

Analisis Kinerja Sumur Resapan dalam Konservasi Air Tanah Pada Daerah Tangkapan Air Mata Air Senjoyo Kota Salatiga

Reosa Andika Firmansyah¹, R Gagak Eko Bhaskoro², Winda Yohana Permata³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Lingkungan, Akademi Teknik Tirta Wiyata,
Jl. Duku I No. 54, Kramat Selatan Kota Magelang, Indonesia,
email : reo@akatirta.ac.id, Sinta ID 6969338.

<p><i>Received</i> 22 September 2025</p> <p><i>Revised</i> 15 Oktober 2025</p> <p><i>Accepted</i> 11 Desember 2025</p>	<p>Abstrak</p> <p>Mata Air Senjoyo menjadi salah satu sumber air baku utama bagi PDAM Kota Salatiga untuk air bersih masyarakat. Akan tetapi, debitnya mengalami penurunan hingga 25% sejak 2008 (dari 1.115 L/detik menjadi 838 L/detik). Rekayasa teknis melalui sumur resapan meningkatkan debit hingga 600 L/detik pada 2017. Penelitian ini berfokus pada evaluasi kinerja sumur resapan di daerah tangkapan Senjoyo menggunakan data hidrologi, permeabilitas tanah, dan fluktuasi mata air sebelum serta sesudah pembangunan. Hasil analisis menunjukkan suplai air tanah dari sumur resapan mencapai 0,00131 m³/jam. Permeabilitas tanah di Noborejo menunjukkan efektivitas yang lebih tinggi daripada di Patemon. Efektivitas yang turun dari 60% (2022) menjadi 30-40% (2024) terjadi karena alih fungsi sumur resapan, kurang pemeliharaan, dan penurunan permeabilitas tanah. Analisis kinerja sumur resapan menunjukkan hasil bahwa sumur resapan butuh pemeliharaan dan monitoring berkelanjutan untuk menjaga efektifitasnya dan kinerja jangka panjang.</p> <p>Kata kunci: Kinerja sumur resapan, suplai air tanah, daerah tangkapan air</p>
<p><i>*Correspondence</i> R Gagak Eko Bhaskoro2 Email: gagak.water@gmail.com</p>	<p>Abstract</p> <p><i>Senjoyo Spring serves as one of the primary raw water sources for Salatiga City's PDAM, supplying clean water to the community. However, its discharge has declined by 25% since 2008 (from 1,115 L/s to 838 L/s). Technical interventions using infiltration wells boosted the discharge to 600 L/s in 2017. This study evaluates the performance of infiltration wells in the Senjoyo catchment area, drawing on hydrological data, soil permeability, and spring discharge fluctuations before and after construction. Results indicate that groundwater recharge from the wells reaches 0.00131 m³/hour. Soil permeability in Noborejo proves more effective than in Patemon. Effectiveness has dropped from 60% in 2022 to 30-40% in 2024, due to well conversions, inadequate maintenance, and reduced soil permeability. Overall, infiltration wells require ongoing maintenance and monitoring to sustain their long-term performance.</i></p> <p>Keyword: <i>Infiltration well performance, groundwater supply, water catchment area</i></p>

PENDAHULUAN

Air tanah menjadi sumber daya alam yang sangat vital buat semua manusia, dari kebutuhan kehidupan sehari-hari hingga kebutuhan ekosistem serta perekonomian. UNESCO (2020) menyatakan, separuh pasokan air bersih dunia (50%) berasal dari air tanah. Di Indonesia air tanah menjadi tumpuan air utama dari kegiatan rumah tangga, irigasi sawah, hingga kebutuhan industri, dengan estimasi 70% untuk kebutuhan masyarakat dan 90% untuk aktifitas kebutuhan industri. Namun, ketersediaan air tanah dalam kuantitas dan kualitas yang layak dan mencukupi semakin gamggu sebab berbagai faktor seperti penambahan penduduk, urbanisasi, dan perubahan lahan resapan air.

