

Upaya Konservasi Air dengan Teknologi Pemanenan Air Hujan untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Domestik yang Berkualitas

Endah Lestari^{1*)}; Muhammad Sofyan¹; Arief Suardi Nur Chairat¹;
Surikha Rakhesvara¹; Rachel Trivina Lumbantobing¹

1. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan,
Institut Teknologi PLN, Menara PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng,
Jakarta Barat, DKI Jakarta 11750, Indonesia

^{*)}Email: endahlestari@itpln.ac.id

Received: 10 Agustus 2024 | Accepted: 19 Agustus 2024 | Published: 22 Agustus 2024

ABSTRACT

The availability of groundwater decreased drastically due to excessive use of groundwater. Indonesia, as a tropical country, has quite high rainfall throughout the rainy season. The main problem of this research is that rainfall has not been utilized optimally and flows as runoff. Rainwater harvesting techniques can be carried out using gutters installed on the building roof, and direct the flow of rainwater from the roof to a shelter. This research offers the values and variables of water parameters in case studies of research implementation. The research was conducted in Jakarta. The building roof area is 70 m², an average daily rainfall of 11.71 mm/day. The potential rainwater can be stored during the rainy season is 3.07 m³/month. Rainwater quality was analyzed based on several parameters, pH 6.0, temperature 27.3 °C, turbidity 4.74 NTU, total dissolved solids 68 mg/l, dissolved iron <0.01, dissolved lead not detected, total coliform 32 APM/100 ml, E Coli 0 APM/100 ml, total hardness 36 mg/l. The testing results of this research are water quality standards in accordance with Indonesian Minister of Health regulation number 32 of 2017. The test results show that rainwater can be directly used for the community's domestic needs.

Keywords: rainwater harvesting, rainfall, water quality, ground water

ABSTRAK

Ketersediaan air tanah menurun drastis akibat penggunaan air tanah yang berlebihan. Indonesia sebagai negara tropis memiliki curah hujan yang cukup tinggi sepanjang musim hujan. Persoalan utama penelitian ini adalah curah hujan yang belum dimanfaatkan secara maksimal sehingga hanya mengalir menjadi limpasan. Teknik pemanenan air hujan dapat dilakukan dengan menggunakan talang yang dipasang pada atap bangunan, berfungsi sebagai alat untuk mengarahkan aliran air hujan dari atap menuju tempat penampungan. Yang ditawarkan dari penelitian ini adalah nilai dan variabel parameter air dalam studi kasus pelaksanaan penelitian. Penelitian dilakukan pada hunian di Jakarta. Bangunan itu punya Luas atap 70 m² dengan curah hujan rata-rata harian sebesar 11,71 mm/hari. Dengan demikian potensi air hujan yang dapat ditampung pada musim hujan sebanyak 3,07 m³/bulan. Kualitas air hujan dianalisis berdasarkan beberapa parameter yaitu pH 6,0, suhu 27,3 °C, kekeruhan 4,74 NTU, total padatan terlarut 68 mg/l, besi terlarut <0,01, timbal terlarut tidak terdeteksi, total coliform 32 APM/100 ml, E Coli 0 APM/100 ml, kesadahan total 36 mg/l. Pengujian hasil penelitian ini adalah baku mutu air sesuai dengan peraturan Menteri Kesehatan RI nomor 32 Tahun 2017. Hasil pengujian menunjukkan bahwa air hujan dapat langsung dimanfaatkan untuk keperluan domestik masyarakat.

Kata kunci: pemanenan air hujan, curah hujan, kualitas air, air tanah

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber kehidupan di dunia, air juga merupakan unsur yang sangat diperlukan bagi kehidupan. Sumber air berasal dari hujan, sungai, danau, laut, atau dari tanah. Di sisi lain, kejadian ekstrim seperti kekeringan dan banjir meningkat hampir di seluruh belahan dunia [1]

Krisis air bersih merupakan permasalahan yang sedang dihadapi oleh seluruh negara di dunia. Ketersediaan air bersih bagi kelangsungan hidup manusia secara global, hal ini menjadi target pada *Sustainable Development Goals* (SDG's) yaitu menjamin ketersediaan dan keberlanjutan pengelolaan air. Pemenuhan kebutuhan air bersih hampir sebagian besar berasal dari air tanah dan air permukaan yang dikelola. Kebutuhan air bersih yang meningkat tidak seimbang dengan ketersediaan air bersih. Permasalahan tersebut menyebabkan terjadinya krisis air bersih yang sering terjadi di beberapa kota besar.

