



Desain Infrastruktur Hijau untuk Pengelolaan Air di Kawasan Perkotaan (Studi Kasus: Kota Denpasar)

Komang Agus Putra Kardiya¹, Putu Agus Santika², Syamsul Alam Paturusi³

¹Universitas Pendidikan Nasional, Denpasar, Indonesia

²Universitas Telkom, Bandung, Indonesia

³Universitas Udayana, Denpasar, Indonesia

Penulis Korespondensi:

Komang Agus Putra Kardiya

komangagus@undiknas.ac.id

Abstrak:

Pertumbuhan kawasan perkotaan yang pesat di Kota Denpasar telah menyebabkan peningkatan luas permukaan kedap air, yang berdampak pada menurunnya kapasitas resapan tanah dan meningkatnya limpasan air hujan. Kondisi ini memicu genangan dan banjir lokal yang tidak dapat sepenuhnya ditangani oleh sistem drainase konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan desain infrastruktur hijau sebagai solusi pengelolaan air hujan perkotaan yang berkelanjutan di Kota Denpasar, dengan studi kasus di kawasan Monang-Maning. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif-kuantitatif melalui analisis kondisi eksisting, studi literatur, observasi lapangan, serta simulasi hidrologi sederhana menggunakan metode *SCS Curve Number*. Infrastruktur hijau yang dikaji meliputi *rain garden*, *permeable pavement*, dan *bio-retention pond*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan *rain garden* pada lahan publik seluas 300 m² mampu mereduksi limpasan air hujan hingga 80–90% pada hujan intensitas sedang, sekaligus memberikan manfaat lingkungan dan sosial berupa peningkatan estetika kawasan, kenyamanan iklim mikro, serta fungsi edukatif bagi masyarakat. Penelitian ini menyimpulkan bahwa infrastruktur hijau merupakan alternatif yang efektif, adaptif, dan berkelanjutan untuk pengelolaan air hujan perkotaan di Denpasar. Integrasi konsep ini ke dalam perencanaan tata ruang dan kebijakan daerah direkomendasikan sebagai bagian dari strategi jangka panjang menuju kota berketahanan air.

Kata Kunci: *Infrastruktur Hijau, Pengelolaan Air Hujan, Drainase Perkotaan, Kota Berkelanjutan, Denpasar.*

Pendahuluan

Kota Denpasar, ibu kota Provinsi Bali, merupakan pusat kegiatan pemerintahan, pariwisata, dan perdagangan. Pertumbuhan ekonomi yang tinggi selama dua dekade terakhir mendorong percepatan urbanisasi dan pembangunan infrastruktur secara masif. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS, 2023), tingkat kepadatan penduduk Denpasar mencapai lebih dari 7.000 jiwa/km², menjadikannya salah satu kota terpadat di Indonesia Timur. Perkembangan pesat ini membawa dampak positif terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat, namun di sisi lain menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan, terutama dalam pengelolaan air hujan di kawasan perkotaan.

Konversi lahan hijau dan persawahan menjadi kawasan permukiman, komersial, serta jalan beraspal menyebabkan peningkatan luas permukaan kedap air yang signifikan.

Permukaan kedap air ini menghambat infiltrasi air hujan ke tanah, mengakibatkan limpasan permukaan (*surface run off*) meningkat. Limpasan ini, bila tidak tertangani dengan baik, menimbulkan genangan air bahkan banjir lokal di berbagai wilayah kota. Menurut Dinas PUPR Kota Denpasar (2024), terdapat sedikitnya 25 titik genangan aktif dengan kedalaman antara 10–30 cm yang muncul setiap musim hujan, di antaranya di kawasan Monang-Maning, Ubung, dan Jalan Gatot Subroto Barat.

