



ANALISIS PENERAPAN RAINWATER HARVESTING DALAM MENGURANGI RISIKO BANJIR AKIBAT LIMPASAN DI PERUMAHAN IMAM BONJOL KEMILING

M Rizky Ismail

Program Studi Teknik Lingkungan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

Email: mrizkyismail@eng.unila.ac.id

Received: (22 Juni 2025)

Accepted: (22 Juni 2025)

Published : (25 Juni 2025)

Abstract

The rapid growth of residential areas in Imam Bonjol Housing, Kemiling District, has increased the extent of impervious surfaces, directly contributing to higher surface runoff during heavy rainfall. This study aims to analyze the potential of rainwater harvesting (RWH) systems in reducing flood risks caused by urban runoff. The methodology includes the analysis of annual maximum rainfall using the Log Pearson Type III distribution, calculation of design flood discharge using the Rational Method, and simulation of rainwater harvesting with various tank capacities. The results show that the design flood discharge ranges from 0.705 to 1.107 m³/s for return periods of 2 to 25 years. The total annual surface runoff is estimated at 53,710.83 m³. Implementing RWH in 50 houses using 0.25 m³, 1 m³, and 2 m³ tanks can reduce runoff by 3.34%, 12.14%, and 27.53%, respectively. RWH proves to be an effective strategy for sustainable flood mitigation and household-level water conservation.

keywords : Rainwater Harvesting, Surface Runoff, Urban Flood, Rational Method, Sustainable Water Management

Abstrak

Pertumbuhan kawasan permukiman di Perumahan Imam Bonjol, Kecamatan Kemiling, telah meningkatkan luasan area kedap air, yang berdampak langsung pada peningkatan volume limpasan permukaan saat hujan deras. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi penerapan sistem rainwater harvesting (RWH) dalam mengurangi risiko banjir akibat limpasan. Metode yang digunakan meliputi analisis curah hujan maksimum tahunan dengan distribusi Log Pearson III, perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode rasional, dan simulasi pemanenan air hujan untuk berbagai kapasitas tangki. Hasil menunjukkan bahwa debit banjir rencana berkisar antara 0,705–1,107 m³/detik untuk kala ulang 2–25 tahun. Volume limpasan tahunan mencapai 53.710,83 m³. Penerapan sistem RWH pada 50 rumah dengan tangki 0,25 m³, 1 m³, dan 2 m³ dapat mengurangi limpasan masing-masing sebesar 3,34%, 12,14%, dan 27,53%. RWH terbukti efektif sebagai strategi konservasi air sekaligus mitigasi banjir lokal yang berkelanjutan.

Kata Kunci : Pemanenan Air Hujan, Limpasan Permukaan, Banjir Perkotaan, Metode Rasional, Pengelolaan Air Berkelanjutan

To cite this article:

M Rizky Ismail. (2025). Analisis Penerapan Rainwater Harvesting Dalam Mengurangi Risiko Banjir Akibat Limpasan Di Perumahan Imam Bonjol Kemiling. Vol:6 (1); 60 – 69.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan kawasan permukiman di daerah urban, seperti di Perumahan Imam Bonjol, Kecamatan Kemiling, telah menyebabkan meningkatnya luas area tertutup (impervious area) yang berdampak langsung pada

peningkatan volume limpasan permukaan saat hujan turun. Fenomena ini mengakibatkan terjadinya genangan hingga banjir lokal, terutama di daerah yang tidak dilengkapi dengan sistem drainase dan konservasi air hujan yang memadai (Palla et al., 2017; Sahani et al., 2019).

Salah satu pendekatan yang terbukti efektif dalam mengurangi volume dan laju limpasan permukaan adalah penerapan sistem rainwater harvesting (RWH) atau pemanenan air hujan. RWH tidak hanya berfungsi sebagai sumber alternatif air bersih (Steffen et al., 2013; Khan et al., 2024), tetapi juga berkontribusi signifikan dalam menekan debit puncak limpasan, sehingga berpotensi besar dalam mitigasi banjir kawasan permukiman (Jokowinarno & Kusumastuti, 2020; Ghodsi et al., 2021).

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan RWH di tingkat rumah tangga dan blok permukiman dapat mengurangi beban sistem drainase konvensional (Freni & Liuzzo, 2019; Cristiano et al., 2021). Sistem ini juga mampu menahan dan menampung sebagian besar curah hujan yang jatuh ke atap bangunan, sehingga menurunkan intensitas air yang langsung mengalir ke saluran (Xu et al., 2023).

