

DESAIN INFRASTRUKTUR HIJAU BERBASIS RESAPAN UNTUK PENGELOLAAN DRAINASE PERKOTAAN BERKELANJUTAN DI KECAMATAN DENPASAR BARAT

[Infiltration-Based Green Infrastructure Design for Sustainable Urban Drainage Management in West Denpasar District]

Tjokorda Istri Praganingrum^{1)*}, Anak Agung Ratu Ritaka Wangsa²⁾,
I Putu Mahesa Pramana Putra³⁾

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mahasaraswati Denpasar

praganingrum@unmas.ac.id (corresponding)

ABSTRAK

Perubahan pola spasial perkotaan yang ditandai oleh meningkatnya kawasan terbangun, bertambahnya kepadatan penduduk, dan berkurangnya area resapan telah memperbesar tekanan terhadap sistem drainase perkotaan di Kota Denpasar. Kecamatan Denpasar Barat merupakan salah satu wilayah yang mengalami kondisi tersebut, terutama di Desa Padangsambian Kelod yang dalam beberapa tahun terakhir menghadapi genangan dan banjir lokal pada sejumlah titik. Penelitian ini bertujuan menganalisis dampak perubahan pola spasial terhadap kinerja drainase perkotaan serta merumuskan desain infrastruktur hijau berbasis resapan sebagai strategi pengelolaan air yang lebih berkelanjutan. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif melalui observasi lapangan, wawancara, telaah dokumen, dan pemetaan perubahan pola spasial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan area terbangun di Kecamatan Denpasar Barat telah meningkatkan limpasan permukaan dan memperbesar beban drainase eksisting, sehingga memicu genangan terutama di Jalan Gunung Salak dan Jalan Gunung Tangkuban Perahu. Upaya yang selama ini dilakukan, seperti normalisasi saluran, pembangunan drainase baru, dan kolam retensi, belum sepenuhnya efektif karena masih berorientasi pada percepatan aliran air. Penelitian ini menawarkan desain saluran drainase berbasis infrastruktur hijau melalui penambahan lubang resapan biopori pada dasar saluran, penggunaan beton bertulang, serta perlindungan erosi dengan riprap dan vegetasi. Desain tersebut tidak hanya diarahkan untuk meningkatkan kapasitas aliran, tetapi juga memperkuat infiltrasi, menyaring polutan, dan mendukung keberlanjutan sistem drainase perkotaan. Penelitian ini menegaskan bahwa penanganan drainase di kawasan urban memerlukan pergeseran paradigma dari sistem pembuangan air menuju sistem pengelolaan air berbasis resapan dan adaptasi ekologis.

Kata kunci: *Infrastruktur Hijau; Drainase Perkotaan; Resapan Air; Biopori; Denpasar Barat.*

ABSTRACT

Changes in urban spatial patterns characterized by increasing built-up areas, increasing population density, and decreasing catchment areas have increased the pressure on the urban drainage system in the city of Denpasar. West Denpasar District is one of the areas that experienced this condition, especially in Padangsambian Kelod Village which in recent years has faced local inundation and flooding at a number of points. This study aims to analyze the impact of changes in spatial patterns on urban drainage performance and formulate a catchment-based green infrastructure design as a more sustainable water management strategy. The research uses a descriptive qualitative approach through field observations, interviews, document reviews, and mapping of spatial pattern changes. The results of the study show that the increase in built-up area in West Denpasar District has increased surface runoff and increased the existing drainage load, thus triggering inundation, especially on Jalan Gunung Salak and Jalan Gunung Tangkuban Perahu. Efforts that have been made, such as channel normalization, construction of new drainage, and retention ponds, have not been fully effective because they are still oriented towards accelerating water flow. This research offers a green infrastructure-based drainage channel design through the addition of biopore infiltration holes at the bottom of the channel, the use of reinforced concrete, and erosion protection with riprap and vegetation. The design is not only geared towards increasing flow capacity, but also strengthening infiltration, filtering pollutants, and supporting the sustainability of urban drainage systems. This study confirms that drainage management in urban areas requires a paradigm shift from water drainage systems to water management systems based on catchment and ecological adaptation.

Keywords: *Green Infrastructure; Urban Drainage; Water Infiltration; Biopores; West Denpasar.*

PENDAHULUAN

Perkembangan kota selalu diikuti oleh perubahan struktur ruang yang memengaruhi keseimbangan lingkungan (Putra & Pradoto, 2016). Pertumbuhan penduduk, ekspansi permukiman, peningkatan aktivitas ekonomi, dan pembangunan infrastruktur mendorong perubahan penggunaan lahan secara intensif. Dalam konteks perkotaan, perubahan tersebut berdampak langsung pada menurunnya kapasitas infiltrasi tanah, meningkatnya limpasan permukaan, dan bertambahnya tekanan terhadap sistem drainase (Ary Rachmad, 2024). Oleh sebab itu, permasalahan drainase perkotaan tidak dapat dipahami semata-mata sebagai persoalan teknis saluran, melainkan sebagai akibat dari perubahan pola spasial yang mengganggu proses hidrologis alami (Handoyo, 2022).

