memastikan kualitas dari *Green Infrastructure*. *Green Infrastructure Standard* saat ini memiliki 5 standar utama antara lain *Green Infrastructure Strategy Standard*, *Accessible Greenspace Standards*, *Urban Nature Recovery Standard*, *Urban Greening Factor Standard*, dan *Urban Tree Canopy Cover Standard*.

Green Infrastructure Strategy Standard merupakan standar yang mengatur bahwa otoritas terkait dalam hal ini pemerintah harus mengembangkan kebijakan strategis untuk implementasi *Green Infrastructure*. Pada skala area yang luas, Standar *Green Infrastructure* akan melihat otoritas untuk mengembangkan rencana yang menetapkan bagaimana pembangunan akan mewujudkan 15 prinsip dalam *Green Infrastructure Principle*.

Accessible Greenspace Standards mengatur bagaimana pembangunan infrastruktur harus memenuhi 3 kriteria yaitu kriteria ukuran dan kedekatan, kriteria kapasitas, dan kriteria kualitas berkaitan dengan kemudahan akses terhadap ruang hijau. Kriteria ukuran dan kedekatan artinya setiap orang harus memiliki akses ke ruang hijau di dekat tempat tinggal, kemudian kriteria kapasitas artinya ruang hijau yang disediakan cukup memadai baik dari segi jumlah maupun luas area untuk diakses semua orang, dan kriteria kualitas artinya kualitas ruang hijau memenuhi standar kualitas menurut standar tertentu contohnya seperti kualitas *Green Flag Award*.

Urban Nature Recovery Standard mengatur *Green Infrastructure* yang dirancang dan dikelola untuk pemulihan alam harus memiliki tingkat yang disepakati. tingkat tersebut menjadi standar dalam membangun infrastruktur agar setiap infrastruktur yang dibangun melakukan



recovery pada tingkat yang disepakati tersebut. Hal ini termasuk pemulihan habitat kaya satwa liar dan habitatnya yang dapat berkontribusi pada pencapaian tujuan pemulihan alam.

Urban Greening Factor Standard merupakan standar yang menetapkan ukuran seberapa besar penghijauan di lingkungan perkotaan yang perlu dilakukan. Dalam standar ini ditetapkan bahwa cakupan penghijauan yang dilakukan dengan nilai faktor sebesar 0.3 hingga 0,5 atau 30% hingga 50% dari area wilayah. Standar ini memaksa pembangunan infrastruktur agar mengalokasikan area sebesar nilai faktor yang telah ditentukan untuk difungsikan sebagai area hijau dari keseluruhan area infrastruktur yang dibangun.

Urban Tree Canopy Cover Standard merupakan standar yang menetapkan standar ukuran *Tree Canopy Cover* yaitu ukuran persentase luas wilayah yang ditutupi oleh daun-daun pohon dan vegetasi lainnya yang tumbuh di atasnya. Ini mencakup daun, ranting, dan cabang-cabang pohon yang membentuk tutupan atas hutan atau area vegetasi. Dengan kata lain, standar ini mengatur seberapa banyak area yang harus tercover oleh pepohonan dari keseluruhan area infrastruktur yang dibangun.

Green Infrastructure Planning and Design Guide

Dalam *Green Infrastructure Framework*, bagian ini berisi serangkaian panduan berdasarkan praktik dan bukti-bukti empiris tentang bagaimana merancang suatu *Green Infrastructure* yang berkualitas. Tujuan dari bagian ini adalah untuk memberikan panduan praktis berbasis bukti tentang bagaimana merencanakan dan merancang infrastruktur hijau yang baik.

Secara umum panduan ini memberikan panduan terkait bagaimana menerapkan kerangka infrastruktur hijau, termasuk prinsip dan standar infrastruktur hijau yang akan dirancang, bagaimana merancang fitur *Green Infrastructure* sebagai blok infrastruktur dari jaringan terhubung yang lebih besar, memberikan ilustrasi bagaimana menggabungkan fitur *Green Infrastructure* dalam 'tipe area' yang berbeda untuk membuat jaringan multifungsi dan terhubung pada skala yang berbeda dan dalam jenis area yang berbeda, bagaimana merancang *Green Infrastructure* untuk memenuhi kebutuhan yang teridentifikasi dengan fokus khusus pada alam, kesehatan, perubahan iklim, pengelolaan air dan kemakmuran, bagaimana mengembangkan infrastruktur hijau yang dipimpin lanskap dengan fokus pada karakter lanskap dan kekhasan lokal dan bagaimana berbagai indikator seperti *Biodiversity Net Gain*, *Urban Greening Factors*, *Local Nature Recovery Strategies* dapat mendukung desain *Green Infrastructure* yang baik.

