

## Analisis Penggunaan Sumur Resapan untuk Mengatasi Banjir di Desa Tlogo Mulyo Kecamatan Pedurungan Semarang

Istianah\*, Habin Zuhdi Ziadaturohman & Avino Enriko Ade Sanjaya

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Semarang, Jl. Soekarno Hatta, RT.7/RW.7, Tlogosari Kulon, Kec. Pedurungan, Kota Semarang, Indonesia

Email: [istianah.work@gmail.com](mailto:istianah.work@gmail.com)

Dikirim: 23 April 2025

Direvisi: 6 Agustus 2025

Diterima: 6 Agustus 2025

### ABSTRAK

Perubahan iklim global menyebabkan durasi musim hujan makin pendek dan musim kemarau makin panjang, tetapi intensitas hujan cenderung makin meningkat yang bisa menimbulkan bencana banjir. Banyaknya pemanfaatan aspal, *paving block* dan beton dalam pembangunan infrastruktur memiliki andil dalam permasalahan pengelolaan sumber daya air karena memiliki sifat *impermeable* atau tidak mudah ditembus air. Salah satu sistem drainase yang dilakukan untuk pengendalian air adalah dengan bangunan resapan. Tujuan penelian ini membuat sumur resapan sebagai upaya peningkatan cadangan air tanah dan pengendalian banjir di desa Tlogo Mulyo Kecamatan Pedurungan, Semarang. Metode penelitian menggunakan analisis hidrologi. Hasil penelitian menyatakan bahwa debit resapan yang ditampung oleh sebuah sumur resapan adalah sebesar  $0,22608 \text{ m}^3$  dan debit limpasan air hujan yang dapat di tampung sumur resapan adalah sebesar  $15,296 \text{ m}^3$ .

**Kata kunci:** banjir, curah hujan, sumur resapan

### 1. PENDAHULUAN

Salah satu pembangunan yang signifikan di Kota Semarang saat ini adalah pembangunan perumahan dan pemukiman. Pembangunan tersebut bertujuan mengantisipasi pertumbuhan penduduk dalam menyediakan perumahan sederhana. Di sisi lain pembangunan tersebut mengakibatkan terjadinya perubahan fungsi tata guna lahan mengakibatkan air tidak diserap oleh tanah sehingga menimbulkan genangan (Kelly-Fair et al., 2022). Kecamatan Pedurungan termasuk wilayah yang sangat rentan terhadap banjir dikarenakan merupakan daerah pemukiman padat penduduk dan sebagian wilayahnya terletak di daerah dataran rendah atau bahkan rawa (Cahyaningrum, 2021). Perkembangan ini memberikan dampak yang baik bagi perekonomian daerah, namun bila ditinjau dari potensi permasalahan pengelolaan sumber daya air, maka perkembangan ini juga akan menyebabkan potensi permasalahan berkurangnya cadangan air tanah dan banjir pada daerah tersebut.

Perubahan iklim global menyebabkan Indonesia mengalami perubahan karakteristik hujan. Secara umum durasi musim hujan makin pendek, sebaliknya durasi musim kemarau makin panjang. Jumlah hari hujan cenderung makin menurun, sementara hujan harian maksimum dan intensitas hujan cenderung makin meningkat (BMKG, 2025). Hal ini menyebabkan kondisi ekstrem di mana saat musim kemarau cadangan air tanah menurun sedangkan pada musim hujan resiko banjir meningkat. Selain itu, perubahan iklim ini tidak didukung dengan perubahan perencanaan infrastruktur dan pengelolaan sumber daya air. Banyaknya pemanfaatan beton dalam pembangunan infrastruktur memiliki andil dalam permasalahan pengelolaan sumber daya air tersebut. Tertutupnya permukaan tanah tersebut semakin meningkatkan limpasan air permukaan dan menurunkan resapan air ke dalam tanah (Artmann, 2014).

Isu pengelolaan air tanah dan pengendalian banjir di wilayah urban berkembang seperti Tembalang sangat aktual, apalagi dikaitkan dengan perubahan iklim. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat telah memberikan contoh penerapan sumur resapan yang bisa direplikasi masyarakat Tembalang (Hatmoko et al., 2021). Penggunaan sumur resapan dapat mencegah terjadinya banjir atau limpasan air yang berlebih dan bisa diterapkan untuk 6 sampai 9 tahun yang akan datang dengan debit andil banjir sebesar  $251472 \text{ m}^3/\text{jam}$  dan luas dinding sumur  $9,42 \text{ m}^2$ , luas alas sumur  $0,785 \text{ m}^2$  (Firmansyah et al., 2022). Penerapan sumur resapan yang sesuai desain akan efektif untuk mengurangi limpasan permukaan dan berkontribusi pada pengendalian genangan di perumahan (Azis et al., 2016). Tujuan penelitian ini adalah menganalisis penggunaan sumur resapan untuk mengatasi banjir di desa Tlogo Mulyo, Kecamatan Pedurungan, Semarang yang mana wilayah tersebut sangat rentan terhadap banjir dan merupakan daerah pemukiman padat penduduk.

