

Model Sumur Resapan untuk Mengatasi Banjir di Alun-Alun Purworejo

Muhamad Taufik

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo
Email: taufik@umpwr.ac.id

Abstrak. Pertumbuhan penduduk dan pesatnya pembangunan di kawasan perkotaan Purworejo telah memicu perubahan fungsi tata guna lahan, terutama menjadi area perkantoran dan permukiman. Perubahan tersebut menyebabkan berkurangnya kemampuan lahan dalam meresapkan air hujan, sehingga limpasan permukaan meningkat dan memicu terjadinya genangan, khususnya di area sekitar alun-alun Purworejo. Kondisi ini diperparah oleh kapasitas saluran drainase yang tidak mampu menampung debit banjir rancangan, sehingga aktivitas masyarakat, baik pejalan kaki maupun pengguna kendaraan bermotor, menjadi terganggu. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi dampak genangan melalui penerapan teknologi drainase berwawasan lingkungan berupa sumur resapan sebagai upaya reduksi limpasan sekaligus pengisian kembali air tanah (artificial recharge). Hasil analisis menunjukkan bahwa di bagian luar alun-alun, intensitas hujan kala ulang 2 tahun dengan waktu konsentrasi 4 jam sebesar 20,33 mm/jam menghasilkan kelebihan debit 10,07 m³/jam. Sumur resapan berdiameter 0,8 m dan kedalaman 3 m mampu menampung 1,26 m³/dtk per sumur, sehingga diperlukan 8 unit sumur resapan. Sementara itu, di bagian dalam alun-alun, intensitas hujan kala ulang 2 tahun dengan waktu konsentrasi 5,4 jam sebesar 16,65 mm/jam menghasilkan kelebihan debit 15,81 m³/jam. Dengan kapasitas sumur resapan sebesar 0,42 m³/dtk per sumur, dibutuhkan 12 unit sumur resapan. Secara keseluruhan, total 20 sumur resapan direkomendasikan untuk ditempatkan pada wilayah tangkapan air yang tidak mampu ditampung oleh sistem drainase eksisting.

Kata Kunci: limpasan permukaan, debit banjir, sumur resapan

Abstract. Population growth and rapid urban development in the Purworejo urban area have triggered changes in land-use functions, particularly into office and residential zones. These changes have reduced the land's capacity to absorb rainwater, thereby increasing surface runoff and causing inundation, especially in the area surrounding the Purworejo town square. This condition is exacerbated by drainage channels that are unable to accommodate the design flood discharge, resulting in disruptions to community activities, both for pedestrians and motor vehicle users. This study aims to reduce inundation impacts through the implementation of environmentally friendly drainage technology in the form of infiltration wells, serving as an effort to reduce runoff while simultaneously enhancing groundwater recharge (artificial recharge). The analysis indicates that in the outer area of the town square, a 2-year return period rainfall intensity with a concentration time of 4 hours, amounting to 20.33 mm/hour, produces an excess discharge of 10.07 m³/hour. An infiltration well with a diameter of 0.8 m and a depth of 3 m can accommodate 1.26 m³/s per well, requiring a total of 8 infiltration wells. Meanwhile, in the inner area of the town square, a 2-year return period rainfall intensity with a concentration time of 5.4 hours, totaling 16.65 mm/hour, results in an excess discharge of 15.81 m³/hour. With an infiltration well capacity of 0.42 m³/s per well, 12 infiltration wells are needed. Overall, a total of 20 infiltration wells are recommended to be installed in the catchment areas that cannot be accommodated by the existing drainage system.

Keywords: surface runoff, flood discharge, infiltration wells

1. Pendahuluan

Pertumbuhan kawasan permukiman di sekitar Alun-alun Purworejo dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan. Perluasan lahan terbangun yang didominasi oleh perkerasan seperti jalan, trotoar, dan bangunan menyebabkan berkurangnya luas daerah resapan air alami. Menurut Zhang et al (2023), peningkatan persentase permukaan kedap air akan mengurangi kemampuan tanah dalam menginfiltrasikan air hujan, sehingga volume limpasan permukaan (*run off*) meningkat secara drastis. Kondisi ini berpengaruh langsung terhadap waktu konsentrasi (*time of concentration*) aliran yang menjadi semakin pendek, menyebabkan air hujan lebih cepat terkumpul dan mengalir menuju sistem drainase (Raimondi et al., 2023).