Sistem drainase konvensional di Denpasar umumnya masih bersifat linier dan tertutup, dengan fokus utama mengalirkan air hujan ke saluran utama dan sungai. Namun, seiring dengan perubahan tata guna lahan dan peningkatan intensitas hujan akibat perubahan iklim global, sistem tersebut menjadi tidak cukup adaptif. Dalam pendekatan teknik sipil modern, sistem pengelolaan air perkotaan tidak hanya bertujuan untuk mengalirkan air secepat mungkin, tetapi juga mengembalikan fungsi ekologis air sebagai bagian dari siklus hidrologi alami (Fletcher et al., 2015).

Dalam konteks inilah, infrastruktur hijau (*green infrastructure*) hadir sebagai solusi alternatif yang berorientasi pada keberlanjutan lingkungan. Konsep ini mengintegrasikan unsur alam dan buatan dalam sistem perkotaan untuk meniru proses ekologis alami seperti infiltrasi, penyaringan, dan penyimpanan air (EPA, 2022). Penerapan infrastruktur hijau memungkinkan air hujan untuk diserap, disaring, dan disimpan secara lokal sebelum dialirkan ke sistem drainase utama. Selain manfaat teknis, penerapan pendekatan ini juga memiliki nilai tambah sosial dan ekonomi, seperti peningkatan estetika kota, kenyamanan termal, dan peningkatan kualitas hidup masyarakat (World Bank, 2021).

Denpasar memiliki potensi besar untuk mengimplementasikan konsep ini mengingat masih tersedianya lahan-lahan publik seperti taman kota, jalan lingkungan, dan area parkir yang dapat dikonversi menjadi ruang hijau fungsional. Dengan dukungan kebijakan dari pemerintah daerah dan partisipasi masyarakat, infrastruktur hijau dapat menjadi bagian penting dari strategi jangka panjang dalam menciptakan kota berketahanan air (*water-resilient city*). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan desain infrastruktur hijau dalam pengelolaan air hujan di kawasan perkotaan Denpasar dari aspek teknis, lingkungan, dan sosial-ekonomi, serta menyajikan simulasi desain sederhana yang sesuai dengan karakteristik wilayah kota.

Kajian Pustaka

Konsep infrastruktur hijau berkembang dari paradigma pengelolaan air perkotaan yang dulunya berorientasi pada efisiensi hidrolis menuju pendekatan berbasis ekosistem (*ecosystem-based management*). Menurut Fletcher et al. (2015), infrastruktur hijau adalah jaringan alami atau semi-buatan yang dirancang untuk mengelola air hujan dengan meniru proses alami, seperti infiltrasi, evapotranspirasi, dan penyimpanan sementara. Konsep ini melibatkan elemen-elemen seperti taman resapan (*rain garden*), kolam retensi hayati (*bio-retention pond*), permukaan berpori (*permeable pavement*), dan atap hijau (*green roof*).

Jenis-jenis infrastruktur hijau yang umum diterapkan antara lain:

1. *Rain garden* (taman resapan)
Area vegetatif yang menampung air hujan dari permukaan kedap air untuk kemudian diserap ke tanah.
2. *Bio-retention pond* (kolam retensi hayati)
Kolam dengan lapisan media tanah dan vegetasi yang berfungsi menyaring serta menampung limpasan air.
3. *Permeable pavement* (jalan berpori)

Permukaan berpori yang memungkinkan air hujan mengalir masuk ke lapisan bawah tanah.

4. *Green roof* (atap hijau)

Lapisan vegetasi di atas bangunan yang membantu menahan air hujan dan menurunkan suhu lingkungan.

Menurut EPA (2022), penerapan infrastruktur hijau mampu mengurangi beban sistem drainase konvensional hingga 60%, sekaligus meningkatkan kualitas air tanah dan mengurangi efek pulau panas perkotaan (*urban heat island*). Dalam konteks tropis seperti Indonesia, penelitian Nugraha & Suryani (2023) menunjukkan bahwa penerapan *rain garden* dan *permeable pavement* di kawasan perkotaan dapat menurunkan volume limpasan hingga 60–70% dibandingkan sistem drainase biasa. Selain itu, konsep ini mendukung *Sustainable Development Goals* (SDG) 11 yaitu "*Sustainable Cities and Communities*" dan SDG 6 tentang "*Clean Water and Sanitation*".