Dalam konteks Indonesia, studi yang dilakukan oleh Juliana et al. (2025) dan Ramli et al. (2023) menunjukkan bahwa integrasi antara sistem RWH dengan struktur infiltrasi seperti sumur resapan atau drainase berbasis lahan terbuka memberikan hasil yang positif terhadap pengurangan risiko banjir lokal. Cahyono (2022) juga menunjukkan bahwa pendekatan RWH di kawasan Bandung memiliki peran ganda dalam konservasi air dan pengendalian limpasan secara simultan.

Lebih lanjut, pendekatan berbasis teknologi dan optimasi sistem RWH, seperti yang dikembangkan oleh Liaw & Tsai (2004), Okoye et al. (2015), dan Nnaji et al. (2017), menyarankan pentingnya perhitungan volume tangki yang tepat dan pemodelan neraca air harian untuk meningkatkan efisiensi sistem. Hal ini diperkuat oleh studi computational dari Mitchell (2007) yang menyatakan bahwa akurasi model sangat bergantung pada metode perhitungan yang digunakan.

Selain efisiensi teknis, pendekatan RWH juga dapat diintegrasikan dalam strategi tata ruang perkotaan dan pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan, sebagaimana dijelaskan dalam studi-studi tentang Low Impact Development (LID) (Putri et al., 2023; Li et al., 2021; Liang et al., 2019). Penelitian oleh Abbasi et al. (2024) bahkan memperkenalkan penggunaan model digital berbasis kecerdasan buatan (AI) dalam pengelolaan infrastruktur air hujan yang lebih adaptif terhadap perubahan iklim dan pertumbuhan kota.

Dengan memperhatikan kompleksitas dan urgensi pengelolaan limpasan air hujan di kawasan urban seperti Perumahan Imam Bonjol, maka perlu dilakukan analisis mendalam terhadap potensi penerapan sistem RWH sebagai strategi mitigasi banjir yang aplikatif, efisien, dan berkelanjutan.

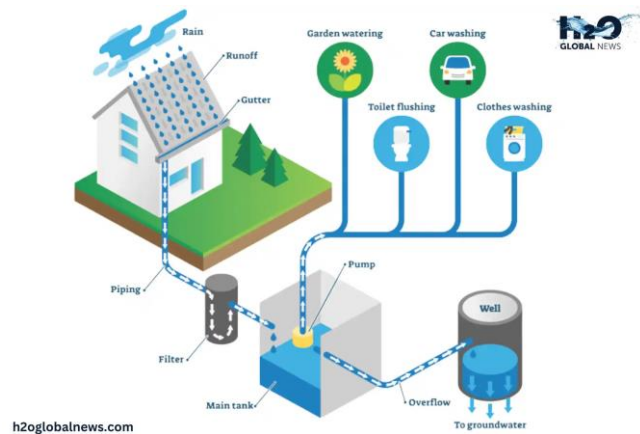
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan sistem *rainwater harvesting* (RWH) dalam mengurangi risiko banjir akibat limpasan permukaan di Perumahan Imam Bonjol, Kecamatan Kemiling. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi sistem RWH dalam menampung dan memanfaatkan air hujan berdasarkan kapasitas tampungan dan karakteristik curah hujan lokal, menghitung besarnya debit limpasan permukaan yang terjadi tanpa penerapan RWH; serta menentukan persentase pengurangan debit banjir limpasan yang dapat dicapai melalui penerapan sistem RWH pada skala rumah tangga maupun kawasan.

TINJAUAN PUSTAKA

Rainwater Harvesting

Rainwater Harvesting (RWH) merupakan suatu teknik konservasi air yang bertujuan untuk menangkap, menampung, dan memanfaatkan air hujan yang jatuh pada permukaan bangunan, terutama atap, sebelum mencapai permukaan tanah seperti pada Gambar 1. Sistem ini telah banyak diterapkan sebagai solusi alternatif pemenuhan kebutuhan air bersih sekaligus sebagai metode pengurangan debit limpasan permukaan di kawasan permukiman (Steffen et al., 2013; Cahyono, 2022).

