



Pemanenan Air Hujan untuk Meningkatkan Aksesibilitas Air di Permukiman Pesisir, Kasus Jakarta, Indonesia

Rainwater Harvesting to Improve Water Accessibility in Coastal Settlements, the Case of Jakarta, Indonesia

Analissa Huwaina¹

Sekolah Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia, Indonesia

Hayati Sari Hasibuan

Sekolah Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia, Indonesia

Endrawati Fatimah

Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Indonesia

Artikel Masuk : 25 Februari 2022

Artikel Diterima : 26 Agustus 2022

Tersedia Online : 31 Agustus 2022

Abstrak: Air adalah kebutuhan dasar untuk aktivitas manusia terutama untuk kebutuhan harian. Saat ini masih ada rumah tangga di pesisir Jakarta Utara yang mengandalkan air non perpipaan sebagai sumber air bersih yang tidak layak akibat dorongan keadaan ekonomi. Sulitnya akses air bersih dan mahal, sehingga mereka menggunakan air tanah yang merugikan lingkungan yang menjadi penyebab penurunan tanah. Panen air hujan dapat menjadi solusi untuk permukiman nelayan sebagai sumber air bersih. Tujuan studi ini adalah meningkatkan aksesibilitas air di permukiman pesisir dengan potensi yang ada di lingkungan sekitarnya. Metode yang digunakan adalah survei dan eksperimen langsung terhadap SPAH (Sistem Pemanenan Air Hujan) dengan sampel survei sebanyak 266 responden. Hasil menunjukkan bahwa mayoritas masyarakat pesisir mengandalkan lebih dari satu sumber air. Setelah dilakukan eksperimen langsung, masyarakat menerima baik terhadap air hujan sebagai alternatif air bersih dan hal itu dapat mengurangi biaya pengeluaran masyarakat untuk air bersih. Pengujian terhadap kualitas air yang diandalkan dan air hujan dari sistem panen air hujan menunjukkan masih terkandung *E.Coli*. Kualitas air dan distribusi dipengaruhi oleh banyak faktor seperti politik dan peraturan pemerintah yang berlaku. Diperlukan penelitian lanjutan mengenai metode penyediaan air lainnya di permukiman pesisir.

Keywords: air bersih terjangkau; kualitas air; masyarakat pesisir; panen air hujan

Abstract: *Water is a basic need for human activities, especially for daily needs. Currently, there are still households on the coast of North Jakarta that rely on non-piped water as a*

¹ Korespondensi Penulis: Sekolah Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia, Indonesia
Email: analissa.huwaina@ui.ac.id

source of clean water; even households with toddlers rely on unfit water sources due to economic conditions. It is difficult to access clean and expensive water, so they use groundwater, which is detrimental to the environment and causes land subsidence, or buys expensive and unaffordable water. Coupled with poor environmental sanitation conditions come from shellfish waste and household waste. Rainwater harvesting can be a solution for fisher's settlements as a clean water source. This study aims to increase water accessibility in coastal settlements with the potential that exists in the surrounding environment. The study used a direct survey and experiment on RWH (Rainwater Harvesting) with a survey sample of 266 respondents. The results show that most coastal communities rely on more than one water source. After direct experimentation, the community accepts rainwater as an alternative to clean water, reducing the cost of public spending for clean water. Tests on reliable water quality and rainwater from rainwater harvesting systems showed that E.Coli still contained. Water quality and distribution are influenced by many factors, such as politics and applicable government regulations. Further research is needed on other water supply methods in coastal settlements.

