

Perencanaan Sumur Resapan di Desa Pidodowetan Kecamatan Patebon Kendal

Dewi Bussaina Ghassani^{1*}, Jamal², Rendy Prasetyo³, Nur Thoyibatul Arofah⁴

¹⁻⁴Program Studi Teknik Sipil, Universitas Selamat Sri, Indonesia

E-mail: dewibussaina@gmail.com¹, jamalnuralim@gmail.com², Rendy.pras333@gmail.com³,
nurthoyibatularofah@gmail.com⁴

*Penulis Korespondensi: dewibussaina@gmail.com

Abstract. *The development of built-up areas can reduce the capacity of the land surface to absorb rainwater, thereby increasing surface runoff. This issue is one of the concerns in Pidodowetan Village, Patebon District, Kendal Regency. This study aims to determine the dimensions and required number of infiltration wells as an approach to rainwater management. A quantitative approach was employed using annual maximum rainfall data for the period 2014-2023. Frequency analysis was conducted using the Gumbel and Log Pearson Type III distributions, followed by distribution goodness-of-fit tests using the Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov methods. The design discharge was subsequently calculated using the Rational Method and used as the basis for infiltration well planning. The results showed that the Log Pearson Type III distribution satisfied the goodness-of-fit tests, with a 10-year return period design rainfall of 150.074 mm. The corresponding 10-year return period design discharge was $7.98 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$. The infiltration wells were designed as circular structures with a diameter of 1 m and a height of 1.5 m. The calculation results indicated that 14 infiltration wells were required, with a total infiltration capacity of $7.9968 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ and a total storage volume of 16.485 m^3 .*

Keywords: *Drainage; Flooding; Infiltration Wells; Rainfall; Rainwater.*

Abstrak. Perkembangan kawasan terbangun dapat mengurangi kemampuan permukaan tanah dalam menyerap air hujan sehingga meningkatkan jumlah limpasan. Permasalahan tersebut merupakan salah satu hal yang perlu menjadi perhatian di Desa Pidodowetan, Kecamatan Patebon, Kabupaten Kendal. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dimensi serta kebutuhan jumlah sumur resapan sebagai upaya pengelolaan air hujan. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data curah hujan maksimum tahunan periode 2014-2023. Analisis frekuensi dilakukan menggunakan distribusi Gumbel dan Log Pearson Tipe III, kemudian kesesuaian distribusi diuji menggunakan metode Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov. Debit rencana selanjutnya dihitung menggunakan Metode Rasional dan digunakan sebagai dasar dalam perencanaan sumur resapan. Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi Log Pearson Tipe III memenuhi pengujian kecocokan distribusi, dengan curah hujan rencana periode ulang 10 tahun sebesar 150,074 mm. Debit rencana periode ulang 10 tahun diperoleh sebesar $7,98 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{detik}$. Sumur resapan direncanakan berbentuk lingkaran dengan diameter 1 m dan tinggi 1,5 m. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kebutuhan sumur resapan sebanyak 14 unit, dengan kapasitas infiltrasi total sebesar $7,9968 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{detik}$ dan volume tampungan total sebesar $16,485 \text{ m}^3$.

Kata kunci: Air Hujan; Banjir; Curah Hujan; *Drainase*; Sumur Resapan.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan kawasan terbangun menyebabkan perubahan penggunaan lahan yang dapat memengaruhi kondisi hidrologi suatu wilayah. Perubahan lahan terbuka menjadi kawasan terbangun meningkatkan luas permukaan kedap air sehingga kemampuan tanah dalam menerima dan meresapkan air hujan menjadi lebih terbatas. Kondisi tersebut dapat meningkatkan proporsi air hujan yang berubah menjadi limpasan permukaan dan selanjutnya memengaruhi keseimbangan aliran serta meningkatkan potensi terjadinya genangan dan banjir (Permatasari et al., 2017). Berkurangnya daerah resapan juga dapat memengaruhi keberlangsungan cadangan air tanah. Oleh karena itu, peningkatan infiltrasi air hujan perlu

menjadi bagian dari upaya pengelolaan dan konservasi sumber daya air (Soemadiredja & Asyiawati, 2022).

Kecamatan Patebon, Kabupaten Kendal, merupakan salah satu wilayah yang menghadapi permasalahan genangan ketika terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Perkembangan kawasan permukiman menyebabkan semakin luasnya permukaan kedap air, sementara ruang yang berfungsi sebagai daerah resapan menjadi semakin terbatas. Kondisi tersebut menyebabkan air hujan lebih cepat menjadi limpasan dan dialirkan menuju jaringan drainase. Ketika volume limpasan yang masuk melebihi kapasitas saluran, air berpotensi tertahan dan menimbulkan genangan. Permasalahan tersebut berkaitan dengan kondisi curah hujan serta keterbatasan daerah resapan dan kemampuan infiltrasi di wilayah Patebon (Lestari et al., 2026).

Pengelolaan limpasan air hujan tidak hanya dapat dilakukan melalui peningkatan kapasitas jaringan drainase, tetapi juga melalui upaya meningkatkan infiltrasi pada lokasi sumber limpasan. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan adalah sumur resapan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sumur resapan dapat digunakan untuk mengurangi limpasan dan meningkatkan infiltrasi air hujan. Ksatria et al. (2022) menganalisis efektivitas sumur resapan berdasarkan hubungan antara curah hujan dan limpasan pada DAS Ciliwung, sedangkan Widaryanto (2022) mengkaji penerapan sumur resapan sebagai bagian dari drainase yang berorientasi pada konservasi air tanah. Ramli et al. (2023) juga menerapkan konsep *zero runoff* dengan menggunakan sumur resapan untuk mengurangi volume limpasan air hujan.

Perencanaan sumur resapan pada penelitian terdahulu dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik dan tujuan pengelolaan air pada lokasi yang berbeda. Baskoro et al. (2022) mengkaji rancangan sumur resapan untuk mendukung konservasi mata air, sedangkan Manik et al. (2024) merancang sumur resapan pada bangunan hunian vertikal sebagai bagian dari implementasi kriteria green building. Ridwan & Nagu (2020) membahas perencanaan sumur resapan pada kawasan padat penduduk dengan mempertimbangkan kondisi wilayah dan kebutuhan kapasitas sumur. Pamungkas et al. (2024) juga menerapkan sumur resapan sebagai salah satu strategi pengurangan banjir pada kawasan perumahan dengan memanfaatkan analisis spasial. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan dan kebutuhan perencanaan sumur resapan dapat berbeda sesuai dengan karakteristik kawasan dan tujuan pengelolaan air yang ditinjau.