Selain itu, World Bank (2021) menegaskan bahwa infrastruktur hijau tidak hanya mendukung ketahanan iklim perkotaan tetapi juga berpotensi menciptakan lapangan kerja baru di sektor jasa lingkungan dan pariwisata berbasis alam. Hal ini menjadikan pendekatan tersebut relevan secara teknis dan sosial-ekonomi untuk kota seperti Denpasar yang mengandalkan sektor pariwisata dan kebudayaan sebagai pilar ekonomi utama.

2.1 Infrastruktur Hijau dan Ketahanan Kota terhadap Perubahan Iklim

Infrastruktur hijau semakin dipandang sebagai pendekatan strategis dalam meningkatkan ketahanan kota (*urban resilience*) terhadap dampak perubahan iklim, khususnya peningkatan intensitas hujan dan kejadian banjir perkotaan. Ahern (2011) menjelaskan bahwa infrastruktur hijau berperan sebagai sistem adaptif yang mampu merespons tekanan lingkungan melalui proses alami seperti infiltrasi, retensi, dan evapotranspirasi. Pendekatan ini berbeda dengan infrastruktur abu-abu (*grey infrastructure*) yang bersifat kaku dan berorientasi pada pengaliran air secara cepat.

Meerow et al. (2016) menekankan bahwa kota yang berketahanan air tidak hanya mengandalkan kapasitas teknis drainase, tetapi juga kemampuan sistem perkotaan dalam menyerap, menahan, dan memulihkan diri dari gangguan hidrologi. Dalam konteks ini, infrastruktur hijau berfungsi sebagai elemen kunci yang menghubungkan aspek teknis, ekologis, dan sosial dalam satu sistem terpadu.

2.2 Infrastruktur Hijau dalam Konteks Perkotaan Tropis

Penerapan infrastruktur hijau di wilayah tropis memiliki karakteristik tersendiri, terutama terkait curah hujan tinggi, jenis tanah, dan keanekaragaman vegetasi. Zhang et al. (2019) menyatakan bahwa efektivitas *rain garden* dan *bio-retention system* di wilayah tropis cenderung lebih tinggi dibandingkan wilayah beriklim sedang, karena tingginya intensitas hujan dan laju evapotranspirasi. Namun demikian, desain harus disesuaikan dengan kondisi tanah dan kapasitas infiltrasi lokal.

Di Indonesia, pendekatan berbasis alam (*nature-based solutions*) mulai banyak direkomendasikan dalam pengelolaan banjir perkotaan. Kementerian PUPR (2022) menegaskan bahwa integrasi ruang terbuka hijau dengan sistem drainase kota dapat mengurangi risiko genangan sekaligus meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan.

2.3 Keterkaitan Infrastruktur Hijau dengan Pembangunan Berkelanjutan

Infrastruktur hijau memiliki keterkaitan langsung dengan prinsip pembangunan berkelanjutan dan pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs). *United Nations*

(2019) menempatkan pengelolaan air perkotaan berbasis ekosistem sebagai bagian penting dari SDG 6 (*Clean Water and Sanitation*) dan SDG 11 (*Sustainable Cities and Communities*). Selain manfaat lingkungan, pendekatan ini juga berkontribusi terhadap peningkatan kualitas hidup masyarakat melalui penyediaan ruang publik yang sehat dan inklusif.

World Bank (2021) menambahkan bahwa investasi pada infrastruktur hijau cenderung lebih efisien dalam jangka panjang karena biaya pemeliharaan yang lebih rendah dan manfaat ganda (*co-benefits*) yang dihasilkan, seperti peningkatan nilai lahan, kesehatan masyarakat, dan pariwisata perkotaan.

