

EVALUASI SALURAN DRAINASE DAN LAJU RESAPAN AIR TANAH DI JALAN VILAKU INDAH, KELURAHAN SURAU GADANG, KOTA PADANG

RINO FAJAR RAMADHAN¹, TOTOH ANDAYONO²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang^{1,2}
rinofajarramadhan442@gmail.com¹, totoh_andayono@ft.unp.ac.id²

Abstract: *Waterlogging problems in urban areas are generally caused by the inability of drainage systems to accommodate runoff discharge and are also influenced by soil infiltration characteristics. Jalan Vilaku Indah, Surau Gadang Subdistrict, Padang City, is one of the areas that frequently experiences inundation during rainfall events. This study aims to evaluate the performance of the existing drainage system and to analyze the soil infiltration rate in controlling waterlogging. The methods employed include hydrological analysis to determine design rainfall and design flood discharge, hydraulic analysis using EPA SWMM 5.2 software, and soil infiltration rate testing using the double ring infiltrometer method at nine test locations. The results of the hydrological analysis indicate that the 50-year return period design flood discharge (Q_{50}) is $0.067 \text{ m}^3/\text{s}$. The hydraulic simulation results using EPA SWMM show that in several channel segments, the water level rises beyond the storage capacity, with the simulated peak discharge reaching approximately $0.097 \text{ m}^3/\text{s}$, thereby causing overflow and inundation on the roadway. The infiltration test results indicate that the final infiltration capacity (F_c) ranges from 48 mm/h to 192 mm/h , with an average value of 101.33 mm/h , which is classified as a fast infiltration class. These findings indicate that the waterlogging problems at the study site are caused by the limited capacity of the existing drainage system and changes in land use.*

Keywords: *urban drainage, design flood discharge, infiltration rate, EPA SWMM.*

Abstrak: Permasalahan genangan air di kawasan perkotaan umumnya disebabkan oleh ketidakmampuan sistem drainase dalam menampung debit limpasan serta dipengaruhi oleh karakteristik resapan tanah. Jalan Vilaku Indah, Kelurahan Surau Gadang, Kota Padang merupakan salah satu kawasan yang sering mengalami genangan saat hujan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja saluran drainase eksisting dan menganalisis laju resapan air tanah dalam pengendalian genangan. Metode yang digunakan meliputi analisis hidrologi untuk menentukan hujan dan debit banjir rencana, analisis hidrolika menggunakan perangkat lunak EPA SWMM 5.2, serta pengujian laju infiltrasi tanah menggunakan metode *double ring infiltrometer* pada sembilan titik pengujian. Hasil analisis hidrologi menunjukkan debit banjir rencana periode ulang 50 tahun (Q_{50}) sebesar $0,067 \text{ m}^3/\text{detik}$. Hasil simulasi hidrolika dengan EPA SWMM memperlihatkan bahwa pada beberapa segmen saluran terjadi kenaikan muka air hingga melampaui kapasitas tampungan, dengan nilai debit puncak simulasi mencapai sekitar $0,097 \text{ m}^3/\text{detik}$, sehingga menyebabkan luapan dan genangan di badan jalan. Hasil pengujian infiltrasi menunjukkan nilai *final infiltration capacity* (F_c) bervariasi antara 48 mm/jam hingga 192 mm/jam , dengan nilai rata-rata sebesar $101,33 \text{ mm/jam}$, yang diklasifikasikan berada pada kelas resapan cepat. Temuan ini menunjukkan bahwa permasalahan genangan di lokasi penelitian disebabkan oleh keterbatasan kapasitas saluran drainase eksisting dan perubahan tata guna lahan.

Kata kunci: drainase perkotaan, debit banjir rencana, laju infiltrasi, EPA SWMM.