Secara teknis, sumur resapan merupakan prasarana yang berfungsi menerima air hujan dan memfasilitasi proses peresapannya ke dalam tanah. Ketentuan mengenai sumur dan parit resapan air hujan telah diatur dalam SNI 8456:2017 (Badan Standardisasi Nasional, 2017). Yuniarta et al. (2022) menempatkan pengelolaan limpasan dan infiltrasi sebagai bagian dari penerapan sistem drainase berkelanjutan untuk mengatasi genangan. Selain itu, Hanesfa et al. (2024) menunjukkan bahwa perencanaan sumur resapan perlu mempertimbangkan curah hujan dan permeabilitas tanah. Pamungkas et al. (2025) menunjukkan bahwa perencanaan sumur resapan juga perlu mempertimbangkan karakteristik daerah aliran, kedalaman muka air tanah, dan kondisi litologi untuk menentukan rancangan yang sesuai dengan kondisi lokasi. Hartadi et al. (2025) juga menunjukkan bahwa karakteristik tanah dan kemampuan infiltrasi merupakan aspek yang perlu diperhatikan dalam perencanaan sumur resapan. Hal tersebut menunjukkan bahwa perencanaan sumur resapan perlu disesuaikan dengan karakteristik hidrologi dan kondisi tanah pada lokasi yang ditinjau.

Meskipun penelitian sebelumnya telah menunjukkan penerapan sumur resapan sebagai salah satu alternatif pengelolaan limpasan, pendekatan perencanaan yang digunakan perlu disesuaikan dengan karakteristik hidrologi dan kondisi tanah pada lokasi penelitian. Perbedaan curah hujan, debit limpasan, permeabilitas tanah, kondisi daerah tangkapan, serta karakteristik kawasan dapat menghasilkan kebutuhan dimensi dan jumlah sumur yang berbeda. Oleh karena itu, hasil perencanaan pada suatu lokasi tidak dapat langsung diterapkan pada lokasi lain tanpa mempertimbangkan karakteristik setempat. Berdasarkan pertimbangan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk merencanakan dimensi dan jumlah sumur resapan di Desa Pidodowetan, Kecamatan Patebon, Kabupaten Kendal dengan mempertimbangkan curah hujan rencana, debit limpasan, permeabilitas tanah, serta kapasitas infiltrasi sumur. Penelitian ini bertujuan memperoleh dimensi dan jumlah sumur resapan sebagai salah satu alternatif pengelolaan limpasan air hujan di lokasi penelitian.

2. KAJIAN TEORITIS

Sumur Resapan

Sumur resapan air hujan merupakan prasarana yang digunakan untuk menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah. Berdasarkan SNI 8456:2017, sumur resapan air hujan merupakan prasarana yang berfungsi menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah. Standar tersebut juga mengatur ketentuan umum dan teknis, bahan dan konstruksi, serta tahapan perencanaan sumur resapan air hujan (Badan Standardisasi Nasional, 2017).

Penerapan sumur resapan berkaitan dengan upaya mengelola limpasan air hujan pada kawasan yang mengalami perubahan penggunaan lahan dan berkurangnya daerah resapan. Penelitian Alsadilla & Wardhani (2024) menunjukkan bahwa pembangunan kawasan permukiman dapat mengurangi daerah resapan sehingga diperlukan pengelolaan limpasan melalui penerapan sumur resapan. Dalam penelitian tersebut, perencanaan sumur resapan digunakan sebagai bagian dari konsep *zero runoff* untuk mengendalikan limpasan air hujan sekaligus mendukung konservasi air tanah.

Dengan demikian, keberhasilan perencanaan sumur resapan tidak hanya ditentukan oleh dimensi bangunan, tetapi juga perlu mempertimbangkan karakteristik lokasi, terutama kondisi tanah dan kemampuan tanah dalam meresapkan air. Hanesfa et al. (2024) dalam perencanaan sumur resapan menggunakan parameter curah hujan dan permeabilitas tanah sebagai dasar analisis, sedangkan dimensi sumur ditentukan berdasarkan kemampuan peresapan yang diperlukan untuk mengurangi limpasan.

Fungsi dan Manfaat Sumur Resapan

Sumur resapan berfungsi sebagai salah satu upaya untuk mengelola air hujan dengan meningkatkan kesempatan air untuk masuk dan meresap ke dalam tanah. Air hujan yang sebelumnya berpotensi menjadi limpasan permukaan dapat diarahkan ke sumur resapan sehingga sebagian volume air dapat diinfiltrasikan ke dalam tanah. Dengan demikian, keberadaan sumur resapan dapat membantu mengurangi volume limpasan yang harus dialirkan melalui jaringan drainase dan mengurangi potensi terjadinya genangan pada kawasan yang memiliki keterbatasan daerah resapan (Alsadilla & Wardhani, 2024). Ashruri et al. (2026) menunjukkan bahwa optimalisasi sumur resapan dapat menjadi salah satu pendekatan untuk mengendalikan limpasan permukaan pada kawasan perkotaan.

Selain berfungsi dalam pengendalian limpasan, sumur resapan juga memiliki peran dalam konservasi air tanah. Air hujan yang berhasil meresap melalui sumur dapat menjadi bagian dari proses pengisian kembali air tanah. Oleh karena itu, penerapan sumur resapan tidak hanya diarahkan untuk mengurangi limpasan pada saat hujan, tetapi juga sebagai bagian dari pengelolaan air hujan yang mempertahankan air tetap berada dalam sistem hidrologi setempat. Padlan dan Fajriani (2025) menjelaskan bahwa pengelolaan air hujan melalui sumur resapan dapat digunakan sebagai salah satu upaya konservasi air dan pengendalian limpasan permukaan. Netzer et al. (2024) menunjukkan bahwa sumur infiltrasi dapat dimanfaatkan untuk mengelola air hujan sekaligus mendukung pengisian kembali air tanah pada lingkungan perkotaan.