### 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Desa Tlogo Mulyo, Kecamatan Pedurungan (Gambar 1). Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif melalui perencanaan sumur resapan air hujan. Data primer meliputi

uji permeabilitas tanah dan elevasi serta data drainase eksisting. Data sekunder dalam bentuk tata guna lahan, topografi dan data curah hujan. Selanjutnya dari data yang diperoleh dilakukan pengolahan data hidrologi dan analisis hidrolika untuk mendapatkan nilai dalam perencanaan sumur resapan.

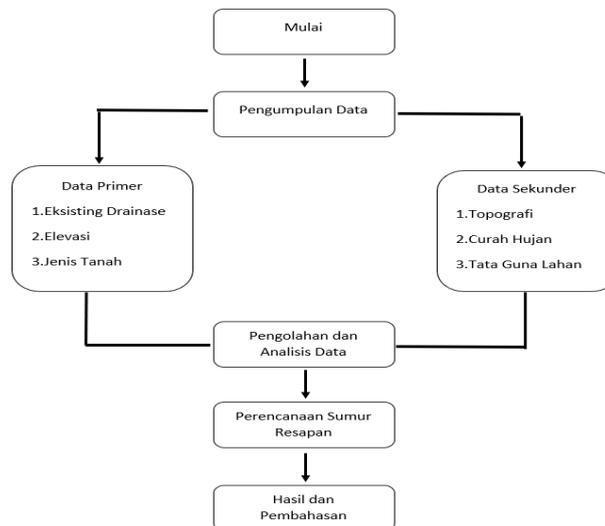


**Gambar 1.** Lokasi Desa Tlogo Mulyo, Kecamatan Pedurungan, Kota Semarang

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap berikut:

- a. Tahap persiapan  
Tahap persiapan ini dilakukan untuk melihat kebutuhan data dan informasi yang tersedia di lapangan, tahapan ini meliputi observasi lapangan terhadap masalah banjir yang terjadi dan melakukan studi literatur dari referensi yang sesuai.
- b. Tahap pengambilan data  
Tahapan pengambilan data primer dan sekunder. Data primer berupa hasil observasi dokumentasi di lokasi penelitian. Data sekunder dalam penelitian ini adalah data hidrologi berupa data curah hujan dalam untuk tahun 2014-2023 yang diperoleh dari BPS Kota Semarang.
- c. Tahapan analisis data dan desain  
Analisis hidrologi (data curah hujan) dilakukan untuk mengetahui debit banjir rencana yang akan digunakan untuk desain sumur resapan. Analisis hidrolika digunakan untuk perencanaan sumur resapan.
- d. Tahapan penulisan laporan  
Dalam tahap ini semua hasil analisis dibahas sampai dengan pengambilan kesimpulan dan merumuskan saran.

Tahapan penelitian dipaparkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Diagram Metodologi Penelitian

**A. Analisis hidrologi**

Digunakan untuk menghitung limpasan permukaan yang ada di lokasi penelitian. Tahapan-tahapan analisis hidrologi adalah sebagai berikut:

- a. Pengambilan data curah hujan untuk tahun 2014-2023. Data yang digunakan adalah data maksimum setiap bulan yang dirata-ratakan. Pengolahan data curah hujan menggunakan Distribusi Normal, Log

Normal, Log Pearson III dan Gumbel.

1. Distribusi Normal menggunakan rumus sebagai berikut:

$$X_T = X + K_T \times S$$

Di mana  $X_T$  adalah hujan rencana,  $X$  adalah nilai rata-rata dari hujan,  $S$  adalah standar deviasi dari data hujan dan  $K_T$  adalah faktor frekuensi.

2. Distribusi Log Normal menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\ln Y_T = \ln \bar{Y} + K_T S_{\ln Y}$$

Di mana  $Y_T$  adalah nilai rancangan untuk periode ulang  $T$ ,  $\ln \bar{Y}$  rata-rata dari data yang sudah dilogartimkan (bukan rata-rata aritmetika data asli),  $K_T$  adalah faktor frekuensi = skor-Z Normal standar pada peluang  $p = 1 - 1/T$  (untuk analisis kejadian maksimum) dan  $S_{\ln Y}$  adalah simpangan baku dari data log.

3. Distribusi Log Pearson III menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\log X_T = \log X + (K_T \times S_{\log X})$$

Di mana  $\log X_T$  adalah nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang  $T$ ,  $\log X$  adalah nilai rata-rata,  $S_{\log X}$  adalah standar deviasi dari data hujan dan  $K_T$  adalah variabel standar, besarnya tergantung koefisien kemencengan ( $C_s$  atau  $G$  pada tabel frekuensi KT untuk Distribusi Log Pearson III).