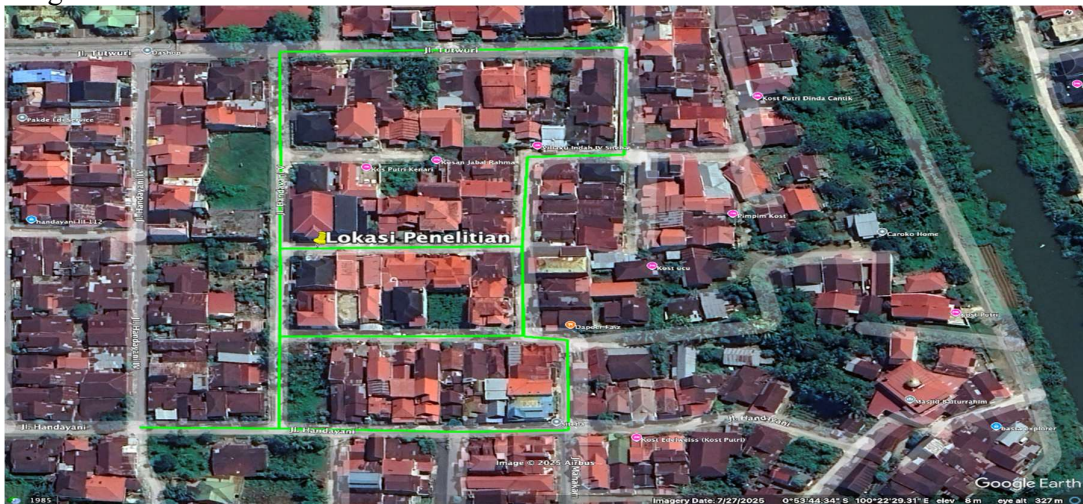
A. Pendahuluan

Permasalahan genangan air di kawasan perkotaan semakin meningkat seiring pesatnya perubahan tata guna lahan dan bertambahnya area kedap air. Jalan Vilaku Indah, Kelurahan Surau Gadang, Kota Padang, merupakan salah satu lokasi yang sering mengalami genangan saat hujan, yang mengindikasikan bahwa sistem drainase eksisting belum berfungsi optimal. Selain keterbatasan kapasitas saluran, karakteristik laju resapan tanah juga berperan dalam menentukan durasi dan tingkat keparahan genangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja saluran drainase eksisting serta menganalisis laju resapan air tanah sebagai dasar pengendalian genangan.

Manfaat penelitian diharapkan dapat memberikan acuan teknis bagi pemerintah daerah dan menjadi referensi pengembangan sistem drainase perkotaan. Rencana pemecahan masalah dilakukan melalui analisis hidrologi dan hidrolika untuk menentukan debit banjir rencana serta simulasi kinerja saluran. Secara teknis, penelitian menggunakan perangkat lunak EPA SWMM untuk pemodelan aliran dan metode double ring infiltrometer untuk pengujian infiltrasi tanah, sehingga diperoleh gambaran kondisi drainase dan potensi perbaikannya secara komprehensif.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan studi kasus pada sistem drainase Jalan Vilaku Indah, Kelurahan Surau Gadang, Kota Padang, yang sering mengalami genangan. Pendekatan ini dipilih karena analisis dilakukan berbasis data numerik hasil pengukuran lapangan dan perhitungan hidrologi. Rancangan penelitian meliputi studi literatur, survei lapangan, pengumpulan data primer dan sekunder, analisis hidrologi, pemodelan hidrolika menggunakan EPA SWMM, serta analisis laju infiltrasi tanah. Objek penelitian adalah saluran drainase eksisting di sepanjang ruas Jalan Vilaku Indah. Penelitian dilaksanakan mulai dari Juli 2025 selama enam bulan di lokasi tersebut, dengan koordinat sekitar $0^{\circ}53'39.38''$ LS dan $100^{\circ}22'29.36''$ BT.



Pengambilan data dilakukan sebagai dasar evaluasi drainase di kawasan Vilaku Indah Surau Gadang Kota Padang. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas dua jenis, yaitu data Primer dan Data Sekunder. Data primer merupakan sebuah data yang didapatkan atau dikumpulkan secara langsung dari sumber dan objek yang diteliti. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain: a) Dimensi saluran; b) Arah aliran; c) Elevasi; dan d) Laju Infiltrasi. Data sekunder adalah data yang diperoleh melalui sumber data yang sudah ada, seperti dari instansi, buku, jurnal, laporan, atau sumber lain yang relevan. Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini ialah: a) Data curah hujan; dan b) Peta lokasi penelitian

C. Hasil dan Pembahasan

Analisis Hidrologi

Curah Hujan Harian Maksimum

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan dari lokasi penelitian yaitu stasiun Katib Sulaiman yang diperoleh dari BWS Sumatera V Kota Padang. Data curah hujan yang dipakai dalam penelitian ini dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (2015-2024). Berdasarkan tabel curah Hujan harian maka didapat curah hujan harian maksimum seperti berikut:

No	Tahun	Rmax	Ri
		(mm)	(mm)
1	2015	206	270
2	2016	270	250
3	2017	195	230
4	2018	147	206
5	2019	100	200
6	2020	230	195
7	2021	200	171
8	2022	160	160
9	2023	250	147
10	2024	171	100

Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana merupakan curah hujan yang berubah menjadi aliran permukaan, yaitu curah hujan rancangan dikurangi dengan kehilangan air (losses). Dalam analisis data curah hujan efektif ini digunakan koefisien pengaliran 0,7 dikarenakan daerah penelitian terletak di area perkotaan dengan kemiringan rata-rata 5 %.

