



## Research Article

# Perancangan Pemanenan Hujan untuk Penyediaan Air Bersih dan Pengurangan Aliran Permukaan di Pasar Datah Manuah

I Made Kamiana<sup>1,\*</sup>, Allan Restu Jaya<sup>1</sup>, and Ozy Saputera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya, Indonesia

Received: 29 July 2025, Accepted: 3 March 2026, Published: 25 June 2026

## Abstract

Pasar Datah Manuah is one of the largest traditional markets in Palangka Raya. During heavy rainfall with a long duration, the water level in the drainage channels outside the market area rises quickly, while the drainage channels inside the market building often experience flooding. This situation leads to ponding in several areas of the market courtyard. One alternative solution to this problem is the implementation of a rainwater harvesting system. This study aims to design rainwater storage components for three large buildings in Pasar Datah Manuah. The rainwater storage is designed to serve as an alternative source of clean water while also reducing peak surface runoff. The storage volume is designed by comparing the cumulative rainwater supply with the cumulative clean water demand. Peak surface runoff analysis uses the Rational Method. The study results show that to meet the daily clean water needs for the three buildings with a floor area of 4,806 m<sup>2</sup>, a rainwater storage volume of 74.87 m<sup>3</sup> is required. The study also indicates that the average peak surface runoff, calculated at two drainage outlets in the market courtyard, reaches 0.36 m<sup>3</sup>/s without the rainwater harvesting scenario. With the rainwater harvesting scenario, the average peak runoff decreases to 0.27 m<sup>3</sup>/s. In other words, under the rainwater harvesting scenario, the average peak surface runoff at the market courtyard outlets decreases by 25.95%.

© 2026 published by Universitas Sriwijaya

**Keywords:** rainwater harvesting, rainwater storage volume, surface runoff

## 1. PENDAHULUAN

Kota Palangka Raya memiliki beberapa pasar tradisional yang tergolong cukup besar apabila dilihat dari luas bangunannya. Salah satu pasar tradisional yang dimaksud itu bernama Pasar Datah Manuah. Bangunan gedung pasar ini, bagian depan menghadap Jalan Yos Sudarso, bagian tengah menghadap Jalan Pangeran Samudra, dan bagian belakang menghadap Jalan Patimura.

Bangunan gedung yang ada di dalam pasar ini yaitu bangunan gedung pasar, bangunan gedung terminal, bangunan gedung tempat ibadah, dan bangunan gedung tempat penampungan sampah sementara.

Untuk bangunan penunjang, di pasar ini terdapat jaringan jalan, jaringan listrik, jaringan drainase, dan jaringan pipa air bersih milik Perusahaan Umum Daerah Air Minum (PERUMDAM).

Bangunan gedung pasar di Pasar Datah Manuah terdiri dari tiga buah dengan data sebagai berikut: bangunan pertama berada di bagian depan lahan

pasar, dalam penelitian ini disebut gedung 1 merupakan gedung dua lantai dengan luas lantai 2025 m<sup>2</sup> dan luas proyeksi atap 1125 m<sup>2</sup>; bangunan kedua berada di bagian tengah lahan pasar atau gedung 2 juga merupakan gedung dua lantai dengan luas lantai 2025 m<sup>2</sup> dan luas proyeksi atap 1125 m<sup>2</sup>; bangunan ketiga berada di bagian belakang lahan pasar atau gedung 3 merupakan gedung satu lantai dengan luas lantai 756 m<sup>2</sup> dan luas proyeksi atap 840 m<sup>2</sup>.

Jaringan drainase yang ada di dalam area Pasar Datah Manuah terdiri dari saluran drainase di sekeliling bangunan gedung pasar dan saluran drainase di halaman pasar. Saluran drainase gedung pasar tidak terhubung dengan baik ke saluran drainase di halaman pasar. Demikian juga saluran drainase di halaman pasar tidak terhubung dengan baik ke saluran drainase sekunder di luar area pasar yaitu saluran drainase sekunder di Jalan Yos Sudarso dan Jalan Patimura. Saluran-saluran drainase tersebut berfungsi sebagai penyalur air hujan dan air limbah domestik. Ketika hujan lebat dengan durasi lama, saluran drainase di sekeliling bangunan gedung pasar

banjir dan menimbulkan genangan-genangan di halaman pasar. Bersamaan dengan terjadi banjir dan genangan di dalam area pasar, muka air saluran drainase sekunder di luar area pasar dan saluran drainase primer di Jalan Pangeran Samudra cepat naik. Mengenai sumber air bersih di Pasar Datah Manuah ada dua yaitu dari PERUMDAM dan dari air tanah.

Dengan mempertimbangkan luas atap bangunan di Pasar Datah Manuah yang cukup besar, pemanenan hujan melalui sistem atap menjadi solusi alternatif yang menarik untuk mengatasi banjir dan genangan di kawasan tersebut. Apabila sistem ini diterapkan, rumusan masalahnya adalah: berapa volume penyimpanan air hujan yang diperlukan?

Pemanenan hujan merupakan upaya untuk mengumpulkan air hujan, kemudian air hujan yang terkumpul tersebut digunakan untuk tujuan-tujuan tertentu [1], [2]. Hingga saat ini dikenal dua sistem pemanenan hujan, yaitu pemanenan hujan sistem atap apabila menggunakan atap bangunan sebagai komponen penangkap air hujan, dan pemanenan hujan sistem permukaan tanah apabila menggunakan permukaan tanah sebagai komponen penangkap air hujan [3].

Baik pada sistem atap maupun sistem permukaan tanah, minimal tiga komponen yang harus ada pada sistem pemanenan hujan: komponen penangkap air hujan, komponen penyalur air hujan, dan komponen penyimpanan air hujan [4]. Komponen penyimpanan air hujan pada pada sistem atap dapat ditempatkan di atas permukaan tanah dan juga dapat ditempatkan di bawah permukaan tanah [5], [6], [7], [8].