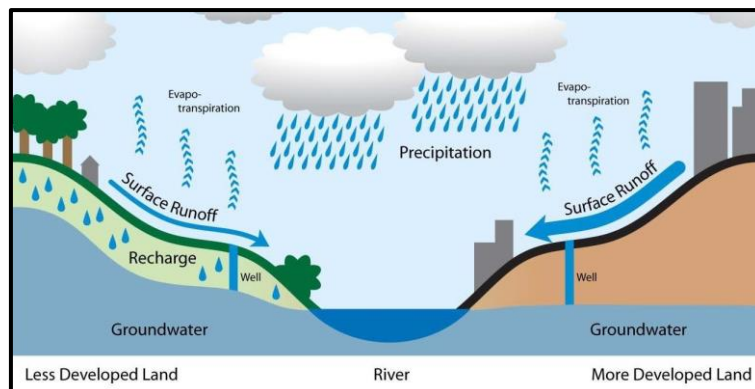
Efektivitas sistem RWH sangat bergantung pada beberapa faktor, antara lain luas permukaan atap yang menjadi media penangkap hujan, kapasitas tangki penampung, karakteristik hujan setempat (frekuensi dan intensitas), serta sistem distribusi dan penggunaan air hasil tampungan (Juliana et al., 2025; Khan et al., 2024). Penerapan sistem ini terbukti mampu mengurangi beban pada sistem drainase sekaligus mengurangi potensi terjadinya genangan dan banjir, khususnya saat musim hujan.



Gambar 1. Instalasi *Rainwater Harvesting* pada rumah tinggal

Limpasan Permukaan dan Risiko Banjir

Limpasan permukaan adalah air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah tanpa sempat meresap ke dalam tanah. Di kawasan urban seperti Perumahan Imam Bonjol, peningkatan area kedap air akibat pembangunan jalan, atap, dan lahan beton menyebabkan air hujan langsung mengalir ke saluran drainase seperti pada Gambar 2. Kondisi ini meningkatkan debit puncak aliran dan mengurangi waktu konsentrasi, sehingga memperbesar potensi banjir, terutama saat curah hujan tinggi dan sistem drainase tidak mampu menampung beban air (Jokowinarno & Kusumastuti, 2020; Liang et al., 2019).



Gambar 2. Limpasan Permukaan Pada Area Perkotaan

Perhitungan limpasan umumnya dilakukan dengan metode Rasional yang mempertimbangkan luas daerah tangkapan, intensitas hujan, dan koefisien limpasan. Jika tidak dikelola, limpasan permukaan dapat memperparah banjir lokal dan mencemari badan air akibat angkutan sedimen serta limbah permukaan. Oleh karena itu, pendekatan penanganan limpasan yang berbasis konservasi, seperti sistem rainwater harvesting, semakin relevan untuk diterapkan di kawasan permukiman padat (Khan et al., 2024; Freni & Liuzzo, 2019; Xu et al., 2023).

Efektivitas RWH dalam Reduksi Banjir Limpasan

Rainwater Harvesting (RWH) telah terbukti efektif dalam mengurangi volume limpasan permukaan dan menekan risiko banjir di wilayah permukiman. Dengan menampung air hujan langsung dari atap sebelum mencapai permukaan tanah, sistem RWH berfungsi sebagai “penyimpanan awal” (initial detention) yang menahan sebagian volume air hujan selama periode puncak. Penelitian oleh Freni & Liuzzo (2019) dan Palla et al. (2017) menunjukkan bahwa penerapan RWH di kawasan perumahan mampu menurunkan debit puncak hingga 30–50%, tergantung pada kapasitas tangki dan pola hujan setempat.

Efektivitas RWH juga meningkat secara signifikan bila dikombinasikan dengan sistem resapan seperti sumur infiltrasi, saluran bioretensi, atau permeable pavement (Putri et al., 2023; Ramli et al., 2023). Juliana et al.

(2025) menunjukkan bahwa perpaduan antara RWH dan saluran infiltrasi di permukiman padat dapat menurunkan potensi genangan secara signifikan. Selain itu, perencanaan volume tampungan yang sesuai, penggunaan filter awal, dan kontrol pelimpasan (overflow) berperan penting dalam menjaga efisiensi sistem, sebagaimana dijelaskan oleh Liaw & Tsai (2004) dan Nnaji et al. (2017).

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Perumahan Imam Bonjol, Kecamatan Kemiling, Kota Bandar Lampung, yang merupakan kawasan permukiman dengan kepadatan sedang hingga tinggi serta infrastruktur drainase yang belum optimal. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung dari bulan Maret – Juni 2025.