Pendekatan tersebut sejalan dengan konsep drainase berkelanjutan yang menempatkan infiltrasi dan pengelolaan air hujan di sumbernya sebagai bagian dari upaya pengendalian genangan (Yunianta et al., 2022). Istianah & Janah. (2026) menerapkan perencanaan sumur resapan sebagai salah satu upaya pengendalian banjir pada kawasan perumahan dengan mempertimbangkan kondisi hidrologi dan karakteristik lokasi.

Efektivitas sumur resapan dalam meresapkan air dipengaruhi oleh kondisi tanah dan karakteristik perencanaannya. Salah satu parameter penting adalah permeabilitas tanah karena parameter tersebut berkaitan dengan kemampuan tanah dalam meloloskan air. Selain itu, dimensi dan kedalaman sumur perlu disesuaikan dengan volume air yang akan dikelola serta kemampuan peresapan tanah di lokasi perencanaan. Hanesfa et al. (2024) menunjukkan bahwa parameter curah hujan dan permeabilitas tanah dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan dan dimensi sumur resapan.

Berdasarkan fungsi tersebut, perencanaan sumur resapan perlu mempertimbangkan hubungan antara besarnya limpasan yang harus dikelola dengan kapasitas infiltrasi yang dapat diberikan oleh sumur. Dalam penelitian ini, pertimbangan tersebut menjadi dasar untuk menentukan dimensi dan jumlah sumur resapan yang direncanakan di Desa Pidodowetan, Kecamatan Patebon, Kabupaten Kendal.

Prinsip Perencanaan Sumur Resapan

Perencanaan sumur resapan dilakukan dengan mempertimbangkan besarnya air hujan yang perlu dikelola serta kemampuan tanah dalam meresapkan air. Besarnya limpasan yang menjadi beban perencanaan dapat ditentukan berdasarkan karakteristik hujan dan kondisi daerah tangkapan. Dalam perencanaan hidrologi, curah hujan rencana digunakan sebagai salah satu parameter untuk menentukan intensitas hujan dan debit limpasan yang terjadi pada periode ulang tertentu. Debit limpasan tersebut selanjutnya menjadi dasar dalam menentukan kapasitas sumur resapan yang diperlukan.

Penentuan debit limpasan dalam penelitian ini menggunakan metode rasional. Metode tersebut menghubungkan intensitas hujan, luas daerah tangkapan, dan koefisien limpasan untuk memperoleh debit puncak. Nilai intensitas hujan yang digunakan perlu disesuaikan dengan durasi hujan yang berkaitan dengan waktu konsentrasi daerah tangkapan. Dengan demikian, penentuan curah hujan rencana dan intensitas hujan merupakan tahapan penting sebelum menentukan kebutuhan sumur resapan.

Selain beban limpasan, kemampuan tanah dalam meresapkan air merupakan parameter utama dalam perencanaan sumur resapan. Kemampuan tersebut berkaitan dengan nilai permeabilitas tanah dan kondisi fisik tanah pada lokasi perencanaan. Semakin besar kemampuan tanah dalam meloloskan air, semakin besar pula potensi air yang dapat diinfiltrasikan melalui sumur. Oleh karena itu, kondisi tanah perlu diperhatikan dalam menentukan dimensi dan kapasitas sumur resapan.

Dimensi sumur resapan selanjutnya ditentukan berdasarkan hubungan antara volume atau debit air yang harus dikelola dengan kemampuan infiltrasi sumur. Dalam penelitian ini, perencanaan mempertimbangkan parameter debit limpasan, permeabilitas tanah, faktor geometri, serta dimensi sumur untuk menentukan kapasitas infiltrasi. Kebutuhan jumlah sumur kemudian ditentukan dengan membandingkan debit yang perlu dikelola dengan kapasitas infiltrasi satu sumur. Pendekatan tersebut memungkinkan jumlah sumur yang direncanakan disesuaikan dengan kondisi hidrologi dan kemampuan tanah pada lokasi penelitian.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menghasilkan desain ukuran dan jumlah titik sumur resapan agar mampu untuk menampung debit air rencana pada desa Pidodowetan, Kecamatan Patebon, Kabupaten Kendal. Pendekatan ini dipilih karena parameter yang digunakan dalam perencanaan dinyatakan dalam bentuk data numerik dan selanjutnya diolah melalui analisis hidrologi.

Data penelitian dibedakan menjadi data primer dan data sekunder. Survei dan observasi secara langsung pada daerah yang akan dilakukan pembuatan sumur resapan untuk mendapatkan data baik jenis tanah, kondisi drainase serta keadaan lingkungan sekitar sehingga memenuhi data primer yang dibutuhkan dan data sekunder yang digunakan mulai dari mengumpulkan studi literatur dari penelitian terdahulu, data curah hujan, tata guna lahan dan panduan teknis pembuatan sumur resapan.

Setelah data tersedia, dilakukan pemeriksaan dan pengolahan untuk mendapatkan parameter perencanaan mulai dari analisis hidrologi menggunakan data curah hujan yang sudah di dapat kemudian melihat kondisi wilayah dan sistem drainase untuk menjadi item penentu dalam mendesain sumur resapan mencakup dimensi, volume tampungan dan kemampuan infiltrasi tanah agar mampu untuk menampung besarnya limpasan yang perlu dikelola.

Data curah hujan maksimum pada tahun 2014 hingga 2023 sebagai dasar dalam menganalisis frekuensi hujan yang diperoleh dari UPTD Pemeliharaan Jalan dan Irigasi Wilayah I Kendal.

Analisis data curah hujan untuk mendapatkan distribusi peluang dengan menggunakan dua metode yaitu dengan metode *Log Pearson Type III* dan Gumbel yang kemudian akan dilanjutkan dengan pengujian kecocokan. Uji kecocokan untuk mendapatkan data hujan rencana pada priode ulang menggunakan metode Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov guna memenuhi kriteria pengujian. Debit rancangan limpasan selanjutnya dihitung menggunakan metode rasional. Nilai debit tersebut digunakan dalam perencanaan sumur resapan bersama parameter permeabilitas tanah, faktor geometri, dan dimensi sumur.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Curah Hujan

Data hujan yang dianalisis berasal dari Stasiun Babatan UPTD Pemeliharaan Jalan dan Irigasi Wilayah I Kendal. Data maksimum tahunan yang digunakan mencakup tahun 2014 hingga 2023 seperti yang terlihat pada tabel 1 berikut ini, sehingga jumlah observasi adalah 10 tahun. Nilai statistik yang diperoleh dari data tersebut menjadi dasar untuk membandingkan distribusi Gumbel dengan *Log Pearson Type III*.