Beberapa penelitian mengenai pemanenan hujan sistem atap untuk fungsi-fungsi tertentu, antara lain: (1) Pemanenan hujan sistem atap untuk fungsi irigasi tanaman di kawasan urban oleh Amrulloh, dkk. (2021) [9]. Hasil penelitiannya menjelaskan bahwa pemanfaatan air dari pemanenan hujan dapat menghemat pemakaian air dari sumber-sumber konvensional. (2) Desain pemanenan hujan sistem atap untuk fungsi alternatif penyediaan air bersih di lingkungan perumahan terutama untuk musim kemarau oleh Prihadi, dkk. (2019) [10]. Dijelaskan dalam hasil desainnya, bahwa untuk rumah type 54 dengan anggota keluarga berjumlah 5 orang diperlukan tangki dengan volume  $4 \text{ m}^3$  untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada musim kemarau selama 6 bulan. (3) Pemanenan hujan sistem atap untuk fungsi pembangkit daya listrik oleh Dorji, dkk. (2021) [11]. Dalam hasil penelitiannya, dijelaskan bahwa air hujan dengan debit 7,8 liter/detik yang disalurkan melalui pipa vertikal setinggi 17 m dari atap bangunan dapat menghasilkan daya listrik sebesar 600 watt. (4) Desain pemanenan hujan sistem atap untuk fungsi alternatif air bersih di lingkungan

kampus oleh Wigati, dkk. (2021) [12]. Berdasarkan desainnya, dijelaskan bahwa penggunaan air dapat dihemat rata-rata sebesar 41,12% per bulan.

Dari penelitian-penelitian sebelumnya, yang telah diuraikan di atas, belum ada yang secara spesifik mengkaji penerapan pemanenan hujan sebagai solusi pengurangan banjir dan genangan di pasar tradisional dengan kondisi drainase yang kompleks. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pemanenan hujan di Pasar Datah Manuah, Palangka Raya, khususnya merancang volume penyimpanan air hujan yang diperlukan untuk penyediaan air bersih harian, serta mengevaluasi puncak aliran permukaan tanpa dan dengan perancangan pemanenan hujan. Evaluasi dilakukan di outlet 1 dan outlet 2 halaman pasar (lihat Gambar 1).

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan tahun 2023 di Pasar Datah Manuah, Kota Palangka Raya, lokasinya seperti terlihat pada Gambar 1 - 4.



Gambar 1. Denah gedung pasar



Gambar 2. Gedung 1



Gambar 3. Gedung 2



Gambar 4. Gedung 3

Data penelitian terdiri dari data primer dan data sekunder. Lingkup data primer yaitu luas lahan pasar, luas bangunan gedung pasar, serta tata letak jaringan drainase di sekeliling lahan pasar. Sedangkan lingkup data sekunder yaitu data hujan harian, data hujan bulanan, dan data hujan harian wilayah. Data hujan harian diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Palangka Raya dan dari Balai Wilayah Sungai Kalimantan II Palangka Raya. Data hujan harian maupun bulanan yang dikumpulkan merupakan data hujan yang tercatat selama 10 tahun dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2022 pada tiga stasiun atau pos hujan, yaitu Stasiun Meteorologi Palangka Raya, Pos Hujan Bukit Tunggal, dan Pos Hujan Kalampangan. Sementara itu, untuk data hujan harian wilayah diambil dari hasil analisis yang dilakukan oleh Maisarah, dkk. (2023) [13].

Tahapan analisis dan perhitungan dalam penelitian ini meliputi: perhitungan kebutuhan air bersih, perhitungan suplai air hujan, perhitungan volume bak penyimpanan air hujan, perhitungan puncak aliran permukaan tanpa dan dengan skenario perancangan pemanenan hujan. Di bawah ini diuraikan lebih rinci dari tiap-tiap tahapan:

1) Perhitungan kebutuhan air bersih

Menurut Ditjen Cipta Karya (1998) [14], kebutuhan air bersih untuk pasar dapat ditentukan berdasarkan luas bangunan gedung pasar, yaitu 12000 liter/hektar/hari. Dalam penelitian ini, kebutuhan air bersih per hari dihitung berdasarkan Persamaan (1). Persamaan

ini diadaptasi dari Badan Standarisasi Nasional (2015) [15].

$$B = D \times A \quad (1)$$

dimana:

$B$  = kebutuhan air bersih per hari (liter atau  $m^3$ ).

$D$  = kebutuhan air bersih per hektar per hari pada bangunan pasar = 12000 liter/hektar =  $12 m^3/hektar = 0,0012 m^3/m^2$ .

$A$  = luas lantai bangunan gedung pasar (hektar atau  $m^2$ ).

2) Perhitungan suplai air hujan

Perhitungan ini dimaksudkan untuk mengetahui volume air hujan yang dapat dipanen. Data yang digunakan dalam analisis adalah data hujan harian yang terdapat pada data hujan bulanan maksimum. Untuk menghitung suplai air hujan per hari digunakan Persamaan (2). Persamaan ini diadaptasi dari Suprayogi, et. al (2016) [16], Ali, dkk. (2017) [17], Kakoulas, et. al (2022) [18].

$$S = A \times M \times F \quad (2)$$

dimana:

$S$  = adalah uplai air hujan per hari ( $m^3$ ).

$M$  = curah hujan harian pada hujan bulanan maksimum (mm).

$A$  = luas tangkapan air hujan atau sama dengan proyeksi luas atap bangunan gedung pasar ( $m^2$ ),  $F$  adalah faktor efisiensi dengan kisaran 60%-95% [9], dalam penelitian ini nilai  $F$  ditetapkan sebesar 95% [10], [17], [18].

3) Perhitungan volume penyimpanan air hujan

Perhitungan volume penyimpanan air hujan dilakukan berdasarkan prinsip keseimbangan air atau neraca air antara suplai air hujan dan kebutuhan air [19]. Oleh karena itu, perhitungan volume penyimpanan air hujan dilakukan setelah diketahui hasil perhitungan suplai air hujan dan kebutuhan air bersih. Tahapan rinci perhitungan volume penyimpanan air hujan sebagai berikut:

- Menghitung suplai air hujan per hari dan kumulatif per bulan.
- Menghitung kebutuhan air bersih per hari dan kumulatif per bulan.
- Mengurangkan suplai air hujan kumulatif per bulan dengan kebutuhan air bersih kumulatif per bulan.
- Memilih hasil pengurangan terkecil dan terbesar pada langkah perhitungan butir c.
- Menjumlahkan hasil pengurangan terkecil dan terbesar pada langkah perhitungan butir d. Dari penjumlahan ini didapat volume penyimpanan air hujan per bulan.