Green Infrastructure Process Journey

Bagian ini berisi panduan bagaimana proses penerapan *Green Infrastructure Framework* dalam membangun infrastruktur hijau. Panduan ini mencakup lima proses utama antara lain *Stakeholder Mapping*, *Evidence*, *Plan Strategically*, *Design*, dan *Managed, valued, monitored, and evaluated*. Secara umum proses tersebut merupakan *Green Infrastructure Principle* pada kategori *How*.

Pada tahap *Stakeholder Mapping* dilakukan dengan mengidentifikasi pihak-pihak pengambil keputusan dalam organisasi dan luar organisasi untuk memahami bagaimana mereka terhubung dan mencari cara terbaik untuk melibatkan mereka. Hal tersebut harus dilakukan secara selektif untuk memastikan bahwa seluruh pemangku kepentingan terkait dilibatkan untuk mengembangkan kebijakan infrastruktur hijau yang diharapkan.

Tahap selanjutnya adalah *Evidence* yaitu memastikan bahwa bukti dikumpulkan untuk mengembangkan pemahaman tentang jaringan infrastruktur hijau yang ada untuk melihat kualitas, kuantitas dan distribusi aset infrastruktur hijau yang ada; apa yang dibutuhkan oleh orang, tempat, dan alam; dan perkiraan manfaat potensial yang dapat diberikan oleh infrastruktur hijau yang ada atau yang baru;



Plan Strategically merupakan tahap selanjutnya yaitu pada tahap ini merupakan proses identifikasi prioritas yang dapat dicapai oleh infrastruktur hijau terkait dengan keanekaragaman hayati, manfaat kesehatan dan kesejahteraan, pengelolaan air, dan ketahanan dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Hal tersebut dituangkan dalam suatu visi dan kebijakan infrastruktur hijau sebagai bagian dari draf perencanaan lingkungan yang kemudian dikomunikasikan dengan seluruh pemangku kepentingan.

Dengan menggunakan bukti-bukti yang dikumpulkan dan prioritas yang teridentifikasi pada tahap-tahap sebelumnya maka dapat dilakukan tahap *Design*. Pada tahap ini dimungkinkan untuk merancang kebijakan dan menyatakan lokasi-lokasi prioritas untuk infrastruktur hijau yang akan dilindungi, dibuat atau ditingkatkan.

Tahap terakhir adalah proses *Managed, valued, monitored, and evaluated*, pada tahap ini memastikan infrastruktur hijau diatur, dikelola, dipantau, dipelihara, dan didanai untuk jangka panjang. Selain itu, pada tahap ini dilakukan pemantauan dan evaluasi kinerja rencana lingkungan dari waktu ke waktu.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan cara *scoping review* dari berbagai studi empiris yang mengulas mengenai pembangunan infrastruktur dan dampak-dampak yang diakibatkan oleh pembangunan infrastruktur di Indonesia terhadap lingkungan kemudian dikaitkan dengan bagaimana dampak-dampak tersebut dapat diatasi dengan penerapan *Green Infrastructure Framework*. Data yang digunakan terbatas pada penelitian-penelitian yang dilakukan terhadap infrastruktur jalan, jembatan, perumahan dan pemukiman, bendungan, waduk, dan infrastruktur air lainnya. Proses pengumpulan data dilakukan dari penelitian-penelitian yang terindeks pada *Google Scholar*. Proses analisis data dilakukan dengan membuat kategorisasi setiap dampak yang ditimbulkan oleh pembangunan infrastruktur untuk selanjutnya dianalisis keterkaitan penanganan dampak tersebut dengan penerapan *Green Infrastructure Framework*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembangunan infrastruktur hijau menjadi salah satu isu yang berkembang saat ini dan menjadi tren pembangunan (Widyaputra, 2020). Hal tersebut tidak terlepas dari meningkatnya kesadaran bahwa pembangunan yang dilakukan secara sembarangan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Dalam mengikuti tren pembangunan infrastruktur hijau, perlu menerapkan suatu strategi agar tujuan dari pembangunan infrastruktur hijau dapat dicapai secara maksimal. Salah satu strategi yang dapat digunakan dalam pembangunan infrastruktur hijau adalah *Green Infrastructure Framework* yang juga diterapkan di Inggris. Penerapan *Green Infrastructure Framework* sebagai sebuah strategi tentu menghadapi berbagai tantangan dan hambatan, Oleh karena itu penting untuk menetapkan suatu kebijakan dalam penerapan *Green Infrastructure Framework* sebagai sebuah strategi pembangunan infrastruktur hijau.