Metode Pelaksanaan

1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Kawasan Monang-Maning, Kecamatan Denpasar Barat, Kota Denpasar, yang merupakan salah satu wilayah rawan genangan air saat musim hujan. Lokasi dipilih berdasarkan data genangan dari Dinas PUPR Kota Denpasar serta hasil observasi awal kondisi drainase dan tata guna lahan.

Pelaksanaan kegiatan direncanakan selama 3 (tiga) bulan, yaitu dari Mei hingga Juli 2025, yang meliputi tahap persiapan, pelaksanaan kegiatan inti, serta evaluasi dan pelaporan. Lokasi kegiatan mencakup area ruang publik dan lingkungan permukiman yang berpotensi diterapkan konsep infrastruktur hijau seperti rain garden dan area resapan.

2. Khalayak Sasaran / Mitra Kegiatan

Khalayak sasaran dalam kegiatan ini meliputi:

1. Masyarakat lokal di kawasan Monang-Maning (kepala lingkungan, warga setempat);
2. Perwakilan perangkat desa/kelurahan;
3. Kelompok pemuda (karang taruna) dan pengelola lingkungan setempat.

Penentuan mitra kegiatan dilakukan melalui koordinasi dengan pihak kelurahan dan kepala lingkungan setempat, dengan mempertimbangkan keterlibatan aktif masyarakat yang tinggal di wilayah rawan genangan serta memiliki kepedulian terhadap pengelolaan lingkungan.

3. Metode Pengabdian

Metode pengabdian yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi beberapa tahapan sebagai berikut:

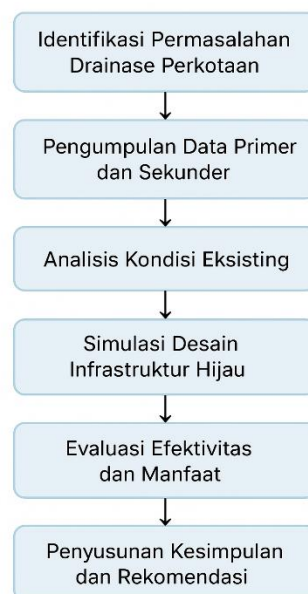
1. Persiapan
 - Koordinasi dengan pemerintah kelurahan dan tokoh Masyarakat
 - Survei awal lokasi dan identifikasi permasalahan drainase
 - Penyusunan materi edukasi dan desain sederhana infrastruktur hijau
2. Penyuluhan
 - Penyampaian materi mengenai konsep infrastruktur hijau dan pengelolaan air hujan berkelanjutan
 - Diskusi interaktif terkait permasalahan genangan yang dihadapi masyarakat
3. Pelatihan dan Demonstrasi
 - Pelatihan teknis sederhana pembuatan rain garden skala kecil
 - Demonstrasi pemilihan vegetasi dan media resapan yang sesuai kondisi lokal
4. Pendampingan
 - Pendampingan masyarakat dalam penerapan awal desain infrastruktur hijau
 - Monitoring pelaksanaan dan pemeliharaan awal oleh Masyarakat

4. Indikator Keberhasilan

- Keberhasilan kegiatan pengabdian diukur melalui indikator berikut:
- Meningkatnya pemahaman masyarakat tentang konsep infrastruktur hijau;
- Partisipasi aktif masyarakat dalam kegiatan penyuluhan dan pelatihan;
- Tersusunnya desain sederhana infrastruktur hijau berbasis lingkungan setempat;
- Terlaksananya demonstrasi rain garden sebagai contoh penerapan nyata;
- Adanya komitmen masyarakat untuk melakukan pemeliharaan berkelanjutan.

5. Metode Evaluasi

- Evaluasi kegiatan dilakukan dengan beberapa teknik berikut:
- Evaluasi awal dan akhir (pre-test dan post-test) untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta;
- Observasi lapangan terhadap keterlibatan masyarakat dan hasil demonstrasi;
- Diskusi dan umpan balik langsung dari peserta kegiatan;
- Dokumentasi kegiatan sebagai bahan evaluasi dan pelaporan.