- f. Ubah volume penyimpanan air hujan per bulan menjadi per hari.
- g. Volume penyimpanan air hujan per hari dikalikan faktor kemananan untuk mendapatkan rancangan volume air hujan per hari.
- 4) Perhitungan kapasitas penyimpanan air hujan  
Kapasitas rancangan volume air hujan per hari dihitung dengan Persamaan (3).

$$Q_{Rv} = \frac{R_v}{t_c} \quad (3)$$

dimana:

$Q_{Rv}$  = kapasitas rancangan volume air hujan per hari ( $m^3/detik$ ), oleh karena penyimpanan air hujan ini ditempatkan di gedung 1, gedung 2, dan gedung 3 maka simbol  $Q_{Rv}$  untuk gedung 1 ditulis  $Q_{Rv1}$ , untuk gedung 2 ditulis  $Q_{Rv2}$ , untuk gedung 3 ditulis  $Q_{Rv3}$ .

$R_v$  = rancangan volume penyimpanan air hujan per hari yang sudah dikalikan dengan faktor kemananan ( $m^3$ ).

$t_c$  = waktu konsentrasi pada atap gedung ( $detik$ ), dihitung dengan Metode Kirpich [20].

- 5) Perhitungan hujan rencana  
Data yang digunakan dalam perhitungan hujan rencana adalah hujan wilayah. Data hujan didapatkan dari perhitungan menggunakan Metode Poligon Thiessen [21]. Perhitungan hujan rencana dilakukan dengan distribusi probabilitas Normal [21] atau Persamaan (4).

$$X_T = \bar{X} + S_d K \quad (4)$$

dimana:

$X_T$  = hujan rencana (mm).

$\bar{X}$  = rata-rata hujan wilayah (mm).

$S_d$  = standar deviasi.

$K$  = faktor frekwensi.

Kesesuaian hasil perhitungan hujan rencana dengan distribusi probabilitas Normal diuji dengan Metode Chi-Kuadrat dan Metode Smirnov- Kolmogorov [22].

- 6) Perhitungan puncak aliran permukaan dari atap gedung  
Puncak aliran permukaan dari atap gedung dihitung dengan menggunakan Metode Rasional [24], [25], [26] atau Persamaan (5).

$$Q_r = 0,278 C x I x A \quad (5)$$

dimana:

$Q_r$  = puncak aliran permukaan ( $m^3/detik$ ); simbol  $Q_r$  dari atap gedung ditulis  $Q_{rd}$ ; karena ada 3 gedung maka  $Q_{rd}$  untuk gedung 1 simbol  $Q_{rd1}$ , untuk gedung 2

ditulis  $Q_{rd2}$ , dan untuk gedung 3 ditulis  $Q_{rd3}$ .

$C$  = koefisien aliran permukaan

$I$  = intensitas hujan (mm/jam); intensitas hujan dihitung dengan Metode Mononobe [23]; data yang digunakan dalam perhitungan nilai  $I$  adalah  $\bar{X}$  dan  $t_c$ .

$A$  = luas tangkapan hujan ( $km^2$ )

- 7) Pengecekan nilai  $Q_{Rv}$  terhadap nilai  $Q_{rd}$   
Syarat yang harus terpenuhi:  $Q_{Rv1} > Q_{rd1}$ ;  $Q_{Rv2} > Q_{rd2}$ ;  $Q_{Rv3} > Q_{rd3}$ . Apabila syarat ini terpenuhi artinya rancangan volume penyimpanan air hujan tidak meluap. Apabila syarat tidak terpenuhi maka rancangan volume penyimpanan air hujan perlu diperbesar.
- 8) Perhitungan puncak aliran permukaan tanpa skenario perancangan pemanenan hujan  
Titik outlet puncak aliran permukaan yang ditinjau terletak di outlet 1 dan outlet 2 (lihat Gambar 1). Puncak aliran permukaan atau  $Q_r$  dihitung dengan Persamaan (5). Simbol  $Q_r$  untuk outlet 1 ditulis  $Q_{r1}$  dan untuk outlet 2 ditulis  $Q_{r2}$ .
- 9) Perhitungan puncak aliran permukaan dengan skenario perancangan pemanenan hujan  
Simbol untuk puncak aliran permukaan dengan skenario perancangan hujan ditulis  $Q_{r'}$ . Karena ada dua outlet maka simbol  $Q_{r'}$  untuk outlet 1 ditulis  $Q_{r1'}$  dan untuk outlet 2 ditulis  $Q_{r2'}$ . Perhitungan  $Q_{r1'}$  dilakukan dengan Persamaan (6), dan perhitungan  $Q_{r2'}$  dilakukan dengan Persamaan (7).

$$Q_{r1'} = Q_{r1} - Q_{rd1} - Q_{rd2} \quad (6)$$

dimana:

$Q_{r1'}$  = puncak aliran permukaan dengan skenario perancangan pemanenan hujan di outlet 1 ( $m^3/detik$ ).

$Q_{r1}$  = puncak aliran permukaan tanpa skenario pemanenan hujan di outlet 1 halaman pasar ( $m^3/detik$ ).

$Q_{rd1}$  = puncak aliran permukaan dari atap gedung 1 ( $m^3/detik$ ).

$Q_{rd2}$  = puncak aliran permukaan dari atap gedung 2 ( $m^3/detik$ ).

$$Q_{r2'} = Q_{r2} - Q_{rd3} \quad (7)$$

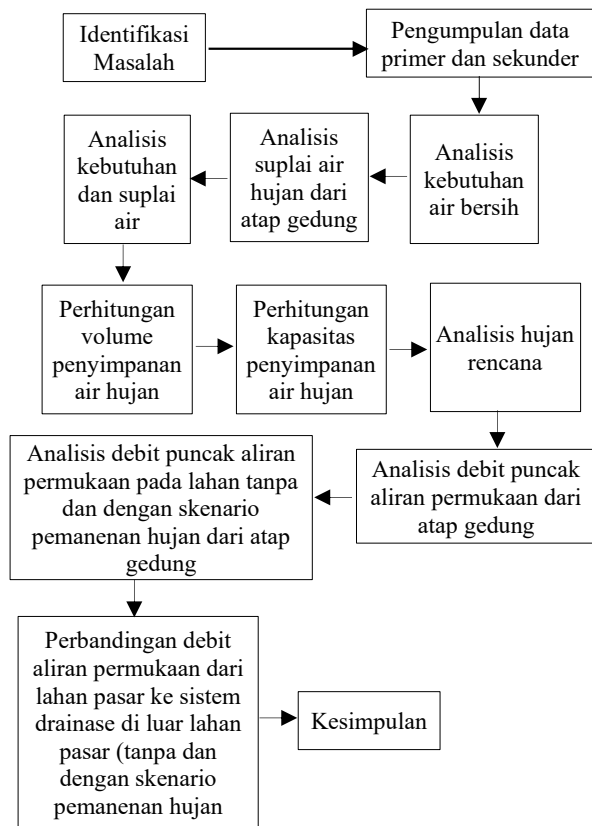
dimana:

$Q_{r2'}$  = puncak aliran permukaan dengan skenario perancangan pemanenan hujan di outlet 2 ( $m^3/detik$ ).