Permasalahan lingkungan yang paling krusial di wilayah DKI Jakarta adalah permasalahan yang terkait dengan aspek sumberdaya air, seperti permasalahan banjir, krisis ketersediaan air baku, pencemaran air dan penurunan muka air tanah [2]

Pada Peraturan Gubernur DKI Jakarta No. 93 Tahun 2021 tentang Zona Bebas Air Tanah yang berisi : “dalam rangka meningkatkan pengendalian pengambilan air tanah yang memberi dampak terjadinya kesediaan air tanah dan penurunan permukaan tanah di DKI Jakarta, maka terhadap wilayah yang sudah memiliki sumber pasokan air bersih selain air tanah perlu dilakukan Tindakan pengetatan atas pemantauan hingga pelarangan pengambilan dan/atau pemanfaatan air tanah secara bertahap menuju penerapan Zona Bebas Air Tanah”. Kriteria bangunan Gedung yang dilakukan pengendalian pengambilan air tanah di Zona Bebas Air Tanah meliputi: [3]

- a. Luas lantai 5.000 m² (lima ribu meter persegi) atau lebih; dan/atau
- b. Jumlah lantai 8 (delapan) atau lebih

Untuk kelangsungan hidup semua makhluk hidup di bumi, air adalah salah satu hal yang paling penting sumber daya penting seperti makanan dan udara. Ini memainkan peran utama pengembangan masyarakat, kegiatan ekonomi dan sosial. Sayangnya tidak banyak perhatian diberikan untuk konservasi benda berharga ini sumber. Karena urbanisasi yang pesat, industrialisasi dan pembangunan infrastruktur kebutuhan akan kelangkaan air muncul dalam ekosistem [4].

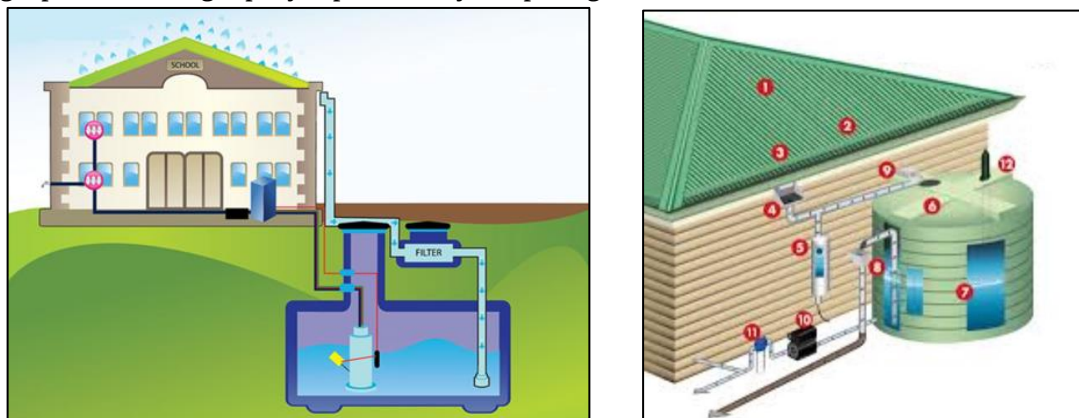
Pemanenan Air Hujan (RWH) adalah proses menampung, mengalirkan, dan menyimpan air hujan untuk masa depan menggunakan. Beberapa sarana dan prasarana yang dapat dimanfaatkan untuk menampung air hujan antara lain tangki penampungan, waduk, waduk kecil atau kolam buatan [5].