Berikut dibawah ini adalah data hasil analisis curah hujan efektif sesuai dengan periode ulang tahun:

Jam ke	Curah Hujan Efektif		
	50 Tahun	100 Tahun	satuan
1	90.922	99.962	mm
2	23.632	25.982	mm
3	16.578	18.226	mm
4	13.197	14.510	mm
5	11.145	12.253	mm
6	9.742	10.710	mm

Intensitas Curah Hujan

Analisis data intensitas curah hujan diperlukan data curah hujan rencana, adapun dalam analisis data ini digunakan data curah hujan rencana dari metode *Gumbel* dikarenakan dari hasil analisis data diperoleh bahwa data curah hujan rencana dari metode *Gumbel* adalah nilai yang tertinggi dari metode lainnya. Dalam analisis data intensitas curah hujan waktu yang dihitung adalah selama 12 jam. Rumus menghitung intensitas curah hujan (I) yang digunakan adalah rumus Mononobe.

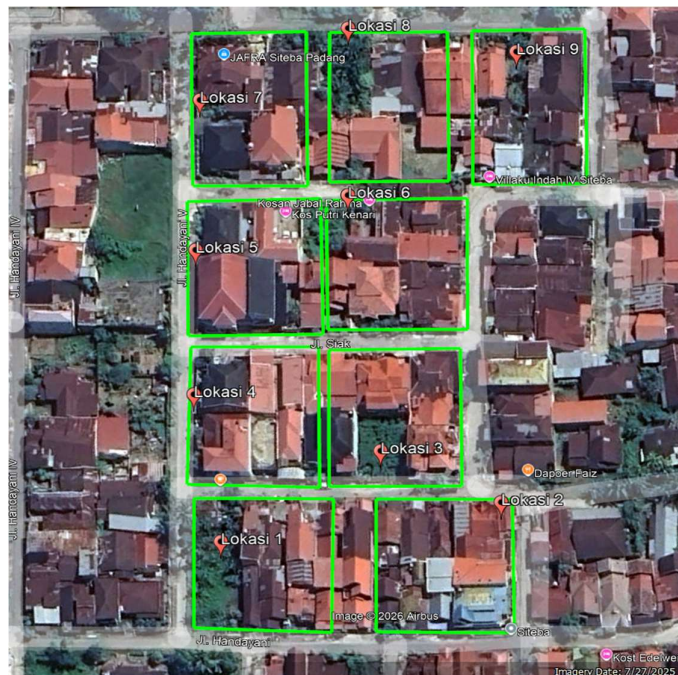
$$I = \left\{ \frac{R_{24}}{24} \right\} \cdot \left\{ \frac{24}{T} \right\}^{2/3}$$

Sehingga, untuk waktu berikutnya didapat hasil yang dilihat pada tabel berikut:

T (menit)	T (jam)	Periode Ulang		T (menit)	T (jam)	Periode Ulang	
		50	100			50	100
5	0.083333	680.81	748.497	360	6	39.34	43.248
10	0.166667	428.88	471.523	390	6.5	37.29	41.001
20	0.333333	270.18	297.041	420	7	35.50	39.024
40	0.666667	170.20	187.124	450	7.5	33.90	37.270
60	1	129.89	142.802	480	8	32.47	35.701
90	1.5	99.12	108.979	510	8.5	31.19	34.286
120	2	81.82	89.960	540	9	30.02	33.005
150	2.5	70.51	77.525	570	9.5	28.96	31.836
180	3	62.44	68.652	600	10	27.98	30.766
210	3.5	56.35	61.947	630	10.5	27.09	29.781
240	4	51.55	56.671	660	11	26.26	28.872
270	4.5	47.65	52.391	690	11.5	25.49	28.029
300	5	44.42	48.838	720	12	24.78	27.245