4. Distribusi Gumbel menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\log X_T = \log \bar{X} + (K_T \cdot S_{\log X})$$

Di mana  $\log X_T$  adalah hujan rencana (mm),  $\log \bar{X}$  adalah nilai rata-rata dari hujan,  $S_{\log X}$  adalah standar deviasi dari data hujan dan  $K_T$  adalah faktor frekuensi Gumbel

- b. Analisis frekuensi hujan. Sebelum menentukan metode distribusi probabilitas yang dipilih maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan parameter statistik dari data curah hujan yaitu menghitung nilai rata-rata, standar deviasi, koefisien kemencengan, koefisien kurtosis dan koefisien variasi untuk menentukan metode apa yang paling sesuai dengan karakteristik hujan di lokasi penelitian.
- c. Analisis metode distribusi probabilitas yang sesuai dilakukan dengan membandingkan persyaratan masing-masing jenis distribusi dengan parameter yang sudah dihitung pada poin 2. Hasil dari perbandingan parameter data curah hujan dengan persyaratan masing-masing jenis distribusi akan menghasilkan kesimpulan sementara metode-metode apa yang paling cocok.
- d. Selanjutnya, uji kecocokan data dilanjutkan dengan menggunakan dua pengujian yaitu uji *Chi-Kuadrat* dan uji *Smirnov-Kolmogorov*. Hasil dari pengujian metode di uraian nomor 3 dan di poin ini, maka akan dipilih satu metode yang paling sesuai untuk perhitungan debit banjir.
- e. Analisis intensitas hujan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Mononobe dan selanjutnya dibuat kurva IDF (Intensitas Durasi Frekuensi).

Persamaan Mononobe sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \frac{24^{2/3}}{t}$$

Di mana  $I$  adalah intensitas hujan (mm/jam),  $R_{24}$  adalah curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm/jam) dan  $t$  adalah lama hujan (jam).

- f. Analisis debit rencana yaitu menentukan debit banjir rencana, metode yang digunakan adalah metode Rasional. Pada metode ini dibutuhkan nilai koefisien limpasan, intensitas hujan (dari kurva IDF) dan luas area tangkapan hujan.

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

Di mana  $Q_r$  adalah debit rencana dalam saluran ( $m^3$ ),  $A$  adalah luas area tangkapan hujan ( $m^2$ ),  $I$  adalah intensitas hujan (mm/jam) dan  $C$  adalah koefisien limpasan.

## B. Analisis Hidrolika

Digunakan untuk merencanakan sumur resapan. Perhitungan dan analisis hidrolika yaitu menentukan faktor geometrik sumur resapan, uji permeabilitas tanah, penentuan tinggi sumur resapan, penempatan sumur resapan, penentuan volume tampung sumur, penentuan debit resapan dan limpasan.

- a. Faktor geometrik sumur resapan

Penentuan faktor geometrik sumur resapan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F = 2 \times \pi \times R$$

Di mana  $F$  adalah faktor geometrik (m) dan  $R$  adalah jari-jari sumur resapan (m).

- b. Uji Permeabilitas tanah  
UJI permeabilitas tanah dilakukan di laboratorium Universitas Semarang. Uji permeabilitas di laboratorium menggunakan pengujian tinggi energi tetap (constant head) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$k = \frac{QL}{hAt}$$

Di mana  $k$  adalah permeabilitas tanah,  $Q$  adalah debit resapan dikali waktu,  $L$  adalah panjang benda uji,  $\Delta h$  adalah kehilangan tinggi energi,  $A$  adalah luas penampang benda uji dan  $t$  lama waktu pengujian.

- c. Penentuan tinggi sumur resapan  
Penentuan tinggi sumur resapan dihitung dengan menggunakan rumus dengan tipe atap terbanyak dengan menggunakan persamaan Sunjoto.

$$H = -\frac{Q}{FK} \ln\left(1 - \frac{FKt}{\pi r^2}\right)$$

Di mana  $H$  adalah tinggi muka air dalam sumur (m),  $Q$  adalah debit masuk ( $m^3/detik$ ),  $F$  adalah faktor geometrik (m),  $K$  adalah permeabilitas tanah (m/dt),  $r$  adalah radius sumur dan  $t$  adalah durasi aliran.

- d. Penempatan sumur resapan  
Penempatan sumur yang direncanakan disesuaikan dengan keadaan bangunan dan dengan keadaan lahan yang tersedia.
- e. Penentuan volume tampung sumur  
Volume tampung sumur ditentukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V_{sumur} = \pi R^2 H$$

Di mana  $H$  adalah tinggi muka air dalam sumur (m),  $R$  adalah radius sumur,  $V_{sumur}$  adalah volume tampung total keseluruhan sumur diperoleh dari volume 1 sumur  $\times$  jumlah sumur.

$$V_{tampung\ total} = Volume\ 1\ sumur \times\ jumlah\ sumur$$

- f. Penentuan debit resapan ke dalam tanah dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Q_0 = F \times K \times H$$

Di mana  $F$  adalah faktor geometrik,  $K$  adalah nilai permeabilitas tanah dan  $H$  adalah tinggi air dalam sumur.