Gambar 1. Diagram Alur Pelaksanaan

Hasil evaluasi digunakan untuk menilai ketercapaian indikator keberhasilan serta sebagai dasar penyusunan rekomendasi pengembangan kegiatan pengabdian lanjutan.

Hasil dan Pembahasan

Masalah Drainase dan Tantangan Kota Denpasar

Kondisi hidrologi Denpasar sangat dipengaruhi oleh curah hujan tahunan yang berkisar antara 1.800–2.500 mm (BMKG, 2023). Namun, peningkatan kepadatan bangunan dan menurunnya kapasitas tanah dalam menyerap air menyebabkan sistem drainase eksisting tidak mampu menampung beban limpasan. Beberapa titik genangan yang teridentifikasi secara rutin adalah di kawasan Jalan Gatot Subroto Barat, Monang-Maning, dan Ubung. Faktor penyebab utamanya meliputi:

- Konversi lahan terbuka menjadi permukaan kedap air.
- Kurangnya sistem resapan alami di area perumahan.

- c. Tingkat sedimentasi tinggi pada saluran drainase.
- d. Minimnya vegetasi di area publik.

Kondisi tersebut memperburuk kualitas lingkungan, menurunkan kenyamanan publik, dan memicu kerugian ekonomi, terutama di sektor transportasi dan perdagangan.

Potensi Penerapan Infrastruktur Hijau di Denpasar

Untuk mengatasi persoalan tersebut, diperlukan pendekatan multi-strategi berbasis infrastruktur hijau yang disesuaikan dengan karakteristik topografi dan tata ruang Denpasar. Beberapa alternatif desain yang dapat diterapkan antara lain:

1. *Rain Garden* di Kawasan Permukiman
Penerapan taman resapan di halaman rumah, sekolah, dan perkantoran mampu menampung limpasan dari atap dan jalan kecil. Vegetasi seperti *Cyperus alternifolius* (bambu air) dan *Vetiveria zizanioides* (akar wangi) dapat digunakan karena memiliki daya serap tinggi serta toleran terhadap genangan.
2. *Permeable Pavement* di Area Parkir dan Trotoar
Material seperti *porous concrete* atau paving block berpori dapat menurunkan volume air permukaan hingga 70% (Rahman et al., 2021). Implementasi di kawasan parkir *Mall Level 21* atau Pasar Badung dapat mengurangi genangan saat hujan lebat.
3. *Bio-Retention Pond* di Wilayah Rendah
Area seperti Sanur dan Ubung yang memiliki elevasi rendah cocok untuk pembangunan kolam retensi hayati. Kolam ini menampung air hujan sementara dan melepaskannya perlahan ke saluran utama, sekaligus menjadi ruang terbuka hijau multifungsi.

Aspek Teknis, Lingkungan, dan Sosial-Ekonomi dan Studi Kasus Simulasi Desain di Kawasan Monang-Maning

Kawasan Monang-Maning, Kecamatan Denpasar Barat, merupakan salah satu titik rawan genangan air di Kota Denpasar. Berdasarkan laporan Dinas PUPR Denpasar (2024), area ini mengalami genangan 20–30 cm setiap musim hujan, terutama di sekitar Jalan Gunung Agung dan Gunung Rinjani. Kepadatan permukiman yang tinggi dan minimnya area resapan menjadi faktor utama penyebab tingginya limpasan air hujan.

Untuk mengurangi limpasan, dilakukan simulasi desain *rain garden* di lahan publik seluas 300 m² dengan kedalaman 0,5 m. Area tangkapan air di sekitarnya seluas 1.000 m², dengan curah hujan rencana 50 mm/hari (BMKG, 2023). Desain *rain garden* terdiri atas tiga lapisan utama: (1) lapisan vegetasi seperti vetiver dan bambu air, (2) media infiltrasi berupa campuran pasir, tanah humus, dan kompos, serta (3) lapisan dasar kerikil setebal 20 cm untuk memperlancar resapan.