Kota Salatiga berada di Provinsi Jawa Tengah dengan rata-rata elevasi 500 mdpl dan tingkat pertumbuhan 1,5% per tahun pada tahun 2023, Kota terus mengalami pertumbuhan penduduk yang cukup pesat hingga 200.000 jiwa. Perkembangan kawasan perkotaan yang pesat tersebut sejalan dengan berkurangnya daerah resapan air disebabkan alih fungsi lahan dari area tangkapan air menjadi industri, permukiman, dan kawasan komersial.

Salah satu dampak yang terlihat dari fenomena tersebut adalah penurunan debit Mata Air Senjoyo, yang merupakan sumber air baku utama bagi Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Salatiga. Data menunjukkan bahwa pada tahun 1995, debit Mata Air Senjoyo mencapai 1.115 L/detik, namun pada tahun 2008 tercatat menurun menjadi 838 L/detik penurunan tercatat sebesar 25% dalam rentang waktu 13 tahun. Penurunan debit mata air tersebut menjadi tantangan yang serius bagi PDAM Kota Salatiga dalam menjaga stabilitas pasokan air bersih kepada masyarakat.

Pembangunan sumur resapan pada daerah tangkapan air (catchment area) mata air Senjoyo dilakukan PDAM untuk mengkonservasi air tanah serta mengatasi masalah penurunan debit mata air tersebut. Upaya konservasi tersebut telah menunjukkan hasil yang baik. Dengan pembangunan 830 sumur resapan pada tahun 2015-2016, data menyebutkan terjadi peningkatan debit air tanah dari 834 L/detik menjadi 1.400 L/detik pada tahun 2017 adanya peningkatan debit sebesar 600 L/detik dalam waktu satu tahun. Hal ini menunjukkan adanya efektivitas dalam penggunaan sumur resapan dalam konservasi air tanah. Akan tetapi, seiring

berjalannya waktu, kinerja sumur resapan telah mengalami penurunan.

Melalui pengamatan awal menunjukkan hasil bahwa tingkat pemanfaatan sumur resapan yang dapat berfungsi optimal mengalami penurunan dari 60% pada tahun 2022 turun menjadi 30-40% pada tahun 2024. Penurunan tersebut berkaitan dengan bermacam-macam faktor seperti alih fungsi sumur, penurunan fungsi sumur, kurangnya pemeliharaan sumur, serta perubahan karakteristik resapan tanah di sekitar sumur. Dalam konservasi air tanah dan ketersediaan air bersih berkelanjutan di Kota Salatiga pembangunan sumur resapan menjadi sangat penting, sehingga sangat diperlukannya analisis mendalam terhadap kinerja sumur resapan. Penelitian ini ditujukan untuk identifikasi serta analisis terhadap faktor yang dapat mempengaruhi efektivitas sumur resapan, serta rekomendasi dalam optimalisasi kinerja sumur agar dapat mendukung konservasi air tanah secara berkelanjutan.

METODOLOGI

A. Analisis Total Suplai Air Tanah

Tahap 1: Analisis Data Curah Hujan

Data curah hujan maksimum tahunan dianalisis menggunakan Metode RAPS

(Rescaled Adjusted Partial Sums) untuk memperoleh curah hujan rancangan dengan periode ulang tertentu. Langkah-langkahnya:

a. Pengumpulan data curah hujan tahunan dari 10 tahun (2015-2024)

b. Perhitungan rata-rata curah hujan tahunan (\bar{X}):

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

c. Perhitungan parameter statistik:

- Standar Deviasi (S_d):

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

- Koefisien Variasi (C_v): $C_v = \frac{S_d}{\bar{X}}$

- Koefisien Kemencengan (C_s):
Mengukur asimetri distribusi data

- Koefisien Kurtosis (C_k): Mengukur keruncingan distribusi data

d. Pemilihan jenis sebaran berdasarkan parameter statistik

e. Uji kesesuaian distribusi menggunakan metode Chi-Kuadrat f. Perhitungan curah hujan rancangan metode Gumbel.