- g. Limpasan  
Limpasan terbagi menjadi dua yaitu limpasan sebelum adanya sumur resapan dan limpasan setelah adanya sumur resapan. Persamaan yang digunakan adalah:

$$Limpasan = (V_{resap} + V_{tampung})$$

### 3. HASIL DAN DISKUSI

Dalam analisis hidrologi dilakukan beberapa tahap untuk memperoleh debit sampai pada tahun rencana yaitu pengumpulan data curah hujan, analisis frekuensi hujan, pemilihan jenis metode distribusi, analisis curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu dan analisis intensitas hujan. Penentuan distribusi dilakukan untuk mendapatkan hujan rencana periode ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun. Penentuan distribusi yang dilakukan adalah Distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson Tipe III dan Distribusi Gumbel. Penentuan Distribusi Normal dilakukan untuk mendapatkan hujan rencana tahunan yang akan datang dan untuk menentukan besarnya hujan rencana. Parameter yang akan dianalisis berupa limpasan permukaan dan frekuensi banjir pada suatu daerah. Curah hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah rata-rata curah hujan bulanan maksimum selama 10 tahun yaitu mulai dari tahun 2014 sampai 2023 (Tabel 1). Berdasarkan data tersebut, diperoleh nilai standar deviasi sebesar 40,963.

**Tabel 1.** Data rata-rata curah hujan bulanan maksimum 10 tahun

Tahun	Curah hujan (mm)	(Xi - X)	(Xi - X) <sup>2</sup>
2014	189,92	-5,535	30,636
2015	144,42	-51,035	2.604,571
2016	181,83	-13,625	185,640
2017	181,83	-13,625	185,640
2018	123,58	-71,875	5.166,015
2019	123,58	-71,875	5.166,015
2020	208,97	13,515	182,655
2021	206,58	11,125	123,765
2022	232,92	37,465	1.403,626
2023	141,92	-53,535	2.865,996
$\Sigma$	<b>1735,55</b>	<b>-171,995</b>	<b>15.102,098</b>
<b>Rata - rata</b>	<b>173,555</b>		

Hasil perhitungan hujan rencana menggunakan Distribusi Normal dipaparkan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 dapat dijelaskan bahwa untuk T = 2 tahun nilai hujan rencana sama dengan rata-rata, yaitu 173,555 mm. Untuk T = 5 tahun, hujan rencana meningkat menjadi 207,963 mm dan untuk T = 10 tahun, hujan rencana menjadi lebih besar lagi yaitu 225,987 mm. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar periode ulang, semakin besar pula hujan rencana yang dihitung. Ini logis karena kejadian hujan dengan periode ulang yang lebih panjang mencerminkan hujan yang lebih jarang terjadi namun lebih ekstrem intensitasnya. Berdasarkan Tabel 3, curah hujan maksimum tahunan bervariasi cukup besar, dengan nilai terendah 123,58 mm (2018 dan 2019) dan tertinggi 232,92 mm (2022). Variasi ini akan berpengaruh pada nilai standar deviasi dan faktor frekuensi yang nantinya digunakan untuk menghitung hujan rencana.

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Hujan Rencana Distribusi Normal

Periode Ulang (tahun)	Faktor Frekuensi (KT)	X	S	Hujan Rencana (XT)
2	0	173,555	40,963	173,555
5	0,84	173,555	40,963	207,963
10	1,28	173,555	40,963	225,987

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Hujan Rencana Distribusi Normal

Tahun	Xi (mm)	Log Xi	(Log Xi – Log X) <sup>2</sup>	(Log Xi – Log X) <sup>3</sup>	(Log Xi – Log X) <sup>4</sup>
2014	189,92	2,2785	0,081579	0,0233009	0,00665526
2015	144,42	2,1596	0,066569	0,0171757	0,00443153
2016	181,83	2,2596	0,079157	0,0222707	0,00626583
2017	181,83	2,2596	0,079157	0,0222707	0,00626583
2018	123,58	2,0919	0,058307	0,0140793	0,00339970
2019	123,58	2,0919	0,058307	0,0140793	0,00339970
2020	208,97	2,3200	0,086942	0,0256358	0,00755897
2021	206,58	2,3150	0,086293	0,0253492	0,00744653
2022	232,92	2,3672	0,093106	0,0284098	0,00866880
2023	141,92	2,1520	0,065630	0,0168136	0,00430740
Σ	<b>1735,55</b>	<b>22,2952</b>	<b>0,755047</b>	<b>0,2093850</b>	<b>0,05839255</b>
<b>Rata – rata</b>	<b>173,555</b>	<b>2,22952</b>			

Hasil perhitungan hujan rencana Distribusi Log Normal dipaparkan pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4 dapat dijelaskan bahwa untuk T = 2 tahun, curah hujan rencana adalah 169,637 mm, merepresentasikan hujan yang relatif sering terjadi. Untuk T = 5 tahun, nilainya meningkat menjadi 204,965 mm, menunjukkan hujan yang lebih jarang namun lebih ekstrem. Untuk T = 10 tahun, mencapai 226,313 mm, mencerminkan kejadian hujan dengan peluang lebih kecil namun intensitas lebih tinggi. Secara umum, semakin besar periode ulang T, semakin besar pula nilai XT yang dihasilkan, sejalan dengan prinsip analisis frekuensi hidrologi bahwa kejadian dengan peluang lebih kecil biasanya memiliki intensitas yang lebih tinggi.