Keywords: *affordable clean water, coastal community; rainwater harvesting; water quality*

Pendahuluan

Penggunaan air berkelanjutan diarahkan untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan (TPB) ke-6, maka dari itu diperlukan perencanaan penyediaan air minum yang terintegrasi ke depan karena masih banyak masyarakat yang mengalami kekurangan air secara kualitas dan kuantitas (Alemu & Dioha, 2020). Masih terdapat 20,13% rumah tangga di Kota Jakarta Utara yang mengandalkan air bersih non perpipaan untuk kebutuhan domestik (Badan Pusat Statistik Kota Jakarta Utara, 2020). Kondisi ini lebih banyak terjadi di permukiman yang berbatasan dengan laut yang umumnya memiliki lingkungan dengan kepadatan tinggi, berhimpitan, jalan tanpa perkerasan, dan sistem drainase buruk sehingga mempengaruhi akses air bersih (Maharani & Nurlaili, 2019). Padahal air yang aman menjadi kebutuhan dasar dan penting untuk aktivitas manusia serta memiliki manfaat untuk lingkungan, kesehatan, dan meningkatkan pembangunan ekonomi hingga produksi pangan (Jain, 2012; Kwon & Bailey, 2019; Tauhid Ur Rahman et al., 2017).

Dalam pembangunan yang inklusif dan implementasi tujuan pembangunan berkelanjutan hasilnya menyoroti bahwa tujuan sosial terkait akses air membutuhkan perhatian lebih khususnya pada perekonomian rumah tangga untuk keberlanjutan pelayanan air (Kayaga et al., 2018; Kooy et al., 2018). Keadaan perekonomian khususnya rumah tangga di pesisir mengalami keterbatasan karena dipengaruhi faktor terbatasnya mata pencaharian, sebagai akibat modal finansial yang rendah, pendidikan yang rendah, dan keterampilan yang terbatas (Baum et al., 2016). Evaluasi mengenai layanan suplai air rumah tangga di negara berkembang harus mempertimbangkan volume kebutuhan setiap rumah tangga, kualitas air, aksesibilitas seperti jarak dan waktu serta kendala, dan biaya layanan air (Markantonis et al., 2018).

Panen air hujan memiliki dampak positif terhadap kebutuhan air di perkotaan (Crosson et al., 2021). Semakin tinggi tingkat urbanisasi, maka akan meningkatkan kapasitas pemanenan air hujan karena semakin banyak daerah tangkapan dari atap bangunan (Shanableh et al., 2018). Tetapi yang terjadi di lingkungan permukiman dengan kepadatan tinggi seperti di Jakarta sulit untuk mencari lahan untuk penempatan instalasi. Padahal Huang et al. (2021a), mengatakan bahwa dalam pembangunan instalasi memiliki kriteria lahan yang cukup. Dengan demikian, dalam penelitian ini mencoba membangun instalasi panen air hujan komunal pada fasilitas umum yang mudah dijangkau seperti mushola dan koperasi nelayan.

Selain lokasi, bahan bangunan yang digunakan sebagai atap pada penempatan instalasi juga perlu diperhatikan, karena air hujan mungkin saja tercemar karena bahan dari atap yang digunakan sebagai daerah tangkapan dan tercemar oleh bakteri *Coliform* (Rahman et al., 2021). Dengan demikian, diperlukan perawatan rutin untuk menghilangkan debu-debu dan kotoran di daerah tangkapan. Tidak hanya sebagai sumber air bersih, panen air hujan telah menjadi pertimbangan sebagai solusi untuk mengurangi masalah banjir dan genangan di perkotaan (Meshram et al., 2021).

Pemenuhan air bersih dengan panen air hujan sudah dilakukan di berbagai negara misalnya di Meksiko, Vietnam, Bangladesh, dan Jakarta. Di Meksiko, pemanenan air hujan di perkotaan pada kondisi kualitas udara yang tidak baik, namun dilakukan dengan sistem yang tepat akan menghasilkan kualitas air yang sangat baik (Gispert et al., 2018). Perlu juga memperhatikan jenis atap yang akan digunakan sebagai daerah tangkapan, terutama pada kandungan Pb dan Zn yang terkandung pada air hujan yang ditampung (Rahman et al., 2021). Penerimaan akan penyediaan air bersih dengan pemanenan air hujan di Jakarta yang bersumber dari air hujan membutuhkan sosialisasi (Hargianintya et al., 2020). Sementara itu, di Vietnam (Thuy et al., 2019), melakukan sosialisasi air hujan hingga ke institusi pendidikan.