Untuk data dalam penelitian ini, hasil perhitungan menunjukkan:

- Rata-rata curah hujan (\bar{X}) = 96,15 mm

- Standar Deviasi (S_d) = 15,63 mm

- Koefisien Variasi (C_v) = 0,163

- Koefisien Kemencengan (C_s) = 0,00

Berdasarkan pengujian, distribusi Gumbel memenuhi kriteria dengan nilai $C_s \leq 1,1396$ dan $C_k \leq 5,4002$, serta terbukti melalui uji Chi-Kuadrat dengan nilai $X^2 = 3,6 < X^2_{kritis} = 3,841$.

Tahap 2: Perhitungan Debit Limpasan (Rational Method)

Debit limpasan permukaan dihitung menggunakan metode Rasional:

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

Keterangan:

- Q = Debit limpasan (m³/detik)
- C = Koefisien limpasan (sesuai tutupan lahan)
- I = Intensitas hujan rancangan (mm/jam)
- A = Luas daerah tangkapan air (ha)

Intensitas hujan dihitung menggunakan persamaan Mononobe:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3}$$

Keterangan:

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

- R_{24} = Curah hujan maksimum 24 jam (mm)
- t = Durasi hujan (jam), diambil sama dengan waktu konsentrasi

Tahap 3: Perhitungan Kapasitas Resapan Sumur

Kapasitas resapan setiap sumur dihitung dengan mempertimbangkan:

- Luas bidang resap dari dinding dan alas sumur berdasarkan diameter (1 m) dan kedalaman aktual
- Koefisien permeabilitas tanah (K) dari hasil pengujian laboratorium
- Tinggi muka air dalam sumur (H) yang diperhitungkan sebagai head pressure
- Waktu pengaliran efektif

Volume air yang dapat diresapkan satu sumur dihitung dengan:

$$V_{srp} = \frac{t_e}{24} \times A_{total} \times K$$

Keterangan:

- V_{srp} = Volume air hujan yang meresap (m³/hari)
- t_e = Durasi hujan efektif (jam)
- A_{total} = Luas bidang resap sumur (m²)
- K = Koefisien permeabilitas tanah (m/hari)

B. Analisis Efektivitas Sumur Resapan

Efektivitas sumur resapan dianalisis melalui:

- Perbandingan Fluktuasi Mata Air: Membandingkan debit Mata Air Senjoyo sebelum pembangunan sumur resapan (2008: 838 L/detik) dengan sesudah pembangunan (2017: 1.400 L/detik).
- Perhitungan Persentase Efektivitas
- Analisis Spasial: Evaluasi efektivitas berdasarkan lokasi dan karakteristik tanah lokal untuk mengidentifikasi variasi kinerja antar wilayah.

C. Analisis Penurunan Efektivitas

Penurunan efektivitas dianalisis melalui:

1. Evaluasi Temporal: Membandingkan persentase sumur yang masih berfungsi optimal antara periode 2022 (60%) dan 2024 (30-40%).
2. Identifikasi Faktor Penyebab:
 - Observasi kondisi fisik sumur (kerusakan, pendangkalan)
 - Evaluasi perubahan penggunaan lahan
 - Analisis kondisi pemeliharaan
 - Pengukuran permeabilitas tanah terkini
3. Analisis Regresi: Untuk menentukan hubungan antara faktor-faktor penyebab dan tingkat penurunan efektivitas.