Analisis Laju Resapan

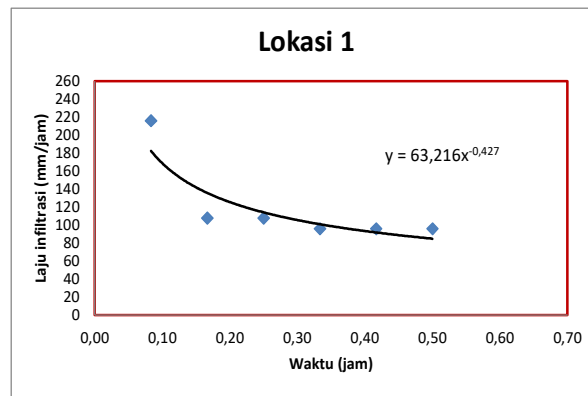
Pengujian infiltrasi tanah pada penelitian ini dilaksanakan pada sembilan titik lokasi yang tersebar di wilayah permukiman padat, sebagaimana ditunjukkan pada peta lokasi pengujian.



Laju infiltrasi didefinisikan sebagai volume air yang meresap ke dalam tanah per satuan luas per satuan waktu, umumnya dinyatakan dalam satuan mm/jam. Berikut merupakan hasil pengujian laju infiltrasi tanah menggunakan *double ring infiltrometer*:

t	Δt	H (mm)	Δh (mm)	A	Δv (mm)	Fc (mm/jam)
5	0,083	197	18	17662,5	317925	216
10	0,083	188	9	17662,5	158962,5	108
15	0,083	179	9	17662,5	158962,5	108
20	0,083	171	8	17662,5	141300	96
25	0,083	163	8	17662,5	141300	96
30	0,083	155	8	17662,5	141300	96

Grafik laju infiltrasi tanah menunjukkan hubungan antara waktu pengujian (jam) sebagai sumbu horizontal dan laju infiltrasi (mm/jam) sebagai sumbu vertikal. Berdasarkan grafik tersebut, laju infiltrasi mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu, yang merupakan karakteristik umum proses infiltrasi tanah hasil pengujian menggunakan *double ring infiltrometer*.



Secara keseluruhan, grafik laju infiltrasi tanah ini mengindikasikan bahwa tanah pada lokasi pengujian memiliki kemampuan resapan yang cukup baik, ditunjukkan oleh nilai laju infiltrasi awal yang tinggi dan laju infiltrasi konstan yang relatif besar. Kondisi ini menunjukkan potensi tanah yang baik dalam mengurangi limpasan permukaan (*runoff*) serta mendukung proses peresapan air ke dalam tanah dan pengisian air tanah.

Berdasarkan hasil pengujian laju infiltrasi tanah yang dinyatakan dalam nilai *final infiltration capacity* (Fc), diperoleh nilai Fc pada lokasi penelitian yang bervariasi antara 48 mm/jam hingga 192 mm/jam. Variasi nilai tersebut menunjukkan adanya perbedaan karakteristik fisik tanah pada masing-masing titik pengujian, yang dipengaruhi oleh faktor tekstur tanah, struktur tanah, tingkat kepadatan, serta kondisi permukaan tanah di lokasi penelitian. Berikut rekapitulasi hasil pengujian laju infiltrasi tanah pada sembilan titik tersebut:

No	Lokasi	Fc (mm/jam)
1	Lokasi 1	96
2	Lokasi 2	132
3	Lokasi 3	108
4	Lokasi 4	48
5	Lokasi 5	132
6	Lokasi 6	60
7	Lokasi 7	192
8	Lokasi 8	60
9	Lokasi 9	84
Rata-rata		101,33

Secara keseluruhan, hasil pengujian dan klasifikasi kapasitas resapan tanah pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa kondisi tanah didominasi oleh kelas resapan sedang hingga sangat cepat. Dengan rata-rata nilai *final infiltration capacity* (Fc) 101,33 mm/jam, dapat disimpulkan bahwa tanah berada pada kelas resapan cepat.

Analisis Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode rasional. Metode ini dipilih karena sesuai dengan karakteristik daerah tangkapan hujan (*catchment area*) yang relatif sempit, padat bangunan, dan memiliki permukaan kedap air yang cukup tinggi. Dalam konteks kawasan Jalan Vilaku Indah, banyaknya bangunan dan infrastruktur yang sudah ada menyebabkan aliran permukaan meningkat, sehingga respon terhadap hujan menjadi cepat. Oleh karena itu, metode rasional dianggap paling tepat karena mampu memberikan estimasi debit puncak secara praktis dan cukup akurat untuk wilayah perkotaan yang luasannya terbatas.