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Hujan Rencana Distribusi Log Normal

Periode Ulang (T)	Log Xi	S Log Xi	KT	Log XT	XT
2	2,22952	0,09781	0	2,22952	169.637
5	2,22952	0,09781	0,84	2,31168	204.965
10	2,22952	0,09781	1,28	2,35471	226.313

Hasil perhitungan hujan rencana Distribusi Log Normal pada Tabel 5, dapat dijelaskan bahwa untuk T = 2 tahun → XT = 119,38 mm, merepresentasikan hujan yang cukup sering terjadi. Untuk T = 5 tahun → XT meningkat menjadi 142,593 mm, menunjukkan kejadian hujan lebih jarang dan lebih ekstrem. Untuk T = 10 tahun → XT mencapai 154,752 mm, mencerminkan hujan dengan peluang kejadian lebih kecil namun intensitasnya lebih tinggi. Pola yang terlihat jelas: semakin besar periode ulang, semakin besar nilai XT, sesuai prinsip analisis frekuensi di hidrologi bahwa kejadian langka biasanya memiliki intensitas lebih besar.

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Hujan Rencana Distribusi Log Normal

No	Periode ulang	X	Faktor Frekuensi (Kt)	S	XT
1	2	119,38	0	27,63419	119,38
2	5	119,38	0,84	27,63419	142,593
3	10	119,38	1,28	27,63419	154,752

Perhitungan hujan rencana Distribusi Log Pearson III dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut. Data curah hujan distribusi Log Pearson III dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan Tabel 6 nilai rata-rata curah hujan maksimum tahunan (X) adalah 173,555 mm. Nilai rata-rata logaritma curah hujan (Log X) adalah 2,22952. Perbedaan nilai Xi antar tahun cukup besar, menunjukkan adanya fluktuasi curah hujan ekstrem di

lokasi pengamatan. Tahun dengan hujan tertinggi adalah 2022 (232,92 mm) dan terendah adalah 2018 & 2019 (123,58 mm). Pola ini menggambarkan bahwa dalam satu dekade terakhir, kejadian hujan maksimum bervariasi, dan ada indikasi beberapa tahun dengan curah hujan ekstrem yang lebih tinggi dari rata-rata, yang akan memengaruhi perhitungan hujan rencana untuk periode ulang tertentu.

**Tabel 6.** Data Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson III

Tahun	Xi (mm)	Log Xi	(Log Xi – Log X) <sup>2</sup>	(Log Xi – Log X) <sup>3</sup>
2014	189,92	2,2785	0,081579	0,0233009
2015	144,42	2,1596	0,066569	0,0171757
2016	181,83	2,2596	0,079157	0,0222707
2017	181,83	2,2596	0,079157	0,0222707
2018	123,58	2,0919	0,058307	0,0140793
2019	123,58	2,0919	0,058307	0,0140793
2020	208,97	2,3200	0,086942	0,0256358
2021	206,58	2,3150	0,086293	0,0253492
2022	232,92	2,3672	0,093106	0,0284098
2023	141,92	2,1520	0,065630	0,0168136
<b>Σ</b>	<b>1735,55</b>	<b>22,2952</b>	<b>0,755047</b>	<b>0,2093850</b>
<b>Rata - rata</b>	<b>173,555</b>	<b>2,22952</b>		

Hitung nilai Cs (Koefisien Skewness) 30,280, setelah didapatkan hasil Koefisien Skewness selanjutnya dilakukan interpolasi menggunakan data dari nilai Cs dan nilai K untuk distribusi Log Pearson Tipe III. Hasil yang dari interpolasi untuk periode ulang 2 tahun -0139, periode ulang 5 tahun 0.719 dan periode ulang 10 tahun 1.304. Hasil perhitungan hujan rencana untuk Distribusi Log Pearson Tipe III periode ulang 2 tahun 164.8 mm, periode ulang 5 tahun 199.1 mm dan periode ulang 10 tahun 227.1 mm. Hasil selengkapnya dapat di lihat pada Tabel 7. Berdasarkan Tabel 7 untuk T = 2 tahun, hujan rencana sebesar 164,8 mm, relatif mendekati rata-rata hujan maksimum tahunan. Untuk T = 5 tahun, hujan rencana naik menjadi 199,1 mm, menunjukkan peningkatan risiko hujan ekstrem. Untuk T = 10 tahun, hujan rencana mencapai 227,1 mm, yang jauh lebih besar dari rata-rata, mencerminkan kejadian hujan ekstrem yang lebih jarang tetapi lebih besar intensitasnya. Dengan kata lain, semakin besar periode ulang, semakin tinggi nilai hujan rencana, karena kejadian ekstrem yang lebih jarang biasanya disertai intensitas hujan yang lebih besar.