$Q_{r2}$  = puncak aliran permukaan tanpa skenario pemanenan hujan di outlet 2 halaman pasar ( $m^3/detik$ ).

$Q_{rd3}$  = puncak aliran permukaan dari atap gedung 3 ( $m^3/detik$ ).

Alur penelitian mulai dari pengumpulan data hingga analisis data dan perhitungan-perhitungan serta pembahasan dalam penelitian ini, secara garis besar ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Alur penelitian perancangan pemanenan air hujan di Pasar Datar Manuah Kota Palangka Raya

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kebutuhan Air Bersih dan Suplai Air Hujan

Kebutuhan air bersih per hari ( $B$ ) untuk tiap-tiap bangunan gedung pasar telah dihitung dengan menggunakan Persamaan (1), hasilnya lihat Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan kebutuhan air bersih per Hari ( $B$ )

| Gedung | $B$ (m <sup>3</sup> ) |
|--------|-----------------------|
| 1      | 2,43                  |
| 2      | 2,43                  |
| 3      | 0,91                  |

Perhitungan suplai air hujan ( $S$ ) yang dilakukan berdasarkan Persamaan (2) memerlukan data luas tangkapan hujan ( $A$ ), dan data hujan harian ( $M$ ) pada hujan bulanan maksimum. Data tentang  $A$  pada Gedung 1, 2, dan 3 tercantum Tabel 2.

Tabel 2. Data luas tangkapan hujan ( $A$ )

| Gedung   | $A$ (m <sup>2</sup> ) |
|----------|-----------------------|
| Gedung 1 | 1125                  |
| Gedung 2 | 1125                  |
| Gedung 3 | 840                   |

Pemilihan nilai  $M$  yang akan digunakan sebagai salah satu data untuk perhitungan nilai  $S$  dilakukan dengan terlebih dahulu menghimpun data hujan bulanan maksimum dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2021, hasilnya tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Data hujan bulanan maksimum (mm)

| Tahun | Stasiun Palangka Raya | Stasiun Bukit Tunggul | Stasiun Bereng Bengkel |
|-------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 2012  | 475,5                 | 496,9                 | 83,8                   |
| 2013  | 426,6                 | 667,1                 | 15,3                   |
| 2014  | 605,8                 | 577,9                 | 54,6                   |
| 2015  | 467,0                 | 395,4                 | 419,9                  |
| 2016  | 442,8                 | 625,3                 | 292,6                  |
| 2017  | 475,7                 | 396,6                 | 395,0                  |
| 2018  | 476,0                 | 506,9                 | 438,0                  |
| 2019  | 481,0                 | 560,3                 | 405,0                  |
| 2020  | 382,8                 | 423,4                 | 437,4                  |
| 2021  | 441,6                 | 426,0                 | 456,7                  |

Berdasarkan Tabel 3, dipilih data hujan bulanan maksimum yaitu sebesar 667,1 mm yang tercatat pada tahun 2013 bulan Februari di stasiun/pos hujan Bukit Tunggul. Selanjutnya, nilai  $M$  yang terdapat pada data hujan bulanan maksimum tersebut disajikan pada Tabel 4 kolom 2.

Dengan memasukkan nilai  $A$ , nilai  $M$ , dan nilai  $F$  pada tiap-tiap bangunan gedung pasar ke Persamaan (2) maka didapat nilai  $S$ . Berdasarkan nilai  $S$  ini dihitung nilai  $S$  kumulatif ( $SK$ ). Demikian juga setelah diketahui nilai  $B$ , selanjutnya dihitung nilai  $B$  kumulatif ( $BK$ ). Kemudian dilakukan perhitungan selisih antara  $SK$  dengan  $BK$  atau  $SK-BK$  untuk gedung 1, gedung 2, dan gedung 3 seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan  $S$  Kumulatif ( $SK$ ) –  $B$  Kumulatif ( $BK$ ) pada gedung 1, 2, dan 3

| Tanggal | $M$ (mm) | $SK-BK$ gedung 1 | $SK-BK$ gedung 2 | $SK-BK$ gedung 3 |
|---------|----------|------------------|------------------|------------------|
| 1       | 76,6     | 75,13            | 75,13            | 57,00            |
| 2       | 52,8     | 126,16           | 126,16           | 96,01            |
| 3       | -        | 123,73           | 123,73           | 95,10            |
| 4       | -        | 121,30           | 121,30           | 94,20            |
| 5       | 123      | 243,41           | 243,41           | 186,28           |
| 6       | 26,7     | 268,01           | 268,01           | 205,56           |
| 7       | -        | 265,58           | 265,58           | 204,65           |
| 8       | 1,7      | 264,87           | 264,87           | 205,03           |
| 9       | 7,5      | 270,03           | 270,03           | 209,79           |
| 10      | 60,6     | 328,96           | 328,96           | 254,70           |
| 11      | 16,8     | 343,54           | 343,54           | 266,49           |
| 12      | 5,8      | 346,98           | 346,98           | 269,97           |
| 13      | -        | 344,55           | 344,55           | 269,06           |
| 14      | 5,3      | 347,49           | 347,49           | 272,16           |
| 15      | 129,7    | 476,38           | 476,38           | 369,31           |
| 16      | 18,9     | 493,09           | 493,09           | 382,69           |
| 17      | 30,1     | 521,13           | 521,13           | 404,54           |
| 18      | -        | 518,70           | 518,70           | 403,63           |
| 19      | 18       | 534,50           | 534,50           | 416,33           |

| Tanggal | M (mm) | SK-BK<br>gedung 1 | SK-BK<br>gedung 2 | SK-BK<br>gedung 3 |
|---------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 20      | 66     | 598,89            | 598,89            | 465,32            |
| 21      | 25     | 621,78            | 621,78            | 483,31            |
| 22      | 0,8    | 620,16            | 620,16            | 483,01            |
| 23      | -      | 617,73            | 617,73            | 482,10            |
| 24      | -      | 615,30            | 615,30            | 481,19            |
| 25      | -      | 612,87            | 612,87            | 480,29            |
| 26      | -      | 610,44            | 610,44            | 479,38            |
| 27      | -      | 608,01            | 608,01            | 478,47            |
| 28      | 2,1    | 607,70            | 607,70            | 479,15            |
| 29      | -      | 605,27            | 605,27            | 478,25            |
| 30      | -      | 602,84            | 602,84            | 477,34            |

