

Analisa Pemanenan Air Hujan pada Skala Rumahan Sebagai Implementasi Konstruksi Bangunan Hijau dan Beradaptasi terhadap Perubahan Iklim

Ario Wisnu Wicaksono *)

Balai Prasarana Permukiman Wilayah Kalimantan Utara, Direktorat Jenderal Cipta Karya,
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

*) *Corresponding author:* arioww@pu.go.id

Abstract

Rainwater harvesting on a micro scale refers to the practice of collecting and storing rainwater for local use on a small scale, such as in households or small communities. This method of water conservation has become increasingly popular in areas with water scarcity or unreliable water supply systems. The process involves the collection of rainwater from rooftops, courtyards or other hard surfaces, and storing it in tanks or underground reservoirs for later use. This paper is carried out by analyzing several previous papers on rainwater harvesting analysis then by the author it is reprocessed by adding a few points and give an simple example on micro scale for local use especially in households or small house. The collected water can be used for irrigation, washing, and even drinking with proper treatment. Rainwater harvesting on a micro scale can help reduce the demand for water from traditional sources, mitigate the effects of drought, and improve water security for communities. However, the effectiveness of this practice is highly dependent on the local climate, geography, and infrastructure, and should be evaluated on a case-by-case basis.

Abstrak

Pemanenan air hujan pada skala mikro atau rumahan mengacu pada praktik mengumpulkan dan menyimpan air hujan untuk penggunaan lokal dalam skala kecil, seperti di rumah tangga atau komunitas kecil. Metode konservasi air ini semakin populer di daerah dengan kelangkaan air atau sistem pasokan air yang tidak dapat diandalkan. Prosesnya melibatkan pengumpulan air hujan dari atap rumah, halaman atau permukaan keras lainnya, dan menyimpannya dalam tangki atau reservoir bawah tanah untuk digunakan nanti. Makalah ini dilakukan dengan menganalisis beberapa makalah sebelumnya tentang analisis pemanenan air hujan kemudian oleh penulis diolah kembali dengan menambahkan beberapa poin dan memberikan contoh sederhana pada skala mikro untuk penggunaan lokal terutama di skala mikro atau rumah berukuran kecil. Air yang terkumpul dapat digunakan untuk irigasi, mencuci, bahkan minum dengan pengolahan yang tepat guna. Pemanenan air hujan dalam skala mikro dapat membantu mengurangi permintaan air dari sumber tradisional, mengurangi dampak kekeringan, dan meningkatkan ketahanan air bagi masyarakat dan penggunanya. Namun, keefektifan praktik ini sangat bergantung pada iklim, geografi, dan infrastruktur setempat, dan harus dievaluasi berdasarkan kasus per kasus.

Kata kunci: *Climate Change, Green Construction, Micro Scale, Rainharvesting, Water Conservation.*

PENDAHULUAN

Kelangkaan air adalah kekhawatiran yang saat ini menjadi isu terkini di seluruh dunia, tetapi sedikit yang diketahui dan yang peduli tentang bagaimana hal itu berkembang dari waktu ke waktu [1,2]. Kelangkaan air global didorong oleh masalah kuantitas dan kualitas air, serta teknologi untuk mengurangi jumlah orang yang menderita kelangkaan air sebagai kebutuhan mendesak [3].

Oleh karena itu, penting untuk mencari solusi berkelanjutan yang dapat membantu memenuhi kebutuhan air domestik secara efisien. Salah satu solusi yang dapat diterapkan pada skala rumahan adalah pemanenan air hujan. Pemanenan air hujan pada skala mikro atau rumahan mengacu pada praktik mengumpulkan dan menyimpan air hujan untuk penggunaan lokal dalam skala kecil, seperti di rumah tangga atau komunitas kecil [4,5]. Metode konservasi air ini semakin populer di daerah dengan kelangkaan air atau sistem pasokan air yang tidak dapat diandalkan. Prosesnya melibatkan pengumpulan air hujan dari atap rumah, halaman atau permukaan keras lainnya, dan menyimpannya dalam tangki atau reservoir bawah tanah untuk digunakan nanti [6].