D. Analisis Data Spasial (QGIS)

Analisis spasial dilakukan menggunakan Quantum GIS untuk:

- Delineasi daerah tangkapan air mata air Senjoyo
- Pemetaan persebaran 830 sumur resapan
- Analisis penggunaan lahan dan tutupan vegetasi
- Analisis topografi dan kemiringan lahan
- Visualisasi hasil penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data Curah Hujan dan Debit Limpasan

Analisis curah hujan selama 10 tahun (2015-2024) menunjukkan rata-rata curah hujan tahunan sebesar 96,15 mm dengan standar deviasi 15,63 mm. Pengujian distribusi statistik menghasilkan bahwa curah hujan di daerah tangkapan air mengikuti distribusi Gumbel, yang kemudian digunakan untuk menghitung curah hujan rancangan dengan berbagai periode ulang.

Perhitungan debit limpasan menggunakan metode Rasional dengan parameter:

- Koefisien limpasan rata-rata (C) = 0,35 (campuran lahan hutan, kebun, dan permukiman)
- Luas daerah tangkapan air = 850 ha

- Intensitas hujan periode 5 tahun = 85 mm/jam

Hasil perhitungan menunjukkan debit limpasan tahunan rata-rata yang harus ditangani oleh sumur resapan mencapai nilai signifikan yang memerlukan kapasitas resapan memadai.

3.1.2 Kapasitas Resapan Sumur Individual

Pengujian permeabilitas tanah menunjukkan hasil yang bervariasi antar lokasi:

- Di Noborejo: Koefisien permeabilitas $K = 3,2-4,5$ cm/jam (Tanah Agak Cepat)
- Di Patemon: Koefisien permeabilitas $K = 1,5-2,2$ cm/jam (Tanah Sedang)

Dengan dimensi sumur standar (diameter 1 m, kedalaman bervariasi 1,5-3 m), perhitungan menunjukkan:

- Kapasitas resapan per sumur di Noborejo: 0,85-1,1 m³/jam
- Kapasitas resapan per sumur di Patemon: 0,45-0,65 m³/jam

Variasi ini disebabkan perbedaan tekstur tanah, dengan Noborejo memiliki tanah lebih berpasir (tekstur kasar) dibandingkan Patemon yang lebih lempungan.

Total Suplai Air Tanah

Total suplai air tanah dari 830 sumur resapan mencapai nilai yang signifikan (0,00131 m³/jam) dalam mendukung pengisian kembali air tanah pada daerah tangkapan air. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun per unit sumur kapasitasnya mungkin terlihat kecil, secara agregat 830 sumur resapan berkontribusi besar dalam mengembalikan air hujan ke dalam akuifer.

Efektivitas Sumur Resapan

Peningkatan Debit Mata Air Senjoyo

Data menunjukkan efektivitas luar biasa dari sumur resapan dalam meningkatkan debit mata air:

Debit Mata Air Senjoyo pada tahun 2008 saat sebelum pembangunan sumur resapan tercatat sebesar 838 L/detik, sedangkan debit setelah pembangunan Sumur Resapan pada tahun 2017 menunjukkan sebesar 1.400 L/detik. Peningkatan debit yang terjadi di Mata Air Senjoyo pada rentang waktu 9 tahun tersebut adalah 562 L/detik (67%).

Peningkatan yang dramatis ini menunjukkan bahwa sumur resapan sangat efektif dalam mengonservasi air tanah. Dengan meningkatkan infiltrasi air hujan ke dalam tanah melalui 830 sumur yang dibangun pada tahun 2015-2016, volume air yang mengisi kembali akuifer

meningkat drastis, yang tercermin dalam peningkatan debit mata air.

Variasi Efektivitas Berdasarkan Lokasi

Analisis spasial mengungkapkan perbedaan signifikan dalam efektivitas sumur resapan antar lokasi:

Di Kelurahan Noborejo (Tanah Berpasir):

- Efektivitas: Tinggi (80-90%)
- Penyebab: Tanah dengan permeabilitas tinggi
- Daya serap optimal untuk air infiltrasi
- Kondisi pemeliharaan lebih baik

Di Desa Patemon (Tanah Berlempung):

- Efektivitas: Sedang hingga Rendah (40-60%)
- Penyebab: Tanah dengan permeabilitas lebih rendah
- Kecepatan infiltrasi lebih lambat
- Risiko pendangkalan lebih tinggi

Variasi efektivitas ini menunjukkan bahwa desain sumur yang sama dapat menunjukkan hasil berbeda tergantung pada jenis tanah dan kondisinya.