Secara umum, penelitian mengenai pemanenan air hujan secara teknis sudah dibahas sebelumnya. Karakteristik lingkungan dan sosial ekonomi setiap wilayah akan berbeda, seperti perbedaan antara perkotaan dan pesisir. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan meningkatkan aksesibilitas air bersih di permukiman pesisir yang terjangkau dengan melihat potensi yang ada di pesisir. Sehingga penelitian ini berkontribusi menjadi salah satu alternatif penyediaan air bersih di pesisir yang terjangkau.

Metode Penelitian

Lokasi Studi

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Kalibaru, Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara (Gambar 1). Kecamatan Cilincing merupakan kecamatan yang berbatasan dengan Laut Jawa yang terdiri dari 89 Rukun Warga (RW) yang tersebar di tujuh kelurahan. Pemilihan lokasi penelitian di 8 Rukun Warga (RW) di Kelurahan Kalibaru yang berbatasan langsung dengan laut, sebagai kawasan permukiman nelayan dengan aktivitas perekonomian berorientasi ke laut. Berdasarkan data konsolidasi bersih Kementerian Dalam Negeri semester II Tahun 2019, jumlah penduduk Kalibaru adalah 86.361 jiwa dengan jumlah rumah tangga sebanyak 28.787 rumah tangga. Kalibaru sangat cocok untuk studi ini karena akses ke layanan air bersih masih kurang dan hal ini menunjukkan kerawanan air yang umum terjadi di permukiman pesisir lainnya.

Metode Penelitian

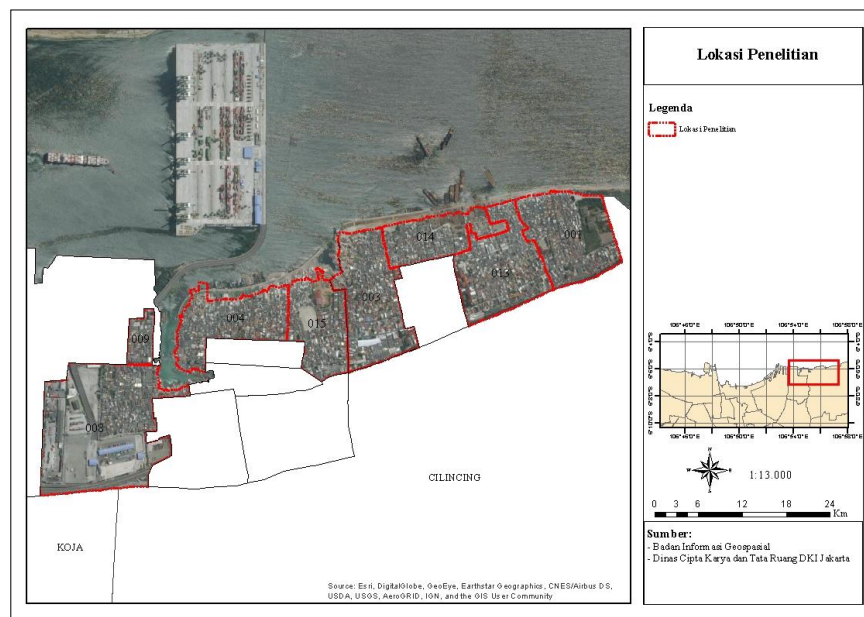
Metode dalam penelitian ini melihat potensi Sistem Pemanenan Air Hujan (SPA) dengan survei dan eksperimen langsung. Survei dilakukan pada Oktober – November 2021 dengan populasi yang memiliki karakteristik yang sama yaitu seluruh masyarakat yang bermukim di Kelurahan Kalibaru, Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara. Masyarakat pesisir kemudian difokuskan pada jumlah rumah tangga di 8 RW yang berbatasan dengan laut yaitu sebanyak 15.991 rumah tangga, hal ini karena peneliti menganggap jumlah rumah tangga dapat merepresentasikan keseluruhan masyarakat yang bermukim di Kelurahan Kalibaru. Dari populasi tersebut, kemudian ditentukan sampel riset di 8 RW di Kelurahan Kalibaru untuk lebih memperjelas jumlah responden.