Sistem RWH mengumpulkan air hujan dari permukaan yang kedap air atau permukaan tanah alami dan menyimpan air dalam sistem penyimpanan seperti tangki air, dan bendungan bawah permukaan untuk penggunaan di dalam dan luar ruangan. Di wilayah terpencil, RWH berkontribusi dalam memenuhi salah satu target Tujuan Pembangunan Berkelanjutan [6]

Penerapan sistem RWH yang lebih luas dapat menunda pembangunan infrastruktur pasokan air baru seperti bendungan dan jaringan pipa. RWH meningkatkan ketersediaan air untuk kebutuhan domestik dan pertanian di daerah semi-kering. Di wilayah dengan kelangkaan air yang semakin meningkat, sistem RWH dapat memberikan cara yang lebih tangguh dan hemat biaya untuk meningkatkan ketahanan air dibandingkan sistem pasokan air publik yang kompleks [7]

Sebuah teknik yang dikenal sebagai pemanenan air hujan (PAH) digunakan untuk mendapatkan air bersih dengan mengumpulkan curah hujan dari permukaan atap, tanah, jalan raya, dan lereng [8]. Sistem pemanenan air hujan di atap yang terdiri dari berbagai elemen untuk

mengalirkan air hujan melalui pipa atau saluran pembuangan setelah dikumpulkan dari daerah tangkapan air ke tangki penyimpanan disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. *Rainwater Hasvesting* Sistem (kiri: Di bawah Tanah, Kanan: Di atas Tanah) [9]

Proyek pemanenan air hujan adalah teknik penyediaan air sederhana dan berbiaya rendah yang melibatkan penangkapan dan penyimpanan air hujan dari atap dan tangkapan tanah untuk keperluan rumah tangga, pertanian, industri dan lingkungan. Meskipun pengumpulan air hujan dan limpasan telah dilakukan selama berabad-abad di berbagai belahan dunia, praktik tersebut hanya mendapat sedikit perhatian hingga saat ini [10]

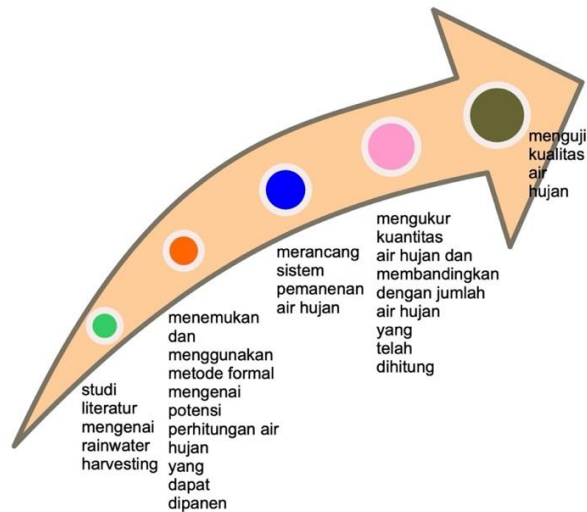
Sistem pemanenan air atap adalah salah satu praktik pemanenan air yang paling umum dilakukan oleh setiap rumah tangga di perkotaan maupun pedesaan untuk memenuhi kebutuhan pasokan air rumah tangga di banyak wilayah gersang dan rawan kekeringan [11]. Polusi udara yang terjadi di daerah perkotaan dapat mencemari air hujan walaupun air hujan biasanya terhindar dari polusi industri, makhluk mikro, logam, dan zat-zat lainnya yang terdapat di air tanah dan air permukaan.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis terhadap sistem pengelolaan air hujan berupa teknologi *rainwater harvesting*. Teknologi tersebut digunakan sebagai media penyimpanan air dan dikelola untuk dapat memenuhi kebutuhan air bersih dan domestik.

1. Mengetahui jumlah volume total air hujan yang dapat dipanen oleh *Rainwater Harvesting* (RWHr) di wilayah penelitian
2. Mengetahui kualitas air hujan yang melalui *Rainwater Harvesting* (RWHr) memenuhi standar air bersih sesuai dengan standar baku mutu