Pemanenan air hujan untuk keperluan air minum belum diadopsi secara luas karena kekhawatiran terhadap risiko adanya polutan yang dapat berasal dari bahan kimia dan mikrobiologi. Di pihak lain belum tersedianya petunjuk yang spesifik dalam memanfaatkan air hujan sebagai sumber air minum dan cara mengelola risiko yang mungkin ditimbulkan dari polutan kimia dan mikrobiologi tersebut masih terbatas dan masih banyak yang belum mengetahuinya [7,8].

Ditinjau dari aspek kualitas air, pemanenan air hujan termasuk pilihan teknologi yang ramah lingkungan bila dibandingkan dengan sumber air lainnya. Selain itu, sumberdaya air hujan termasuk sumberdaya yang terbarukan sehingga dijamin keberlanjutan pasokannya setiap tahun. Namun, kuantitas air hujan yang dipanen relatif terbatas sehingga tidak dapat digunakan sebagai satu satunya sumber air untuk memenuhi kebutuhan. Oleh karena itu, solusinya adalah kombinasi pemanfaatan dengan sumber lain seperti air permukaan yang ditampung di tandon air, embung atau waduk lapang serta pemanfaatan olahan air lainnya.

Tujuan dari makalah ini adalah untuk memberikan informasi tentang bagaimana memanfaatkan air hujan yang sering langsung dijadikan run-off atau dialirkan langsung menuju badan air tanpa dimanfaatkan terlebih dahulu pada skala rumahan sebagai implementasi konstruksi bangunan hijau dan beradaptasi terhadap perubahan iklim khususnya meningkatnya kelangkaan air dan perubahan cuaca ekstrem seperti tidak jelasnya musim panas dan hujan di negara tropis. Makalah ini dilakukan dengan menganalisis beberapa makalah sebelumnya tentang analisis pemanenan air hujan kemudian oleh penulis diolah kembali dengan menambahkan beberapa poin dan memberikan contoh sederhana pada skala mikro untuk penggunaan lokal terutama pada rumah berukuran kecil.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki penerapan pemanenan air hujan pada skala rumahan sebagai langkah implementasi konstruksi bangunan hijau dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Metode penelitian yang digunakan oleh penulis yaitu dengan metode deskriptif kualitatif. Metode deskriptif kualitatif adalah metode penelitian yang berdasarkan pada filsafat postpositivisme digunakan untuk meneliti pada kondisi objek yang alamiah (sebagai lawannya adalah eksperimen) dimana peneliti adalah sebagai instrumen kunci teknik pengumpulan data dilakukan secara triangulasi (gabungan), analisis data bersifat induktif/kualitatif, dan hasil penelitian kualitatif lebih menekankan makna daripada generalisasi. Penelitian deskriptif kualitatif bertujuan untuk menggambarkan, melukiskan, menerangkan, menjelaskan dan menjawab secara lebih rinci permasalahan yang akan diteliti dengan mempelajari semaksimal mungkin seorang individu, suatu kelompok atau suatu kejadian [9].

Tahapan yang dilakukan penulis dalam menyusun karya tulis ini yaitu melakukan studi literatur, mengumpulkan data, menganalisis data dan membandingkan berbagai studi literatur untuk menghasilkan jawaban permasalahan yang diinginkan. Kemudian penulis melakukan analisis dengan menambahkan poin-poin beberapa poin dan memberikan contoh sederhana pada skala mikro untuk penggunaan lokal terutama di skala mikro atau rumah berukuran kecil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemanenan Air Hujan (*Rainwater Harvesting*), adalah sebuah teknologi untuk mengumpulkan dan menyimpan air hujan yang dicurahkan dari langit, dan jatuh di atap atap bangunan tanah dan batuan di lahan lahan pekarangan kedalam sebuah bangunan penyimpanan air seperti tandon air dan reservoir [10,11]. Pemanenan air hujan juga dipandang sebagai salah satu solusi yang paling tepat untuk meningkatkan pasokan air dalam skala mikro. Teknologinya mudah dipasang dan dioperasikan, masyarakat lokal dapat dengan mudah dilatih untuk menerapkannya, dan bahan konstruksi juga tersedia [12].