Dalam perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode rasional, terdapat beberapa parameter utama yang digunakan, antara lain sebagai berikut:

- a. Luas DAS (A) : 0,0055 km²
 - b. Panjang Lintasan (L) : 0,25 km
 - c. Elevasi Hulu : 2,23 m
 - d. Elevasi Hilir : 1,89 m
 - e. Koefisien Pengaliran (C) : 0,65 (Perumahan Multiunit Terbagung)
- 1) Waktu konsentrasi (t_c)

$$t_c = \left(\frac{0,78 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385}$$
$$S = \frac{\Delta H}{L} = \left(\frac{2,23 - 1,89}{250} \right) = 0,00136$$
$$t_c = \left(\frac{0,78 \times 0,25^2}{1000 \times 0,00136} \right)^{0,385} = 0,277 \text{ jam}$$

- 2) Intensitas Curah Hujan (I)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} = \frac{84,427}{24} \left(\frac{24}{0,277} \right)^{\frac{2}{3}} = 68,318 \text{ mm/jam}$$

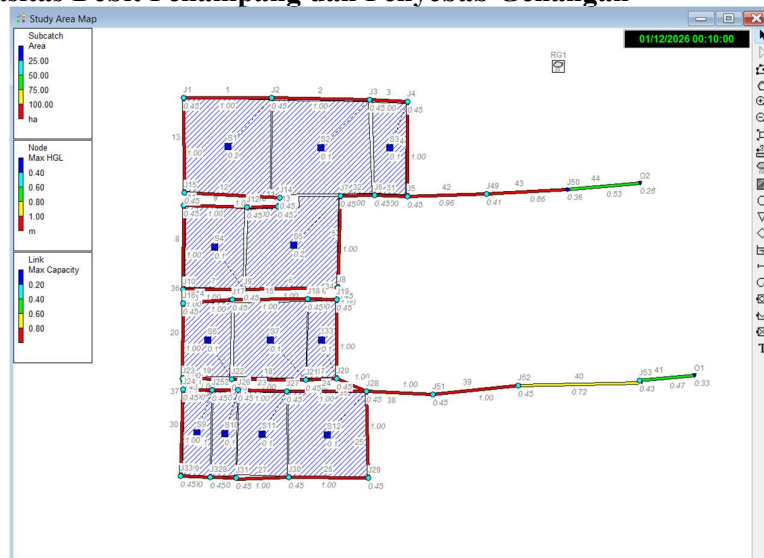
- 3) Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode Rasional

$$Q = 0,278 C.I.A$$

$$Q_{50} = 0,278 \times 0,65 \times 68,318 \times 0,0055 = 0,067 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari perhitungan dengan metode rasional, didapat debit banjir pada periode ulang 50 tahun sebesar Q₅₀ = 0,067 m³/detik.

Analisis Kapasitas Debit Penampang dan Penyebab Genangan



Berdasarkan hasil simulasi terdapat beberapa saluran dikawasan Vilaku Indah yaitu yang berwarna merah , menandakan bahwa kapasitas saluran tidak mencukupi untuk menampung debit aliran. Oleh karena itu, dapat dipastikan bahwa saluran akan meluap selama jam puncak hujan. Volume limpasan yang tinggi dan tingkat infiltrasi yang rendah di setiap subcatchment adalah faktor yang mempengaruhi terjadinya limpasan.

SUBCATCHMENT	Total Precip (mm)	Total Infil (mm)	Total Infil (mm)	Total Runoff (10 ⁶ ltr)	Peak Runoff (CMS)	Runoff Coeffisien
S1	664.86	1.67	665.07	0.67	0.10	1.000
S2	664.86	1.67	665.07	0.67	0.10	1.000
S3	664.86	1.74	665.76	0.93	0.15	1.001
S4	664.86	1.67	665.07	0.67	0.10	1.000
S5	664.86	1.74	665.76	0.93	0.15	1.001
S6	664.86	1.98	667.39	2.00	0.31	1.004
S7	664.86	1.74	665.76	0.93	0.15	1.001
S8	664.86	1.69	665.25	0.73	0.12	1.001
S9	664.86	1.76	665.92	1.00	0.16	1.002
S10	664.86	1.67	665.07	0.67	0.10	1.000
S11	664.86	1.67	665.07	0.67	0.10	1.000
S12	664.86	1.67	665.07	0.67	0.10	1.000

Berdasarkan hasil observasi lapangan, analisis hidrologi, serta evaluasi sistem drainase eksisting, dapat diketahui bahwa genangan yang terjadi di Jalan Vilaku Indah, Kelurahan Surau Gadang, Kota Padang disebabkan oleh beberapa faktor yang saling berkaitan. Genangan yang teramati saat hujan dengan durasi 2–6 jam mencapai ketinggian sekitar 25–40 cm, terutama pada segmen jalan yang berada di sekitar saluran drainase utama.