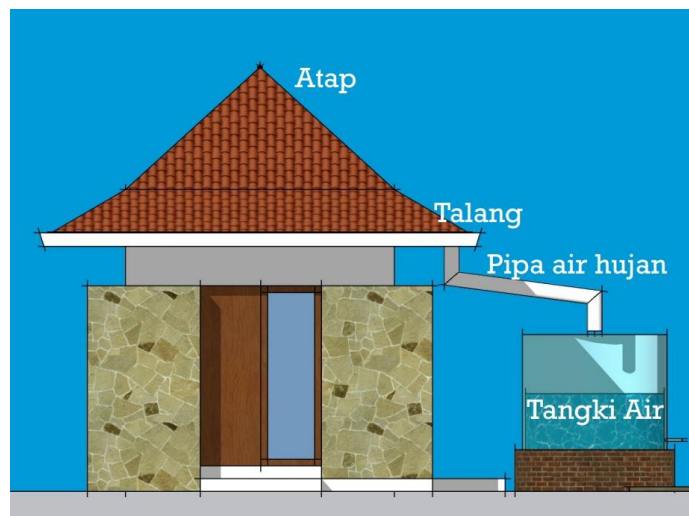
2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah penyediaan air bersih permukiman dengan metode pemanenan air hujan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada hunian di wilayah Jakarta Pusat sebagai tempatnya memodelkan sistem pemanenan air hujan untuk mengukur volume air hujan yang dapat ditampung di area atap bangunan secara signifikan. Pengelolaan air hujan pada penelitian ini terdiri dari suatu alat yang digunakan menampung air hujan dari atap dengan menggunakan talang di sekeliling atap bangunan dan disambung dengan PVC pipa ke reservoir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Pemanenan Air Hujan

Data dan Sumber Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan bulan hujan yaitu Januari, Februari, Maret, November dan Desember pada tahun 2022 diambil dari stasiun pengukuran hujan terdekat yaitu Tanjung Priuk yang lokasinya berjarak 10 km.

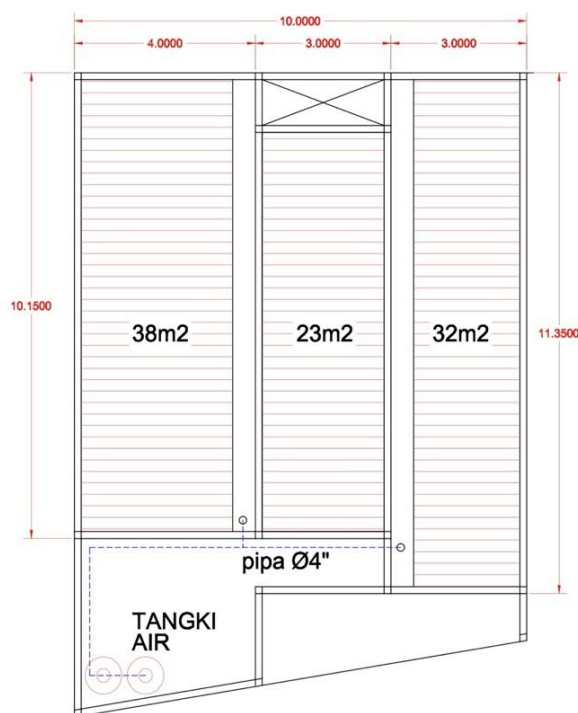
Untuk klasifikasi koefisien jenis penutup atap pada wilayah penelitian adalah 0,75 karena jenis penutup atap di wilayah penelitian adalah atap genteng dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Koefisien limpasan untuk berbagai jenis atap [11]

Tipe Atap	Koefisien Limpasan
Lembaran Besi Galvanis	0.90
Lembaran Asbes	0.80
Atap Genteng	0.75
Atap Beton	0.70

Sumber: Manual on Construction and Maintenance of Household Based Rooftop Water Harvesting Systems, Report prepared by AFPRO (Action for Food Production) for UNICEF [12]

Luasan atap yang merupakan *catchment area* disajikan pada gambar 3 dengan total luasan atap I 38 m² dan luasan atap II 32 m² dengan total luasan adalah 70 m². Bentuk atap wilayah penelitian digambarkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Denah Atap Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini diperlukan beberapa tahapan sebagai berikut:

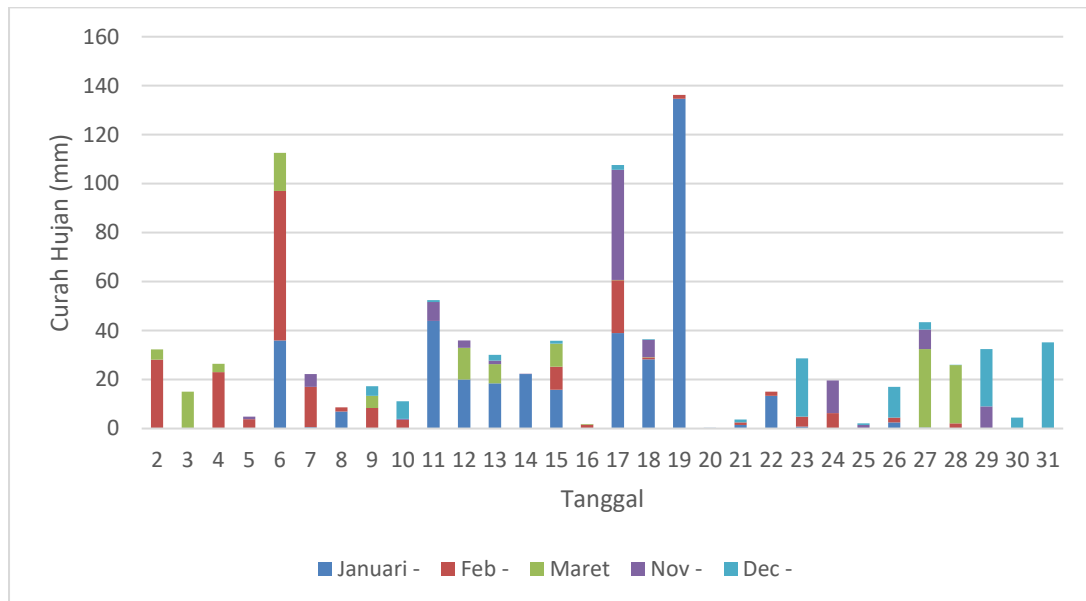
1. Melakukan analisis curah hujan untuk mengetahui volume potensi air hujan yang dapat dikumpulkan pada area tangkapan hujan
2. Melakukan pengujian terhadap air hujan yang telah di panen pada sistem *rainwater harvesting* baik yang langsung ditangkap maupun air yang telah difilter pada sistem filterisasi yang telah dibuat. Air hujan akan dikirim ke laboratorium air untuk dilakukan pengujian air bersih berdasarkan standar baku mutu air domestik dan air bersih.

Target luaran penelitian unggulan ini adalah pengembangan pembangunan yang berdampak rendah (*Low Impact Development/LID*) dalam kinerja hidrologi pada sistem *Rainwater Harvesting* (RWHr) akibat pengaruh perkembangan kota dengan banyaknya lapisan *impermeable* (tidak tembus

air). Pengaplikasian *Rainwater Harvesting* (RWHr) merupakan langkah untuk mengurangi penggunaan air tanah secara masif dengan perhitungan volume debit sesuai dengan intensitas hujan. Selain itu, pengujian terhadap kualitas air hujan dilakukan sehingga didapatkan kualitas air yang dapat digunakan sebagai pemenuhan air bersih dan air domestik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Curah hujan harian pada musim hujan pada bulan tahun 2022 pada stasiun hujan Tanjung Priuk disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Curah Hujan Harian tahun 2022

Hari paling sering hujan terjadi pada bulan Februari 2022 dengan jumlah 19 hari dalam sebulan. Hari hujan paling sedikit terjadi pada bulan November 2022 dengan jumlah 13 hari dalam sebulan. Curah hujan tertinggi terjadi pada tanggal 19 Januari 2022 dengan curah hujan 134,7 mm.

Perhitungan luas atap yang dijadikan model adalah 70 m². Perhitungan potensi volume air hujan bulanan yang dapat dihasilkan pada bulan-bulan dengan hari hujan terbanyak yaitu pada bulan Januari, Februari, Maret, November dan Desember di tahun 2022. Diakomodasi dengan asumsi kehilangan air sebesar 25% (koefisien limpasan adalah 0,75) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Potensi Volume Air Hujan

Bulan	Rata-rata CH Bulanan (mm)	CH (m)	Koefisien Limpasan (C)	Luas Atap (m ²)	Volume (m ³ /bulan)
Jan	22,618	0,0226	0,75	70	1,187
Feb	10,421	0,0104	0,75	70	0,547
Mar	9,950	0,0100	0,75	70	0,522
Nov	7,923	0,0079	0,75	70	0,416
Dec	7,625	0,0076	0,75	70	0,400
Total Volume					3,073

Sumber: Hasil Analisa, 2023

Berdasarkan hasil analisis kualitas air hujan yang jatuh dapat dimanfaatkan sebagai air untuk higiene sanitasi sesuai Peraturan Menteri Kesehatan nomor 32 tahun 2017. Nilai kualitas air hujan yang dikumpulkan menyangkut beberapa unsur fisika, mikrobiologi dan kimia disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Unsur Fisika, Kimia dan Mikrobiologi pada Air Hujan