Gambar 3. Lokasi Penelitian

Analisis Curah Hujan dan Perhitungan Limpasan

Analisis curah hujan dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data hujan maksimum tahunan selama minimal 10 tahun terakhir yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi BMKG Kemiling. Data tersebut digunakan untuk menentukan intensitas hujan rencana berdasarkan berbagai kala ulang (2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, dan 25 tahun) yang dihitung menggunakan metode distribusi Gumbel. Hasil dari perhitungan ini akan digunakan sebagai input dalam penentuan debit limpasan. Perhitungan debit limpasan dilakukan dengan menggunakan rumus Rasional, yang umum digunakan dalam studi hidrologi untuk kawasan kecil seperti permukiman. Rumus tersebut adalah:

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

Dimana:

- Q = debit limpasan (m^3/detik)
- C = koefisien limpasan, berdasarkan jenis permukaan (atap, beton, tanah)
- I = intensitas hujan rencana (mm/jam)
- A = luas daerah tangkapan (ha)

Potensi Pemanenan Air Hujan

Potensi Rainwater Harvesting (RWH) dihitung untuk mengetahui seberapa besar volume air hujan yang dapat ditampung dan dimanfaatkan dari atap rumah penduduk di Perumahan Imam Bonjol, Kemiling. Perhitungan ini menggunakan data curah hujan tahunan, luas permukaan atap, dan koefisien runoff permukaan kedap (atap), dengan menggunakan rumus berikut:

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

Dimana:

- V = volume air hujan yang dapat ditampung (m^3)
- R = curah hujan tahunan rata-rata (m)
- A = luas atap rumah (m^2)
- C = koefisien runoff atap (biasanya antara 0,8–0,95)

Dalam penelitian ini, rata-rata curah hujan tahunan di lokasi penelitian diperoleh dari data historis BMKG Stasiun Kemiling. Luas atap dihitung berdasarkan pengukuran langsung maupun data sekunder dari citra peta. Sementara itu, nilai koefisien *runoff* untuk atap ditetapkan sebesar 0,90 (Jing et al., 2017; Liaw & Tsai, 2004).

Simulasi dilakukan untuk beberapa variasi kapasitas tangki (misalnya 0,25 m³, 1 m³, dan 2 m³ per rumah), dan dihitung total volume air hujan yang dapat dimanfaatkan dalam satu tahun. Dari hasil perhitungan ini, diketahui seberapa besar air hujan yang bisa ditahan oleh sistem RWH sebelum mengalir sebagai limpasan, sehingga dapat dibandingkan dengan debit limpasan total untuk menilai efektivitas sistem RWH dalam mengurangi banjir.

Simulasi Efektivitas Rainwater Harvesting

Simulasi efektivitas Rainwater Harvesting (RWH) dilakukan untuk membandingkan debit limpasan permukaan antara kondisi sebelum dan sesudah penerapan sistem RWH di Perumahan Imam Bonjol, Kecamatan Kemiling. Tujuan simulasi ini adalah untuk mengetahui sejauh mana RWH mampu mengurangi debit limpasan dan potensi genangan atau banjir di kawasan studi.

Langkah pertama dilakukan dengan menghitung debit limpasan tanpa RWH menggunakan metode, di mana seluruh air hujan diasumsikan langsung mengalir ke permukaan tanpa adanya penahanan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan volume air hujan yang dapat ditampung melalui sistem RWH menggunakan rumus. Setelah diperoleh volume tampungan dari sistem RWH, nilai tersebut dikurangkan dari debit limpasan awal untuk memperoleh debit limpasan sesudah penerapan RWH:

$$Q_{\text{sesudah}} = Q_{\text{sebelum}} - \left(\frac{V_{\text{RWH}}}{\Delta t} \right) \quad (3)$$

Dimana:

- Q_{sebelum} : debit limpasan tanpa RWH (m³/detik)
- V_{RWH} : volume air hujan yang ditampung sistem RWH (m³)
- Δt : durasi waktu hujan (detik), disesuaikan dengan intensitas hujan

Hasil simulasi ini kemudian digunakan untuk menghitung persentase pengurangan limpasan permukaan dengan rumus:

$$\text{Efisiensi RWH (\%)} = \left(\frac{Q_{\text{sebelum}} - Q_{\text{sesudah}}}{Q_{\text{sebelum}}} \right) \times 100\% \quad (4)$$

Simulasi dilakukan untuk beberapa skenario kapasitas tangki per rumah (misalnya: 0,25 m³, 1 m³, dan 2 m³), baik untuk satu rumah maupun seluruh kawasan, agar diperoleh gambaran komprehensif tentang efektivitas sistem RWH dalam skala individu maupun kolektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hujan

Data hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan maksimum harian tahunan selama 10 tahun (2012–2021) yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi BMKG Kemiling, Kota Bandar Lampung. Data ini digunakan untuk menganalisis karakteristik hujan ekstrem yang berpotensi menimbulkan limpasan tinggi dan banjir lokal di kawasan studi.