Faktor dominan penyebab genangan adalah ketidakmampuan saluran drainase eksisting dalam menampung debit limpasan permukaan yang terjadi saat hujan. Intensitas curah hujan di wilayah penelitian tergolong tinggi dan berlangsung dalam durasi yang relatif lama, sehingga menghasilkan debit limpasan yang besar. Hasil analisis menunjukkan bahwa debit limpasan yang masuk ke saluran melebihi kapasitas hidrolis saluran eksisting, sehingga terjadi limpasan balik (overflow) dan air meluap ke badan jalan dan area sekitarnya. Kondisi ini mengindikasikan bahwa dimensi dan kapasitas saluran yang ada tidak lagi sesuai dengan kondisi hidrologi kawasan saat ini.

Faktor lain yang berkontribusi signifikan adalah perubahan tata guna lahan di kawasan penelitian. Alih fungsi lahan terbuka menjadi kawasan permukiman, fasilitas pendidikan, dan area terbangun menyebabkan meningkatnya luas permukaan kedap air. Kondisi ini berdampak pada meningkatnya koefisien limpasan, sehingga proporsi air hujan yang menjadi limpasan permukaan semakin besar, sementara kemampuan kawasan untuk menahan dan meresapkan air semakin berkurang. Peningkatan limpasan ini secara langsung menambah beban aliran yang harus ditampung oleh sistem drainase eksisting.

D. Penutup

Hasil simulasi hidrolika menggunakan EPA SWMM dengan Q50 memperlihatkan terjadinya kenaikan muka air saluran pada beberapa segmen hingga melampaui kapasitas tampungan dengan debit 0,097 cm/s, yang mengakibatkan limpasan dan genangan di badan jalan. Hasil pengujian infiltrasi menggunakan *Double Ring Infiltrometer* menunjukkan bahwa laju resapan air tanah di lokasi penelitian tergolong cepat dengan rata-rata laju infiltrasi 101,33 mm/jam, sehingga kemampuan tanah dalam menyerap air hujan relatif

baik. Klasifikasi kapasitas resapan tanah pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa kondisi tanah didominasi oleh kelas resapan sedang hingga sangat cepat, dengan kecenderungan utama pada resapan cepat. Dengan demikian, permasalahan genangan di Jalan Vilaku Indah bukan disebabkan oleh laju resapan air tanah yang rendah, melainkan dipengaruhi oleh keterbatasan kapasitas saluran drainase dan perubahan tata guna lahan yang meningkatkan luas permukaan kedap air.

Daftar Pustaka

- Apriyanza. (2018). Analisis drainase dengan aplikasi EPA SWMM. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2022). *Statistik curah hujan Kota Padang*. Padang: BPS Kota Padang.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2012). *SNI 7752:2012 – Tata cara pengukuran laju infiltrasi tanah di lapangan dengan metode Double Ring Infiltrometer*. Jakarta: BSN.
- Balai Wilayah Sungai (BWS) Sumatera V. (2024). *Data curah hujan Stasiun Khatib Sulaiman tahun 2015–2024*. Padang: BWS Sumatera V.
- Bibi, & Tekesa. (2024). Metode analisis frekuensi curah hujan. *Jurnal Hidrologi Indonesia*.
- Eka, dkk. (2020). Penerapan ecodrainage di permukiman. *Jurnal Infrastruktur*, 7(2).
- Google LLC. (2025). *Google Earth*. [Perangkat lunak pemetaan digital].
- Microsoft Corporation. (2025). *Microsoft Excel*. [Perangkat lunak pengolah data].
- Munir, M. H. (2021). Perencanaan sistem drainase perkotaan. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Nopriansyah. (2022). Permasalahan drainase di kota-kota besar. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(1).
- United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). (2024). *Storm Water Management Model (SWMM) User's Manual, Version 5.2*. Washington, DC: U.S. EPA.
- Willy, & Mukono. (2023). Sistem drainase gabungan dan terpisah. *Jurnal Teknik Lingkungan*.
- Yulius. (2018). Drainase dan infrastruktur kota. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 6(2).