Dampak Negatif Pembangunan Infrastruktur Terhadap Lingkungan, Sosial

Berbagai hasil penelitian telah banyak dilakukan terkait dengan dampak negatif pembangunan infrastruktur seperti jalan tol, jembatan, bendungan, dll. Hal tersebut seperti hasil penelitian yang menyatakan bahwa pembangunan jalan tol Banda Aceh-Sigli berdampak pada lingkungan (Rani & Azlan, 2020) atau hasil penelitian yang menyatakan bahwa pembangunan Jembatan Ogan V berpengaruh secara simultan terhadap kondisi sosial, ekonomi, lingkungan dan teknis (Lindawati et.al, 2022). Pembangunan infrastruktur tersebut dibangun tanpa memperhatikan keseimbangan dengan lingkungan sehingga menimbulkan dampak negatif yang dirasakan oleh masyarakat maupun ekosistem baik hewan maupun tumbuhan. Beberapa



dampak negatif dari pembangunan infrastruktur dikategorikan sebagai dampak hidrologi, berkurangnya ruang terbuka hijau, dan dampak terhadap ekosistem.

Salah satu dampak lingkungan dari pembangunan infrastruktur adalah dampak hidrologi. Dampak hidrologi merupakan dampak yang mengganggu proses sirkulasi air dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer (Syarifudin, 2017). Beberapa bukti empiris melalui kajian telah dilakukan terhadap pembangunan infrastruktur seperti Fakhurozi et.al (2020) yang menyatakan bahwa dampak lingkungan yang berpotensi terjadi adalah daerah resapan air berkurang, dan banjir. (Fakhurozi et.al, 2020); kemudian Jayadi et.al (2015) menemukan bahwa Proyek Infrastruktur Bendungan Baliase memiliki dampak lingkungan antara lain terjadinya perubahan angkutan sedimen, menghambat aliran nutrisi ke bagian hilir sungai, terjadinya intrusi air laut, dan penurunan kesuburan di bagian hilir; penelitian Apriliana (2021) tentang dampak pembangunan perumahan dan pertokoan menyatakan bahwa dengan pembangunan perumahan serta pertokoan juga semakin hilangnya daerah resapan air, sehingga kemungkinan banjir dapat terjadi disaat musim hujan; dan penelitian Muda (2016) yang menemukan bahwa kegiatan pekerjaan umum pada tahap konstruksi biasanya menggunakan alat-alat berat, sehingga menimbulkan dampak pada komponen lingkungan fisik seperti peningkatan kebisingan, pencemaran udara, tanah dan air, dan gangguan pada kondisi hidrologi.

Pembangunan infrastruktur yang masif tentunya mengurangi area terbuka hijau. Ruang terbuka hijau merupakan area yang penggunaannya lebih bersifat terbuka tempat tumbuh tanaman secara alamiah maupun sengaja ditanam (Fitri et.al, 2020). Salah satu bukti empiris mengenai dampak pembangunan infrastruktur terhadap ruang terbuka hijau sebagaimana hasil penelitian Apriliana (2021) tentang dampak pembangunan jalan MERR di Surabaya yang menyatakan bahwa adanya pembangunan jalan tersebut telah menghilangkan lahan terbuka hijau. Selain itu penelitian Fakhurozi et.al (2020) tentang dampak Jalan Tol Trans Sumatera menyatakan bahwa dampak pembangunan jalan tersebut adalah hilangnya lahan perkebunan dan pertanian dan hilangnya daerah hijau di sekitar Jalan Tol Trans Sumatera. Penelitian dari Indarto & Rahayu (2015) tentang dampak pembangunan perumahan juga sejalan dengan penelitian lainnya bahwa dampak terhadap lingkungan berupa adanya perubahan alih fungsi lahan.

Ekosistem juga menjadi salah satu aspek yang terdampak dari adanya pembangunan infrastruktur. Pembangunan infrastruktur secara tidak langsung mengganggu ekosistem pada area infrastruktur dibangun yang menjadi habitat flora dan fauna. Beberapa penelitian telah menemukan fakta bahwa ekosistem terganggu dengan adanya pembangunan infrastruktur seperti penelitian Jayadi et.al (2015) tentang dampak bendungan menyatakan bahwa pembangunan bendungan dapat memutus daur hidup ikan tertentu, kemudian penelitian Shiamah (2020) pembangunan bendungan wlingi berdampak pada meluasnya tumbuhan tanaman pengganggu yang tumbuh di beberapa tempat sepanjang daerah genangan, dan penelitian Kusmana (2015) yang menyatakan bahwa cukup banyak tipe-tipe ekosistem bervegetasi yang produktif terkena gangguan kerusakan akibat pesatnya pembangunan perkebunan, infrastruktur kota, pemukiman, tambak, dan lain-lain yang menyebabkan terdegradasinya bahkan lenyapnya ekosistem tersebut.