Dampak dari perubahan tata guna lahan ini terlihat pada meningkatnya kejadian genangan dan banjir lokal di area sekitar alun-alun. Saluran drainase yang dibangun pada masa sebelumnya umumnya dirancang berdasarkan kondisi lingkungan yang masih memiliki area resapan cukup luas. Ketika volume limpasan bertambah dan melampaui kapasitas saluran, maka air meluap ke permukaan jalan dan menyebabkan terganggunya aktivitas masyarakat (Taufik et al., 2022). Hal ini sejalan dengan pandangan Priatna et al (2025), yang menyatakan bahwa ketidaksesuaian kapasitas drainase terhadap debit limpasan dapat memicu banjir permukaan di kawasan perkotaan. Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, peningkatan kapasitas drainase melalui pelebaran atau pembangunan saluran baru bukanlah satu-satunya solusi. Perubahan besar pada infrastruktur drainase sering kali membutuhkan biaya tinggi serta berpotensi mengganggu fungsi lingkungan (Taufik et al., 2020). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengelolaan air hujan yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis (Taufik & Ruzardi, 2021). Salah satu metode konservasi air yang direkomendasikan adalah pembangunan sumur resapan air hujan.

Sumur resapan berfungsi menampung air hujan dan mengalirkannya kembali ke dalam tanah melalui proses infiltrasi. Menurut Chaerunnisa (2023), sumur resapan mampu menurunkan volume limpasan hingga 30–50% pada kawasan permukiman padat. Selain itu, teknologi ini berperan dalam menjaga ketersediaan air tanah, mengurangi erosi, serta membantu menstabilkan muka air tanah yang cenderung menurun akibat peningkatan eksploitasi air bawah tanah (Riyadi, 2023). Dengan kata lain, sumur resapan tidak hanya membantu mengurangi genangan tetapi juga meningkatkan ketahanan sumber daya air jangka panjang (Pot, 2023).

Berdasarkan permasalahan dan urgensi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menilai efektivitas penerapan sumur resapan di kawasan Alun-alun Purworejo sebagai upaya menekan limpasan permukaan sekaligus memperbaiki kondisi hidrologi setempat. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi referensi teknis bagi pemerintah daerah dan masyarakat dalam mengimplementasikan metode konservasi air berbasis teknologi tepat guna.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan di Alun-Alun Purworejo, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah, dengan luas area 62.550 m² atau 6,255 ha dan elevasi 100 mdpl. Kawasan ini memiliki topografi datar dan sistem drainase yang mengalir ke arah barat laut, seperti pada Gambar 1.

2.2 Data penelitian

Penelitian menggunakan metode pendekatan analitik dengan data sekunder. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait sebagai berikut.

- Data curah hujan harian maksimum 10 tahun terakhir dari Dinas PUPR Purworejo.
- Data infiltrasi tanah hasil uji *double ring infiltrometer*.
- Data topografi dan tata guna lahan dari Dinas PUPR Purworejo.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di kawasan Alun-Alun Purworejo

2.3 Menghitung debit limpasan

Limpasan permukaan terjadi ketika intensitas hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah. Pada kawasan perkotaan, meningkatnya area terbangun menyebabkan berkurangnya infiltrasi dan meningkatnya limpasan, sehingga memicu genangan dan banjir local (Baiamonte, 2020), debit limpasan dapat dihitung dengan Metode Rasional:

$$Q = 0.278 C I A \quad (1)$$

keterangan:

Q = debit limpasan (m³/det)

C = koefisien limpasan

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas daerah tangkapan (ha)

Rumus ini digunakan untuk mengetahui jumlah air yang harus ditangani oleh sistem drainase atau sumur resapan.