Biaya operasional pemanenan air hujan relatif kecil, bahkan hampir dapat diabaikan. Air dikumpulkan dari atap tangkapan biasanya memiliki kualitas yang dapat diterima untuk keperluan rumah tangga dan memiliki sedikit dampak negatif pada lingkungan [13]. Kapasitas pemanenan air hujan juga bergantung pada kapasitas dan kebutuhan dari anggota atau jumlah penghuni yang terdapat dalam rumah tersebut [14]. Kapasitas pengumpulan dan penyimpanan air dapat ditingkatkan sesuai kebutuhan dalam ketersediaan sumber daya air di daerah tangkapan air, yang dapat dibuktikan atau diperkirakan melalui data curah hujan dari Badan Meteorologi dan Geofisika setempat [15]. Namun demikian, pemanenan air hujan tidak dapat dipandang sebagai teknologi utama atau satu-satunya sumber air, terutama karena terbatasnya pasokan dan ketidakpastian curah hujan [16]. Ini mungkin membuat pemanenan air hujan kurang menarik bagi beberapa tempat yang harus selalu menyediakan pasokan air di setiap waktu.



Gambar 1. Ilustrasi Sistem Pemanenan Air Hujan (*Rainwater Harvesting*) [17].

Kemampuan Pemanenan Air Hujan sangat bergantung pada cuaca setempat, water catchment area (daerah tangkapan air) dan kapasitas tangki. Daerah tangkapan air merupakan salah satu komponen utama dalam Pemanenan Air Hujan. Bisa menentukan total jumlah air yang dapat dipanen. Semakin besar daerah tangkapan air, semakin banyak air hujan yang dapat ditampung.

Sebagai ilustrasi contoh sederhana pada skala mikro untuk penggunaan lokal terutama pada rumah berukuran kecil, berikut terlampir bangunan rumah sederhana dengan Panjang dan lebar masing-masing 6 meter, ditambah atap di bagian belakang dengan Panjang 3 meter dan lebar 6 meter. Untuk memanen air hujan, digunakan atap dari bangunan rumah sisi belakang dan tambahan atap di belakang yang bentuknya mengerucut kebawah membentuk huruf "V" dan ditambahkan

pipa distribusi dari bahan PVC dan filter kotoran lalu menuju ke tandon air (kapasitas 600 L). Berikut terlampir gambar dari ilustrasi sederhana yang digunakan pada skala rumah berukuran kecil.



Gambar 2. Daerah Tangkapan Air berupa Atap yang Mengerucut Kebawah.



Gambar 3. Tandon Air Kapasitas 600 Liter yang Berfungsi Menyimpan Air Hujan yang Dipanen dari Daerah Tangkapan Air.

Setelah diketahui lebar dan Panjang daerah tangkapan air, yaitu dari sisi belakang atap rumah seluas 18 m² dan atap tambahan belakang rumah seluas 18 m², maka didapat hasil luas daerah tangkapan air seluas 36 m². Kemudian hasil pengukuran volume air hujan akan dibandingkan dengan jumlah potensi yang terkumpul air hujan dari atap rumah per bulan dengan menggunakan persamaan dari data sekunder curah hujan diperoleh dari lokasi rumah percontohan yaitu Stasiun Klimatologi Bandara Tanjung Harapan Kabupaten Bulungan Provinsi Kalimantan Utara. Potensi jumlah yang terkumpul air hujan kemudian dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$V_R = \frac{R \times H_{ra} \times R_c}{1000} \dots\dots [18]$$

Keterangan:

V_R = Volume Pemanenan Air Hujan per Bulan (m³)

R = Curah Hujan Bulanan (mm)

H_{ra} = Luas Daerah Tangkapan Air Hujan (m^2)

R_c = Koefisien Run-off yaitu sebesar 0.7 dengan asumsi bahwa 30% dari Air Hujan yang dipanen akan menguap akibat perjalanan dari pipa distribusi ke reservoir (tandon air).