Tabel 1. Data Hujan BMKG

Tahun	Rmax (mm)
2012	60
2013	120
2014	97
2015	75
2016	103
2017	140
2018	76
2019	130
2020	125
2021	91

Analisis Hujan Rencana

Distribusi Log Pearson Tipe III digunakan untuk menganalisis hujan maksimum tahunan guna memperoleh nilai hujan rencana pada berbagai kala ulang. Metode ini dipilih karena mampu menangkap karakteristik data yang menceng dan telah banyak digunakan dalam kajian hidrologi ekstrem. Data hujan maksimum tahunan dari tahun 2012 hingga 2021 terlebih dahulu ditransformasi ke bentuk logaritma basis 10. Hasil transformasi menunjukkan nilai rata-rata log sebesar 2.093, simpangan baku log sebesar 0.110, dan koefisien kemencengan (skewness) sebesar -0.06 yang menunjukkan distribusi mendekati simetris. Berdasarkan nilai tersebut dan tabel distribusi Log Pearson III, ditentukan koefisien frekuensi (K) untuk masing-masing kala ulang. Hujan rencana dihitung dengan menjumlahkan rata-rata log dengan hasil perkalian K dan simpangan baku, kemudian hasil logaritma dikembalikan ke satuan milimeter melalui antilog. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa semakin besar kala ulang, nilai hujan rencana yang dihasilkan semakin tinggi, dengan nilai tertinggi pada kala ulang 25 tahun sebesar 189.2 mm. Tabel berikut menyajikan hasil lengkap perhitungan hujan rencana menggunakan distribusi Log Pearson Tipe III:

Tabel 2. Hasil Analisis Hujan Rencana

Kala Ulang (Tahun)	Koefisien K	Log Hujan Rencana	Hujan Rencana (mm)
2	-0.11	20.819	120.5
5	0.89	21.919	155.2
10	1.26	22.316	170.2
25	1.67	22.767	189.2

Analisis Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana dilakukan menggunakan metode rasional, yang merupakan metode sederhana namun efektif untuk menentukan besarnya debit limpasan permukaan berdasarkan curah hujan rencana, koefisien limpasan, dan luas daerah aliran. Dalam penelitian ini, intensitas hujan diambil berdasarkan hasil hujan rencana dari distribusi Log Pearson Tipe III dengan asumsi waktu konsentrasi selama 1 jam, sehingga intensitas hujan dianggap sama dengan curah hujan rencana.

Luas daerah yang dianalisis adalah sebesar 0,03694358 km² dengan komposisi tata guna lahan meliputi 50% permukaan kedap air (asphalt, beton), 20% tanah terbuka, dan 30% area hijau. Berdasarkan literatur standar, masing-masing jenis lahan diberikan koefisien limpasan sebesar 0,90 untuk permukaan kedap air, 0,30 untuk tanah terbuka, dan 0,20 untuk area hijau. Dengan pendekatan rata-rata tertimbang, diperoleh nilai koefisien limpasan campuran sebesar 0,57. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa debit banjir rencana meningkat secara signifikan seiring dengan meningkatnya kala ulang. Tabel berikut menyajikan ringkasan hasil perhitungan debit banjir rencana untuk berbagai kala ulang.

Tabel 3. Hasil Analisis Debit Banjir Rencana

Kala Ulang (Tahun)	Hujan Rencana (mm)	Koefisien Limpasan (C)	Luas (km ²)	Debit Banjir (m ³ /detik)
2	120.5	0.57	0.0369	0.705
5	155.2	0.57	0.0369	0.908
10	170.2	0.57	0.0369	0.996
25	189.2	0.57	0.0369	1.107

Analisis Limpasan Permukaan

Analisis limpasan permukaan dilakukan untuk mengetahui besarnya volume air yang mengalir di permukaan kawasan studi akibat hujan dengan intensitas tinggi. Pada studi ini, diasumsikan terjadi hujan sebesar 2,383 meter (atau 2383 mm) yang turun secara merata di seluruh area seluas 0,03694358 km². Wilayah studi

memiliki karakteristik penggunaan lahan yang terdiri atas 50% permukaan kedap air seperti jalan dan atap bangunan, 20% tanah terbuka, serta 30% area hijau seperti taman dan vegetasi.