2.4 Menghitung volume limpasan

Sumur resapan adalah bangunan berbentuk sumur yang berfungsi untuk menampung air hujan dan meresapkannya ke tanah (Usman et al., 2021). Menurut Departemen PU (1995), fungsi utamanya meliputi:

- Mengurangi limpasan permukaan
- Mengendalikan genangan
- Mengisi ulang air tanah (*groundwater recharge*)
- Mengurangi erosi permukaan

Volume air limpasan yang harus dimasukkan ke sumur resapan dihitung dari:

$$V = C \times P \times A \quad (2)$$

keterangan:

V = volume limpasan (m³)

P = curah hujan rencana (mm)

A = luas daerah tangkapan (m²)

Rumus ini digunakan sebagai dasar menentukan kapasitas sumur resapan.

2.5 Menghitung debit infiltrasi

Kinerja sumur resapan sangat ditentukan oleh tingkat permeabilitas tanah, aliran air ke tanah (infiltrasi) dapat dihitung dengan:

$$Q_r = k \times A_s \quad (3)$$

Keterangan:

Q_r = debit infiltrasi (m^3/det)

K = koefisien permeabilitas tanah (m/det)

A_s = luas bidang resap (m^2)

Pada sumur resapan, bidang resap meliputi dinding dan dasar sumur.

2.6 Menghitung infiltrasi total sumur resapan

Metode Sunjoto adalah pendekatan paling umum dalam perencanaan sumur resapan air hujan di Indonesia.

Rumus infiltrasi total sumur resapan berbentuk silinder:

$$Q_r = k (2\pi r h + \pi r^2) \quad (4)$$

Keterangan :

r = jari-jari sumur (m)

h = tinggi air dalam sumur (m)

Rumus ini mempertimbangkan infiltrasi melalui dinding sumur dan dasar sumur, sehingga hasil perhitungan lebih akurat dibanding metode yang hanya memakai luas dasar.

2.7 Menghitung kapasitas sumur resapan

Agar mampu menampung limpasan yang masuk, volume sumur harus memenuhi:

$$V_{\text{sumur}} = \pi r^2 h \quad (5)$$

Sumur resapan dianggap efektif bila:

$$V_{\text{sumur}} \geq V_{\text{limpasan}}$$

2.8 Menghitung waktu peresapan

Standar SNI 03-2453-2002 mensyaratkan air yang masuk sumur resapan harus meresap ≤ 24 jam.

Waktu resapan dihitung:

$$t = \frac{V}{Q_r} \quad (6)$$

keterangan:

t = waktu infiltrasi (detik atau jam)

V = volume air yang harus diresapkan (m^3)

Q_r = debit infiltrasi sumur (m^3/det)

Jika $t \leq 24$ jam, sumur resapan dinilai memenuhi syarat teknis.

2.9 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Model Sumur Resapan

a. Curah hujan dan intensitas hujan

Makin tinggi intensitas hujan, makin besar volume limpasan.

b. Koefisien limpasan permukaan (C)

Dipengaruhi oleh jenis permukaan.

nilai C (Suripin, 2004):

Atap = 0,8 – 0,95

Aspal = 0,7 – 0,9

Tanah pekarangan = 0,2 – 0,4

c. Permeabilitas tanah (k)

Tanah pasir tinggi, tanah lempung rendah.

d. Dimensi dan bentuk sumur

Diameter besar $\rightarrow$ kapasitas volume besar

Kedalaman besar $\rightarrow$ bidang resap meningkat

2.10 Efektivitas Sumur Resapan dalam Mengurangi Genangan

Penelitian menunjukkan sumur resapan mampu mengurangi limpasan 30–60% tergantung permeabilitas tanah, ukuran sumur, dan desain. Pengurangan limpasan terjadi karena sebagian air diserap ke dalam tanah, sehingga:

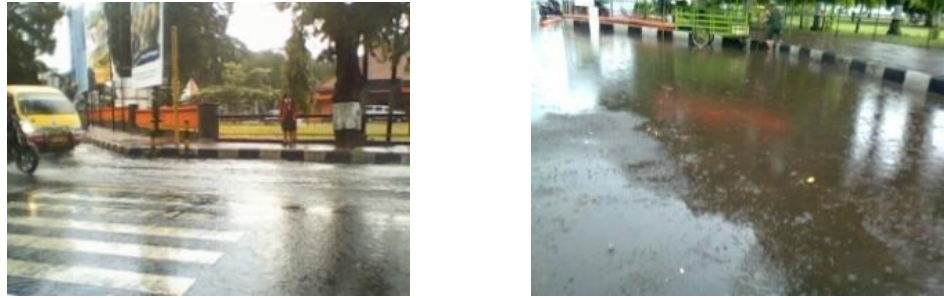
$$Q_{ke \text{ saluran}} = Q_{awal} - Q_r \quad (7)$$