Tabel 1. Data Curah Hujandari Stasiun B.

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2014	150
2015	118
2016	98
2017	117
2018	90
2019	75
2020	101
2021	137
2022	153
2023	80
N = 10 Tahun	1119

Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi dilakukan untuk memperoleh curah hujan rencana berdasarkan periode ulang tertentu.

Tabel 2. Parameter Statistik Distribusi Gumbel.

Parameter	Nilai
Jumlah data	10
Rata-rata	111,9 mm
Standar Deviasi	27,898
Koefisien Variasi	0,249
Koefisien Skewness	0,280
Koefisien Kurtosis	2,794

Pada distribusi Gumbel, hasil pengolahan menghasilkan rata-rata 111,9 mm, standar deviasi 27,898, koefisien variasi 0,249, koefisien skewness 0,280, dan koefisien kurtosis 2,794. Periode ulang hujan rancangan pada tahun ke 2, 5 dan 10 tahun dapat di lihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel.

No	Periode Ulang (T) Tahun	Y_{tr}	Y_n	S_n	$\bar{X}$ (mm)	Sd	K	X_T (mm)
1	2	0,3668	0,4952	0,9496	111,9	27,898	-0,13521	108,1278
2	5	1,5004	0,4952	0,9496	111,9	27,898	1,058551	141,4315
3	10	2,2510	0,4952	0,9496	111,9	27,898	1,848989	163,4831

Perhitungan parameter statistik untuk *Log Pearson Type III*.

Tabel 4. Parameter Statistik Distribusi *Log Pearson Type III*.

Parameter	Nilai
Rata-rata	2,03655
Standar Deviasi	0,10927
Koefisien variasi	0,05365
Koefisien Skewness	-0,02385
Koefisien kurtosis	2,80104

Untuk *Log Pearson Type III*, parameter statistik yang diperoleh adalah rata-rata 2,03655, standar deviasi 0,10927, koefisien variasi 0,05365, koefisien skewness -0,02385, dan koefisien kurtosis 2,80104. Parameter statistik tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung besarnya hujan rancangan dengan distribusi *Log Pearson Type III* untuk beberapa periode ulang.

Tabel 5. Curah Hujan Rencana Distribusi *Log Pearson Type III*.

Periode Ulang (T)	$\bar{X}$ (mm)	Sd	K	Log X_T	X_T (mm)
2	2,03655	0,10927	0,004	2,03699	108,891
5	2,03655	0,10927	0,841	2,12845	134,414
10	2,03655	0,10927	1,279	2,17631	150,074
25	2,03655	0,10927	1,753	2,22810	169,083
50	2,03655	0,10927	2,041	2,25957	181,790

Berdasarkan Tabel 5, hasil perhitungan dengan distribusi *Log Pearson Type III* cenderung mengalami peningkatan nilai hujan rancangan seiring bertambahnya periode ulang. Adapun hasil hujan rancangan pada periode 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun masing-masing sebesar 108,891 mm, 134,414 mm, 150,074 mm, 169,083 mm, dan 181,790 mm. Peningkatan nilai hujan rancangan berbanding lurus dengan besaran nilai periode ulang nilai hujan yang digunakan. Selanjutnya, hasil perhitungan tersebut perlu dilakukan pengujian kecocokan untuk mengetahui apakah distribusi *Log Pearson Type III* sesuai dengan karakteristik data curah hujan yang digunakan

Uji Kecocokan

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan terhadap distribusi *Log Pearson Type III* menggunakan metode Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov. Hasil kedua pengujian tersebut digunakan sebagai dasar untuk menentukan kesesuaian distribusi yang digunakan dalam analisis hujan rancangan.

Uji Kecocokan Chi-Square

Uji Chi-Square digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian distribusi *Log Pearson Type III* terhadap data curah hujan yang dianalisis. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai Chi-Square hasil perhitungan dengan nilai kritis pada tingkat kepercayaan 95%. Adapun tingkat signifikansi yang di dapatkan yaitu 5%.

Berdasarkan tabel nilai kritis Chi-Square, diperoleh nilai χ^2_{cr} sebesar 5,991. Distribusi dinyatakan memenuhi kriteria pengujian apabila nilai χ^2 hitung lebih kecil daripada χ^2_{cr} . Penentuan interval kelas dilakukan berdasarkan pembagian kelas distribusi sebelum nilai frekuensi yang diamati dan frekuensi yang diharapkan dihitung.

Tabel 6. Hasil Uji Kesesuaian Chi-Square Distribusi *Log Pearson Type III*.

No	Nilai Batas Tiap Kelas	Ef	Of	(Ef-Of) ²	(Ef-Of) ² /Ef
1	1,8441 < Xi < 1,9060	2	2	0	0
2	1,9060 < Xi < 1,9679	2	1	1	0,5
3	1,9679 < Xi < 2,0298	2	2	0	0
4	2,0298 < Xi < 2,0918	2	2	0	0
5	2,0918 < Xi < 2,1537	2	3	1	0,5
Jumlah		10	10		1

Berdasarkan Tabel 6, diperoleh nilai χ^2 hitung sebesar 1, sedangkan nilai χ^2_{cr} sebesar 5,991. Nilai χ^2 hitung lebih kecil daripada nilai kritis, sehingga distribusi *Log Pearson Type III* memenuhi kriteria berdasarkan uji Chi-Square. Dengan demikian, distribusi tersebut dapat dilanjutkan ke tahap pengujian kecocokan berikutnya.

Uji Smirnov-Kolmogorof

Uji Smirnov-Kolmogorov digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian antara distribusi empiris data dengan distribusi teoritis yang digunakan. Pada pengujian ini, parameter yang diperhatikan adalah selisih maksimum antara kedua distribusi tersebut. Kriteria yang digunakan adalah nilai ΔP maksimum harus lebih kecil daripada nilai kritis sebesar 0,41.

Tabel 7. Hasil Uji Kesesuaian Smirnov-Kolmogorov Distribusi *Log Pearson Type III*.