Sejumlah kajian telah menunjukkan bahwa urbanisasi yang tidak terkendali secara signifikan menurunkan daya dukung lingkungan perkotaan (Akhirul et al., 2020). Dalam dinamika ini, ruang terbuka hijau (RTH) memegang peran krusial sebagai unsur ekologis yang tidak hanya memiliki fungsi sosial, tetapi juga menjadi penyangga utama dalam menjaga kualitas lingkungan hidup. Namun, laju perubahan tata guna lahan yang mengabaikan daya dukung lingkungan kerap mengganggu keseimbangan hidrologis tanah dan air, yang pada akhirnya memicu peningkatan kerentanan kota terhadap bencana banjir (Suripin, 2004).

Banjir perkotaan merupakan persoalan multidimensi yang berkorelasi erat dengan alih fungsi lahan, peningkatan volume limpasan permukaan (*surface runoff*), dan defisit kapasitas drainase (Kodoatie, 2021). Sebagai upaya mitigasi dari aspek resapan, penerapan teknologi tepat guna seperti lubang resapan biopori terbukti memiliki potensi besar untuk meningkatkan laju infiltrasi sekaligus mereduksi limpasan air hujan, khususnya di kawasan permukiman padat (Brata & Nelistya, 2008).

Meskipun urgensi resapan air semakin krusial, sebagian besar pendekatan manajemen drainase di berbagai kawasan perkotaan masih didominasi oleh paradigma konvensional. Paradigma ini berfokus pada upaya mempercepat pembuangan air dari kawasan terbangun menuju saluran utama atau badan air penerima (Suripin, 2002). Pendekatan ini memang relevan untuk kondisi tertentu, namun terbukti tidak memadai ketika akar persoalannya justru terletak pada penyusutan drastis area resapan dan ekspansi permukaan kedap air (*impermeable cover*). Dengan kata lain, sekadar meningkatkan dimensi dan kapasitas saluran drainase tanpa dibarengi dengan pemulihan fungsi infiltrasi tanah hanya akan menghasilkan solusi parsial yang tidak menyentuh akar permasalahan tata air perkotaan (Fletcher et al., 2015).

Kondisi ketidakseimbangan hidrologis tersebut tercermin nyata di Kecamatan Denpasar Barat, khususnya di wilayah Desa Padangsembian Kelod. Wilayah ini tengah mengalami transformasi pola spasial dan demografis yang sangat masif. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk di kawasan ini terus mengalami tren peningkatan dari 168.000 jiwa pada tahun 2020 menjadi 191.900 jiwa pada tahun 2026 (BPS Denpasar, 2026). Sejalan dengan tren demografi tersebut, luas area terbangun juga melonjak drastis dari 12,22 km² pada tahun 2021 menjadi 23,46 km² pada tahun 2026. Intensifikasi pemanfaatan ruang yang masif ini berimplikasi langsung pada lonjakan volume limpasan permukaan dan memberikan beban ekstra terhadap sistem drainase eksisting. Fenomena genangan air dan banjir lokal yang kerap berulang di sejumlah titik rawan, seperti di Jalan Gunung Salak dan Jalan Gunung Tangkuban Perahu, menjadi indikasi kuat bahwa infrastruktur drainase saat ini belum mampu mengimbangi pesatnya laju alih fungsi lahan (Dinas PUPR Kota Denpasar, 2023).

Merespons kebuntuan sistem drainase konvensional tersebut, penerapan infrastruktur hijau (*green infrastructure*) mulai diakui sebagai solusi adaptif yang lebih efektif, termasuk di kawasan perkotaan Bali. Studi terbaru menunjukkan bahwa integrasi desain ekologis seperti sumur resapan di Kecamatan Denpasar Barat mampu mereduksi risiko genangan secara signifikan dengan mengembalikan fungsi infiltrasi air tanah (Pamungkas et al., 2023). Lebih lanjut, pengelolaan air perkotaan di Denpasar kini mutlak membutuhkan transisi menuju infrastruktur hijau agar sejalan dengan prinsip kota berkelanjutan dan mampu menekan volume limpasan puncak secara optimal (Kardiyasa et al., 2026).