Dengan demikian, beban saluran drainase berkurang sehingga risiko genangan menurun.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis hidrologi

Berdasarkan hasil pengamatan di lingkungan alun-alun Purworejo terdapat 2 titik genangan pada Gambar 2. di bawah tersebut



Gambar 2. Genangan Air Hujan di Jalan Urip Sumoharjo dan Jalan Jendral Mayjen Sutoyo.

Tabel 1. Curah hujan rencana metode sebaran normal untuk periode ulang T tahun

No	T (tahun)	X_{rt}	S_d	k (normal)	X_t (mm)
1	2	147,8	48,443	0,34	147,800
2	5	147,8	48,443	0,84	188,492
3	10	147,8	48,443	1,28	209,806
4	20	147,8	48,443	1,64	227,246
5	50	147,8	48,443	2,05	247,107
6	100	147,8	48,443	2,33	260,671

Sumber: Analisis Data

Berdasarkan nilai koefisien pengaliran untuk berbagai tata guna lahan dari dari Tabel 2. maka perhitungan curah hujan rencana dengan metode sebaran normal:

X_{rt} = Hujan periode ulang T tahun = 147,8
 S_d = Standar deviasi = 48,4426
 K = Koefisien sebaran

Tabel 2. Perhitungan data tata guna lahan

No	Jenis tata guna lahan	A_i (ha)	C_i	$A_i.C_i$
1	Perkotaan	14,97	0,80	11,976
2	Perkampungan	9,41	0,30	2,823
3	Jalan aspal	2,79	0,80	2,232
4	Taman atau daerah tak terbangun	10,70	0,25	2,680

Sumber: Analisis Data

Sehingga koefisien pengaliran daerah tangkapan air hujan sekitar alun-alun Purworejo adalah sebagai berikut:

$$C_{DAS} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i.A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Tabel 3. Koefisien Aliran

Tipe	Coeffisien of run-of
Jalanan Aspal	95 %
Jalanan Tanah	15 % - 50 %
Bangunan Padat	70 %- 90 %
Lapis Keras Beton	70 % - 90 %
Tanah Lapang	30 %
Kebun, Ladang	0 % - 20 %

3.2. Perhitungan area luar alun-alun

Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus dan data teknis sebagai berikut:

Panjang lintasan di permukaan lahan (L) = 130 m

Kemiringan halaman rencana (S) = 0,004

t_o = 238,22 menit

$t_o = t_c$ = 238,22 menit = 4 jam

Untuk menghitung intensitas curah hujan setiap waktu berdasarkan data curah hujan harian digunakan rumus Mononobe. Adapun rumusnya sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Untuk t 240 menit = 4 jam

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = \frac{147,8}{24} \cdot \left(\frac{24}{4} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 20,3344 \text{ mm/jam}$$

Untuk perhitungan debit banjir digunakan rumus rasional, syarat perhitungan debit banjir dengan rumus rasional waktu hujan (t_r) = waktu konsentrasi (t_c) sehingga digunakan intensitas hujan dengan $t_c = t_r = 4$ jam. Data-data perhitungan:

Intensitas hujan (I) = 20,3344 mm/jam = 0,020 m/jam

Koefisien permeabilitas = 0,036

Diameter Sumur (D) = 1,50 m

Luas Lahan (A) = 530 m^2

Koefisien runoff atap (C) = 95 % = 0,95 (tipe jalanan aspal)