Setiap jenis penutup lahan memiliki tingkat kemampuan infiltrasi yang berbeda, sehingga mempengaruhi jumlah limpasan yang dihasilkan. Permukaan kedap air tidak mampu menyerap air sehingga seluruh hujan berubah menjadi limpasan. Sebaliknya, area tanah terbuka dan hijau mampu menyerap sebagian air hujan, sehingga limpasan dari wilayah ini lebih kecil. Dengan mempertimbangkan kontribusi masing-masing jenis lahan terhadap total luas kawasan dan karakteristik alirannya, diperoleh nilai limpasan total sebesar 53.710,83 m³.

Nilai ini menunjukkan volume air hujan yang tidak dapat diserap oleh tanah dan tanaman di area studi, serta berpotensi menjadi genangan atau aliran permukaan. Hasil ini penting untuk mengevaluasi kapasitas sistem drainase yang ada, terutama pada kejadian hujan ekstrem. Jika kapasitas saluran tidak memadai, maka limpasan sebesar ini dapat menyebabkan luapan dan berdampak pada kegiatan di lingkungan sekitarnya, khususnya di kawasan terbangun seperti permukiman atau fasilitas pendidikan.

Potensi Pemanenan Air Hujan Untuk Pengurangan Banjir Limpasan

Untuk menilai dampak pemanenan air hujan terhadap pengurangan limpasan, dilakukan simulasi pada 50 rumah yang masing-masing dilengkapi dengan tangki penampungan air hujan berkapasitas berbeda. Air hujan yang dipanen oleh setiap rumah dikalikan dengan jumlah rumah untuk mendapatkan total volume air yang dapat ditampung setiap tahun. Hasil pemanenan air hujan per rumah per tahun disajikan pada Tabel 4

Tabel 4. Potensi Pemanenan Air Hujan

Tangki (m ³)	Volume RWH per Rumah (m ³ /tahun)	Volume Total untuk 50 Rumah (m ³ /tahun)
0,25	35,87	1.793,50
1	130,45	6.522,50
2	295,74	14.787

Selanjutnya, volume hasil panen ini dikurangkan dari total limpasan tahunan untuk mengetahui sisa limpasan yang masih harus ditangani oleh sistem drainase. Hasil analisis ditampilkan dalam Tabel 5

Tabel 5. Pengurangan Limpasan Akibat Pemanenan Air Hujan

Tangki (m ³)	Volume RWH (m ³)	Sisa Limpasan (m ³)	Pengurangan (%)
0,25	1.793,50	51.917,33	3,34%
1	6.522,50	47.188,33	12,14%
2	14.787	38.923,83	27,53%

Dari hasil tersebut terlihat bahwa pemanenan air hujan dapat secara signifikan mengurangi volume limpasan, tergantung pada kapasitas tangki yang digunakan. Semakin besar tangki yang dipasang, semakin besar pula kontribusi terhadap pengurangan limpasan tahunan.

Diskusi

Hasil analisis menunjukkan bahwa debit banjir rencana yang dihitung dengan metode rasional untuk berbagai kala ulang menghasilkan nilai debit yang meningkat seiring bertambahnya periode ulang. Debit banjir rencana berkisar antara 0,705 m³/detik pada kala ulang 2 tahun hingga 1,107 m³/detik pada kala ulang 25 tahun. Nilai ini menggambarkan potensi aliran permukaan maksimum yang dapat terjadi selama kejadian hujan ekstrem berdurasi 1 jam. Debit banjir ini perlu dikelola dengan baik agar tidak menyebabkan genangan, kerusakan lingkungan, atau gangguan aktivitas masyarakat.

Dalam konteks kawasan yang diteliti, limpasan permukaan tahunan mencapai sekitar 53.710,83 m³, dengan kontribusi terbesar berasal dari permukaan kedap air seperti atap bangunan dan jalan yang menyumbang

lebih dari 70% total limpasan. Kondisi ini menunjukkan bahwa daerah dengan tutupan lahan yang dominan kedap air sangat rentan terhadap peningkatan debit limpasan, terutama pada musim hujan.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengurangi tekanan terhadap sistem drainase adalah penerapan sistem pemanenan air hujan (*rainwater harvesting*). Berdasarkan simulasi terhadap 50 rumah dengan variasi kapasitas tangki, diketahui bahwa pemanenan air hujan mampu mengurangi limpasan secara signifikan. Pemasangan tangki berkapasitas 2 m³ di setiap rumah, misalnya, dapat menurunkan limpasan hingga 27,53% atau setara dengan 14.787 m³ per tahun. Hal ini memberikan dampak positif tidak hanya terhadap pengurangan beban limpasan dan debit banjir, tetapi juga mendukung konservasi air di tingkat rumah tangga.