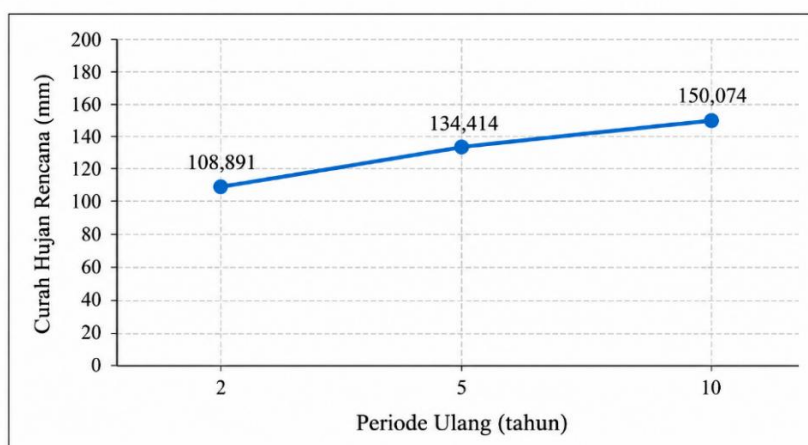
Xi	Log Xi	P(Xi)	Kt	P'(Xi)	ΔP
153	2,18469	0,09091	1,35573	0,09057	0,0003
150	2,17609	0,18182	1,27703	0,10113	0,0807
137	2,13672	0,27273	0,91672	0,17338	0,0993
118	2,07188	0,36364	0,32334	0,3848	0,0212
117	2,06819	0,45455	0,28951	0,39685	0,0577
101	2,00432	0,54545	-0,29496	0,60509	0,0596

98	1,99123	0,63636	-0,41480	0,64779	0,0114
90	1,95424	0,72727	-0,75326	0,76838	0,0411
80	1,903090	0,81818	-1,22139	0,84857	0,0304
75	1,87506	0,90909	-1,47790	0,88142	0,0277
ΔP max				0,0993	

Hasil perhitungan yang di rangkum pada Tabel 7 memperoleh nilai ΔP maksimum 0,0993. Yang mana nilai kritis lebih besar dengan nilai 0,41. Dengan demikian, distribusi *Log Pearson Type III* memenuhi kriteria uji Smirnov-Kolmogorov. Hasil ini sejalan dengan pengujian Chi-Square sebelumnya, sehingga dapat disimpulkan hasil distribusi *Log Pearson Type III* bisa pakai untuk menganalisis hujan rancangan.

Curah Hujan Rencana

Berdasarkan hasil analisis frekuensi dan pengujian kecocokan distribusi, metode *Log Pearson Type III* dipilih untuk menentukan curah hujan rencana. Nilai curah hujan rencana yang diperoleh untuk periode ulang 2, 5, dan 10 tahun masing-masing sebesar 108,891 mm, 134,414 mm, dan 150,074 mm. Hubungan antara periode ulang dan nilai curah hujan rencana tersebut disajikan pada Gambar 1 dibawah ini.

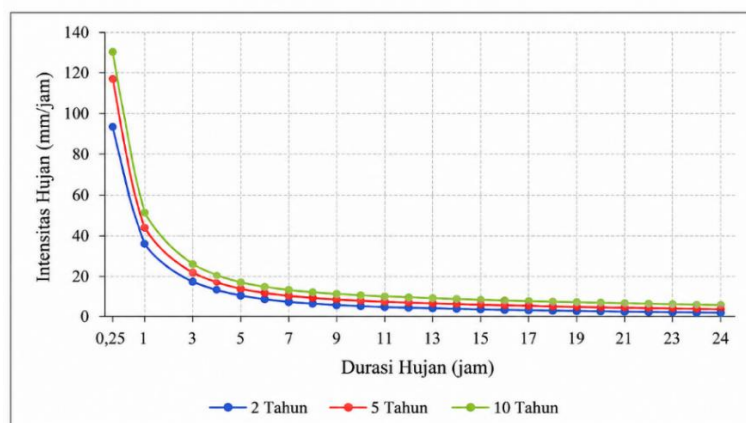


Gambar 1. Grafik Curah Hujan Rencana dengan Menggunakan Metode *Log Pearson Type III*.

Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai curah hujan rencana mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya periode ulang. Selanjutnya nilai curah hujan rencana tersebut digunakan pada perhitungan debit rencana.

Analisis Intensitas Curah Hujan

Analisis intensitas curah hujan dilakukan untuk memperoleh besarnya intensitas hujan pada berbagai durasi yang diperlukan dalam perhitungan debit rencana. Dalam menentukan debit rencana digunakan perhitungan intensitas hujan yang diolah menggunakan metode mononobe yang memanfaatkan nilai dari hujan rencana yang telah selesai di analisis sebelumnya.



Gambar 2. Intensitas Curah Hujan.

Hasil perhitungan intensitas curah hujan untuk berbagai durasi dan periode ulang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Perhitungan Intensitas Curah Hujan.

Durasi (Jam)	R 2 Tahun	R 5 Tahun	R 10 Tahun
0,25	95,125	117,422	131,102
0,5	59,925	73,971	82,589
1	37,750	46,599	52,028
2	23,781	29,355	32,775
3	18,149	22,402	25,012
4	14,981	18,493	20,647
5	12,910	15,937	17,793
6	11,433	14,113	15,757
7	10,316	12,734	14,218
8	9,438	11,650	13,007
9	8,725	10,770	12,025
10	8,133	10,039	11,209
11	7,632	9,421	10,519
12	7,202	8,890	9,926
13	6,828	8,428	9,410
14	6,499	8,022	8,957
15	6,207	7,662	8,554
16	5,945	7,339	8,194
17	5,710	7,048	7,869
18	5,496	6,785	7,575
19	5,302	6,544	7,307
20	5,124	6,324	7,061
21	4,960	6,122	6,835
22	4,808	5,935	6,627
23	4,668	5,762	6,433
24	4,537	5,601	6,253

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 8, intensitas hujan cenderung menurun dengan bertambahnya durasi hujan. Sebaliknya, untuk durasi yang sama, intensitas hujan meningkat pada periode ulang yang lebih besar. Pola tersebut menunjukkan bahwa durasi hujan dan periode ulang berpengaruh terhadap nilai intensitas yang digunakan dalam perhitungan debit rencana. Nilai intensitas pada waktu konsentrasi selanjutnya digunakan untuk menentukan debit rencana dengan metode rasional.