Penelitian terdahulu oleh (Wangsa et al., 2024) telah mengidentifikasi faktor-faktor pendorong perubahan pola spasial terhadap drainase perkotaan di Kecamatan Denpasar Barat. Namun, kajian tersebut belum secara spesifik mengembangkan rumusan desain infrastruktur drainase

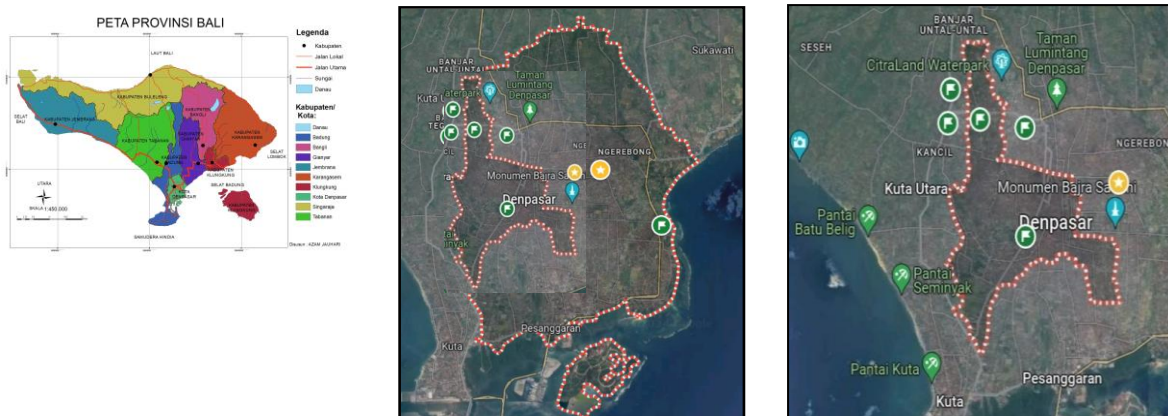
yang mengintegrasikan fungsi pengaliran dan fungsi resapan dalam satu model teknis-ekologis. Di sinilah letak ruang kontribusi penelitian ini. Kebaruan penelitian ini terletak pada upaya merumuskan desain drainase berbasis infrastruktur hijau melalui integrasi lubang resapan biopori, perlindungan erosi, dan pemilihan material saluran dalam konteks kawasan urban padat. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menjelaskan hubungan antara perubahan spasial dan banjir, tetapi juga menawarkan arah solusi yang aplikatif.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis dampak perubahan pola spasial terhadap kinerja drainase perkotaan di Kecamatan Denpasar Barat serta merumuskan desain infrastruktur hijau berbasis resapan sebagai strategi pengelolaan air perkotaan yang lebih berkelanjutan. Secara akademik, penelitian ini memperluas diskursus tentang drainase berkelanjutan pada kawasan perkotaan tropis. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pemerintah daerah dalam merancang sistem drainase yang tidak hanya berorientasi pada pembuangan air, tetapi juga pada pemulihan fungsi resapan lingkungan.