Untuk data meteorologi yang digunakan menggunakan data rata-rata dalam tahun 2022, karena dalam tahun 2022 curah hujan yang terjadi di Kabupaten Bulungan, Kalimantan Utara sangat bervariasi dikarenakan adanya musim hujan dan kemarau yang terjadi. Data meteorologi curah hujan didapatkan dari Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Utara dari tahun 2020-2022 [19]. Terlampir data yang telah dihimpun dalam tabel berikut.

Tabel 1. Jumlah Curah Hujan Menurut Bulan dan Stasiun (mm)

Bulan	Bandara Tanjung Harapan - Kab. Bulungan		
	2020	2021	2022
Januari	257,30	243,40	170,70
Februari	229,70	309,50	133,80
Maret	246,70	472,00	312,30
April	156,20	139,10	398,80
Mei	171,10	155,30	202,00
Juni	131,10	168,30	139,00
Juli	235,20	194,20	228,80
Agustus	180,00	215,60	119,90
September	135,30	170,00	195,40
Oktober	381,60	256,50	216,80
November	163,30	246,10	120,50
Desember	492,10	240,40	397,80

Berdasarkan data dari tabel tersebut, pada tahun 2022 bulan terbasah terjadi pada bulan April 2022 dengan curah hujan 398,80 mm dan bulan terkering pada bulan Agustus 2022 dengan curah hujan sebesar 119,90 mm. Dengan menggunakan variabel curah hujan rata-rata dari tahun 2022, maka didapatkan hasil curah hujan sebesar 219,65 mm. Dengan variabel lain yang sudah diketahui sebelumnya yaitu luasan Daerah Tangkapan Air Hujan sebesar 36 m^2 dan Koefisien Run-off sebesar 0,7, maka potensi jumlah yang terkumpul air hujan yang dihitung dengan menggunakan rumus didapatkan hasil yaitu :

$$V_R = \frac{R \times H_{ra} \times R_c}{1000}$$

$$V_R = \frac{219,65 \text{ mm} \times 36 \text{ m}^2 \times 0,7}{1000} = 5,535 \text{ m}^3 = 5535 \text{ Liter/Bulan}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, didapatkan hasil Volume Pemanenan Air Hujan per Bulan dengan menggunakan curah hujan rata-rata dapat menghasilkan air yang dapat dipanen sebesar 5535 Liter/Bulan. Dengan menggunakan variabel angka curah hujan terendah yaitu sebesar 119,90 mm didapatkan hasil Volume Pemanenan Air Hujan per Bulan sebesar 3021

Liter/Bulan, sedangkan dengan variabel angka curah hujan terbesar yaitu sebesar 398,80 mm didapatkan hasil Volume Pemanenan Air Hujan per Bulan sebesar 10049 Liter/Bulan. Pemakaian air rata-rata rumah tangga di perkotaan di Indonesia berdasarkan data dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat yaitu sebesar setiap orang 144 liter perharinya. Pemakaian terbesar adalah untuk keperluan mandi sebesar 60 liter perhari perorang atau 45 persen dari total pemakaian air. Tentu untuk skala rumah tangga yang biasanya terdiri dari 4 orang membutuhkan sedikitnya 576 liter air perharinya. Hasil pemanenan air hujan dengan rentang 3021-10049 Liter /Bulan tentu masih jauh dari standard apabila menginginkan seluruh kebutuhan air bersih skala rumah tangga terpenuhi dari sistem Pemanenan Air Hujan.