Penentuan sampel menggunakan teknik *cluster sampling*. Penggunaan teknik ini karena objek penelitian yang digunakan bersifat luas, sehingga mempermudah dalam

pengumpulan data dengan pembagian *cluster* yang merupakan setiap RW. Dengan demikian, objek sampel riset ini adalah seluruh rumah tangga di Kelurahan Kalibaru, Kecamatan Cilincing yang tersebar di 14 RW dengan 8 RW yang berbatasan langsung dengan laut. Adapun RW yang berbatasan langsung dengan laut yaitu RW 01, RW 03, RW 04, RW 08, RW 09, RW 13, RW 14, dan RW 15. Hasil perhitungan sampel riset menggunakan Issac dan Michael (Sugiyono, 2013), mendapatkan 266 sampel dari 15.991 populasi riset.

Data survei digunakan untuk menjelaskan jumlah kebutuhan air per rumah tangga. Jumlah kebutuhan air terbagi menjadi kebutuhan untuk mandi, minum, memasak, mencuci pakaian, kebersihan rumah, wudhu, mencuci kendaraan, menyiram tanaman, mencuci alat pancing, dan kebutuhan kegiatan ekonomi lainnya. Pengintegrasian model dilakukan dengan eksperimen pada instalasi sistem pemanenan air hujan. Eksperimen instalasi pemanenan air hujan dilakukan dengan pemasangan dan sosialisasi instalasi panen air hujan yang berlokasi di RW 01 dan RW 15 pada 17 – 22 November 2021. Kemudian pemanfaatan air hujan hasil pemanenan oleh warga diamati pada 26 November – 11 Desember 2021.

Studi ini bermaksud untuk meningkatkan aksesibilitas air di permukiman pesisir dengan potensi yang ada di lingkungan sekitarnya. Untuk mengatasi keterbatasan akses sumber air bersih di permukiman nelayan Kalibaru, dilakukan pengenalan solusi berupa sistem pemanenan air hujan yang dapat dimanfaatkan masyarakat. Pertama-tama studi membahas temuan di lapangan terhadap sumber air bersih yang digunakan oleh masyarakat. Selanjutnya akan membahas kualitas air serta potensi jumlah air yang dapat dipanen berdasarkan curah hujan andalan. Kemudian hasil eksperimen dapat digunakan menjadi salah satu rekomendasi alternatif penyediaan air bersih di permukiman pesisir.