METODE PENELITIAN

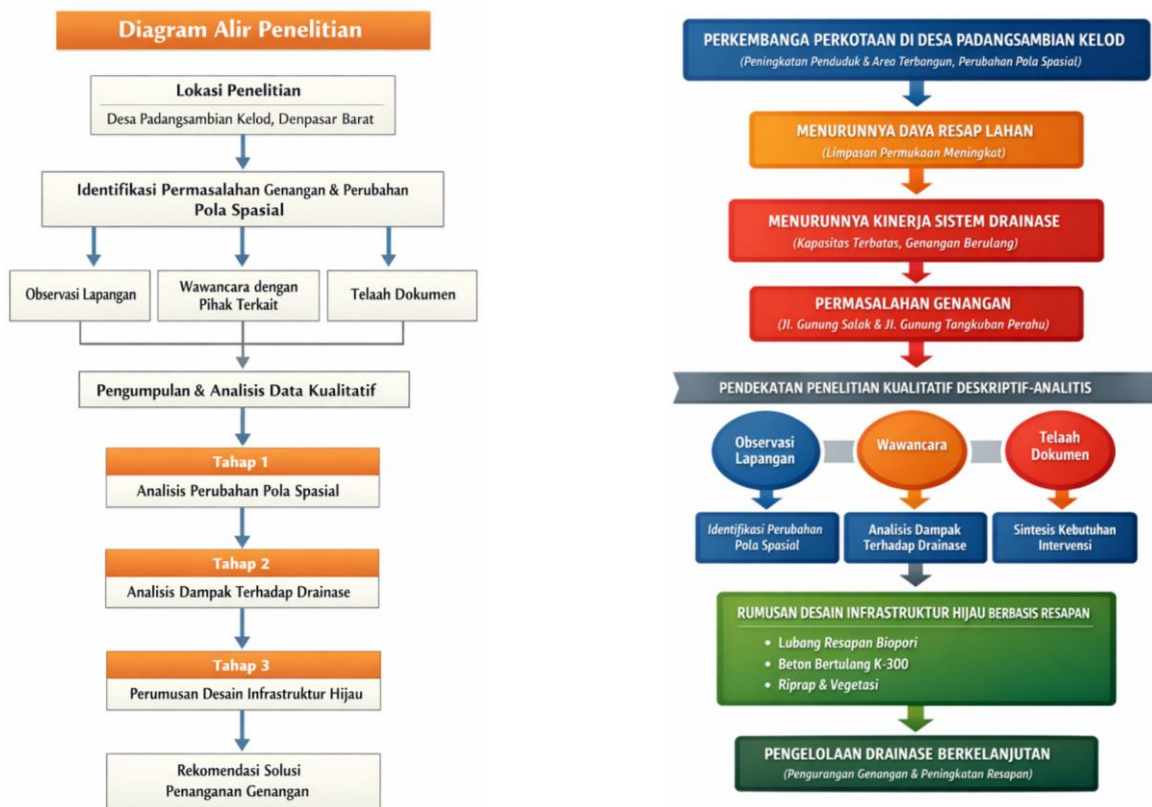
Penelitian ini dilaksanakan di Desa Padangsambian Kelod, Kecamatan Denpasar Barat, Kota Denpasar. Lokasi ini dipilih karena merupakan salah satu kawasan yang mengalami perkembangan perkotaan cukup pesat dan menunjukkan permasalahan genangan yang berulang, terutama pada ruas Jalan Gunung Salak dan Jalan Gunung Tangkuban Perahu. Kawasan ini dipandang representatif untuk menjelaskan hubungan antara perubahan pola spasial, meningkatnya area terbangun, dan menurunnya kinerja sistem drainase perkotaan.

Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif-analitis. Pemilihan pendekatan ini didasarkan pada tujuan penelitian yang tidak hanya mendeskripsikan kondisi eksisting, tetapi juga menafsirkan keterkaitan antara dinamika spasial dan persoalan hidrologis perkotaan. Melalui pendekatan ini, data lapangan dan dokumen dapat dibaca secara kontekstual untuk menghasilkan rumusan desain yang sesuai dengan karakter masalah di lokasi penelitian.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Data penelitian diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, dan telaah dokumen. Observasi dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi fisik saluran drainase, lokasi genangan, karakter kawasan sekitar, dan kebutuhan intervensi desain. Wawancara dilakukan dengan pihak terkait di tingkat desa dan kecamatan untuk memperoleh informasi mengenai perubahan penggunaan lahan, kondisi drainase, serta upaya penanganan yang telah dilakukan. Telaah dokumen dilakukan terhadap data kependudukan, data perubahan luas area terbangun, dokumentasi kondisi banjir, dan rujukan pustaka yang relevan.



Gambar 2. Diagram Alir dan Kerangka Pikir

Analisis data dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah identifikasi perubahan pola spasial melalui pembacaan tren pertumbuhan penduduk dan peningkatan area terbangun. Tahap kedua adalah interpretasi dampak perubahan tersebut terhadap sistem drainase berdasarkan hasil observasi dan wawancara lapangan. Tahap ketiga adalah perumusan desain infrastruktur hijau berbasis resapan yang diarahkan untuk menjawab persoalan genangan pada lokasi penelitian. Desain tersebut mencakup penambahan lubang resapan biopori pada dasar saluran, penggunaan beton bertulang mutu K-300 sebagai material utama, serta perlindungan erosi melalui riprap dan vegetasi. Dengan alur tersebut, desain yang dihasilkan merupakan hasil sintesis antara kondisi lapangan, perubahan spasial, dan kebutuhan pengelolaan air yang lebih berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Pola Spasial di Kecamatan Denpasar Barat

Perubahan pola spasial di Kecamatan Denpasar Barat menunjukkan adanya intensifikasi perkembangan kawasan perkotaan yang semakin masif. Sebagaimana telah diidentifikasi sebelumnya, pertumbuhan penduduk sebesar 14,23% dalam kurun waktu enam tahun (2020–2026) memperlihatkan bahwa wilayah ini kian terkonsentrasi sebagai pusat aktivitas urban. Kecenderungan ini diperkuat oleh lonjakan tajam luas area terbangun yang mencapai 91,98% pada periode yang sama. Rangkaian data persentase tersebut menegaskan bahwa perubahan tutupan lahan di kawasan ini bukanlah fenomena insidental semata, melainkan sebuah transformasi spasial yang bersifat struktural, agresif, dan berkelanjutan.