Untuk meningkatkan volume pemanenan air hujan, berikut adalah beberapa variabel yang dapat dipertimbangkan:

1. Luas Permukaan Penampung : Semakin luas permukaan penampung air hujan, semakin banyak air yang dapat dikumpulkan. Variabel ini dapat diatur dengan memperbesar ukuran atap atau permukaan penampung lainnya, seperti tandon atau bak penampung.
2. Efisiensi Penampungan : Memastikan penampung air hujan dirancang dengan efisiensi tinggi dapat meningkatkan volume yang dikumpulkan. Variabel ini dapat mencakup penggunaan material yang tahan terhadap kebocoran, desain yang memaksimalkan penampungan air, dan penyaringan yang efektif untuk menghilangkan kotoran atau kontaminan yang tidak diinginkan.
3. Efisiensi Penggunaan : Dengan mengoptimalkan penggunaan air, volume pemanenan air hujan dapat ditingkatkan. Variabel ini melibatkan praktik konservasi air di dalam rumah tangga, seperti menginstal peralatan hemat air, mengurangi limbah air, dan mengedukasi penghuni untuk menggunakan air secara efisien.
4. Metode Penyimpanan : Menggunakan berbagai metode penyimpanan air hujan dapat meningkatkan volume yang dikumpulkan. Variabel ini termasuk penggunaan tandon atau bak penampung air yang lebih besar, penggunaan sumur resapan, atau menghubungkan sistem pemanenan air hujan dengan irigasi rumah tangga untuk memanfaatkan air yang dikumpulkan secara maksimal.
5. Perawatan dan Pembersihan Sistem : Memelihara sistem pemanenan air hujan dengan baik juga penting untuk memaksimalkan volume yang dikumpulkan. Variabel ini melibatkan pembersihan rutin penampung, saluran air, dan saringan untuk menghilangkan kotoran atau penyumbatan yang dapat menghambat aliran air.
6. Skala Penggunaan : Volume pemanenan air hujan juga dapat meningkat dengan meningkatkan jumlah rumah tangga atau bangunan yang menggunakan sistem pemanenan air hujan. Dengan mengintegrasikan pemanenan air hujan pada skala yang lebih luas, seperti pada tingkat komunitas atau kota, volume yang dikumpulkan dapat menjadi lebih signifikan.

Perlu diingat bahwa faktor-faktor ini saling terkait dan dapat saling mempengaruhi. Mengoptimalkan kombinasi variabel-variabel ini dapat membantu meningkatkan volume pemanenan air hujan secara efektif.

Air yang terkumpul dengan metode Pemanenan Air Hujan dapat digunakan untuk irigasi, mencuci, mandi bahkan diminum dengan pengolahan yang tepat guna. Pemanenan air hujan dalam skala mikro dapat membantu mengurangi permintaan air dari sumber tradisional, mengurangi dampak kekeringan, dan meningkatkan ketahanan air bagi masyarakat dan penggunaanya [20].

KESIMPULAN

Kesimpulan dari pemanenan air hujan pada skala rumah tangga sebagai implementasi konstruksi bangunan hijau dan beradaptasi terhadap perubahan iklim adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Lingkungan : Pemanenan air hujan merupakan langkah penting dalam konstruksi bangunan hijau dan beradaptasi terhadap perubahan iklim. Dengan mengumpulkan dan menggunakan air hujan, kita dapat mengurangi ketergantungan pada sumber air yang terbatas

dan mengurangi beban pada sistem drainase. Hal ini membantu melindungi sumber daya air alami, mencegah banjir, dan memelihara keberlanjutan lingkungan.