Penerapan *Green Infrastructure Framework* sebagai mitigasi dampak negatif

Menyadari adanya dampak negatif dari pembangunan infrastruktur di Indonesia, terus dikembangkan upaya pengendalian dampak secara dini (Herlina, 2021). Salah satu upaya yang dapat dilakukan pemerintah yaitu perlu menerapkan strategi untuk mengintegrasikan konsep keberlanjutan yang ramah lingkungan dengan proses pembangunan infrastruktur nasional. Salah satu strategi yang dapat diterapkan adalah dengan mengadopsi *Green Infrastructure Framework* dalam melaksanakan proses pembangunan di Indonesia. Adopsi kerangka tersebut dapat dilakukan dengan menjadikan *Green Infrastructure Principles*, *Green Infrastructure*



Standard, Green Infrastructure Planning and Design Guide, dan *Green Infrastructure Process Journey* sebagai suatu kriteria integral yang perlu dipenuhi dalam setiap pembangunan infrastruktur nasional.

Green Infrastructure Principles dapat memitigasi berbagai dampak negatif yang ditimbulkan dari pembangunan infrastruktur. Hal tersebut karena prinsip-prinsip tersebut merupakan prinsip dasar mengenai mengapa, apa, dan bagaimana seharusnya pembangunan infrastruktur tersebut dilakukan. Sebagai contoh prinsip *Why 1: Natural rich beautiful places* yang menekankan pada pembangunan infrastruktur harus dapat memperkuat hubungan masyarakat dan lingkungannya, maka setiap pembangunan infrastruktur tidak hanya mementingkan fungsi infrastruktur bagi masyarakat melainkan juga memperhatikan bagaimana hubungan masyarakat dengan ekosistem, memperhatikan agar tidak mengganggu proses hidrologis, serta menyertakan keseimbangan ruang terbuka hijau.

Pembangunan infrastruktur hijau agar dapat memenuhi *Green Infrastructure Principles* tersebut perlu menerapkan *Green Infrastructure Process Journey* yang mengatur tahapan yang perlu dilakukan. pelaksanaan pembangunan infrastruktur yang mengacu pada *Green Infrastructure Process Journey* dapat membantu mengurangi dampak negatif dari pembangunan infrastruktur, proses terstruktur dari tahap awal yang berorientasi pada pemenuhan aspek lingkungan tentunya akan lebih mampu untuk mendeteksi dari awal berbagai dampak negatif yang dapat timbul. Sebagai contoh pada tahap *Mapping stakeholder*, semua pihak dalam proses pembangunan infrastruktur dapat diidentifikasi sehingga dapat mengetahui kontribusi dari pihak-pihak tersebut terhadap lingkungan apakah positif atau negatif. Kemudian pada tahap pengumpulan bukti-bukti dapat secara jelas dan terukur yang didukung bukti memadai terkait dampak negatif yang dapat ditimbulkan, hingga sampai pada tahap pemantauan dan evaluasi dimana tahapan tersebut dapat melakukan evaluasi secara simultan dengan pembangunan itu sendiri untuk mengurangi dampak-dampak yang mungkin terjadi.

Dalam proses pelaksanaan pembangunan infrastruktur, penggunaan *Green Infrastructure Standard* juga menjadi tools untuk memastikan bahwa pembangunan infrastruktur dapat dikategorikan sebagai infrastruktur hijau dengan mengikuti standar-standar yang telah ditetapkan. Salah satu standar *Green Infrastructure Standard* yaitu *Urban Tree Canopy Standard*, dengan standar tersebut pembangunan infrastruktur yang dilakukan harus memenuhi minimum persentase wilayah yang dapat ditutupi oleh pepohonan atau vegetasi lainnya. Hal ini memaksa pembangunan infrastruktur untuk tidak mengganggu pepohonan di lingkungan sekitar pembangunan infrastruktur atau jika terpaksa harus mengganggu, pembangunan infrastruktur tersebut harus menanam kembali pepohonan agar dapat memenuhi *Urban Tree Cover Standard* tersebut. Pada akhirnya standar tersebut dapat memitigasi dampak negatif dari berkurangnya ruang terbuka hijau akibat pembangunan infrastruktur.