Kawasan Monang-Maning, Kecamatan Denpasar Barat, merupakan salah satu titik rawan genangan air di Kota Denpasar. Berdasarkan laporan Dinas PUPR Denpasar (2024), area ini mengalami genangan 20–30 cm setiap musim hujan, terutama di sekitar Jalan Gunung Agung dan Gunung Rinjani. Kepadatan permukiman yang tinggi dan minimnya area resapan menjadi faktor utama penyebab tingginya limpasan air hujan.

Untuk mengurangi limpasan, dilakukan simulasi desain *rain garden* di lahan publik seluas 300 m² dengan kedalaman 0,5 m. Area tangkapan air di sekitarnya seluas 1.000 m², dengan curah hujan rencana 50 mm/hari (BMKG, 2023). Desain *rain garden* terdiri atas tiga lapisan utama: (1) lapisan vegetasi seperti vetiver dan bambu air, (2) media infiltrasi berupa campuran pasir, tanah humus, dan kompos, serta (3) lapisan dasar kerikil setebal 20 cm untuk memperlancar resapan.

Menggunakan pendekatan SCS Curve Number (CN = 85), diperoleh volume limpasan sebesar $\pm 20 \text{ m}^3$, sementara kapasitas tampung taman mencapai 150 m^3 . Artinya, sistem ini mampu menahan hingga 80–90% limpasan dari hujan intensitas sedang. Waktu serapan penuh sekitar 4–5 jam, sehingga area di sekitarnya terbebas dari genangan jangka pendek.

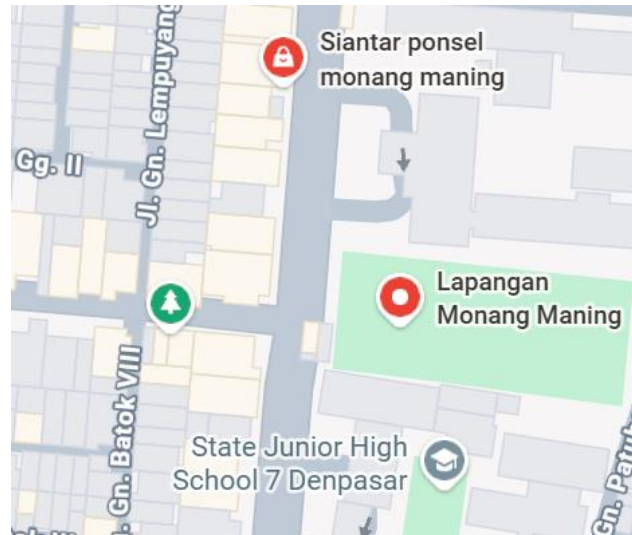
Aspek	Penjelasan
Teknis	Infrastruktur hijau mudah diintegrasikan dengan sistem drainase eksisting Denpasar. Pemeliharaan sederhana karena memanfaatkan vegetasi lokal. Investasi awal relatif lebih rendah dibandingkan pembangunan sistem pipa baru (World Bank, 2021).
Lingkungan	Meningkatkan kapasitas resapan tanah, mengurangi limpasan, menurunkan suhu udara rata-rata kota, serta memperkuat keanekaragaman hayati perkotaan (Fletcher et al., 2015).
Sosial-Ekonomi	Memberi nilai tambah estetika, menyediakan ruang publik yang nyaman, serta membuka peluang pekerjaan baru di bidang jasa lingkungan dan arsitektur lanskap hijau (Nugraha & Suryani, 2023).