Rangkaian data persentase tersebut menegaskan bahwa perubahan tutupan lahan di kawasan ini bukanlah fenomena insidental semata, melainkan sebuah transformasi spasial yang bersifat struktural, agresif, dan berkelanjutan. Transformasi tata guna lahan inilah yang secara langsung mereduksi luasan area resapan air secara drastis, sehingga memicu peningkatan nilai koefisien pengaliran (*runoff coefficient*). Berdasarkan estimasi parameter hidrologis, lonjakan area terbangun yang hampir mencapai dua kali lipat ini mendorong koefisien limpasan di sub-DAS

Padangsambian Kelod dari kategori kawasan semi-terbangun menjadi kategori padat perkotaan (dengan nilai C diestimasi melampaui 0,75).

Akibatnya, terjadi lonjakan debit puncak banjir (*peak discharge*) yang sangat signifikan setiap kali terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Kondisi ini secara matematis dan empiris menjelaskan mengapa penampang saluran drainase eksisting di titik-titik rawan seperti Jalan Gunung Salak dan Jalan Gunung Tangkuban Perahu kini kehilangan fungsinya secara optimal. Infrastruktur drainase tersebut, yang mayoritas didesain menggunakan asumsi tata guna lahan dan kapasitas tampung dekade sebelumnya, kini mengalami fenomena *overtopping* (meluap melampaui tanggul saluran). Singkatnya, volume limpasan permukaan yang dihasilkan oleh kawasan terbangun seluas 23,46 km² ini telah jauh melampaui kapasitas pengaliran maksimum jaringan drainase yang ada, sehingga genangan menjadi sebuah konsekuensi hidrologis yang tidak terelakkan

Dalam kerangka hidrologi perkotaan, penambahan kawasan terbangun berarti bertambah pula permukaan kedap air yang mengurangi kapasitas tanah untuk meresapkan air hujan. Akibatnya, air hujan yang seharusnya terserap ke dalam tanah berubah menjadi limpasan permukaan yang harus ditampung dan dialirkan oleh sistem drainase. Pada titik ini, perubahan pola spasial menjadi faktor kunci yang menjelaskan meningkatnya tekanan terhadap drainase perkotaan.

Dampak Perubahan Pola Spasial Terhadap Drainase

Dampak paling nyata dari perubahan tersebut terlihat pada menurunnya kinerja drainase di Desa Padangsambian Kelod, khususnya di Jalan Gunung Salak dan Jalan Gunung Tangkuban Perahu. Temuan lapangan menunjukkan adanya genangan yang berkaitan dengan kondisi saluran drainase yang tidak lagi optimal. Hal ini mengindikasikan bahwa kapasitas sistem eksisting tidak sepenuhnya mampu merespons penambahan limpasan permukaan yang terjadi akibat perubahan penggunaan lahan.

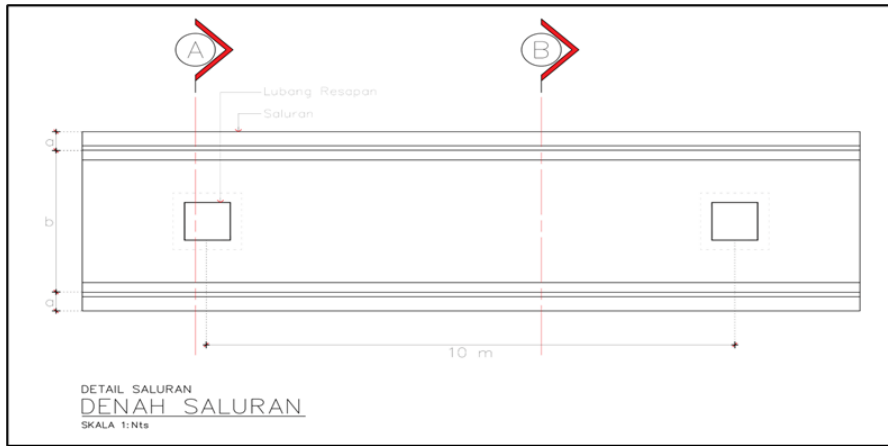
Penelitian juga mencatat bahwa pemerintah telah melakukan sejumlah langkah penanganan, seperti normalisasi sungai dan saluran, pembangunan saluran drainase baru, dan pembangunan kolam retensi. Secara operasional, langkah-langkah tersebut penting dan menunjukkan adanya intervensi kelembagaan. Namun, secara substantif, pendekatan tersebut masih dominan berpusat pada peningkatan kapasitas aliran. Kelemahannya, pendekatan ini belum cukup memulihkan fungsi ekologis kawasan, terutama fungsi resapan yang terus menurun akibat urbanisasi. Dengan demikian, persoalan drainase di lokasi penelitian memperlihatkan keterbatasan pendekatan teknis-konvensional ketika tidak disertai strategi infiltrasi.