**Tabel 7.** Hasil Perhitungan curah hujan rencana distribusi Log Pearson Tipe III

Periode Ulang (T)	Log Xi	S Log Xi	KT	Log XT	XT
2	2,22952	0,09781	-0,139	2,21597	164,8
5	2,22952	0,09781	0,719	2,29993	199,1
10	2,22952	0,09781	1,304	2,35623	227,1

**Tabel 8.** Data curah hujan Rencana Distribusi Gumbel

0	Xi	(Xi – X)	(Xi – X) <sup>2</sup>	(Xi – X) <sup>3</sup>	(Xi – X) <sup>4</sup>
2014	189.92	16.37	267.81	4382.76	1301016506
2015	144.42	-29.14	848.85	-24731.19	435020138.8
2016	181.83	8.28	68.48	566.64	1093105690
2017	181.83	8.28	68.48	566.64	1093105690
2018	123.58	-49.98	2497.50	-124812.59	233234484.9
2019	123.58	-49.98	2497.50	-124812.59	233234484.9
2020	208.97	35.42	1254.22	44418.28	1906934477
2021	206.58	33.03	1090.65	36018.74	1821180923
2022	232.92	59.37	3524.20	209214.32	2943249817
2023	141.92	-31.64	1000.77	-31659.46	405671417.8
<b>Σ</b>	<b>1735.55</b>	<b>0.01</b>	<b>13118.46</b>	<b>-10848.47</b>	<b>11465753630</b>
<b>Rata – rata</b>	<b>173.56</b>				
<b>Standar Deviasi</b>	<b>38.178</b>				

Perhitungan hujan rencana Distribusi Gumbel dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut. Data curah hujan Distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 8. Berdasarkan data yang dipaparkan pada Tabel 8, diperoleh nilai rata-rata (mean) 173.56, Standar deviasi 36.22, varians 1311.85, Skewness -0.027 yang mengindikasikan distribusi hampir simetris, tidak condong ke kiri/kanan secara signifikan dan nilai kurtosis -1.31 yang artinya distribusi agak “platykurtic” (lebih datar dari distribusi normal, ekor tipis). Nilai Xi rata-rata

sekitar 173,56 dengan variasi sedang ( $\pm 36$ ). Distribusinya hampir simetris, artinya tidak ada tahun yang terlalu ekstrem mendominasi ke arah tertentu, meskipun ada beberapa nilai tinggi seperti tahun 2022 yang agak jauh dari rata-rata.

Perhitungan debit rumah menggunakan Metode Rasional untuk mencari nilai debit periode ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun, dengan nilai C kawasan yang digunakan sebesar 0,95 dikarenakan lokasi penelitian termasuk kawasan perkotaan. Untuk nilai A digunakan nilai keseluruhan dari luas tanah rumah menurut tipe. Berikut contoh perhitungan menggunakan rumah tipe 45.

Periode ulang 2 tahun

$$\begin{aligned} Q_2 &= 0.278 \times C \times I \times A \\ &= 0.278 \times 0.95 \times 60.1681579 \times 9 \cdot 10^{-5} \\ &= 0,001430136 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Periode ulang 5 tahun

$$\begin{aligned} Q_5 &= 0.278 \times C \times I \times A \\ &= 0.278 \times 0.95 \times 72.0967453 \times 9 \cdot 10^{-5} \\ &= 0,001713667 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Periode ulang 10 tahun

$$\begin{aligned} Q_{10} &= 0.278 \times C \times I \times A \\ &= 0.278 \times 0.95 \times 78.3453171 \times 9 \cdot 10^{-5} \\ &= 0,001862189 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa tren Q meningkat seiring bertambahnya periode ulang hujan, karena intensitas hujan (I) juga meningkat. Kenaikan relatif dari T2 ke T5 yaitu naik  $\pm 19,9\%$  dan dari T5 ke T10 naik  $\pm 8,8\%$ . Nilai debit ini tergolong kecil karena luas lahan hanya 90 m<sup>2</sup>, tetapi untuk desain sistem drainase rumah tetap penting diperhitungkan. Koefisien limpasan 0,95 menunjukkan permukaan yang hampir sepenuhnya tertutup (atap + perkerasan), sehingga hampir semua hujan menjadi limpasan permukaan.

Perhitungan debit untuk kawasan menggunakan koefisien pengaliran (C). Untuk nilai *catchment area* (A) yang digunakan merupakan hasil jumlah keseluruhan *catchment area* baik rumah maupun jalan. Selanjutnya, untuk hasil dari perhitungan debit kawasan sebesar 0.95. Data debit kawasan pada Perumahan Metro Cluster dipaparkan pada Tabel 9. Berdasarkan Tabel 9 dapat dinyatakan bahwa persentase kontribusi limpasan untuk rumah 88,3% dan untuk jalan 11,7%. Rumah menyumbang hampir 9 kali lipat limpasan dibanding jalan. Nilai koefisien limpasan gabungan (C rata-rata tertimbang) bernilai sama menyatakan bahwa kedua jenis penutupan lahan sama-sama kedap air. Karena hampir seluruh permukaan kedap air, hampir semua curah hujan akan menjadi limpasan. Sistem drainase harus dirancang untuk respon cepat terhadap hujan (waktu konsentrasi singkat). Tidak adanya perbedaan signifikan antara penutupan rumah dan jalan dari segi koefisien, sehingga pengendalian limpasan harus fokus pada penambahan area resapan.