Tabel 1. Aspek Pengaruh

Selain fungsi teknis, rain garden ini memiliki manfaat sosial dan lingkungan: memperindah ruang publik, menurunkan suhu mikro, serta menjadi area edukatif bagi masyarakat sekitar dalam program lingkungan sekolah dan karang taruna. Biaya pembangunan diperkirakan Rp 400.000/m², lebih hemat dibandingkan pembangunan saluran beton baru (Nugraha & Suryani, 2023).



Gambar 2. Konsep Rain Garden



Gambar 3. Lokasi Percontohan *Rain Garden*

Secara keseluruhan, hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan *rain garden* di Monang-Maning efektif untuk menekan limpasan air hujan sekaligus memperkuat fungsi ekologis kawasan. Jika diterapkan secara luas di titik-titik genangan lain seperti Padang Sambian dan Ubung, konsep ini dapat menjadi bagian dari strategi menuju Denpasar sebagai kota berketahanan air dan berkelanjutan.

Capaian Hasil Kegiatan

Tabel di bawah menggambarkan pencapaian kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di kawasan Monang-Maning, Kota Denpasar, dengan membandingkan kondisi awal sebelum kegiatan dan kondisi setelah kegiatan dilaksanakan. Pada aspek pemahaman masyarakat terhadap konsep infrastruktur hijau, kondisi awal menunjukkan tingkat pemahaman yang masih rendah, di mana sebagian besar masyarakat belum mengenal fungsi dan manfaat *rain garden* serta sistem resapan berbasis alam. Setelah kegiatan penyuluhan dan pelatihan dilaksanakan, terjadi peningkatan pemahaman yang signifikan, ditandai dengan kemampuan peserta menjelaskan kembali konsep infrastruktur hijau dan manfaatnya dalam mengurangi genangan air.

Indikator	Kondisi Awal	Setelah Kegiatan
Pemahaman masyarakat tentang infrastruktur hijau	Rendah	Meningkat
Partisipasi warga dalam diskusi	Terbatas	Aktif
Ketersediaan desain <i>rain garden</i>	Tidak ada	Tersusun 1 desain
Contoh penerapan fisik	Belum ada	1 lokasi percontohan
Komitmen pemeliharaan	Belum terbentuk	Disepakati bersama

Tabel 2. Pencapaian Kegiatan

Partisipasi masyarakat dalam kegiatan juga mengalami peningkatan. Pada kondisi awal, keterlibatan warga masih terbatas dan cenderung pasif. Namun, setelah kegiatan berlangsung, masyarakat menunjukkan partisipasi yang lebih aktif melalui diskusi, sesi tanya jawab, serta keterlibatan langsung dalam kegiatan pelatihan dan demonstrasi

pembuatan *rain garden*. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan partisipatif yang digunakan mampu mendorong keterlibatan masyarakat secara lebih optimal.

Dari sisi luaran kegiatan, sebelum pelaksanaan pengabdian belum tersedia desain infrastruktur hijau yang dapat dijadikan acuan oleh masyarakat. Setelah kegiatan, berhasil disusun satu desain *rain garden* sederhana yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan setempat dan dapat direplikasi pada lokasi lain. Selain itu, pada kondisi awal belum terdapat contoh penerapan fisik infrastruktur hijau, sementara setelah kegiatan terlaksana satu lokasi percontohan *rain garden* sebagai bentuk implementasi nyata di lapangan.

Aspek keberlanjutan kegiatan tercermin dari adanya komitmen masyarakat terhadap pemeliharaan infrastruktur hijau. Sebelum kegiatan, komitmen tersebut belum terbentuk. Setelah kegiatan pengabdian, masyarakat bersama perangkat lingkungan menyepakati komitmen bersama untuk melakukan pemeliharaan secara berkelanjutan. Secara keseluruhan, tabel tersebut menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian tidak hanya meningkatkan pengetahuan masyarakat, tetapi juga menghasilkan luaran nyata dan mendorong keterlibatan serta tanggung jawab bersama dalam pengelolaan lingkungan perkotaan.