### Volume Penyimpanan Air Hujan

Berdasarkan Tabel 4 dapat ditentukan nilai  $SK - BK$  maksimum dan nilai  $SK - BK$  minimum pada tiap-tiap gedung, hasilnya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai  $SK-BK$  maksimal atau  $a$  dan  $SK-BK$  minimal atau  $b$  pada Gedung 1, 2, dan 3

| Gedung | Nilai $a$<br>( $m^3$ ) | Nilai $b$<br>( $m^3$ ) |
|--------|------------------------|------------------------|
| 1      | 621,78                 | 75,13                  |
| 2      | 621,78                 | 75,13                  |
| 3      | 483,31                 | 57,00                  |

Selanjutnya, berdasarkan nilai  $a$  dan nilai  $b$  pada Tabel 5 dihitung:

- 1) Volume penyimpanan air hujan per bulan atau  $c$  dengan Persamaan (8):

$$c = a + b \quad (8)$$

- 2) Volume penyimpanan air hujan per hari atau  $d$  dengan Persamaan (9):

$$d = \frac{c}{31} \quad (9)$$

- 3) Volume penyimpanan air hujan yang dikalikan dengan faktor keamanan ( $R_v$ ).
- 4) Hasil perhitungan nilai  $c$ ,  $d$ , dan  $R_v$  tercantum pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai  $c$ ,  $d$ , serta nilai  $R_v$  pada Gedung 1 ( $R_{v1}$ ), Gedung 2 ( $R_{v2}$ ), dan Gedung 3 ( $R_{v3}$ )

| Nilai                             | Gedung |        |        |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|
|                                   | 1      | 2      | 3      |
| $c$ ( $m^3$ )                     | 696,90 | 696,90 | 540,90 |
| $d$ ( $m^3$ )                     | 22,48  | 22,48  | 17,43  |
| $R_{v1} = d \times 1,2$ ( $m^3$ ) | 26,98  | -      | -      |
| $R_{v2} = d \times 1,2$ ( $m^3$ ) | -      | 26,98  | -      |
| $R_{v3} = d \times 1,2$ ( $m^3$ ) | -      | -      | 20,92  |

### Kapasitas Penyimpanan Air Hujan

Kapasitas penyimpanan air hujan ( $Q_{Rv}$ ) untuk gedung 1, gedung 2, dan gedung 3 telah dihitung dengan Persamaan (3). Nilai  $t_c$  pada Persamaan (3) dihitung dengan metode Kirpich. Data untuk

perhitungan  $t_c$  yaitu panjang aliran ( $L$ ) dan data kemiringan permukaan atap gedung ( $S$ ). Data  $L$  untuk gedung 1 = 70 m, gedung 2 = 70 m, dan gedung 3 = 58 m. Data  $S$  untuk gedung 1 = 0,001, gedung 2 = 0,001, dan gedung 3 = 0,001. Hasil perhitungan  $Q_{Rv}$  untuk gedung 1, 2, 3 tercantum pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai  $Q_{Rv}$  pada gedung 1 ( $Q_{Rv1}$ ), gedung 2 ( $Q_{Rv2}$ ), dan gedung 3 ( $Q_{Rv3}$ )

| Nilai                     | Gedung |        |        |
|---------------------------|--------|--------|--------|
|                           | 1      | 2      | 3      |
| $R_v$ ( $m^3$ )           | 26,98  | 26,98  | 20,92  |
| $t_c$ (detik)             | 440,47 | 440,47 | 381,09 |
| $Q_{rv1}$ ( $m^3$ /detik) | 0,061  | -      | -      |
| $Q_{rv2}$ ( $m^3$ /detik) | -      | 0,061  | -      |
| $Q_{rv3}$ ( $m^3$ /detik) | -      | -      | 0,055  |

### Hujan Rencana

Perhitungan hujan rencana ( $X_T$ ) menggunakan data hujan wilayah. Hujan wilayah ini diperoleh dari analisis menggunakan Metode Poligon Thiessen. Data yang digunakan dalam analisis data hujan wilayah adalah data hujan harian maksimum dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2021 yang tercatat pada Stasiun Meteorologi Palangka Raya, Pos Hujan Bukit Tunggal, dan Pos Hujan Kalampangan. Parameter statistik hujan wilayah yaitu: rata-rata hujan wilayah atau  $\bar{X} = 133,94$  mm, standar deviasi atau  $S_d = 28,88$ ; koefisien skewness atau  $C_s = 0,47$ ; dan koefisien kurtosis atau  $C_k = 3,28$  [13]. Berdasarkan nilai  $C_s$  dan  $C_k$  tersebut, selanjutnya dihitung  $X_T$  berperiode ulang 5 tahun menggunakan Persamaan (4). Hasil perhitungan  $X_T = 158,20$  mm.