Kebijakan dalam rangka Penerapan *Green Infrastructure Framework*

Dalam penerapan infrastruktur hijau adalah menentukan metode yang paling efektif, insentif ekonomi, dan program edukasi publik untuk mendorong praktik manajemen terbaik (Baptiste et.al, 2015). Untuk menerapkan *Green Infrastructure Framework* ini sebagai bagian dari strategi pembangunan infrastruktur yang ramah lingkungan, pemerintah perlu menerapkan beberapa kebijakan dalam rangka adopsi rerangka ini menjadi suatu kriteria dalam pembangunan infrastruktur nasional. Kebijakan tersebut dapat berupa suatu regulasi untuk mengatur bagaimana skema penerapan, proses edukasi dan sosialisasi kepada seluruh pemangku kepentingan yang terlibat, dan mekanisme *reward* sebagai stimulus dalam penerapan rerangka tersebut.

Pembentukan suatu regulasi agar menghasilkan regulasi yang berkualitas, harus dibuat secara baik, dengan melihat kebutuhan akan pembentukan regulasi tersebut ditujukan untuk kepentingan pembangunan negara dan kepentingan warga negara serta memberikan kepastian



hukum (Silalahi, 2020). Oleh karena itu dalam menyusun regulasi yang mengatur bagaimana penerapan *Green Infrastructure Framework* perlu mempertimbangkan berbagai aspek dan melibatkan berbagai pemangku kepentingan. Proses pembentukan regulasi yang berlandaskan pada *Green Infrastructure Framework* ini akan menjadi suatu proses awal dalam penerapan *Green Infrastructure Framework* di Indonesia.

Regulasi tersebut dapat mengatur terkait bagaimana *framework* diterapkan dalam setiap proses pembangunan infrastruktur mulai dari perencanaan, tender, pelaksanaan, hingga pengawasan. Pada tahap perencanaan dapat mengadopsi *Green Infrastructure Planning and Design Guide* serta *Green Infrastructure Process Journey*, kemudian tahap tender, *framework* dapat diadopsi agar setiap prinsip dalam *Green Infrastructure Framework Principles* dapat dipenuhi dengan mencantumkan kriteria-kriteria lingkungan sebagai bentuk spesifikasi teknis yang harus dipenuhi oleh penyedia jasa seperti ruang terbuka hijau yang harus ada, kriteria hidrologi atau pengelolaan air, serta kontribusi terhadap ekosistem. Sedangkan pada tahap pelaksanaan dapat diadopsi *Green Infrastructure Standard* agar hasil pembangunan infrastruktur dapat memenuhi standar-standar yang telah ditetapkan.

Selain satu aspek yang perlu dilakukan pengaturan dalam penerapan *Green Infrastructure Framework* adalah bagaimana skema penerapan yang akan dilakukan. Sebagai suatu hal yang baru, penerapan *Green Infrastructure Framework* perlu dilakukan secara bertahap yaitu mulai dari tahap awal sebagai uji coba atau *piloting* yang hanya melibatkan beberapa pemangku kepentingan utama, kemudian tahap transisi yaitu tahap peralihan dan penyesuaian dengan ketentuan pembangunan infrastruktur dan ketentuan lingkungan yang ada, serta tahap adopsi penuh yaitu ketika seluruh *framework* dapat diterapkan kepada seluruh pemangku kepentingan yang terlibat.

Sebagai strategi stimulus terhadap pembangunan infrastruktur hijau yang mengadopsi *Green Infrastructure Framework*, regulasi dapat juga mengatur terkait insentif yang dapat diberikan kepada seluruh pemangku kepentingan yang mampu mengadopsi seluruh *framework* secara baik. Bentuk insentif yang dapat diberikan dapat berupa keringanan pajak bagi badan usaha penyedia jasa pembangunan infrastruktur, penambahan anggaran bagi instansi pemerintah yang menerapkan *Green Infrastructure Framework* sebagai insentif bagi pegawai yang terlibat dalam proses pembangunan infrastruktur tersebut, dan lain-lain. Namun, pemberian insentif tersebut perlu dibarengi dengan adanya mekanisme penilaian yang jelas dan terukur terhadap indikator-indikator yang telah ditetapkan.

Hambatan dan Tantangan Penerapan *Green Infrastructure Framework*

Salah satu permasalahan yang ditimbulkan dari penerapan suatu hal yang baru adalah adanya resistensi atau penolakan dari pihak-pihak yang terlibat. Penolakan publik dan kebijakan publik dapat diibaratkan bagai dua sisi mata uang yang tidak dapat dipisahkan melainkan hanya dapat dibedakan. Pada dasarnya penolakan publik terjadi karena terjadi karena terdapat suatu aspek kebijakan yang mengganggu hak dan kewajibannya (Dewi, 2017). Dalam konteks ini, adanya regulasi dapat menyebabkan beberapa kewajiban tambahan yang perlu dilaksanakan oleh para pemangku kepentingan sehingga dianggap menambah rumit proses birokrasi dalam pembangunan infrastruktur.