Penurunan Efektivitas Sumur Resapan

Tren Penurunan Kinerja

Data monitoring menunjukkan penurunan persentase sumur resapan yang masih dapat berfungsi secara optimal

Tabel 1.

Tren penurunan kinerja sumur resapan periode 2017-2024

Tahun	Persentase Operasional	Jumlah Sumur	Status
2017	100%	830	Awal pembangunan
2022	60%	498	Masih baik
2024	30-40%	249-332	Menurun signifikan

Keterangan : Penurunan efektivitas dari 60% menjadi 30-40% dalam 2 tahun terakhir (2022-2024) menunjukkan adanya degradasi fektivitas yang terjadi. Jika tren ini berlanjut, menunjukkan estimasi bahwa pada tahun 2027, sumur resapan yang masih beroperasi optimal hanya sekitar 15-20%.

Faktor-Faktor Penyebab Penurunan Efektivitas

1. Alih Fungsi dan Pengubahan Sumur

Observasi lapangan menunjukkan bahwa beberapa sumur resapan telah diubah fungsinya menjadi:

- Tempat pembuangan sampah atau limbah
- Tangki penyimpanan air domestik
- Sumur untuk keperluan lain

Alih fungsi ini menghilangkan kapasitas sumur untuk menerima dan meresapkan air hujan, mengurangi total kapasitas resapan daerah tangkapan air secara signifikan.

2. Kurangnya Pemeliharaan Berkala

Analisis menunjukkan bahwa sumur-sumur yang mengalami penurunan efektivitas umumnya tidak mendapat pemeliharaan rutin. Masalah-masalah yang teridentifikasi:

- Pendangkalan: Akumulasi sedimen dan detritus di dasar sumur mengurangi kedalaman efektif
- Penyumbatan: Pembusukan daun, sampah, dan material organik lainnya menyumbat bidang resap
- Kerusakan Struktur: Retak pada dinding sumur atau hilangnya lapisan pori tanah akibat kompresi
- Erosi Dinding: Material dinding sumur tererosi, menyebabkan penurunan efisiensi resapan

3. Penurunan Permeabilitas Tanah

Hasil pengujian permeabilitas menunjukkan penurunan nilai koefisien permeabilitas pada beberapa lokasi, kemungkinan disebabkan oleh:

Pemadatan Tanah: Peningkatan aktivitas manusia dan lalu lintas menyebabkan kompresi tanah

Perubahan Penggunaan Lahan: Alih fungsi dari vegetasi rapat menjadi permukaan impermeable mengurangi kemampuan infiltrasi di sekitar sumur

Perubahan Tutupan Lahan: Pengurangan vegetasi penutup yang sebelumnya mendukung permeabilitas tanah

4. Perubahan Kondisi Hidrologi

Perubahan kondisi muka air tanah dan pola curah hujan juga mempengaruhi efektivitas:

- Fluktuasi muka air tanah yang lebih tinggi mengurangi kapasitas tampung sumur
- Pola curah hujan yang berubah (dengan intensitas ekstrem lebih tinggi) mengakibatkan sumur tidak mampu menampung volume limpasan yang masuk

5. Faktor Teknis Desain

Beberapa sumur resapan mungkin dirancang dengan parameter yang tidak optimal untuk kondisi lokal spesifik, seperti:

- Dimensi sumur yang terlalu kecil untuk volume limpasan area tangkapannya
- Jarak antar sumur yang tidak optimal
- Sistem drainase masukan yang kurang efisien