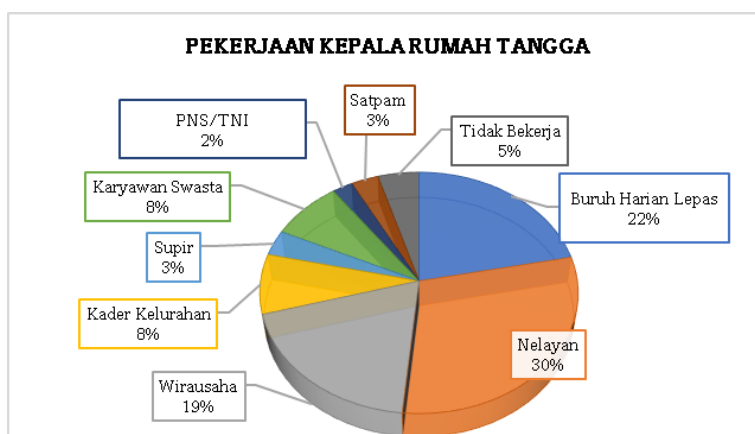


Gambar 1. Lokasi Penelitian

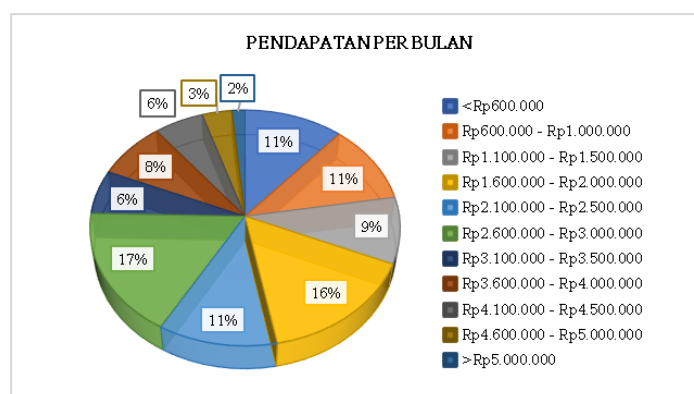
Profil Umum Responden

Dari survei diketahui bahwa sebagian besar kepala rumah yang bekerja sebagai nelayan sebanyak 30% dan disusul dengan buruh harian lepas sebanyak 22% yang dapat dilihat pada Gambar 2. Pekerjaan sebagai buruh harian lepas yang dilakukan berkaitan dengan lokasi permukiman yang merupakan pesisir dan dekat dengan pelabuhan, sehingga

kegiatannya sebagai buruh pasir dan pergudangan. Masih ada 5% warga yang tidak memiliki pekerjaan, sehingga tidak memiliki penghasilan maka persentase penghasilan di bawah Rp 600.000 sebanyak 11% (Gambar 2). Persentase terbanyak pada kelompok penghasilan Rp 2.600.000 – Rp 3.000.000 sebanyak 17% yang merupakan penghasilan rata-rata dari nelayan. Terbanyak kedua adalah pada kelompok penghasilan Rp 1.600.000 – Rp 2.000.000 dengan persentase sebesar 16%.



Gambar 2. Distribusi Jenis Pekerjaan Kepala Rumah Tangga



Gambar 3. Persentase Pendapatan per Bulan Responden Berdasarkan Kelompok Penghasilan

Hasil dan Pembahasan

Kebutuhan Air Masyarakat Pesisir

Kebutuhan air pada penelitian ini berdasarkan kebiasaan sehari-hari di permukiman nelayan, karena adanya perbedaan jumlah kebutuhan air yang digunakan pada setiap jenis pekerjaan. Alasan ini didukung oleh Twort et al. (2003) bahwa perilaku/pemakaian air bersih pada suatu kawasan tidak akan pernah sama persis dengan kawasan lainnya akibat dari karakteristik yang dimiliki oleh kawasan yang bersangkutan. Berdasarkan survei yang dilakukan pada 1.489 jiwa dengan rata-rata jumlah jiwa yang tinggal dalam satu rumah sebanyak 6 jiwa dan jumlah paling banyak dalam satu rumah tangga sebanyak 20 jiwa, didapatkan data kebutuhan air. Kebutuhan air harian memiliki keterbatasan pada jumlah

yang tepat untuk sumber air tanah. Dikarenakan tidak ada alat untuk mengukur jumlah penggunaan air tanah yang dimiliki oleh warga.