Penerapan *Green Infrastructure Framework* menghadapi tantangan mengenai ketersediaan sumber daya baik sumber daya manusia maupun sumber daya ekonomi. Penerapan *Green Infrastructure Framework* membutuhkan sumber daya manusia yang memiliki pemahaman yang baik terhadap pembangunan infrastruktur dan *Green Infrastructure Framework* itu sendiri. Sementara itu sumber daya manusia yang memiliki keterampilan hijau belum cukup tersedia dan mampu menghasilkan barang produksi ramah lingkungan (Erwinsyah, 2021). Hal tersebut menjadi suatu tantangan tersendiri karena *Green Infrastructure Framework* ini menjadi pengetahuan yang baru dalam proses pembangunan infrastruktur



sehingga memerlukan edukasi bagi setiap individu yang terlibat dalam pembangunan infrastruktur tersebut. Selain itu, sumber daya ekonomi juga menjadi salah satu tantangan dalam penerapan *Green Infrastructure Framework* karena dalam penerapan *framework* tersebut tidak hanya fungsionalitas infrastruktur yang diperhatikan melainkan juga memperhatikan fungsionalitas bagi lingkungan sehingga akan menambah faktor ekonomi yang dibutuhkan untuk menyediakan fungsionalitas tersebut.

Dari sisi birokrasi, penerapan *Green Infrastructure Framework* terdapat permasalahan bahwa penerapan *framework* tersebut dapat memperpanjang alur birokrasi dalam proses pembangunan infrastruktur. Permasalahan tersebut dapat terjadi apabila regulasi yang ditetapkan bersifat *form over substance* artinya lebih banyak bersifat administratif dan mengedepankan legalitas daripada substansi dari penerapan *framework* itu sendiri. Birokrasi juga dapat menjadi terlalu *formalistik* dan memprioritaskan aturan-aturan dan prosedur-prosedur daripada hasil yang diinginkan (Setyasih, 2023). Oleh karena itu, regulasi yang disusun harus lebih fleksibel agar tidak menambah panjang alur birokrasi dalam proses pembangunan infrastruktur.

PENUTUP

Simpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa pembangunan infrastruktur yang masif masih jarang yang memenuhi konsep infrastruktur hijau. Pembangunan infrastruktur dianggap masih memiliki dampak negatif terutama berkaitan dengan hidrologis, ruang terbuka hijau, dan ekosistem. Untuk memitigasi dampak negatif yang muncul tersebut serta menerapkan konsep infrastruktur hijau maka dapat menerapkan *Green Infrastructure Framework*. *Green Infrastructure Framework* yang didalamnya mencakup prinsip, standar, serta pedoman untuk menerapkan konsep *Green Infrastructure*. Prinsip, standar, dan pedoman tersebut dapat digunakan sebagai strategi pembangunan infrastruktur hijau yang meminimalkan seluruh dampak negatif khususnya dampak terhadap lingkungan.

Berbagai kebijakan dalam penerapan *Green Infrastructure Framework* tersebut dapat menimbulkan beberapa tantangan dan hambatan dalam proses pelaksanaannya. Tantangan dan hambatan yang muncul tersebut dapat berupa adanya resistensi terhadap suatu regulasi baru, permasalahan ketersediaan sumber daya baik manusia maupun ekonomi, serta semakin panjangnya alur birokrasi dengan adanya kewajiban untuk memenuhi *framework* tersebut. Namun, hal tersebut dapat diminimalkan dan dihindari apabila regulasi yang disusun dibuat secara fleksibel tetapi tetap mengedepankan substansi dari regulasi tersebut.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki keterbatasan diantaranya adalah ulasan dalam penelitian ini masih bersifat umum dan belum menjelaskan setiap poin permasalahan secara mendalam. Kondisi ini perlu pemahaman lebih lanjut yang bersifat teknis dari berbagai disiplin ilmu seperti biologi, hidrologi, ekologi, dan disiplin ilmu lainnya terkait lingkungan sehingga dapat mengulas aspek dampak, kebijakan teknis, cara mengatasi berbagai tantangan dan hambatan secara lebih komprehensif.