### Puncak Aliran Permukaan dari Atap Gedung

Puncak aliran permukaan dari atap gedung atau  $Q_{rd}$  dihitung dengan Persamaan (5). Data masukan dalam perhitungan yaitu nilai  $C$ ,  $I$ , dan  $A$ . Nilai  $C$  dalam penelitian ini adalah nilai  $C$  untuk atap bangunan = 0,95. Nilai  $I$  dihitung dengan metode Mononobe, periode ulang ( $T$ ) = 5 tahun. Data perhitungan  $I$  yaitu nilai  $X_T = 158,20$  mm dan nilai  $t_c$  pada Tabel 7. Dalam perhitungan nilai  $Q_{rd}$ , satuan nilai  $t_c$  pada Tabel 7 diubah menjadi satuan jam. Hasil perhitungan  $Q_{rd}$  tercantum pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai  $Q_{rd}$  pada Gedung 1 ( $Q_{rd1}$ ), Gedung 2 ( $Q_{rd2}$ ), dan Gedung 3 ( $Q_{rd3}$ )

| Nilai                     | Gedung   |          |         |
|---------------------------|----------|----------|---------|
|                           | 1        | 2        | 3       |
| $C$                       | 0,95     | 0,95     | 0,95    |
| $I$ (mm/jam)              | 222,534  | 222,534  | 245,087 |
| $A$ ( $km^2$ )            | 0,001125 | 0,001125 | 0,00084 |
| $Q_{rd1}$ ( $m^3$ /detik) | 0,0661   | -        | -       |
| $Q_{rd2}$ ( $m^3$ /detik) | -        | 0,0661   | -       |
| $Q_{rd3}$ ( $m^3$ /detik) | -        | -        | 0,0544  |

Apabila dibandingkan antara kapasitas penyimpanan air hujan atau  $Q_{Rv}$  yang tercantum pada Tabel 7 dan puncak aliran permukaan dari atap gedung atau  $Q_{rd}$  yang tercantum pada Tabel 8, terlihat bahwa nilai  $Q_{Rv\ 1} > Q_{rd1}$ ;  $Q_{Rv\ 2} > Q_{rd2}$ ;  $Q_{Rv\ 3} > Q_{rd3}$ . Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas penyimpanan air hujan pada gedung 1, gedung 2, dan gedung 3 tidak meluap pada hujan dengan periode ulang 5 tahun. Dengan kata lain, pada periode ulang hujan ( $T$ ) = 5 tahun, rancangan volume penyimpanan air hujan ( $R_v$ ) yang tercantum pada Tabel 6 masih cukup, jadi tidak perlu diperbesar.

### Puncak Aliran Permukaan Tanpa Skenario Perancangan Pemanenan hujan

Berdasarkan Persamaan (5) telah dihitung puncak aliran permukaan tanpa skenario perancangan pemanenan hujan di outlet 1 ( $Q_{r1}$ ) maupun di outlet 2 ( $Q_{r2}$ ). Data masukan dalam perhitungan yaitu nilai  $C$ ,  $I$ , dan  $A$ . Nilai  $C$  dalam penelitian ini sebesar 0,825. Nilai  $C$  ini merupakan nilai  $C$  rata-rata pada lahan dengan peruntukan sebagai kawasan perdagangan. Nilai  $I$  dihitung dengan metode Mononobe. Periode ulang ( $T$ ) = 5 tahun. Data masukan dalam perhitungan  $I$  yaitu nilai  $X_T = 158,20$  mm dan nilai  $t_c$ . Nilai  $t_c$  dihitung dengan metode Kirpich. Data masukan dalam perhitungan  $t_c$  yaitu panjang aliran pada lahan ( $L$ ) dan data kemiringan permukaan lahan ( $S$ ). Untuk outlet 1, data  $L = 181,94$  m dan data  $S = 0,005$ . Untuk outlet 2, data  $L = 127,62$  m dan data  $S = 0,005$ . Hasil perhitungan  $Q_r$  pada outlet 1 dan outlet 2 tercantum pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai  $Q_r$  pada outlet 1 ( $Q_{r1}$ ) dan outlet 2 ( $Q_{r2}$ )

| Outlet | $C$   | $I$ (mm/jam) | $A$ (km <sup>2</sup> ) | $Q_{r1}$<br>(m <sup>3</sup> /detik) | $Q_{r2}$<br>(m <sup>3</sup> /detik) |
|--------|-------|--------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1      | 0,825 | 205,993      | 0,0089                 | 0,4512                              | -                                   |
| 2      | 0,825 | 247,122      | 0,0045                 | -                                   | 0,2679                              |

### Puncak Aliran Permukaan Dengan Skenario Perancangan Pemanenan Hujan

Perhitungan puncak aliran permukaan dengan skenario perancangan pemanenan hujan atau  $Q_{r'}$  telah dilakukan. Perhitungan  $Q_{r'}$  di outlet 1 ( $Q_{r1'}$ ) dilakukan dengan Persamaan (6), dan perhitungan  $Q_{r'}$  di outlet 2 ( $Q_{r2'}$ ) dilakukan dengan Persamaan (7). Hasil perhitungan tercantum pada Tabel 10 - 11.

Tabel 10. Nilai  $Q_{r'}$  di outlet 1 ( $Q_{r1'}$ )

| $Q_{r1}$<br>(m <sup>3</sup> /detik) | $Q_{rd1}$<br>(m <sup>3</sup> /detik) | $Q_{rd2}$<br>(m <sup>3</sup> /detik) | $Q_{r1'} = Q_{r1} - Q_{rd1} - Q_{rd2}$<br>(m <sup>3</sup> /detik) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 0,4512                              | 0,0661                               | 0,0661                               | 0,3190                                                            |

Tabel 11. Nilai  $Q_{r'}$  di outlet 2 ( $Q_{r2'}$ )

| $Q_{r2}$<br>(m <sup>3</sup> /detik) | $Q_{rd3}$<br>(m <sup>3</sup> /detik) | $Q_{r2'} = Q_{r2} - Q_{rd3}$<br>(m <sup>3</sup> /detik) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 0,2679                              | 0,0544                               | 0,2135                                                  |

### Debit Aliran Permukaan dari Lahan Pasar ke Sistem Drainase di Luar Lahan Pasar

Berdasarkan Tabel 9 - 11, selanjutnya disajikan perbandingan debit aliran permukaan dari lahan pasar ke sistem drainase di luar lahan pasar, baik tanpa maupun dengan skenario pemanenan hujan melalui atap gedung pasar (lihat Tabel 12).