Rumus berdasarkan SNI 8456:2017 dengan metode ulang 2 tahun

Untuk t 240 menit = 4 jam

C jalan aspal = 95 % = 0,95

$I = 20,3344 \text{ mm/jam} = 0,020 \text{ m/jam}$

Perhitungan debit andil banjir

$Q = C.I.A$

$Q = 0,95 \times 0,020 \times 530$

$Q = 10,07 \text{ m}^3/\text{jam}$

3.3. Perencanaan Sumur Resapan di luar alun-alun

Dimensi sumur resapan yang digunakan dengan menggunakan tipe sumur ber dinding porus adalah:

$$H = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot K}$$

$$H = \frac{10,07}{5 \times 3,14 \times 0,8 \times 0,036}$$

$$H = 22,3 \text{ m}$$

$$\text{Diameter (R)} = 0,8 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah} = 8 \text{ buah}$$

$$\text{Kedalaman H} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Maka} = 8 \times 3 \text{ m} = 24 \text{ m} > 22,3 \text{ m (OK)}$$

Kemampuan sumur resapan untuk meresapkan air adalah (Q)

$$Q / 8 = 10,07 / 8 = 1,26 \text{ m}^3/\text{detik}$$

3.4. Perhitungan Area Alun- alun

Konsentrasi dapat dihitung dengan rumus dan data teknis sebagai berikut:

$$\text{Panjang lintasan di permukaan lahan (L)} = 270 \text{ m}$$

$$\text{Kemiringan halaman rencana (S)} = 0,004$$

$$t_o = 321,44 \text{ menit}$$

$$t_o = t_c = 321,44 \text{ menit} = 5,4 \text{ jam}$$

Untuk menghitung intensitas curah hujan setiap waktu berdasarkan data curah hujan harian digunakan rumus Mononobe. Adapun rumusnya sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\text{Untuk } t = 321,44 \text{ menit} = 5,4 \text{ jam}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= \frac{147,8}{24} \cdot \left(\frac{24}{5,4} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 16,6472 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan debit banjir digunakan rumus rasional, syarat perhitungan debit banjir dengan rumus rasional waktu hujan (t_r) = waktu konsentrasi (t_c) sehingga digunakan intensitas hujan dengan $t_c = t_r = 5,4 \text{ jam}$.

3.5. Perencanaan Desain Sumur Resapan di Luar Alun-alun

Data-data perhitungan:

$$\text{a. Intensitas Hujan (I)} = 16,6472 \text{ mm/jam} = 0,017 \text{ m/jam}$$

$$\text{b. Koefisien Permeabilitas} = 0,036$$

$$\text{c. Radius Sumur (R)} = 0,8 \text{ m}$$

$$\text{d. Luas Area (A)} = 3100 \text{ m}^2$$

$$\text{e. Koefisien } run \text{ off} \text{ atap (C)} = 30 \% = 0,3 \text{ (Tipe Tanah Lapang)}$$

Rumus SNI 8456:2017 dengan metode ulang 2 tahun

$$\text{Untuk } t = 321 \text{ menit} = 5,4 \text{ jam}$$

$$C \text{ tanah lapang} = 30 \% = 0,30$$

$$I = 16,6472 \text{ mm/jam} = 0,017 \text{ m/jam}$$

Perhitungan debit Banjir

$$Q = C.I.A$$

$$Q = 0,3 \times 0,017 \times 3100$$

$$Q = 15,81 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Dimensi sumur resapan yang digunakan dengan menggunakan tipe sumur berdinding porus adalah:

$$H = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot K}$$

$$H = \frac{15,81}{5 \times 3,14 \times 0,8 \times 0,036}$$

$$H = 34,97 \text{ m}$$

Diameter (R) = 0,8 m

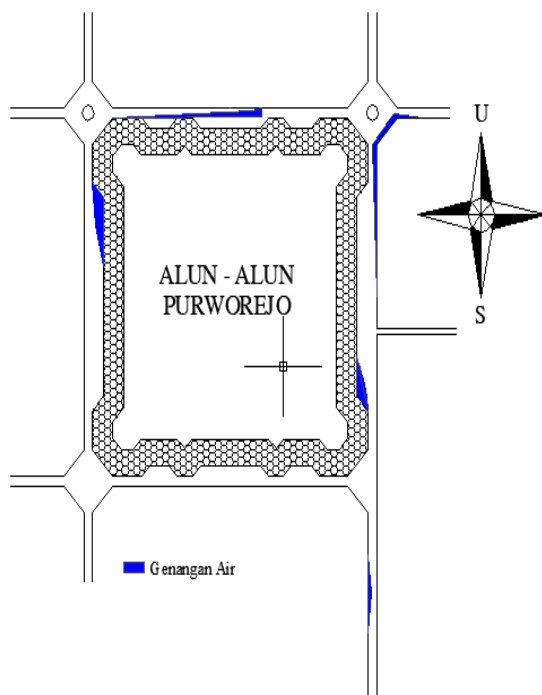
Jumlah = 12 buah

Kedalaman (H) = 3 m

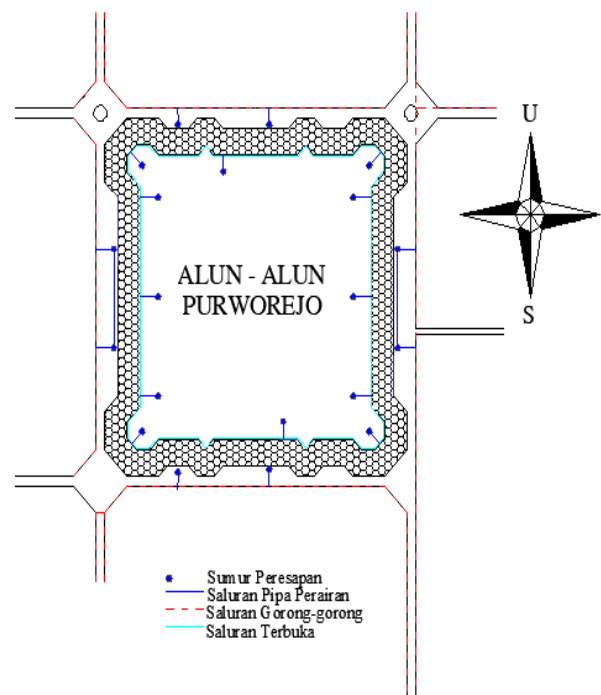
Maka = $12 \times 3 \text{ m} = 36 \text{ m} > 34,97 \text{ m}$ (OK)

Kemampuan sumur resapan untuk meresapkan air adalah (Q)

$$Q / 12 = 4,998 / 12 = 0,42 \text{ m}^3/\text{detik}$$



Gambar 3. Titik Genangan Air



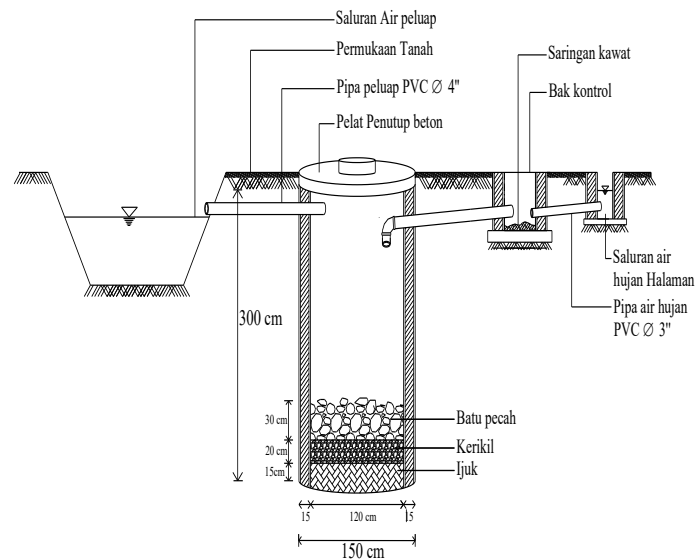
Gambar 4. Perencanaan Letak Sumur Resapan