Debit Rencana

Perhitungan debit rencana dilakukan setelah diperoleh waktu konsentrasi dan intensitas hujan yang sesuai dengan waktu konsentrasi tersebut. Kedua parameter tersebut selanjutnya digunakan dalam perhitungan debit rencana dengan metode rasional.

Penentuan Waktu Konsentrasi (Tc).

Waktu konsentrasi (Tc) dihitung menggunakan persamaan Kirpich (1940) sebagai berikut.

$$T_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385}$$

$$S = \frac{H}{0,9 \times L} = \frac{0,0004}{0,9 \times 0,36} = 0,001$$

$$T_c = \left(\frac{0,87 \times 0,36^2}{1000 \times 0,001} \right)^{0,385} = 0,431 \text{ jam}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, waktu konsentrasi yang diperoleh adalah 0,431 jam atau sekitar 25,86 menit. Untuk nilai waktu konsentrasi ini kemudian dipakai untuk menentukan intensitas hujan selama waktu konsentrasi pada masing-masing periode ulang.

Menentukan Intensitas Hujan Selama Waktu Konsentrasi

Nilai Intensitas hujan pada waktu konsentrasi kemudian dihitung menggunakan persamaan Mononobe. Setiap periode ulang kemudian dihitung dalam analisis, yaitu tahun ke 2, 5, dan 10.

$$I_2 = \left(\frac{108,891}{24} \right) \times \left(\frac{24}{0,431} \right)^{\frac{2}{3}} = 66,161 \text{ mm/jam}$$

$$I_5 = \left(\frac{134,414}{24} \right) \times \left(\frac{24}{0,431} \right)^{\frac{2}{3}} = 81,668 \text{ mm/jam}$$

$$I_{10} = \left(\frac{150,074}{24} \right) \times \left(\frac{24}{0,431} \right)^{\frac{2}{3}} = 91,183 \text{ mm/jam}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa intensitas hujan pada waktu konsentrasi meningkat seiring dengan bertambahnya periode ulang. Intensitas yang diperoleh masing-masing sebesar 66,161 mm/jam untuk periode ulang 2 tahun, 81,668 mm/jam untuk periode ulang 5 tahun, dan 91,183 mm/jam untuk periode ulang 10 tahun. Nilai intensitas tersebut selanjutnya digunakan dalam perhitungan debit rencana. Koefisien pengaliran yang digunakan untuk kawasan permukiman padat dengan karakteristik pemukiman keluarga atau aneka ragam adalah sebesar 0,75. Nilai koefisien tersebut selanjutnya digunakan dalam perhitungan debit rencana dengan metode rasional.

Perhitungan Debit Rencana

Metode rasional digunakan untuk menghitung debit rencana pada periode ulang tahun ke 2, 5 dan 10. Koefisien pengaliran, intensitas hujan digunakan pada proses perhitungan pada waktu konsentrasi dan daerah yang di tinjau.

$$Q_2 = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0.75 \times 66,161 \times (42 \times 10^{-6}) = 0,000579 = 5,79 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_5 = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0.75 \times 81,668 \times (42 \times 10^{-6}) = 0,000715 = 7,15 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{10} = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0.75 \times 91,183 \times (42 \times 10^{-6}) = 0,000798 = 7,98 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{dt}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, debit rencana meningkat seiring dengan bertambahnya periode ulang. Debit untuk periode ulang ke- 2 tahun sebesar $5,79 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{dt}$, periode ulang 5 tahun sebesar $7,15 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{dt}$, dan periode ulang 10 tahun sebesar $7,98 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{dt}$. Debit periode ulang 10 tahun merupakan nilai terbesar dan kemudian dipakai sebagai dasar untuk menentukan kapasitas dan jumlah sumur resapan yang diperlukan.

Perencanaan Sumur Resapan

Faktor geometri digunakan dalam perhitungan kapasitas infiltrasi sumur resapan dan penentuan tinggi sumur yang direncanakan. Nilai faktor geometri tersebut selanjutnya digunakan bersama parameter permeabilitas tanah dan debit rencana dalam menentukan dimensi sumur resapan.

$$F = \frac{2\pi l + 2\pi R \ln 2}{\ln \left(\frac{L+2R}{R} + \sqrt{\left(\frac{L}{R} \right)^2 + 1} \right)}$$

$$= \frac{2 \times 3,14 \times 0,6 + 2 \times 3,14 \times 0,5 \ln 2}{\ln \left(\frac{0,6+2 \times 0,5}{0,5} + \sqrt{\left(\frac{0,6}{0,5} \right)^2 + 1} \right)} = 3,808 \text{ m}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh nilai faktor geometri sebesar 3,808 m. Nilai ini selanjutnya digunakan dalam perhitungan tinggi sumur resapan.

Permeabilitas Tanah

Berdasarkan hasil pengamatan visual di lokasi penelitian, jenis tanah yang dijumpai merupakan tanah aluvial dengan karakteristik lanau. Dalam perhitungan perencanaan, nilai permeabilitas tanah yang digunakan adalah sebesar $10^{-5} \text{ m}/\text{dt}$. Parameter permeabilitas tersebut diperlukan untuk menentukan kemampuan tanah dalam meresapkan air melalui sumur resapan

Tinggi Sumur Resapan

Tinggi sumur resapan ditentukan menggunakan persamaan Sunjoto (1989). Perhitungan dilakukan berdasarkan debit rencana, faktor geometri, permeabilitas tanah, dan parameter dimensi sumur sebagai berikut.

$$H = \frac{Q}{FK} \left(1 - e^{-\frac{FKT}{\pi R^2}} \right)$$

$$= \frac{5,79 \times 10^{-4}}{3,808 \times 10^{-5}} \left(1 - 2,718^{-\frac{3,808 \times 10^{-5} \times 1551}{3,14 \times 0,5^2}} \right) = 1,102 \text{ m}$$