Tabel 1. Kebutuhan Air Harian di Permukiman Nelayan Kalibaru

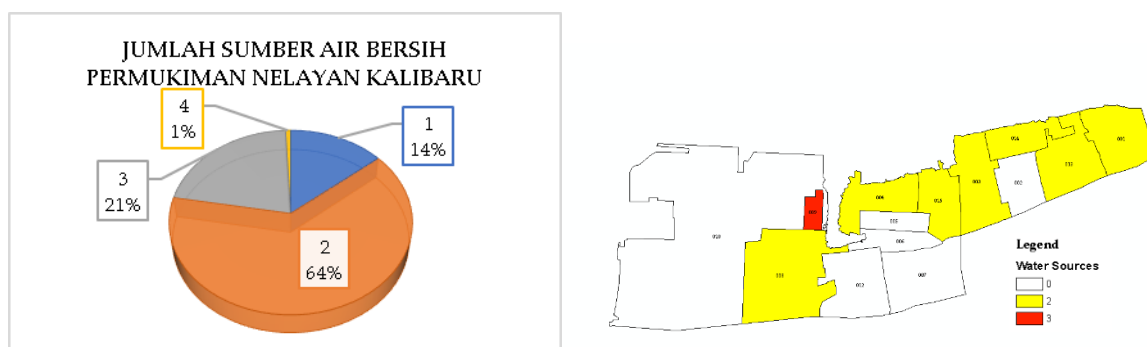
Penggunaan Air per Rumah tangga	Kebutuhan Air (liter/rumah tangga/hari)								
	Nelayan	Buruh Harian Lepas	Wirausaha	Kader Kelurahan	Supir	Karyawan Swasta	PNS/TNI	Satpam	Tidak Bekerja
Mandi, Kakus	431,1	177,1	319,5	114,7	39,8	212,6	16,3	71,5	118,5
Minum	12,4	4,3	9,1	6,1	1,3	4,8	1,0	1,6	1,7
Masak	32,5	8,1	6,1	5,2	0,5	5,3	1,2	1,8	2,0
Cuci Pakaian	134,0	66,2	64,5	8,5	8,9	45,8	2,8	15,4	34,6
Kebersihan Rumah	15,7	3,1	16,7	16,6	1,0	7,5	1,4	4,7	2,3
Mencuci Alat Pancing	72,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wudhu	14,1	15,3	19,5	6,4	2,6	5,6	1,0	2,2	3,7
Cuci Kendaraan	7,0	4,7	8,8	13,0	37,4	4,6	0,3	1,8	13,2
Siram Tanaman	3,7	4,5	8,3	13,0	0,4	3,6	1,3	1,3	0,4
Kegiatan Ekonomi Lainnya	39,4	17,9	9,2	7,1	5,1	9,1	0,0	0,6	8,1
Jumlah Kebutuhan Air	762,2	301,1	461,7	190,7	97,0	299,0	25,2	100,9	184,5
Pengeluaran Air	Rp 35.463	Rp 35.749	Rp 20.103	Rp 17.643	Rp 19.341	Rp 40.365	Rp 39.055	Rp 22.036	Rp 40.419

Berdasarkan Tabel 1, rata-rata kebutuhan air harian per rumah tangga berdasarkan jenis pekerjaan kepala rumah tangga yaitu kebutuhan harian berupa mandi dan kakus, konsumsi (minum dan masak), mencuci pakaian, kebersihan rumah, mencuci alat pancing, wudhu, mencuci kendaraan, dan menyiram tanaman. Jika dihitung kebutuhan air per rumah tangga berdasarkan jenis pekerjaan kepala rumah tangga maka rata-rata kebutuhan air terbanyak sebesar 762,2 liter/rumah tangga/hari yaitu dengan pekerjaan kepala rumah tangga sebagai nelayan dengan penggunaan terbanyak untuk memenuhi kebutuhan mandi dan kakus. Sementara itu, rata-rata kebutuhan terendah sebanyak 25,2 liter/rumah tangga/hari yaitu pekerjaan kepala rumah tangga sebagai PNS/TNI. Jumlah ini lebih rendah dari standar kebutuhan domestik yang tercantum dalam SNI 19-6728.1-2002 untuk wilayah perkotaan tiap penduduk membutuhkan 120 liter/jiwa/hari. Kebutuhan air bersih terbanyak adalah untuk kebutuhan mandi dan kakus dengan jumlah 431,1 liter/rumah tangga/hari.

Besar pengeluaran untuk kebutuhan air harian pada Tabel 1 tidak sebanding dengan pendapatan masyarakat di permukiman nelayan dengan mayoritas pendapatan per bulan sebesar Rp 1.600.000 – Rp 3.000.000 (Gambar 3), selain itu PBB mensyaratkan air harus terjangkau dengan biaya tidak lebih dari 3% pendapatan rumah tangga (United Nations, 2014) atau dengan kata lain pengeluaran bulanan masyarakat di permukiman nelayan untuk memenuhi kebutuhan air seharusnya tidak lebih dari Rp 48.000 – Rp 90.000.