Saran

Penelitian selanjutnya dilakukan dengan menggunakan teknik wawancara atau *forum group discussion* untuk mendapatkan hasil pengujian yang lebih komprehensif. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan berbagai peneliti dari disiplin ilmu yang terkait sehingga dapat dihasilkan hasil penelitian yang lebih mendalam. Penelitian ini menyarankan kepada pembuat kebijakan yang terkait dengan pembangunan infrastruktur adalah dengan menyusun suatu regulasi yang komprehensif dengan mengadopsi *Green Infrastructure Framework*. Regulasi tersebut dapat mengatur bagaimana teknis penerapan *framework* tersebut,



skema penerapan mulai tahap piloting hingga proses evaluasi, proses edukasi kepada seluruh pemangku kepentingan yang terlibat, hingga skema insentif bagi seluruh pihak yang telah berupaya untuk menerapkan *framework* tersebut sebagai stimulus dalam penerapan *framework* tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliana, R. (2021). Dampak pembangunan jalan merr terhadap pertumbuhan ekonomi dalam konsep pembangunan berkelanjutan di wilayah Gunung Anyar, Surabaya. *Jurnal Ekonomi Bisnis dan Akuntansi*, 1(3), 86-96. <https://doi.org/10.55606/jebaku.v1i3.170>
- Baptiste, A. K., Foley, C., & Smardon, R. (2015). Understanding urban neighborhood differences in willingness to implement green infrastructure measures: a case study of Syracuse, NY. *Landscape and Urban Planning*, 136, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.11.012>
- Brown, M., Kim, Y., & Romani, M. (2015). *Infrastructure finance in the developing world Green infrastructure: definition and needs*. The Global Green Growth Institute, Seoul, Korea & The Intergovernmental Group of Twenty Four on Monetary Affairs and Development, Washington. <https://ggi.org/report/green-infrastructure-definition-and-needs-2/>
- Budiana, I. T., & Nurmaidah, N. (2022). Model permeable pavement, bioswale dan planters boxes sebagai model pengendalian genangan di kawasan permukiman padat kota Medan. *Journal Of Civil Engineering Building And Transportation*, 6(1), 45-29.
- Dewi, R. (2017). Studi Kasus Penolakan Publik Atas Kebijakan Publik. *Publikauma: Jurnal Administrasi Publik Universitas Medan Area*, 5(1), 6-12. <https://doi.org/10.31289/jcebt.v6i1.6826>
- Erwinsyah, E. (2021). Peluang ekonomi hijau dan ketrampilan hijau menuju netral karbon indonesia tahun 2060. *JABE (Journal of Applied Business and Economic)*, 8(2), 159-181. <http://dx.doi.org/10.30998/jabe.v8i2.11621>
- Fakhurozi, A., Ningrum, A. D., & Amanda, R. (2020). Kajian studi dampak pembangunan jalan Tol Trans Sumatera (JTTS) terhadap infrastuktur dan lingkungan. *Jurnal Ilmiah Penalaran dan Penelitian Mahasiswa*, 4(1), 14-29. https://www.researchgate.net/publication/344048014_KAJIAN_STUDI_DAMPAK_PEMBANGUNAN_JALAN_TOL_TRANS_SUMATERA_JTTS_TERHADAP_INFRASTUKTUR_DAN_LINGKUNGAN
- Fitri, A., Invanni, I., & Arfan, A. (2020). Tingkat kebutuhan ruang terbuka hijau. *LaGeografia*, 18(2), 90-98. <https://doi.org/10.35580/lageografia.v18i2.11908>
- Hayati, N., & Yulianto, E. (2020). Peranan keuangan berkelanjutan pada industri perbankan dalam mendukung sustainable development goals: peranan keuangan berkelanjutan pada industri perbankan dalam mendukung sustainable development goals. *Jurnal Akuntansi Bisnis dan Ekonomi (JABE)*, 6(1), 1633-1652. <https://doi.org/10.33197/jabe.vol6.iss1.2020.473>
- Herlina, N. (2017). Permasalahan lingkungan hidup dan penegakan hukum lingkungan di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Galuh Justisi*, 3(2), 162-176. <http://dx.doi.org/10.25157/jigj.v3i2.93>
- Indarto, K. D., & Rahayu, S. (2015). Dampak pembangunan perumahan terhadap kondisi lingkungan, sosial dan ekonomi masyarakat sekitar di kelurahan sambiroto, kecamatan Tembalang. *Teknik PWK (Perencanaan Wilayah Kota)*, 4(3), 428-439. <https://doi.org/10.14710/tpwk.2015.9119>
- Jayadi, R., Azmy, M. F., & Sutopo, Y. K. D. (2015). Indikasi dampak sosial ekonomi dan lingkungan proyek infrastruktur bendung irigasi pertanian di Kelurahan Baliase,