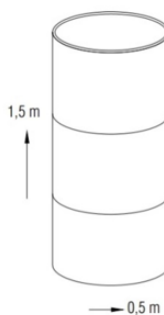
$$H = \frac{Q}{FK} \left(1 - e^{-\frac{FKT}{\pi R^2}} \right)$$

$$= \frac{7,15 \times 10^{-4}}{3,808 \times 10^{-5}} \left(1 - 2,718^{-\frac{3,808 \times 10^{-5} \times 1551}{3,14 \times 0,5^2}} \right) = 1,360 \text{ m}$$

$$H = \frac{Q}{FK} \left(1 - e^{-\frac{FKT}{\pi R^2}} \right)$$

$$= \frac{7,98 \times 10^{-4}}{3,808 \times 10^{-5}} \left(1 - 2,718^{-\frac{3,808 \times 10^{-5} \times 1551}{3,14 \times 0,5^2}} \right) = 1,518 \text{ m}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kebutuhan tinggi sumur berbeda pada setiap periode ulang, yaitu 1,102 m, 1,360 m, dan 1,518 m untuk periode ulang tahun ke- 2, 5, dan 10. Desain kebutuhan konstruksi di lapangan, tinggi sumur resapan ditetapkan sebesar 1,5 m dengan mempertimbangkan ketersediaan buis beton yang memiliki panjang 0,5 m per unit. Penetapan dimensi tersebut juga mempertimbangkan penerapan beberapa unit sumur resapan secara bersamaan untuk memenuhi kapasitas pengelolaan limpasan yang direncanakan.



Gambar 3. Tinggi Sumur Resapan.

Debit Sumur Resapan

Kapasitas Debit Satu Sumur

Kapasitas debit yang dapat diresapkan oleh satu unit sumur dihitung berdasarkan faktor geometri, permeabilitas tanah, dan tinggi sumur yang direncanakan.

$$Q_0 = F \times K \times H = 3,808 \times 10^{-5} \times 1,5 = 5,712 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{dt} \quad \dots(1)$$

Dengan dimensi dan parameter yang digunakan, satu unit sumur resapan memiliki kapasitas infiltrasi sebesar $5,712 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{dt}$. Nilai tersebut kemudian dibandingkan dengan debit rencana untuk menentukan jumlah sumur yang diperlukan.

Jumlah Sumur Resapan yang Diperlukan

Jumlah unit sumur resapan ditentukan dengan membandingkan debit rencana maksimum dengan kapasitas infiltrasi satu unit sumur. Dalam perencanaan ini digunakan debit rencana periode ulang 10 tahun sebagai debit acuan.

$$n = \frac{Q_{rencana}}{Q_0} = \frac{7,98 \times 10^{-4}}{5,712 \times 10^{-5}} = 14 \text{ unit sumur resapan}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa diperlukan 14 unit sumur resapan untuk menangani debit rencana yang digunakan dalam perencanaan.

Debit Keseluruhan Sumur

Debit total yang dapat ditangani oleh seluruh sumur resapan diperoleh dengan mengalikan kapasitas satu unit sumur dengan jumlah unit yang direncanakan.

$$Q_T = Q_0 \times \text{jumlah sumur resapan} \quad \dots(2)$$

$$= 5,712 \times 10^{-5} \times 14 = 7,9968 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{dt}$$

Jumlah unit sumur resapan ditentukan berdasarkan perbandingan antara debit rencana periode ulang 10 tahun dan kapasitas infiltrasi satu unit sumur. Dengan menggunakan debit rencana sebesar $7,98 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{dt}$ dan kapasitas satu sumur sebesar $5,712 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{dt}$, diperoleh kebutuhan sebesar 13,98 unit. Karena jumlah sumur harus berupa bilangan bulat, kebutuhan tersebut dibulatkan menjadi 14 unit sumur resapan.

Volume Tampung Sumur Resapan

Volume tampungan total diperoleh dengan mengalikan volume satu unit sumur resapan dengan jumlah unit yang direncanakan. Volume satu sumur dihitung berdasarkan luas penampang lingkaran dan tinggi sumur.

$$V = \pi \times R^2 \times H = 3,14 \times 0,5^2 \times 1,5 = 1,1775 \text{ m}^3$$

$$V_t = V \times \text{jumlah sumur resapan} = 1,1775 \times 14 = 16,485 \text{ m}^3$$

Volume tampungan satu unit sumur dihitung berdasarkan luas penampang lingkaran dan tinggi sumur. Dengan radius 0,5 m dan tinggi 1,5 m, diperoleh volume satu unit sebesar $1,1775 \text{ m}^3$. Untuk 14 unit sumur resapan, total volume tampungan yang tersedia adalah $16,485 \text{ m}^3$.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perencanaan, distribusi *Log Pearson Type III* memenuhi pengujian Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov sehingga digunakan untuk menentukan curah hujan rencana. Curah hujan rencana yang diperoleh untuk periode ulang 2, 5, dan 10 tahun masing-masing sebesar 108,891 mm, 134,414 mm, dan 150,074 mm.

Perhitungan debit rencana dengan metode rasional menghasilkan debit sebesar $5,79 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{dt}$ untuk periode ulang 2 tahun, $7,15 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{dt}$ untuk periode ulang 5 tahun, dan $7,98 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{dt}$ untuk periode ulang 10 tahun. Debit periode ulang 10 tahun digunakan sebagai dasar dalam perencanaan sumur resapan.

Sumur resapan direncanakan berbentuk lingkaran dengan diameter 1 m dan tinggi 1,5 m. Dengan kapasitas infiltrasi satu unit sebesar $5,712 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{dt}$, diperoleh kebutuhan sebanyak 14 unit sumur resapan. Kapasitas infiltrasi total 14 unit sebesar $7,9968 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{dt}$, sedangkan volume tampungan total yang tersedia sebesar $16,485 \text{ m}^3$. Penetapan tinggi 1,5 m mempertimbangkan ketersediaan buis beton dengan panjang 0,5 m per unit serta penerapan beberapa unit sumur untuk memenuhi kebutuhan pengelolaan limpasan.