Tabel 12. Perbandingan debit aliran permukaan dari lahan pasar ke sistem drainase di luar lahan pasar melalui outlet 1 dan 2

| Outlet | Kondisi                | Debit<br>(m <sup>3</sup> /detik) | Penurunan<br>(%) |
|--------|------------------------|----------------------------------|------------------|
| 1      | Tanpa pemanenan hujan  | 0,4512                           | 29,31            |
|        | Dengan pemanenan hujan | 0,3190                           |                  |
| 2      | Tanpa pemanenan hujan  | 0,2679                           | 20,30            |
|        | Dengan pemanenan hujan | 0,2135                           |                  |

Berdasarkan Tabel 12, pada kondisi tanpa pemanenan hujan, debit aliran permukaan dari lahan pasar ke sistem drainase di luar lahan pasar melalui outlet 1 sebesar 0,4512 m<sup>3</sup>/detik dan menurun menjadi 0,3190 m<sup>3</sup>/detik setelah diterapkan pemanenan hujan melalui atap gedung 1 dan 2, atau berkurang sebesar 29,31%. Pada outlet 2, penerapan pemanenan hujan melalui atap gedung 3 menurunkan debit dari 0,2679 m<sup>3</sup>/detik menjadi 0,2135 m<sup>3</sup>/detik, atau sebesar 20,30%. Hasil ini menunjukkan bahwa rancangan pemanenan hujan di Pasar Datar Manuah tidak hanya berfungsi sebagai alternatif sumber air bersih, tetapi juga berpotensi mengurangi debit aliran permukaan dari lahan pasar ke sistem drainase di luar lahan pasar, sehingga potensi banjir dapat berkurang.

Hasil penelitian perancangan pemanenan hujan di Pasar Datar Manuah ini sejalan dengan hasil-hasil penelitian terdahulu, yang pada intinya menyatakan bahwa pemanenan hujan dapat menurunkan puncak aliran permukaan. Penelitian-penelitian terdahulu itu antara lain penelitian yang dilakukan oleh Campisano, dkk. (2014) [27], Teston, dkk. (2018) [28], Wigati, dkk. (2021) [12], Palla & Gnecco (2022) [29], Kustyaningrum & Lasminto (2023) [30].

## 4. KESIMPULAN

Rancangan volume bak penyimpanan air hujan yang diperlukan untuk penyediaan air bersih harian di Pasar Datar Manuah, dengan luas lantai 4806 m<sup>2</sup>, adalah sebesar 74,87 m<sup>3</sup>. Volume bak penyimpanan air hujan ini diperkirakan mampu menampung puncak aliran permukaan dengan periode ulang 5 tahun dari tiga atap gedung pasar di Pasar Datar Manuah. Rancangan sistem pemanenan hujan melalui atap gedung di Pasar Datar Manuah diperkirakan mampu mengurangi puncak aliran permukaan di outlet 1 halaman pasar dari 0,4512 m<sup>3</sup>/detik menjadi 0,3190 m<sup>3</sup>/detik, atau turun sebesar

29,31%. Di outlet 2 halaman pasar, puncak aliran permukaan diperkirakan akan berkurang dari 0,2679 m<sup>3</sup>/detik menjadi 0,2135 m<sup>3</sup>/detik, atau turun sebesar 20,30%. Secara rata-rata, puncak aliran permukaan di outlet halaman pasar mengalami penurunan sebesar 25,95%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pengelola Pasar Datar Manuah, Kota Palangka Raya, atas izin melakukan tinjauan lapangan, serta kepada Balai Wilayah Sungai II Palangka Raya atas penyediaan data hujan.