Genangan air hujan di jalan raya dan alun-alun yang masuk kesaluran kemudian dialirkan ke dalam pipa dan ditampung oleh sumur resapan sampai air hujan habis meresap kedalam tanah. Sumur resapan dibuat dari bahan-bahan yang sudah direncanakan yaitu saluran pemasukan dari pipa peralon, dinding sumur resapan menggunakan pasangan batu bata yang dilapisi oleh kerikil dan ijuk, dan pada dasar sumur resapan dari bahan kerikil dan batu kosong.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Genangan yang terjadi di lokasi alun-alun Purworejo disebabkan oleh kapasitas saluran drainase yang tidak mampu menampung debit banjir yang ada di lokasi. Debit banjir rancangan di daerah tangkapan air hujan alun-alun Purworejo untuk kala ulang 2 tahun sebesar $10,07 \text{ m}^3/\text{detik}$ untuk bagian luar sementara dalam alun alun sebesar $15,81 \text{ m}^3/\text{detik}$, jumlah saluran drainase yang tidak mampu menampung debit drainase adalah 2 buah saluran dari total 9 saluran drainase di lokasi studi.



Gambar 5. Dimensi Sumur Resapan.

- b. Pemecahan masalah yang dilakukan untuk mengatasi genangan yang terjadi adalah dengan menggunakan sumur resapan yang berwawasan lingkungan untuk mereduksi air hujan, Kontruksi sumur resapan direncanakan untuk bagian luar alun-alun dengan diameter 0,8 m dan kedalaman 3 m. Kemampuan 1 buah sumur resapan untuk meresapkan air adalah 1,26 m³/detik. Sedangkan untuk bagian dalam alun-alun dengan diameter 0,8 m dan kedalaman 3 m. Kemampuan 1 buah sumur resapan untuk meresapkan air adalah 0,42 m³/detik. Sumur resapan direncanakan di wilayah tangkapan air dari saluran drainase yang tergenang air di lokasi studi. Jumlah total sumur resapan yang dibutuhkan untuk mengatasi genangan yang terjadi adalah sejumlah 8 untuk dibagian luar alun-alun, sementara untuk bagian dalam adalah 12 buah sumur resapan.

Daftar Pustaka

- Baiamonte, G. (2020). A rational runoff coefficient for a revisited rational formula. *Hydrological Sciences Journal*, 65(1), 112–126.
- Chaerunnisa, R. (2023). *Pengaruh Sumur Resapan Pada Pengurangan Debit Limpasan Permukaan Kawasan Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia Yogyakarta*.
- Pot, W. (2023). Deciding for resilience: Utilizing water infrastructure investments to prepare for the future. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 10(5), e1661.
- Priatna, A., Surya, B., & Syafri, S. (2025). Analisis Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Potensi Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Tallo. *Urban and Regional Studies Journal*, 7(2), 113–125.
- Raimondi, A., Quinn, R., Abhijith, G. R., Becciu, G., & Ostfeld, A. (2023). Rainwater harvesting and treatment: State of the art and perspectives. *Water*, 15(8), 1518.
- Riyadi, F. A. (2023). Analisis Dampak Pemompaan Terhadap Kondisi Muka Air Tanah Dengan Finite Element Method. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 9(1), 71–81.
- Taufik, M., & Ruzardi. (2021). Literature Study of Irrigation Management of Irrigation Modernization Based to Support the Productivity of Paddy. *Universal Journal of Agricultural Research*, 9, 184–190. <https://doi.org/10.13189/ujar.2021.090505>
- Taufik, M., Setiawan, A., & Cahyo, N. (2022). EVALUASI SISTEM DRAINASE DI KAWASAN PEMUKIMAN PADAT. *Surya Beton: Jurnal Ilmu Teknik Sipil*, 6(1), 20–26.
- Taufik, M., Setiawan, A., & Prasetyo, I. (2020). Analisis Sistem Drainase Untuk Mengatasi Banjir. *Surya Beton: Jurnal Ilmu Teknik Sipil*, 4(2), 17–24.
- Usman, E., Kustamar, K., & Mundra, I. W. (2021). PENGUJIAN KAPASITAS RESAPAN PADA SUMUR

RESAPAN FUNGSI GANDA (STUDI KASUS SUMUR RESAPAN FUNGSI GANDA KAMPUS 2 ITN MALANG). *STUDENT JOURNAL GELAGAR*, 3(1), 174–184.

Zhang, Z., Zeng, R., Meng, X., Zhao, S., Wang, S., Ma, J., & Wang, H. (2023). Effects of changes in soil properties caused by progressive infiltration of rainwater on rainfall-induced landslides. *Catena*, 233, 107475.