**Tabel 9.** Debit kawasan pada Perumahan Metro Cluster

Tipe Penutupan Lahan	A	C	A.C
Rumah	846	0,95	803,7
Jalan	112	0,95	106,4
Jumlah	958		910,1

Faktor geometrik (bentuk) adalah faktor yang memberi pengaruh terhadap bentuk sumur, jari-jari sumur, ketebalan dinding sumur. Pada penelitian ini kondisi sumur resapan yang direncanakan yaitu terletak pada tanah yang porus dengan dinding sumur resapan kedap air dan dasar sumur rata bersifat permeabel, untuk jari-jari sumur resapan sebesar 0,5 m. Nilai faktor geometrik dapat dihitung seperti berikut:  $F = 2 \times \pi \times R$ . Sehingga diperoleh nilai faktor geometrik 3,14 m. Nilai faktor geometrik ini menjadi dasar dalam perhitungan kapasitas sumur resapan, terutama saat memprediksi debit air yang mampu diserap oleh tanah melalui dasar sumur pada kondisi hujan dengan intensitas tertentu. Permeabilitas dinyatakan sebagai kecepatan zat cair mengalir melalui suatu bahan (tanah, bebatuan). Uji permeabilitas tanah dilakukan di Laboratorium Universitas Semarang yang didapatkan hasil uji permeabilitas tanah 10<sup>-7</sup> cm/dt, dari hasil nilai yang didapat maka diketahui tanah di lokasi penelitian termasuk tanah lempung berlanau.

**Tabel 10.** Tinggi sumur resapan untuk rumah

Tipe rumah	Jumlah	Tinggi(m)		
		2 tahun	5 tahun	10 tahun
45	2	1,38	1,91	2,1
60	6	2	2,7	3,17
70	12	2,1	2,9	3,4
120	10	2,3	3,1	3,6

Perumahan Metro Cluster, Jalan Tlogo Mulyo terdapat 20 rumah. Perhitungan tinggi sumur resapan dilakukan untuk menentukan tinggi sumur di setiap tipe rumah. Perhitungan tinggi sumur untuk tipe rumah dihitung dengan menggunakan persamaan Sunjoto (1988) dengan hasil lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 10. Sesuai dengan kriteria sumur resapan yang ditetapkan oleh Dirjen Cipta Karya PU bahwa kedalaman sumur resapan paling rendah 1,5 m dan paling dalam 3 m. Yang digunakan pada perencanaan saat ini 2 m. Berdasarkan Tabel 10, semakin besar tipe rumah, semakin tinggi sumur resapan yang dibutuhkan. Hal ini dapat dilihat bahwa untuk rumah tipe 45, tinggi sumur resapan 1,38–2,10 m, Sedangkan untuk rumah tipe 120, tinggi sumur resapan 2,30–3,60 m. Hal ini logis karena rumah yang lebih besar umumnya memiliki luas atap dan lahan kedap air lebih besar, sehingga volume limpasan meningkat. Semakin panjang periode ulang, semakin tinggi sumur resapan. Ini terlihat dari tinggi sumur resapan pada dari T2 sampai T10 pada semua tipe rumah berkisar 35–50%. Ini disebabkan oleh meningkatnya intensitas hujan desain seiring periode ulang yang lebih lama. Selanjutnya mayoritas unit adalah tipe 70 (12 unit) dan tipe 120 (10 unit). Ini berarti kebutuhan total volume sumur resapan di kawasan akan banyak dipengaruhi dua tipe ini. Implikasi untuk perencanaan yaitu kapasitas total sumur harus memperhitungkan kombinasi jumlah unit  $\times$  volume per sumur. Perlu evaluasi apakah sumur resapan untuk tipe besar dapat dioptimalkan dengan diameter lebih besar atau jumlah sumur lebih banyak, bukan hanya tinggi yang ditambah. Jika ruang vertikal terbatas, bisa dipertimbangkan desain bertingkat atau sumur kombinasi dengan biopori untuk membantu resapan.

Debit resapan adalah debit yang akan diserapkan ke dalam tanah. Debit resapan dihitung dengan perhitungan  $Q_0 = F \times K \times H$  dengan nilai permeabilitas tanah (K)  $10^{-7}$  dan tinggi sumur (H) sedalam 2 m sehingga didapatkan hasil untuk debit resapan sebesar  $0,00000628 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Selanjutnya, hasil yang didapat dikalikan dengan total jumlah sumur yang direncanakan dan didapatkan hasil untuk debit resapan keseluruhan sumur sebesar  $0,0000628 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Untuk hasil volume air yang diresapkan didapatkan hasil sebesar  $0,22608 \text{ m}^3$ . Jumlah perumahan Metro Cluster adalah sebanyak 20 rumah. Penempatan sumur resapan yang direncanakan ditempatkan di masing-masing rumah dengan jumlah keseluruhan 10 sumur resapan. Selanjutnya dihitung volume tampung sumur resapan. Volume sumur resapan harus dapat menampung besarnya volume air yang akan diresapkan untuk tinggi sumur sebesar 2 m dan jari-jari sebesar 0,5 m sehingga didapatkan hasil sebesar  $1,57 \text{ m}^3$ , sedangkan volume tampung sumur untuk keseluruhan didapatkan hasil sebesar  $15,7 \text{ m}^3$ . Perhitungan waktu pengisian sumur resapan menggunakan nilai volume tampung sumur dibagikan dengan nilai debit menurut atap rumah pada Tabel 11.