Sumber Air yang Diandalkan

Survei yang dilakukan mendapatkan informasi jumlah sumber air bersih yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan harian di permukiman nelayan yaitu mayoritas penduduk mengandalkan dua sampai tiga sumber air bersih. Penduduk yang mengandalkan satu sumber air bersih hanya sebesar 14% dan ada pula yang mengandalkan dari empat sumber sebanyak 1% penduduk di permukiman nelayan yang dapat dilihat pada Gambar 4. Kemudian pada Gambar 5, persentase sumber air dilihat berdasarkan pekerjaan kepala rumah tangga, rumah tangga yang mengandalkan empat sumber air bersih yaitu nelayan dan wirausaha masing-masing sebesar 1% dan 2%. Terdapat tiga profesi yang tidak ada mengandalkan hanya satu sumber air bersih yaitu PNS/TNI, Satpam, dan tidak bekerja.

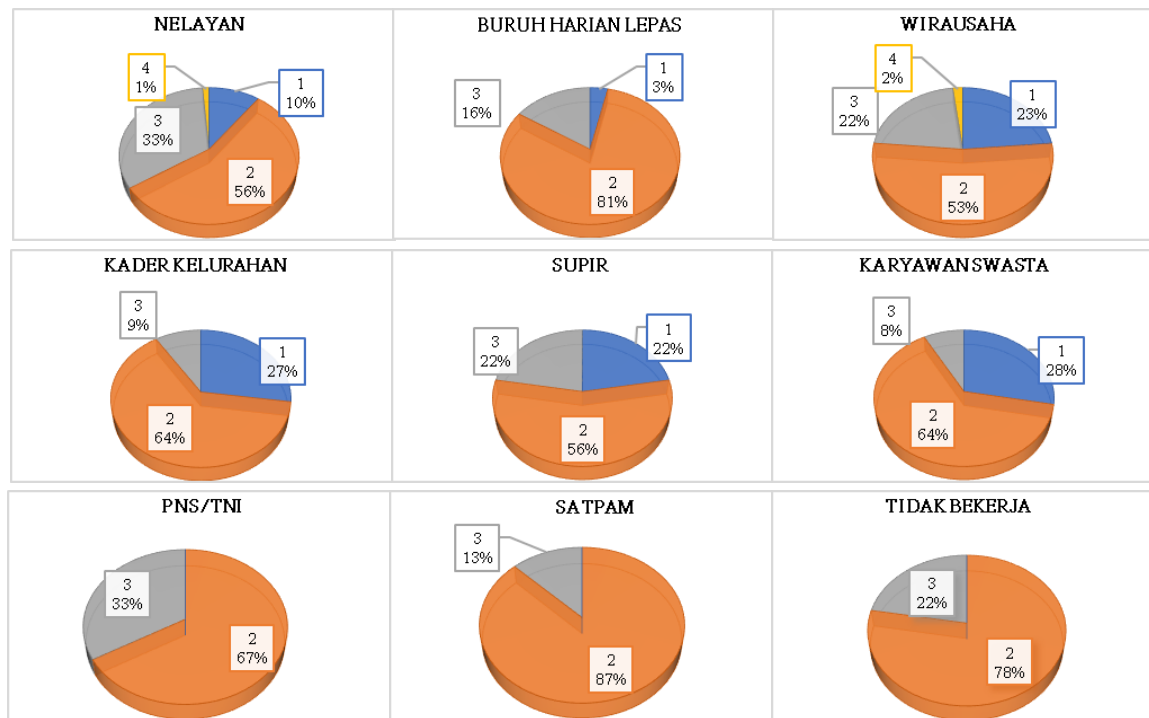


Gambar 4. Persentase Jumlah Sumber Air Bersih per Rumah Tangga dan Sebaran Rata-rata Sumber Air Bersih yang Diandalkan Tiap RW