2. Efisiensi Penggunaan Air : Dengan pemanenan air hujan, kita dapat memanfaatkan air yang sebelumnya terbuang untuk keperluan non-potable di rumah tangga seperti menyiram tanaman, mencuci mobil, dan membersihkan area luar. Hal ini mengurangi penggunaan air bersih dan membantu menjaga pasokan air yang terbatas. Selain itu, air hujan yang dikumpulkan juga dapat digunakan untuk memadamkan kebakaran jika diperlukan.
3. Pengurangan Dampak Iklim : Pemanenan air hujan pada skala rumahan merupakan langkah adaptasi terhadap perubahan iklim. Dalam kondisi perubahan iklim yang menghadirkan pola curah hujan yang tidak teratur, pemanenan air hujan dapat membantu mengatasi kekurangan air pada musim kering dan mengurangi dampak kekeringan. Dengan menggunakan air hujan yang dikumpulkan, kita dapat mengurangi penggunaan air bersih yang dihasilkan dari sumber energi intensif seperti pembangkit listrik tenaga air atau air yang harus dipompa dari jauh.
4. Ekonomi dan Keberlanjutan : Pemanenan air hujan pada skala rumahan juga dapat memberikan manfaat ekonomi. Dengan mengurangi ketergantungan pada sumber air komersial, kita dapat mengurangi biaya pengeluaran untuk air dan energi yang digunakan dalam proses distribusinya. Selain itu, pemanenan air hujan juga berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan dengan mengurangi jejak karbon dan mempromosikan penggunaan sumber daya alami yang tersedia.

Namun, perlu diperhatikan bahwa pemanenan air hujan pada skala rumahan juga memiliki beberapa tantangan. Ini termasuk penanganan dan penyaringan air yang tepat agar aman untuk digunakan, perawatan dan pemeliharaan sistem pemanenan air hujan yang tepat, serta kebijakan dan peraturan yang mendukung penggunaan air hujan. Dengan memperhatikan tantangan ini, pemanenan air hujan pada skala rumahan dapat menjadi solusi yang efektif untuk membangun bangunan hijau dan beradaptasi terhadap perubahan iklim. Kesimpulan harus ditarik berdasarkan temuan penelitian, rumusan masalah dan tujuan penelitian. Keefektifan praktik ini sangat bergantung pada iklim, geografi, dan infrastruktur setempat, dan harus dievaluasi berdasarkan kasus per kasus.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang mendukung penyusunan karya tulis ini dalam memberikan kesempatan dan dukungan yang seluas-luasnya untuk mengikuti kegiatan pengembangan profesi diantaranya adalah bidang karya tulis/karya ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kummu, M.; Guillaume, J.H.A.; de Moel, H.; Eisner, S.; Florke, M.; Porkka, M.; Siebert, S.; Veldkamp, T.I.E.; Ward, P.J., "The world's road to water scarcity: shortage and stress in the 20th century and pathways towards sustainability," *Scientific Reports*, 2016, 6, 38495.
- [2] Dearing, J. A. et al., "Safe and just operating spaces for regional social-ecological systems," *Global Environmental Change* 28, 227–238, 2014.
- [3] Prudhomme C et al, "Hydrological droughts in the 21st century, hotspots and uncertainties from a global multimodel ensemble experiment," *Proc. Natl Acad. Sci.* 111 3262–7, 2014.
- [4] Ghosh, S.; Ahmed, T., "Assessment of Household Rainwater Harvesting Systems in the Southwestern Coastal Region of Bangladesh: Existing Practices and Household Perception," *MDPI Water Journal*, 2022, 14, 3462. <https://doi.org/10.3390/w14213462>.
- [5] Igbiosa, I.H.; Aighewi, I.T., "Quality assessment and public health status of harvested rainwater in a peri-urban community in Edo State of Nigeria," *Environ. Monit. Assess.* 2017, 189, 1–12.