Desain Infrastruktur Hijau Berbasis Resapan

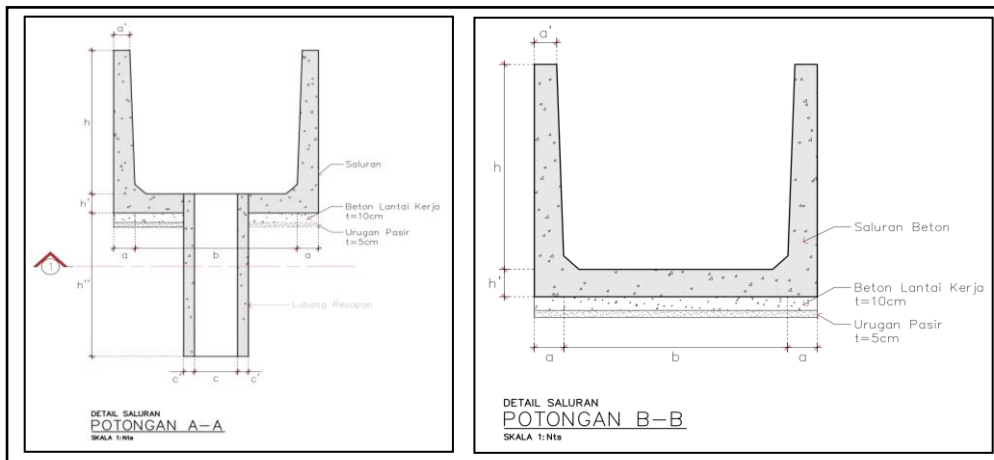
Untuk menjawab keterbatasan tersebut, penelitian ini menawarkan desain saluran drainase baru dengan penambahan lubang resapan biopori pada dasar saluran. Secara teknis, elemen ini dirancang untuk meningkatkan kemampuan infiltrasi air ke dalam tanah sekaligus membantu menyaring polutan yang terbawa aliran, seperti sampah, minyak, dan zat kimia lainnya. Keunggulan desain ini terletak pada kemampuannya menggabungkan fungsi pengaliran dan fungsi resapan dalam satu sistem.

Penggunaan beton bertulang mutu K-300 menunjukkan bahwa desain yang diusulkan tetap mempertimbangkan ketahanan struktur. Dengan demikian, penelitian ini tidak menempatkan infrastruktur hijau sebagai pengganti total sistem drainase konvensional, melainkan sebagai pendekatan integratif yang memadukan kekuatan rekayasa dan fungsi ekologis. Pendekatan seperti ini sangat relevan untuk kawasan urban padat yang memiliki keterbatasan ruang, sehingga intervensi berbasis lanskap yang luas sering kali sulit diterapkan.

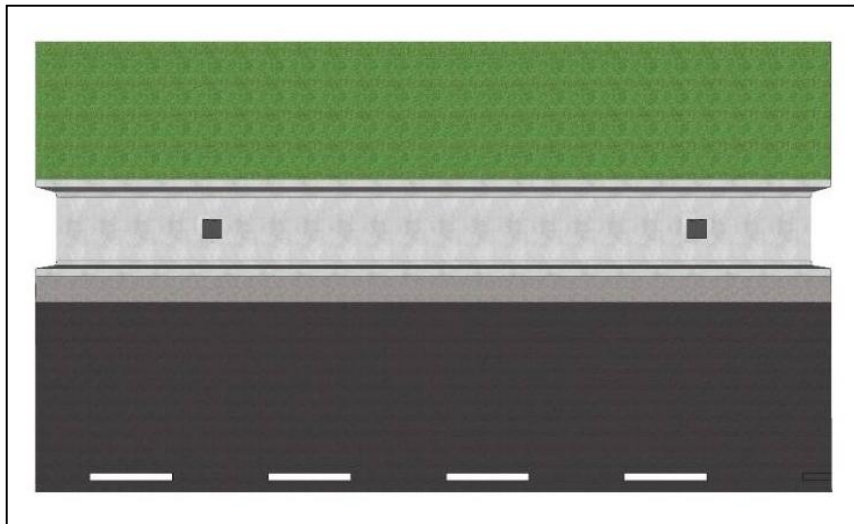
Selain itu, perlindungan terhadap erosi dirancang melalui penggunaan riprap pada dasar dan tebing saluran serta penanaman vegetasi pada tebing. Kombinasi ini menunjukkan bahwa desain tidak hanya berorientasi pada kuantitas aliran air, tetapi juga pada stabilitas fisik saluran dan kualitas lingkungan sekitarnya. Vegetasi berfungsi memperkuat tanah, mengurangi kecepatan aliran pada tepi saluran, dan meningkatkan kualitas visual kawasan. Karena itu, desain yang diusulkan dapat dipahami sebagai model infrastruktur hibrida yang mengintegrasikan komponen struktural dan ekologis dalam pengelolaan drainase perkotaan.