Simpulan

Penerapan infrastruktur hijau di Kota Denpasar menjadi solusi strategis dalam menghadapi tantangan limpasan air hujan akibat urbanisasi. Teknologi seperti *rain garden*, *permeable pavement*, dan *bio-retention pond* terbukti efektif secara teknis, ramah lingkungan, serta memberikan manfaat sosial dan ekonomi yang signifikan.

Untuk mewujudkan sistem pengelolaan air perkotaan yang berkelanjutan, diperlukan:

1. Integrasi konsep infrastruktur hijau ke dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Denpasar.
2. Dukungan kebijakan berupa insentif pajak atau subsidi bagi pengembang yang menerapkan desain berwawasan hijau.
3. Edukasi publik dan kolaborasi multi-pihak antara pemerintah, akademisi, dan komunitas warga.

Dengan langkah-langkah tersebut, Denpasar berpotensi menjadi kota berketahanan air (*water-resilient city*) yang mampu beradaptasi terhadap perubahan iklim dan menjaga keseimbangan antara pembangunan dan kelestarian lingkungan perlu disertakan.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh pihak yang telah berpartisipasi aktif dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, baik dari unsur pemerintah kelurahan, tokoh masyarakat, maupun warga di kawasan, Kota Denpasar. Dukungan, keterlibatan, serta kontribusi pemikiran yang diberikan selama proses perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi kegiatan sangat membantu kelancaran dan keberhasilan program yang dilaksanakan. Selain itu, penulis juga mengapresiasi kerja sama seluruh tim pelaksana yang telah berperan aktif dalam penyusunan desain, pelaksanaan pelatihan, serta pendampingan masyarakat di lapangan. Partisipasi dan sinergi dari berbagai pihak tersebut menjadi faktor penting yang memungkinkan kegiatan ini terlaksana dengan baik dan artikel ini dapat disusun serta diselesaikan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

Referensi

- Ahern, J. (2011). From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 341–343. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2011.05.021
- BMKG. (2023). Data Curah Hujan Tahunan Kota Denpasar Tahun 2023. Denpasar: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. <https://www.bmkg.go.id>
- Dinas PUPR Kota Denpasar. (2024). Laporan Kondisi Drainase dan Genangan Tahunan Kota Denpasar. Denpasar: Pemerintah Kota Denpasar. <https://www.denpasarkota.go.id/>
- Environmental Protection Agency (EPA). (2022). Green Infrastructure for Stormwater Management. Washington, D.C.: U.S. Government Publishing Office. <https://www.epa.gov/green-infrastructure>
- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., & Ashley, R. (2015). SUDS, LID, BMPs and More: The Evolution and Application of Terminologies Describing Urban Drainage Systems. *Urban Water Journal*, 12(7), 525–542. DOI: 10.1080/1573062X.2014.916314
- Kementerian PUPR. (2022). Pedoman pengelolaan drainase perkotaan berbasis infrastruktur hijau. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. <https://pu.go.id/>
- Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38–49. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2015.11.011
- Nugraha, D., & Suryani, P. (2023). Perencanaan Infrastruktur Hijau dalam Pengelolaan Air Perkotaan. *Jurnal Teknik Sipil Indonesia*, 15(2), 87–96.
- Rahman, M. A., Imteaz, M. A., & Goonetilleke, A. (2021). Modelling of Rain Garden Performance under Varying Climatic Conditions. *Hydrological Processes*, 35(4), 1–10. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.164153
- United Nations. (2019). The Sustainable Development Goals report 2019. United Nations Publications. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/>
- World Bank. (2021). Nature-Based Solutions for Urban Flood Management in Southeast Asia. Washington D.C.: World Bank Group. <https://documents.worldbank.org/>
- Zhang, K., Chui, T. F. M., & Xia, J. (2019). Integrated Evaluation of Green Infrastructure for Stormwater Management in Tropical Cities. *Journal of Hydrology*, 577, 123976. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2019.123976