Pembahasan Komprehensif

Efektivitas Sumur Resapan sebagai Konservasi Air Tanah

Hasil penelitian ini mengkonfirmasi bahwa sumur resapan adalah rekayasa teknologi konservasi air tanah yang sangat efektif, khususnya dalam tahap awal implementasi. Peningkatan 562 L/detik pada debit Mata Air Senjoyo (dari 838 menjadi 1.400 L/detik) setelah pembangunan 830 sumur resapan menunjukkan potensi luar biasa dari konservasi sumur resapan ini dalam meningkatkan infiltrasi air hujan ke dalam tanah/aquifer.

Efektivitas ini dapat dijelaskan melalui mekanisme hidrologi berikut:

1. Peningkatan Infiltrasi: Sumur resapan berfungsi sebagai

konduktor air dari permukaan ke dalam tanah, meningkatkan volume infiltrasi dibandingkan dengan kondisi lahan alami yang sebagian besar sudah terkonversi menjadi permukaan impermeable.

2. Distribusi Spasial Optimal: Dengan persebaran 830 sumur di seluruh daerah tangkapan air, infiltrasi dapat terjadi secara merata, menghindari konsentrasi aliran limpasan di satu tempat.
3. Retensi Sementara: Sumur resapan berfungsi sebagai reservoir sementara yang memberikan waktu lebih bagi air untuk meresap, dibandingkan dengan aliran permukaan langsung yang hilang dari sistem hidrologi lokal.

Faktor Kontrol Efektivitas

Penelitian ini mengidentifikasi bahwa efektivitas sumur resapan dikontrol oleh beberapa faktor utama :

Faktor Primer (Utama):

- Permeabilitas Tanah: Merupakan faktor dominan yang menentukan kecepatan infiltrasi. Perbedaan efektivitas 80-90% di Noborejo vs 40-60% di Patemon terutama

disebabkan oleh perbedaan nilai K tanah.

- Dimensi Sumur: Kedalaman dan diameter sumur mempengaruhi luas bidang kontak dan volume tampungan.
- Volume Limpasan Masukan: Perbandingan antara debit limpasan yang masuk dan kapasitas resapan sumur menentukan apakah sumur dapat menangani volume air yang masuk.

Faktor Sekunder (Pendukung):

- Tutupan Lahan: Vegetasi di sekitar sumur membantu mempertahankan struktur tanah dan permeabilitas.
- Topografi: Kemiringan lahan mempengaruhi kecepatan aliran limpasan dan kemampuan konvergensi aliran ke sumur.
- Jarak Antar Sumur: Spacing yang optimal memastikan tidak ada area tangkapan air yang tidak terlayani oleh sumur resapan.

Degradasi Kinerja dan Manajemen Berkelanjutan

Penurunan efektivitas dari 60% menjadi 30-40% dalam 2 tahun adalah indikasi kritis yang menunjukkan bahwa sumur resapan memerlukan program

manajemen berkelanjutan yang kuat. Fenomena ini dapat dijelaskan oleh kurva degradasi kinerja infrastruktur:

$$E(t) = E_0 e^{-\lambda t}$$

Dimana efektivitas (E) menurun secara eksponensial dari nilai awal (E_0) seiring waktu (t) dengan laju degradasi (λ).

Penurunan ini bukan merupakan kegagalan teknologi, tetapi lebih kepada ketiadaan program pemeliharaan preventif. Dengan pemeliharaan yang tepat, efektivitas sumur dapat dipertahankan pada level tinggi untuk jangka waktu bertahun-tahun.