Saran

Perencanaan sumur resapan pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan pengujian permeabilitas tanah secara langsung di lapangan sehingga parameter infiltrasi yang digunakan lebih merepresentasikan kondisi setempat. Selain itu, penerapan sumur resapan perlu mempertimbangkan kondisi muka air tanah, karakteristik tanah, serta pemeliharaan bangunan agar fungsi infiltrasi dapat berlangsung secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsadilla, S. A., & Wardhani, E. (2024). Perencanaan Konsep Zero Runoff dengan Menggunakan Sumur Resapan di Perumahan X, Kabupaten Bandung. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 9(2), 147–156. <https://doi.org/10.29244/jsil.9.2.147-156>
- Ashruri, A., Ismail, M. R., & Febrina, R. (2026). Optimalisasi Sumur Resapan sebagai Upaya Pengendalian Limpasan Permukaan pada Jalan Perkotaan di Nunyai, Bandar Lampung. *Journal of Sustainable Civil Engineering*, 8(1), 145–153. <https://doi.org/10.47080/josce.v8i01.4501>
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 8456:2017: Sumur dan parit Resapan Air Hujan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Baskoro, M. A., Yogafanny, E., & Widiarti, I. W. (2022). Rancangan Sumur Resapan Untuk Konservasi Mata Air di Desa Dlingo, Kecamatan Mojosoongo, Kabupaten Boyolali. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 20(1), 97–107. <https://doi.org/10.36762/jurnaljateng.v20i1.928>

- Fitria Maya Lestari, Purwanto, Etika Herdiarti, Lindawati, Y. R. (2026). *Pelatihan Pemasangan Pipa Resapan Horisontal Sebagai Upaya Pengendalian Genangan Berbasis Masyarakat Di Kecamatan Patebon, Kendal*. 9, 3601–3607.
- Hanesfa, H. R., Saidah, H., & Suroso, A. (2024). Kajian Perencanaan Sumur Resapan Dalam Mendukung Peran Sebagai Kawasan Lindung dan Mengurangi Limpasan di Kelurahan Cakranegara Selatan Baru. *Spektrum Sipil*, 11(2), 85–96. <https://doi.org/10.29303/spektrum.v11i2.365>
- Hartadi, A., Supraba, I., & Kamulyan, B. (2025). Descriptive Study of Infiltration Well Design and Utilization in Sleman Regency, Special Region of Yogyakarta. *INERSIA Lnformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 21(1), 22–35. <https://doi.org/10.21831/inersia.v21i1.80157>
- Istianah, I., & Janah, M. (2026). Perencanaan Sumur Resapan untuk Pengendalian Banjir di Perumahan Punden Arum, Demak. *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang*, 13(2), 210–217. <https://doi.org/10.21063/jts.2026.V1302.0210-217>
- Ksatria, N. J., Hidayatullah, T., Hasan, F., Darfia, N. E., Syarvina, & Kumaryadi, M. R. (2022). Infiltration Well Efficacy in Ciliwung Basin Based on Rainfall-Runoff Volumetric Analysis. *Jurnal Saintis*, 22(1), 29–38. [https://doi.org/10.25299/saintis.2022.vol22\(01\).8693](https://doi.org/10.25299/saintis.2022.vol22(01).8693)
- Manik, A. S. I., Saptomo, S. K., & Chadirin, Y. (2024). Rancangan Sumur Resapan pada Bangunan Hunian Vertikal sebagai Implementasi kriteria Greenbuilding. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 9(1), 93–104. <https://doi.org/10.29244/jsil.9.1.93-104>
- Netzer, L., Kurtzman, D., Ben-Hur, M., Livshitz, Y., Katzir, R., & Nachshon, U. (2024). Novel approach to roof rainwater harvesting and aquifer recharge in an urban environment: Dry and wet infiltration wells comparison. *Water Research*, 252(121183). <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.121183>
- Padlan, M., & Fajriani, Q. R. (2025). Pengelolaan Air Hujan dengan Sumur Resapan dan Rainwater Harvesting sebagai Upaya Konservasi dan Pengendalian Runoff (Studi Kasus: FMIPA UNY). *Journal of Civil Engineering and Sustainable Infrastructure (CENTER)*, 2(2), 103–115. <https://doi.org/10.21831/center.v2i2.2048>
- Pamungkas, T. H., Yekti, M. I., Ardana, P. D. H., Warsana, K. B., & Kembarajaya, I. K. (2025). Infiltration Well Design for Environmental Conservation: Assessing Watershed and Groundwater Depth in Denpasar City. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 22(1), 168–182. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v22i1.168-182>
- Pamungkas, T. H., Dana, I. K. M. K., Soriarta, I. K., Kariyana, I. M., & Astriani, N. K. (2024). Strategi Terpadu: Mengurangi Banjir Melalui Sumur Resapan dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Perumahan BCA Land Tahap 1 Blok C). *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 25(1), 116–125. <https://doi.org/10.55981/jtl.2024.2180>
- Permatasari, R., Sabar, A., & Natakusumah, D. K. (2017). Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Rezim Hidrologi DAS (Studi kasus: DAS Komerling). *Jurnal Teknik Sipil*, 24(1), 91–98. <https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.1.11>
- Ramli, I., Mutia, S., & Fachruddin. (2023). The Concept of a Zero Runoff System (ZROS) in reducing the volume of rainwater runoff using infiltration wells at the Syiah Kuala University. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 13(2), 258–266. <https://doi.org/10.29244/jpsl.13.2.258-266>

- Ridwan, H., & Nagu, N. (2020). Desain Sumur Resapan untuk Daerah Padat Penduduk di Kelurahan Maliaro Ternate Tengah. *CLAPEYRON: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 1(1), 15–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.33387/clapeyron.v1i1.1630>
- Soemadiredja, R. S. S. A., & Asyiwati, Y. (2022). Kajian Hubungan Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Air Limpasan di Desa Cimekar Kecamatan Cileunyi Kabupaten Bandung. *Jurnal Riset Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 36–43. <https://doi.org/10.29313/jrpwk.v2i1.757>
- Widaryanto, L. H. (2022). Analysis of Infiltration Wells as Pro-Conservation Drainage (Case Study of Kalongan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta). *Journal of Green Science and Technology*, 6(3). <https://doi.org/10.33603/jgst.v6i2.6946>
- Yunianta, A., Rochmawati, R., & Dwilaga, D. (2022). Sistem Drainase Berkelanjutan dalam Mengatasi Genangan Air pada Kawasan Hamadi Rawa Kota Jayapura. *Jurnal MEDIAN Arsitektur Dan Planologi*, 12(2), 54–61. <https://doi.org/10.58839/jmap.v12i2.1094>