- [6] Tzanakakis, V.A.; Paranychianakis, N.V.; Angelakis, A.N., “Water Supply and Water Scarcity,” *MDPI Water Journal*, 2020, 12, 2347. <https://doi.org/10.3390/w12092347>.
- [7] Hamilton, K.; Reyneke, B.; Waso, M., “A global review of the microbiological quality and potential health risks associated with roof-harvested rainwater tanks”. *NPJ Clean Water* 2, 7 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41545-019-0030-5>.
- [8] De Kwaadsteniet, M.; Dobrowsky, P. H.; van Deventer, A.; Cloete, T. E., “Domestic rainwater harvesting: microbial and chemical water quality and point-of-use treatment systems”. *Water Air Soil Pollut.* 224, 1629 (2013).
- [9] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, Bandung: PT Alfabet, 2018.
- [10] Asnaning, A.R.; Surya; Saputra, A.E.; Ahyuni, D., “Water Conservation with Rainwater Harvesting System in Lampung Province (Case Study in State Polytechnic of Lampung Campus Area)”. *ICOSITER Proceeding Journal of Science and Applicative Technology*. 2018.
- [11] Kharisma, R.; Yudono, A.; Lopa, R.T., “Pemanfaatan Rainwater Harvesting (Pemanenan Air Hujan) Berbasis Low Impact Development (Studi Kasus: Kawasan Pendidikan FT-UH Gowa)”. *Temu Ilmiah IPLBI proceeding*. 2016.
- [12] Raimondi, A.; Quinn, R.; Abhijith, G.R.; Becciu, G.; Ostfeld, A. “Rainwater Harvesting and Treatment: State of the Art and Perspectives”. *MDPI Water Journal*, 2023, 15, 1518. <https://doi.org/10.3390/w15081518>.
- [13] Hofman-Caris, R.; Bertelkamp, C.; de Waal, L.; van den Brand, T.; Hofman, J.; van der Aa, R.; van der Hoek, J.P. “Rainwater Harvesting for Drinking Water Production: A Sustainable and Cost-Effective Solution in The Netherlands?”. *MDPI Water Journal*, 2019, 11,511, <https://doi.org/10.3390/w11030511>.
- [14] Girdayanto, P.; Davey, P.; Munir, A. “Rainwater Harvesting to Increase Freshwater Carrying Capacity on Small Islands (A Case Study of Pramuka Island)”. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 921 .(2021). 012058.
- [15] Aljawzi, A.A.; Fang, H.; Abbas, A.A.; Khailah, E.Y. “Assessment of Water Resources in Sana’a Region, Yemen Republic (Case Study)”. *MDPI Water Journal*, 2022, 14, 1039. <https://doi.org/10.3390/w14071039>.
- [16] Rahman, S.; Khan, M. T.; Akib, S.; Din, N. B.; Biswas, S. K.; Shirazi, S. M., “Sustainability of rainwater harvesting system in terms of water quality”. *The Scientific World Journal*, 2014, 721357. <https://doi.org/10.1155/2014/721357>
- [17] Sudhit Enviro Solution Pvt. Ltd. (2019). *Modular Rainwater Harvesting System*. <http://www.sudhitenviro.com/services/modular-rainwater-harvesting/>
- [18] Lizárraga-Mendiola, L.; Vázquez-Rodríguez, G.; Blanco-Piñón, A.; Rangel-Martínez, Y.; González-Sandoval, M. “Estimating the Rainwater Potential per Household in an Urban Area: Case Study in Central Mexico”. *Water*, 7(9), 2019, 4622–4637. <https://doi.org/10.3390/w7094622>.
- [19] Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Utara. 2023. “Jumlah Curah Hujan Menurut Bulan dan Stasiun (mm) 2020-2022”. <https://kaltara.bps.go.id/indikator/151/34/1/jumlah-curah-hujan-menurut-bulan-dan-stasiun.html>.
- [20] Fioramonte, B.; Campos, M.A.S.; de Freitas, S.R.; Basso, R.E. “Rainfall data used for rainwater harvesting systems: a bibliometric and systematic literature review”. *Journal AQUA — Water Infrastructure, Ecosystems and Society*, 2022, Vol 71 No 7, 816 <https://doi.org/10.2166/aqua.2022.034>.