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Hasil	Keterangan
FISIKA					
1	Kekeruhan	NTU	25	4,74	Diterima
2	Padatan Terlarut (TDS)	mg/L	1000	68	Diterima
3	Warna	Skala Pt-Co	50	14	Diterima
4	Temperatur	°C	Temperatur Air ±3	27,3	Diterima
	Rasa		Tidak berasa	Tidak berasa	Diterima
	Bau		Tidak Berbau	Tidak Berbau	Diterima
KIMIA					
5	pH	mg/L	6.5-8.5	6,0	Tidak Diterima
6	Kesadahan Total (CaCO ₃)	mg/L CaCO ₃	500	36	Diterima
7	Besi Terlarut (Fe)	mg/L	1	<0,01	Diterima
8	Timbal Terlarut (Pb)	mg/L	0,05	ttd	Diterima
MIKROBIOLOGI					
10	Total Coliform	APM/100 ml	50	32	Diterima
11	E Coli	APM/100 ml	0	0	Diterima

*Standar Peraturan Menteri Kesehatan nomor 32 tahun 2017 [13]

ttd: Tidak Terdeteksi

Pengamatan visual menunjukkan bahwa air hujan tidak berwarna sehingga dapat dianggap dapat diterima persyaratan meskipun tidak diukur secara tepat. Parameter tambahan diuji untuk menentukan kandungan mineral lain yang terdapat pada air hujan berikut kadarnya.

Beberapa nilai parameter berada di bawah batas maksimal standar dari Standar Peraturan Menteri Kesehatan nomor 32 tahun 2017. Kekeruhan 4,74 NTU dari standar 25 NTU, total padatan terlarut 68 mg/l dari standar 1000 mg/l, total coliform 32 APM/100 ml dari standar 50 APM/100 ml, E Coli 0 APM.100 ml, kesadahan total 36 mg/l dari standar 500 mg/l, besi terlarut <0,01 dari standar 1, timbal terlarut tidak terdeteksi dari standar 0,05. Itu hasilnya memenuhi syarat higiene sanitasi sesuai standar. Hanya nilai pH 6,0 tidak memenuhi syarat air standar mutu kebersihan sanitasi karena mempunyai nilai yang kecil sehingga diperlukan penanganan lain untuk itu meningkatkan kadar pH.

Nilai pH asam dipengaruhi oleh penguraian bahan organik seperti dedaunan dan kotoran hewan di atap. Air hujan juga tidak memiliki cukup mineral untuk air minum [5].

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan observasi selama penelitian dilakukan (Januari sd Maret, November dan Desember 2023), dengan *catchment area* bagian atap dengan luasan 70 m², maka dihasilkan perhitungan rata-rata potensi volume air hujan adalah 3,07 m³/bulan atau 3.070 Liter/bulan. Dengan nilai koefisien limpasan (C) untuk material atap genteng adalah 0,70, maka asumsi 25% air hujan hilang karena melimpas menjadi aliran *run-off* dan atau menyerap ke dalam permukaan tanah.

Beberapa nilai parameter seperti kekeruhan 4,74 NTU, total padatan terlarut 68 mg/l, total coliform 32 APM/100 ml dari standar 50 APM/100 ml, E Coli 0 APM.100 ml, kesadahan total 36 mg/l, besi terlarut <0,01, timbal terlarut tidak terdeteksi dari standar 0,05. Itu hasilnya memenuhi syarat higiene sanitasi sesuai standar, berada di bawah standar batas maksimal dari Standar Peraturan Menteri Kesehatan nomor 32 Tahun 2017. Hasilnya memenuhi syarat untuk kebersihan sanitasi berdasarkan standar kecuali nilai pH 6,0.

Dengan volume potensi air hujan yang cukup tinggi dapat dimaksimalkan untuk dikumpulkan dan difungsikan untuk memenuhi kebutuhan domestik. Dengan data-data kualitas air hujan, maka perlu dilakukan pendekatan yang preventif, yaitu sebelum dipakai untuk air bersih apalagi air minum untuk rumah tangga, masyarakat, wilayah atau industri sebaiknya dilakukan pemeriksaan seluruh kandungan kimiawi air hujan.