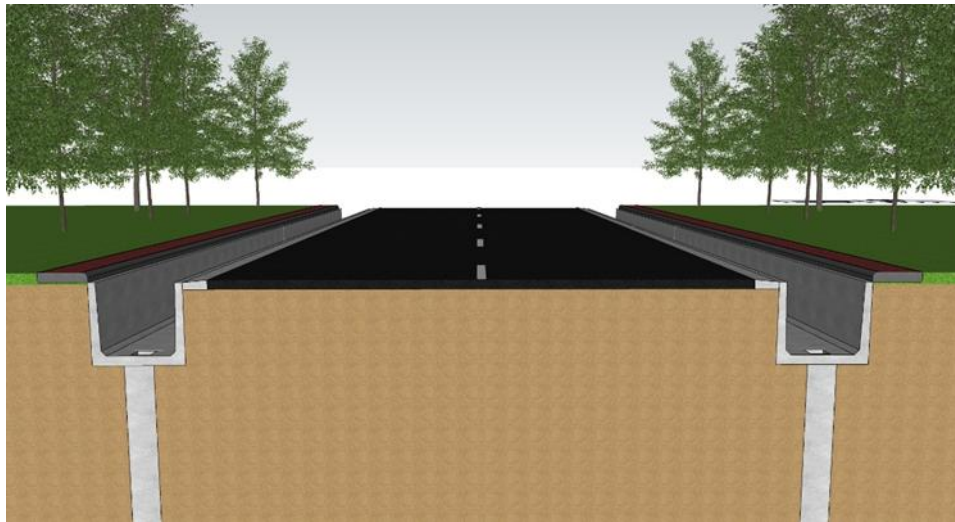
Gambar 3. Denah Saluran



Gambar 4. Potongan Saluran



Gambar 5. Desain Perlindungan Saluran Terhadap Erosi



Gambar 6. Potongan Desain Resapan dengan Tambahan Biopori pada Saluran Drainase

Kontribusi Penelitian

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada upayanya menghubungkan analisis perubahan pola spasial dengan formulasi desain drainase berbasis resapan. Penelitian ini menegaskan bahwa permasalahan banjir perkotaan tidak cukup dipahami sebagai kekurangan kapasitas saluran, melainkan sebagai konsekuensi dari perubahan struktur ruang yang menghilangkan fungsi infiltrasi. Dari sisi akademik, penelitian ini memperkuat gagasan bahwa drainase perkotaan perlu diposisikan sebagai bagian dari sistem ekologis kota. Dari sisi praktis, desain yang diusulkan dapat menjadi referensi awal bagi pemerintah daerah dalam merumuskan sistem drainase yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

Tabel 1. Sintesis Hasil dan Pembahasan

Aspek	Temuan Penelitian	Implikasi	Rekomendasi Desain
Perubahan penduduk dan kawasan terbangun	Jumlah penduduk meningkat dan area terbangun bertambah signifikan	Kapasitas resapan menurun, meningkat	Integrasi fungsi resapan dalam sistem drainase
Kondisi drainase eksisting	Terdapat genangan pada titik tertentu dan saluran tidak optimal	Drainase eksisting tidak mampu menampung beban limpasan secara efektif	Redesign saluran dengan pendekatan teknis-ekologis
Penanganan yang telah dilakukan	Normalisasi saluran, drainase baru, dan kolam retensi	Solusi masih dominan berorientasi pada aliran	Perlu ditambahkan elemen resapan untuk mengurangi beban dari sumber
Desain yang diusulkan	Lubang resapan biopori, beton K-300, riprap, vegetasi	Meningkatkan infiltrasi, stabilitas, dan kualitas lingkungan	Dapat diterapkan sebagai model drainase berkelanjutan pada kawasan padat

Tabel tersebut menunjukkan bahwa persoalan drainase di kawasan penelitian tidak berdiri sendiri, melainkan berkaitan erat dengan perubahan spasial, keterbatasan sistem eksisting, dan perlunya pergeseran menuju desain yang lebih adaptif berbasis resapan.