**Tabel 11.** Hasil perhitungan waktu pengisian sumur resapan

Tipe Rumah	Tahun	Waktu(jam)
45	2	31,71
	5	22,96
	10	20,06

Berdasarkan Tabel 11, dapat dikatakan bahwa waktu resapan berkurang saat periode ulang bertambah. Di mana saat periode tahun kedua 31,71 jam, tahun kelima 22,96 jam dan tahun ke 10 sebanyak 20,06 jam. Artinya, meskipun debit masuk lebih besar pada hujan periode ulang panjang, desain sumur (diameter, tinggi, kondisi tanah) mampu membuang air lebih cepat relatif terhadap volume masuk. Penurunan waktu resapan signifikan yaitu dari T2 ke T5 berkurang  $\pm 28\%$ , dari T5  $\rightarrow$  T10 berkurang  $\pm 13\%$ . Penurunan ini kemungkinan karena perbedaan rasio volume air masuk terhadap luas bidang resapan sumur (faktor hidrolis). Dapat dikatakan bahwa waktu resapan  $< 36$  jam umumnya masih aman untuk menghindari genangan berkepanjangan dan nilai waktu resapan 20–32 jam masih tergolong sedang, tapi jika target desain adalah  $< 24$  jam, maka T2 perlu perbaikan kapasitas resapan. Limpasan aliran air di suatu kawasan dapat dihitung dengan mengalikan nilai debit kawasan dan durasi hujan rata-rata pada kawasan tersebut. Diperoleh limpasan air yang masuk sebanyak  $15,296 \text{ m}^3$ .

**4. KESIMPULAN**

Kondisi eksisting drainase yang ada di Perumahan Metro Cluster saat ini drainase hanya terletak di beberapa titik saja untuk mengalirkan kelebihan air ke badan air sementara sisanya masih berupa saluran tanah. Penyebab terjadinya genangan dikarenakan belum tersedianya tempat peresapan air hujan. Debit resapan yang ditampung oleh sebuah sumur resapan adalah sebesar  $0,22608 \text{ m}^3$ . Debit limpasan air hujan yang dapat di tampung sumur resapan adalah sebesar  $15,296 \text{ m}^3$ .

**DAFTAR PUSTAKA**

Artmann, M., 2014. Assessment of Soil Sealing Management Responses, Strategies, and Targets Toward Ecologically Sustainable Urban Land Use Management. *Ambio* 43, 530–541. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0511-1>

- Azis, A., Yusuf, H., Faisal, Z., 2016. Konservasi Air Tanah Melalui Pembuatan Sumur Resapan Air Hujan Di Kelurahan Maradekaya Kota Makassar. *Intek* 3, 87–90. <https://doi.org/10.31963/intek.v3i2.57>
- BMKG, 2025. Laju Perubahan Curah Hujan [WWW Document]. BMKG - Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. URL <https://www.bmkg.go.id/iklim/analisis-laju-perubahan-curah-hujan> (accessed 8.10.25).
- Cahyaningrum, F.S., 2021. Tinjauan Kondisi Saluran Drainase RT 02-03/RW 07 Kelurahan Pedurungan Lor Kecamatan Pedurungan Kota Semarang. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Firmansyah, F., Permana, S., Fathir, M., Gustiawan, R.F., 2022. Analisis Sumur Resapan untuk Mencegah Banjir dan Limpasan di Wilayah Tarogong Kidul 20.
- Hatmoko, J.U.D., Wibowo, M.A., Hidayat, A., Khasani, R.R., Hermawan, F., Herdiva, U.K., Cahyani, A.D., 2021. Pembuatan Sumur Resapan Sebagai Upaya Peningkatan Cadangan Air Tanah dan Pengendalian Banjir di Kecamatan Tembalang. *Jurnal Pasopati* 3. <https://doi.org/10.14710/pasopati.2021.9694>
- Kelly-Fair, M., Gopal, S., Koch, M., Pancasakti Kusumaningrum, H., Helmi, M., Khairunnisa, D., Kaufman, L., 2022. Analysis of Land Use and Land Cover Changes through the Lens of SDGs in Semarang, Indonesia. *Sustainability* 14, 7592. <https://doi.org/10.3390/su14137592>
- Sunjoto, S., 1988. Optimasi Sumur Resapan Sebagai Salah Satu Pencegahan Intrusi Air Laut. Presented at the Pros. Seminar PAU-ITUGM, Yogyakarta.