Kualitas air hujan yang dikumpulkan akan menentukan memenuhi standar sebagai air untuk kebersihan sanitasi dengan terlebih dahulu melakukan proses peningkatan pH rendah. Cara sederhana yang dapat ditempuh adalah dengan melalui filter air dengan menggunakan media pasir bersih atau pasir kuarsa bersih. Pertemuan antara air hujan dengan media pasir bersih/pasir kuarsa bersih dapat menaikkan pH atau menurunkan tingkat keasaman menjadi netral. Hal ini sudah banyak dilakukan namun masih diperlukan penelitian lebih lanjut [14].

Untuk meningkatkan kandungan kalsium yang kurang pada air hujan dapat ditempuh dengan cara memasukkan material yang mengandung kalsium seperti batu kapur, zeolit dan pasir kuarsa. Pada penelitian lain dengan melakukan proses mineralisasi pada air hujan, dengan menggunakan media batuan kapur dan pecahan genteng. Semakin tinggi kadar kapur pada proses mineralisasi, maka semakin tinggi juga peningkatan kesadahan atau kadar kalsium pada air hujan [15].

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Institut Teknologi PLN yang telah memberikan kesempatan dan dukungan baik moril dan dana terhadap penelitian yang dilakukan. Khusus disampaikan juga rasa terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi PLN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Arfandi, A. Tahir Lopa, and I. A. Ahmad, "RAIN WATER HARVESTING AT THE PLANTATION," *Pensil*, vol. 11, no. 2, pp. 112–119, 2022, doi: 10.21009/jpensil.v11i2.25805.
- [2] Harsoyo, "TEKNIK PEMANENAN AIR HUJAN RAIN WATER HARVESTING S".
- [3] "Peraturan Gubernur DKI Jakarta Tentang Zona Bebas Air Tanah nomer 93 Tahun 2021," 2021.
- [4] S. S. Anchan and H. C. Shiva Prasad, "Feasibility of roof top rainwater harvesting potential - A case study of South Indian University," *Clean Eng Technol*, vol. 4, Oct. 2021, doi: 10.1016/j.clet.2021.100206.

- [5] A. Rinny Asnaning, A. Eka Saputra, and D. Ahyuni, “Water Conservation with Rainwater Harvesting System in Lampung Province (Case Study in State Polytechnic of Lampung Campus Area).”
- [6] A. Raimondi, R. Quinn, G. R. Abhijith, G. Becciu, and A. Ostfeld, “Rainwater Harvesting and Treatment: State of the Art and Perspectives,” 2023, doi: 10.3390/w15081518.
- [7] A. Rahman, “Recent advances in modelling and implementation of rainwater harvesting systems towards sustainable development,” *Water (Switzerland)*, vol. 8, no. 12, pp. 6–9, 2017, doi: 10.3390/w9120959.
- [8] I. Mas and A. Mardiyanto, “DESIGN OF RAINWATER HARVESTING SYSTEM AS CLEAN WATER SUPPLY ALTERNATIVE (CASE STUDY ITS DORMITORY).”
- [9] “Rain Harvesting.” [Online]. Available: <https://www.alltexirrigation.com/rain-harvesting>
- [10] Joleha, “Application of Rainwater Harvesting Technology to Supply Sustainable Domestic Water,” 2019.
- [11] M. D. Kumar, “Roof Water Harvesting for Domestic Water Security: Who Gains and Who Loses?,” *Water Int*, vol. 29, no. 1, pp. 43–53, 2004, doi: 10.1080/02508060408691747.
- [12] I. D. C. Carvalho et al., “Sustainable airport environments: A review of water conservation practices in airports,” *Resour Conserv Recycl*, vol. 74, pp. 27–36, May 2013, doi: 10.1016/J.RESCONREC.2013.02.016.
- [13] “Indonesia Health Minister Regulation number 32 (2017).” [Online]. Available: <https://depkes.go.id>
- [14] A. Maryono, *Memanen Air Hujan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 2016.
- [15] R. D. Triastianti and R. Hazilmi, “PERBAIKAN KUALITAS AIR HUJAN SEBAGAI AIR BERSIH DENGAN METODE MINERALISASI DAN DESINFEKSI,” 2018.