Penerapan sistem ini secara luas dapat menjadi solusi alternatif berbasis masyarakat dalam menghadapi risiko banjir perkotaan dan perubahan iklim. Namun demikian, efektivitasnya sangat bergantung pada skala penerapan, ketersediaan ruang untuk instalasi tangki, dan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pengelolaan sumber daya air. Oleh karena itu, diperlukan integrasi antara perencanaan infrastruktur kota, kebijakan konservasi air, dan edukasi masyarakat agar potensi pengurangan limpasan melalui pemanenan air hujan dapat dimaksimalkan secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai debit banjir rencana serta potensi pengurangan limpasan melalui pemanenan air hujan, maka dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Debit banjir rencana yang dihitung menggunakan metode rasional menunjukkan bahwa semakin besar kala ulang, semakin tinggi pula potensi debit banjir yang terjadi. Pada durasi hujan 1 jam dan luas daerah 0,03694358 km², debit banjir berkisar antara 0,705 m³/detik untuk kala ulang 2 tahun hingga mencapai 1,107 m³/detik pada kala ulang 25 tahun. Nilai ini menggambarkan beban maksimum yang harus dikelola oleh sistem drainase saat hujan ekstrem.
2. Berdasarkan curah hujan tahunan sebesar 2,383 meter dan komposisi lahan dominan permukaan kedap air, total volume limpasan tahunan di kawasan studi mencapai 53.710,83 m³. Sebagian besar limpasan berasal dari permukaan kedap air seperti atap dan jalan yang menyumbang lebih dari 70% dari total aliran permukaan, menunjukkan pentingnya pengelolaan limpasan pada area terbangun.
3. Penerapan sistem pemanenan air hujan di 50 rumah memiliki dampak nyata dalam mengurangi limpasan tahunan. Dengan tangki 0,25 m³, pengurangan limpasan hanya sekitar 3,34%. Sementara tangki 1 m³ mampu menurunkan limpasan sebesar 12,14%, dan tangki 2 m³ memberikan pengurangan paling signifikan yaitu hingga 27,53% atau sekitar 14.787 m³ per tahun. Hasil ini menunjukkan bahwa pemanenan air hujan merupakan solusi efektif dalam mendukung pengendalian banjir lokal serta konservasi air bersih rumah tangga.

REFERENSI

- Abbasi, S., Beris, A. T., Javidi, A. S., Nouri, M., Lonbar, A. G., & Ahmadi, M. (2024). Application of artificial intelligence in digital twin models for stormwater infrastructure systems in smart cities. *Advances in Engineering Informatics*, 61, 102485. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2024.102485>
- Cahyono, M. (2022). Optimizing rainwater harvesting systems for the dual purposes of water supply and runoff capture: A case study in Bandung Area, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1065, 012050. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1065/1/012050>
- Cristiano, E., Farris, S., Deidda, R., & Viola, F. (2021). Comparison of blue-green solutions for urban flood mitigation: A multi-city large-scale analysis. *PLoS ONE*, 16(6), e0246429. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246429>
- Deitch, M. J., & Feirer, S. P. (2019). The stormwater retention performance of rainwater tanks at the land-parcel scale. *Proceedings of the International Conference on Water Sensitive Urban Design*, Melbourne, Australia.
- Freni, G., & Liuzzo, L. (2019). Effectiveness of rainwater harvesting systems for flood reduction in residential urban areas. *Water*, 11(7), 1389. <https://doi.org/10.3390/w11071389>
- Ghodsi, H., Teston, F., Cristiano, E., & Deidda, R. (2021). Domestic rainwater harvesting systems to support urban flood resilience. *Water Resources Management*. <https://doi.org/10.1007/s11269-022-03327-6>