KESIMPULAN

Penelitian analisis kinerja sumur resapan dalam konservasi air tanah ini telah menunjukkan bahwa sumur resapan sangat efektif dalam konservasi air tanah pada daerah tangkapan air Mata Air Senjoyo Kota Salatiga, dengan total suplai air tanah mencapai 0,00131 m³/jam dari 830 sumur, peningkatan debit mata air sebesar 562 L/detik (67%) pada 2017, dan efektivitas lebih tinggi di Noborejo (80-90%) dibandingkan Patemon (40-60%) akibat perbedaan permeabilitas tanah, sehingga mencapai tujuan analisis kinerja dan faktor pengaruh sesuai rumusan masalah. Namun, penurunan efektivitas dari 60% (2022) menjadi 30-40% (2024) disebabkan oleh alih fungsi sumur,

kurangnya pemeliharaan, serta degradasi permeabilitas tanah, menegaskan hipotesis bahwa kinerja optimal memerlukan manajemen berkelanjutan

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini diselesaikan berkat dukungan besar dari PDAM Kota Salatiga dan Akademi Teknik Tirta Wiyata (Akatirta), Serta terima kasih diberikan kepada Kelurahan/Desa Noborejo & Patemon, Stasiun Meteorologi, serta pihak lain yang membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, S. (1976). Hujan, infiltrasi, dan aliran permukaan. Yayasan Pembina Universitas Gajah Mada.

Badan Pusat Statistik. (2023). Statistik Kota Salatiga 2023. BPS Kota Salatiga.

Baskoro, M. A., Yogafanny, E., & Widiarti, I. W. (2022). Rancangan sumur resapan untuk konservasi mata air di Desa Dlingo, Kecamatan Mojosongo, Kabupaten Boyolali. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 20(1), 97-107.

Direktorat Geologi Lingkungan dan Kawasan Pertambangan. (2004).

Kondisi air tanah Indonesia. Kementerian ESDM.

Eki Rizqiayani. (2023). Analisis potensi keberlanjutan mata air Ngadisalam dan Marongsari sebagai sumber air baku di Cabang Sapuran PERUMDA Air Minum Tirta Aji Kabupaten Wonosobo. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 12(3), 205-225.

Firmansyah, F., Permana, S., Fathir, M., & Gustiawan, R. F. (2022). Analisis sumur resapan untuk mencegah banjir dan limpasan di wilayah Tarogong Kidul. *Jurnal Konstruksi*, 20(1), 18-29.

Hendrayana, H. (2013). Kerentanan air tanah terhadap pencemaran. *Majalah Geografi Indonesia*, 27(2), 144-162.

Kusnaedi. (2011). Sumur resapan untuk pemanenan air hujan. Penebar Swadaya.

Pamungkas, T. H., Erlangga, I. B. W., Warsana, K. B., Ardana, P. D. H., & Soriarta, I. K. (2023). Kajian efektivitas sumur resapan di Kecamatan Denpasar Barat. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 12(1), 44-52.

- PERUMDA Air Minum (PDAM) Kota Salatiga. (n.d.). Data debit mata air dan persebaran sumur resapan. Internal Report.
- Prahasta, E. (2009). Sistem Informasi Geografis: Konsep-Konsep Dasar. Informatika.
- SNI 03-2453-2002. Tata cara pemeliharaan dan penggantian sumur dan perangkat penyaring air. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 8456:2017. Prosedur perhitungan debit banjir dengan metode hidrologi. Badan Standardisasi Nasional.
- Soewarno. (1995). Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 1. Bandung.
- Sudarmadji. (2013). Klasifikasi mata air berdasarkan faktor hidrogeologi. *Jurnal Hidrologi*, 45(2), 112-128.
- Sulistiyowati, H. (2023). Teknologi sumur resapan dalam mitigasi banjir urban. *Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro*, 15(1), 78-92
- Sutanto, Setiawan, B., & Hadihardaja, I. (2012). Konservasi air tanah melalui biopori dan sumur resapan. *Jurnal Teknik Sipil*, 19(1), 45-56.
- Todd, D. K., & Mays, L. W. (2005). *Groundwater hydrology* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Triatmojo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.
- UNESCO. (2020). *The United Nations world water development report 2020: Water and climate change*. UN-Water.