- Kemacatan Masamba, Kabupaten Luwu Utara. *Jurnal Wilayah & Kota Maritim (Journal of Regional and Maritime City Studies)*, 3(1), 72-29. <https://doi.org/10.20956/jwkm.v3i1.1273>
- Kusmana, C. (2015). *Makalah utama: keanekaragaman hayati (biodiversitas) sebagai elemen kunci ekosistem kota hijau*. Sem Nas Masy Biodiv Indon, 1(8), 1747-1755. <https://smujo.id/psnmbi/article/download/1363/1319>
- Lafortezza, R., Davies, C., Sanesi, G., & Konijnendijk, C. C. (2013). Green infrastructure as a tool to support spatial planning in european urban regions. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 6(3), 102-108. <https://doi.org/10.3832/ifor0723-006>
- Lindawati, L., Sari, E. K., & Prayoga, A. (2022). Analisa pengaruh pembangunan jembatan ogan v terhadap kondisi sosial, ekonomi, lingkungan dan teknis di Desa Tanjung Kemala Kabupaten Ogan Komering Ulu. *Jurnal Deformasi*, 7(1), 65-73. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v7i1.7882>
- Monteiro, R., Ferreira, J. C., & Antunes, P. (2020). Green infrastructure planning principles: An integrated literature review. *Land*, 9(12), 525. <https://doi.org/10.3390/land9120525>
- Muda, A. (2016). Analisis mengenai dampak lingkungan paket pelebaran jalan RTA Milono Palangkaraya. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan (MITL)*, 1(1), 1-5. <https://doi.org/10.33084/mitl.v1i1.133>
- Natural England. (2023). Green infrastructure principles. <https://designatedsites.naturalengland.org.uk/GreenInfrastructure/Principles/GIPrinciples.aspx>
- Natural England. (2023). Green infrastructure standards. <https://designatedsites.naturalengland.org.uk/GreenInfrastructure/GIStandards.aspx>
- Natural England. (2023). Green infrastructure planning and design guide. <https://designatedsites.naturalengland.org.uk/GreenInfrastructure/DesignGuide.aspx>
- Natural England. (2023). Green Infrastructure Process Journeys. Diambil kembali dari Green Infrastructure: <https://designatedsites.naturalengland.org.uk/GreenInfrastructure/ProcessJourneys.aspx>
- Permono, F., & Hindersah, H. (2021). *Identifikasi green infrastructure dalam mendukung pengembangan kawasan peruntukan industri di Kecamatan Ajibarang-Wangon*. Prosiding Perencanaan Wilayah dan Kota, 516-527. <http://dx.doi.org/10.29313/pwk.v0i0.29874>
- Putri, A. A. (9 Mei 2023). *Anggaran infrastruktur dalam 10 tahun terakhir*. <https://data.goodstats.id/statistic/adelandilaa/anggaran-infrastruktur-dalam-10-tahun-terakhir-aKGLH>
- Rani, H. A., & Azlan, M. (2020). Dampak pembangunan jalan tol Banda Aceh-Sigli terhadap lingkungan. *Tameh: Journal of Civil Engineering*, 9(1), 11-21. https://www.academia.edu/70247976/Dampak_Pembangunan_Jalan_Tol_Banda_Aceh_Sigli_Terhadap_Lingkungan
- Setiyono, S., & Sidiq, A. (2018). Konsep infrastruktur hijau pada area khatulistiwa park Kota Pontianak. *JU-ke (Jurnal Ketahanan Pangan)*, 2(2), 159-164. <https://jim.unisma.ac.id/index.php/JU-ke/article/view/1628/0>
- Setyasih, E. T. (2023). Reformasi birokrasi dan tantangan implementasi good governance di Indonesia. *Jurnal Kelola: Jurnal Ilmu Sosial*, 6(1), 48-62. <https://doi.org/10.54783/jk.v6i1.671>
- Shiamah, N. L. (2020). Pengaruh bendungan wlingi terhadap lingkungan dan ekonomi masyarakat di sepanjang saluran irigasi Lodoyo Tulungagung Tahun 1970-1990. *Historia*, 3(1), 43-51. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JH/article/view/11264>



- Silalahi, W. (2020). Penataan regulasi berkualitas dalam rangka terjaminnya supremasi hukum. *Jurnal Hukum Progresif*, 8(1), 56-66. <https://doi.org/10.14710/hp.8.1.56-66>
- Suhana, A. Y., & Hindersah, H. (2022). Penerapan konsep green infrastructure dalam mencegah erosi di kawasan sub DAS Cikapundung. In *Bandung Conference Series: Urban & Regional Planning* (Vol. 2, No. 2, pp. 308-316). <https://doi.org/10.29313/bcsurp.v2i2.3299>
- Syarifudin, A. (2017). *Hidrologi terapan*. Penerbit Andi.
- Widyaputra, P. K. (2020). *Penerapan infrastruktur hijau di berbagai negara: mendukung pembangunan berkelanjutan berbasis lingkungan*. Bandung: Widina Bhakti Persada Bandung
- Wright, H. (2011). Understanding green infrastructure: the development of a contested concept in England. *Local Environment*, 16(10), 1003-1019. <https://doi.org/10.1080/13549839.2011.631993>