## REFERENSI

- [1] N. W. E. Wijayanti and I. G. P. Eka Suryana, "Analisis Campuran Tanah Liat dan Batu Kapur Bukit Pecatu Sebagai Instrumen Pemanen dan Penampung Air Hujan," *Int. J. Nat. Sci. Eng.*, vol. 4, no. 3, pp. 122–133, 2021, doi: 10.23887/ijnse.v4i3.30861.
- [2] A. Wicaksono, I. M. Kamiana, and Nomeritae, "Simulasi Pemanenan Hujan dan Pengaruhnya terhadap Debit Drainase Primer di Jalan Pangeran Samudera, Palangka Raya," *J. Karajata Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 103–113, 2024.
- [3] J. Joleha et al., "Penerapan Teknologi Pemanenan Air Hujan Menuju Desa Mandiri Air Bersih di Pulau Merbau," in *Unri Conference Series: Community Engagement*, 2019, vol. 1, pp. 317–324. doi: 10.31258/unricsee.1.317-324.
- [4] I. Ali, Suhardjono, and A. P. Hendrawan, "Pemanfaatan Sistem Pemanenan Air Hujan (Rainwater Harvesting System) di Perumahan Bone Biru Indah Permai Kota Watampone dalam Rangka Penerapan Sistem Drainase Berkelanjutan," *J. Teknik Pengair.*, vol. 8, no. 1, pp. 26–38, 2017, doi: 10.21776/ub.jtp.2017.008.01.03.
- [5] P. Melville-Shreeve, S. Ward, and D. Butler, "Rainwater Harvesting Typologies for UK Houses: A Multi Criteria Analysis of System Configurations," *Water (Switzerland)*, vol. 8, no. 4, 2016, doi: 10.3390/w8040129.
- [6] J. Kartolo and E. Kusumawati, "Feasibility study of rainwater harvesting for domestic use (Case study: West Jakarta rainfall data)," in *AIP Conference Proceedings*, 2017, vol. 1903, no. November 2017. doi: 10.1063/1.5011618.
- [7] S. Utami, A. M. Nugroho, and Nikita, "Konservasi dengan rain water harvesting system sebagai solusi efektif bagi bangunan sekolah," *J. Pengelolaan Lingkung. Berkelanjutan (Journal Environ. Sustain. Manag.)*, vol. 3, no. 1, pp. 258–271, 2019, doi: 10.36813/jplb.3.1.258-271.
- [8] C. S. Silvia, M. Ikhsan, M. Safriani, and T. P. Gusmilia, "Efficiency Rainwater Harvesting at the Roof Campus Buildings," *Int. J. Eng. Sci. Information Technology*, vol. 1, no. 3, pp. 17–22, 2021.
- [9] F. Lupia, V. Baiocchi, K. Lelo, and G. Pulighe, "Exploring Rooftop Rainwater Harvesting Potential for Food Production in Urban Areas," *Agriculture*, vol. 7, no. 46, pp. 1–17, 2017, doi: 10.3390/agriculture7060046.
- [10] L. R. Prihadi, A. Yulistyorini, and M. Yono, "Desain Sistem Pemanenan Air Hujan Pada Rumah Hunian di Daerah Karst Kabupaten Malang," *J. Manaj. Aset Infrastruktur Fasilitas*, vol. 3, no. 1, pp. 59–74, 2019, doi: 10.12962/j26151847.v3i1.5163.
- [11] C. Dorji, T. Lhendup, U. Rinzin, S. Tenzin, and P. Dhendup, "Feasibility of Harvesting Rainwater for Power Generation," *Sukatha procedia*, no. August, pp. 1–12, 2021, doi: 10.32438/sa.120.3001.
- [12] R. Wigati, R. I. Kusuma, and F. Sabri, "Rainwater Harvesting System Planning and Design (Case Study: Female Dormitory Building, Campus E Untirta Sindangsari)," *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 17, no. 2, pp. 262–271, 2021, doi: 10.36055/tjst.v17i2.12406.
- [13] S. Maisarah, I. M. Kamiana, and A. R. Jaya, "Kapasitas Drainase dan Kualitas Air Drainase di Perumahan Bamaraya Kota Palangka Raya dalam Perspektif Teknis dan Persepsi Masyarakat," *Publ. Ris. Orientasi Tek. Sipil*, vol. 5, no. 2, 2023, doi: <https://doi.org/10.26740/proteksi.v5n2.p84-91>.
- [14] Ditjen Cipta Karya, "Petunjuk Teknis Perencanaan, Pelaksanaan, dan Pengawasan Pembangunan Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum," Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum, 1998.
- [15] Badan Standarisasi Nasional, "SNI 6718.1-2015:Penyusunan neraca sumber daya – Bagian 1: Sumber daya air spasial," 2015.
- [16] I. Suprayogi, Suwondo, and J. Asmura, "Sumbangan Curah Hujan Untuk Kebutuhan Air Bersih di Pulau-Pulau Kecil Menggunakan Teknologi Pemanenan Air Hujan Skala Individu," *Inersia*, vol. VIII, no. 2, 2016.
- [17] I. Ali, Suhardjono, and A. P. Hendrawan, "Pemanfaatan Sistem Pemanenan Air Hujan (Rainwater Harvesting System) di Perumahan Bone Biru Indah Permai Kota Watampone Dalam Rangka Penerapan Sistem Drainase Berkelanjutan," *J. Teknik Pengair.*, vol. 008, no. 01, pp. 26–38, 2017, doi: 10.21776/ub.jtp.2017.008.01.03.
- [18] D. A. Kakoulas, S. K. Goufopoulos, D. Koumparou, and D. E. Alexakis, "The Effectiveness of Rainwater Harvesting Infrastructure in a Mediterranean Island," *Water (Switzerland)*, vol. 14, no. 5, pp. 1–19, 2022, doi: 10.3390/w14050716.
- [19] M. I. Yekti, C. F. Bethania, and I. P. G. S. Pariartha, "Perancangan Rainwater Harvesting dengan Communal Rainwater Tank di Desa Baturunggit Kabupaten Karangasem," *J. Rekayasa Sipil dan Lingkung.*, vol. 6, no. 2, pp. 163–175, 2023.
- [20] I. M. Kamiana, A. R. Jaya, and E. Setiawan, "Simulasi Luas Penampang Street Inlet Jalan Yos Sudarso Kota Palangka Raya," *J. Tek. Sipil*, vol. 10, no. 1, pp. 40–48, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JTS/article/view/19655>
- [21] M. Amrulloh, W. Y. Widiarti, and G. Halik, "Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Jalan Kaliurang Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember," *J. Tek. Pengair.*, vol. 12, no. 2, pp. 81–91, 2021, doi: 10.21776/ub.pengairan.2021.012.02.01.
- [22] I. M. A. S. Kesuma, M. I. Yekti, and I. B. Purbawijaya, "Analisi Kapasitas Saluran Drainase dan Penanganan Banjir di Jalan Bumi Ayu Desa Sanur Kecamatan Denpasar Selatan," *J. Tek. Sipil*, vol. 24, no. 2, pp. 142–149, 2020.
- [23] R. H. Khirzin, R. R. Raka, S. Sangkawati, and D. A. Wulandari, "Perencanaan Drainase Jalan Pahlawan dan Jalan Sriwijaya, Semarang," *J. Karya Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 206–220, 2017.
- [24] Y. F. Pane, F. Hasiholan, S. S. Sachro, and S. A. Pranoto, "Perencanaan Drainase Jalan Raya Semarang -Bawen Km 12+400 -Km 16+600 (Jamu Jago -Balai Pelatihan Transmigrasi Dan Penyandang Cacat Jateng)," *Karya Tek. Sipil*, vol. 5, no. 1, pp. 179–189, 2016.
- [25] J. N. B. Campos, T. M. de Carvalho Studart, F. de A. de S. Filho, and V. C. Porto, "On the rainfall intensity–

- duration–frequency curves, partial-area effect and the rational method: Theory and the engineering practice,” *Water (Switzerland)*, vol. 12, no. 10, 2020, doi: 10.3390/w12102730.
- [26] I. M. Kamiana, A. R. Jaya, and P. C. Oktaviani, “Pengaruh Normalisasi Terhadap Kinerja Drainase di Jalan G . Obos XII Kota Palangka Raya,” *Teras J.*, vol. 14, no. 01, pp. 265–278, 2024, doi: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v14i1.1073>.
- [27] A. Campisano, D. Di Liberto, C. Modica, and S. Reitano, “Potential for peak flow reduction by rainwater harvesting tanks,” *Procedia Eng.*, vol. 89, pp. 1507–1514, 2014, doi: 10.1016/j.proeng.2014.11.441.
- [28] A. Teston, C. A. Teixeira, E. Ghisi, and E. B. Cardoso, “Impact of Rainwater Harvesting on the Drainage System : Case Study of a Condominium of Houses in Cuturiba, Southern Brazil,” *Water*, vol. 10, pp. 1–16, 2018, doi: 10.3390/w10081100.
- [29] A. Palla and I. Gnecco, “On the Effectiveness of Domestic Rainwater Harvesting Systems to Support Urban Flood Resilience,” *Water Resour. Manag.*, vol. 36, no. 15, pp. 5897–5914, 2022, doi: 10.1007/s11269-022-03327-6.
- [30] J. D. Kustyaningrum and U. Lasminto, “Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Dalam Area Perumahan Untuk Mereduksi Banjir Pada Perumahan Sutorejo, Surabaya,” *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 21, no. 1, pp. 97–105, 2023, doi: 10.12962/j2579-891x.v21i1.15521.