- Jing, X., Zhang, S., Zhang, J., Wang, Y., & Wang, Y. (2017). Assessing efficiency and economic viability of rainwater harvesting systems in four climatic zones of China. *Resources, Conservation and Recycling*, 126, 74–85. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.002>
- Jokowinarso, D., & Kusumastuti, D.I. (2020). Rainwater harvesting for flood peak reduction in Way Awi catchment, Indonesia. *Geomate Journal*, 18(70), 246–251. (Link tidak tersedia via DOI)
- Juliana, I. C., Gunawan, T. A., Ilmiaty, R. S., & Simamaru, M. S. (2025). Performance analysis of rainwater management using rainwater harvesting system and infiltration trench in Perumahan Dosen UNSRI Palembang. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 64(1), 1–12. <https://doi.org/10.37934/araset.64.1.112>
- Khan, A., Park, Y., Park, J., Sim, I., & Kim, R. (2024). Analysis of stormwater and rainwater harvesting potential based on a daily water balance model: A case study of Korea. *Water*, 16(1), 96. <https://doi.org/10.3390/w16010096>
- Li, Q., Wang, F., Yu, Y., Huang, Z., Li, M., & Guan, Y. (2021). Comprehensive performance evaluation of LID practices for the sponge city construction: A case study in Guangxi, China. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2112.10347>
- Liang, D. M. M., Maier, R., Thyer, H. R., Simpson, M. A., Dandy, A. R., & Ernst, B. (2019). Controlling rainwater storage as a system: An opportunity to reduce urban flood peaks for rare, long duration storms. *Environmental Modelling & Software*, 111, 34–41. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.08.012>
- Liaw, C. H., & Tsai, Y. (2004). Optimum storage volume of rooftop rainwater harvesting systems for domestic use. *Journal of the American Water Resources Association*, 40(4), 901–912. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2004.tb01552.x>
- Litofsky, A. L. E., & Jennings, A. A. (2014). Evaluating rain barrel storm water management effectiveness across climatographic zones of the United States. *Journal of Environmental Engineering*, 140(3), 223–224. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EE.1943-7870.0000850](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000850)
- Mahmoud, S. H., Adamowski, J., Alazba, A. A., & El-Gindy, A. M. (2016). Rainwater harvesting for the management of agricultural droughts in arid and semi-arid regions. *Paddy and Water Environment*, 14, 231–246. <https://doi.org/10.1007/s10333-015-0492-7>
- Melville-Shreeve, P., Ward, S., & Butler, D. (2016). Rainwater harvesting typologies for UK houses: A multi-criteria analysis of system configurations. *WaterSA*, 42(4), 561–571. <https://doi.org/10.4314/wsa.v42i4.11>
- Mitchell, V. G. (2007). How important is the selection of computational analysis method to the accuracy of rainwater tank behaviour modelling. *Hydrological Processes*, 21(21), 2850–2861. <https://doi.org/10.1002/hyp.6795>
- Nnaji, C. C., Emenike, P. C., & Tenebe, I. T. (2017). An optimization approach for assessing the reliability of rainwater harvesting. *Water Resources Management*, 31, 2011–2024. <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1634-z>
- Okoye, C. O., Solyali, O., & Akıntuğ, B. (2015). Optimal sizing of storage tanks in domestic rainwater harvesting systems: A linear programming approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 104, 131–140. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.08.005>
- Palla, A., Gnecco, I., & La Barbera, P. (2017). The impact of domestic rainwater harvesting systems in storm water runoff mitigation at the urban block scale. *Journal of Environmental Management*, 191, 297–305. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.01.020>
- Putri, F. K., Hidayah, E., & Ma'ruf, M.F. (2023). Enhancing stormwater management with low impact development (LID): A review of the rain barrel, bioretention, and permeable pavement applicability in Indonesia. *Water Science & Technology*, 87(9), 2345–2361. <https://doi.org/10.2166/wst.2023.095>
- 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 Syiah Kuala University. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 13(2), 258–266. <https://doi.org/10.29244/jpsl.13.2.258-266>

- Sahani, S., Fletcher, T. D., & Cook, P. L. M. (2019). A multi-criteria evaluation of green roofs and rainwater harvesting for urban flood mitigation. *Journal of Environmental Management*, 230, 91–103. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.058>
- Steffen, J., Jensen, M., Pomeroy, C. A., & Burian, S. J. (2013). Water supply and stormwater management benefits of residential rainwater harvesting in U.S. cities. *Journal of the American Water Resources Association*, 49(4), 810–824. <https://doi.org/10.1111/jawr.12100>
- Xu, J., Dai, J., Wu, X., Gao, A., Tan, Y., & Wang, Y. (2023). Urban rainwater utilization: A review of management modes and harvesting systems. *Frontiers in Environmental Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1025665>