PENUTUP

Simpulan

Perubahan pola spasial di Kecamatan Denpasar Barat telah memberikan tekanan yang berlebih terhadap sistem drainase perkotaan. Peningkatan luas kawasan terbangun yang masif telah secara langsung mengurangi area resapan dan memicu lonjakan volume limpasan permukaan. Kondisi ini

bermanifestasi pada intensitas genangan di sejumlah titik rawan, terutama pada kawasan dengan perkembangan fisik yang intensif seperti Desa Padangsambian Kelod. Temuan ini mengonfirmasi bahwa persoalan drainase perkotaan di wilayah studi tidak hanya dipicu oleh curah hujan semata, melainkan sangat erat kaitannya dengan transformasi tata ruang yang agresif dan menurunnya daya dukung ekologis lingkungan.

Kondisi eksisting tersebut menunjukkan bahwa pendekatan drainase konvensional yang selama ini hanya berfokus pada percepatan aliran air pembuangan terbukti belum cukup tangguh untuk menjawab kompleksitas masalah di kawasan urban padat. Oleh karena itu, diperlukan intervensi yang lebih integratif melalui pendekatan infrastruktur hijau (*green infrastructure*) berbasis resapan. Modifikasi saluran eksisting melalui penambahan lubang resapan biopori pada dasar saluran, penggunaan beton bertulang untuk stabilitas, serta perlindungan erosi menggunakan riprap dan penanaman vegetasi, merupakan bentuk intervensi konkret yang sangat disarankan. Langkah teknis ini tidak hanya memperkuat fungsi pengaliran, tetapi juga memulihkan kapasitas infiltrasi tanah secara bersamaan.

Saran

Sebagai langkah keberlanjutan, penelitian ini menegaskan perlunya pergeseran paradigma pengelolaan drainase perkotaan dari sekadar sistem pembuangan air (*drainage point*) menuju sistem pengelolaan air (*water management*) yang komprehensif. Agar rekomendasi desain ini dapat diterapkan secara lebih presisi dan meyakinkan di lapangan, diperlukan tindak lanjut berupa penguatan pemodelan data teknis kuantitatif, yang mutlak harus diiringi dengan dukungan regulasi dan penegakan kebijakan tata ruang dari pemerintah daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhirul, A., Witra, Y., Umar, I., & Erianjoni, E. (2020). Dampak negatif pertumbuhan penduduk terhadap lingkungan dan upaya mengatasinya. *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Lingkungan*, 1(3), 76–84.
- Ary Rachmad, S. S. (2024). *Perubahan Tutupan Lahan Hutan Terhadap Debit Puncak Di Das Air Dingin*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- BPS Denpasar. (2026). *Kota Denpasar Dalam Angka 2026* (Vol. 3). Badan Pusat Statistik Kota Denpasar.
- Brata, K. R., & Nelistya, A. (2008). *Lubang Resapan Biopori*. Niaga Swadaya.
- Dinas PUPR Kota Denpasar. (2023). *Laporan Tahunan Sistem Drainase*.
- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S., Barraud, S., Semadeni-Davies, A., & Bertrand-Krajewski, J.-L. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more—The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, 12(7), 525–542.
- Handoyo, B. (2022). *Pengantar geografi: Penguatan berpikir spasial*. Bayfa Cendekia Indonesia.
- Kardiyasa, K. A. P., Santika, P. A., & Paturusi, S. A. (2026). Desain Infrastruktur Hijau untuk Pengelolaan Air di Kawasan Perkotaan (Studi Kasus: Kota Denpasar). *Jurnal Abdimas Indonesia*, 6(1), 218–227.
- Kodoatie, R. J. (2021). *Rekayasa dan manajemen banjir kota*. Penerbit Andi.
- Pamungkas, T. H., Erlangga, I. B. W., Warsana, K. B., Ardana, P. D. H., & Soriarta, I. K. (2023). Kajian Efektivitas Sumur Resapan Di Kecamatan Denpasar Barat. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 12(1), 44–52.
- Putra, D. R., & Pradoto, W. (2016). Pola dan faktor perkembangan pemanfaatan lahan di Kecamatan Mranggen, Kabupaten Demak. *Jurnal Pengembangan Kota*, 4(1), 67–75.
- Suripin. (2002). *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Andi.
- Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. *Yogyakarta, Indonesia: ANDI Offset*, 7, 367–368.
- Wangsa, A. A. R. R., Praganingrum, T. I., Suryatmaja, I. B., & Pradnyadari, N. L. M. A. M. (2024). Analisis Faktor-Faktor Pendorong Perubahan Pola Spasial Terhadap Drainase Perkotaan di Kecamatan Denpasar Barat. *Ganec Swara*, 18(3), 1783–1788.