Dalam meningkatkan ketahanan air pada skala rumah tangga, secara sengaja menggunakan sumber air yang berbeda untuk menghindari ketergantungan yang berlebihan dan penurunan kapasitas dari satu sumber (Elliott et al., 2019). Hal ini ditemukan di lokasi studi bahwa sumber air yang diandalkan oleh rumah tangga di permukiman nelayan mayoritas mengandalkan lebih dari satu sumber air (Gambar 4). Berdasarkan temuan yang ada bahwa rumah tangga di permukiman nelayan sudah berusaha untuk memenuhi kebutuhan air tetapi kualitas air yang diandalkan tidak memenuhi standar air bersih (Johri et al., 2019).

Sumber air bersih yang diandalkan di 8 RW Kelurahan Kalibaru terdiri atas air tanah, air PAM, air isi ulang, air yang dijual oleh pedagang keliling, dan air hujan. Air isi ulang adalah air tanah yang diolah melalui metode *reverse osmosis*, kemudian air yang dijual oleh pedagang keliling adalah air yang bersumber dari air tanah dengan kedalaman lebih dari 100 meter, sedangkan yang dimaksud air tanah adalah air tanah yang berasal dari sumur dangkal. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan 2 wadah yang berbeda, khusus untuk pengujian mikrobiologi menggunakan botol steril, sedangkan untuk pengujian fisika dan kimia menggunakan *jerrycan*. Kualitas air pada keempat sumber air kecuali air hujan, berdasarkan hasil uji laboratorium yang dilakukan terlihat pada Tabel 2. Pengujian dilakukan berdasarkan standar baku muku kesehatan lingkungan dan persyaratan

kesehatan air untuk keperluan higine sanitasi yang tercantum pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017.



Gambar 5. Jumlah Sumber Air Bersih per Rumah Tangga Berdasarkan Pekerjaan Kepala Rumah Tangga

Dari keenam sampel yang diuji terlihat bahwa kualitas air bersih tidak memenuhi standar baku mutu air untuk keperluan higine dan sanitasi. Pada parameter fisika yaitu kekeruhan, warna, zat padat terlarut, suhu, rasa, dan bau menunjukkan keempat sampel memenuhi, kecuali pada sampel air tanah RW 01. Hasil pengujian pada parameter rasa menunjukkan berasa dan parameter zat padat terlarut pada kedua sampel air tanah menunjukkan hasil di atas kadar maksimum yang diperbolehkan. Kemudian pada parameter kimia mangan yang terkandung dalam sampel air tanah RW 01 menunjukkan hasil 1,065 mg/l, serta zat organik terlarut yang terkandung dalam sampel air tanah pada kedua RW menunjukkan hasil yang tinggi yaitu 19,592 mg/l untuk air tanah RW 15 dan 45,50 mg/l untuk air tanah RW 01. Pada parameter biologi yaitu total *Coliform* dan *E. Coli*, semua sampel air menunjukkan hasil pengujian melebihi kadar maksimal pada parameter total coliform dan mengandung *E. Coli* walaupun pada tiga sampel yaitu air PAM dan air galon isi ulang mengandung kurang dari 1.

Kualitas air yang diujikan yang bersumber dari air tanah dan air perpipaan mengandung *E. Coli*, termasuk juga dengan sumber air isi ulang. Penggunaan air tanah sebagai sumber air bersih walaupun hasil pengujian menunjukkan kualitas air yang tidak direkomendasikan sebagai air bersih. Pengambilan air tanah yang bersumber dari air tanah dalam dianggap dianggap memiliki kualitas air aman (Lee et al., 2017). Namun, kandungan TDS pada air tanah di lokasi penelitian melebihi 1.000 mg/L sehingga dikatakan payau (Dian et al., 2021). Penggunaan air tanah memang lebih murah dan mudah tetapi telah membuat turunnya kuantitas serta menyebabkan penipisan akuifer, sehingga pemenuhan dengan air hujan perlu dipertimbangkan (Darabi et al., 2021).

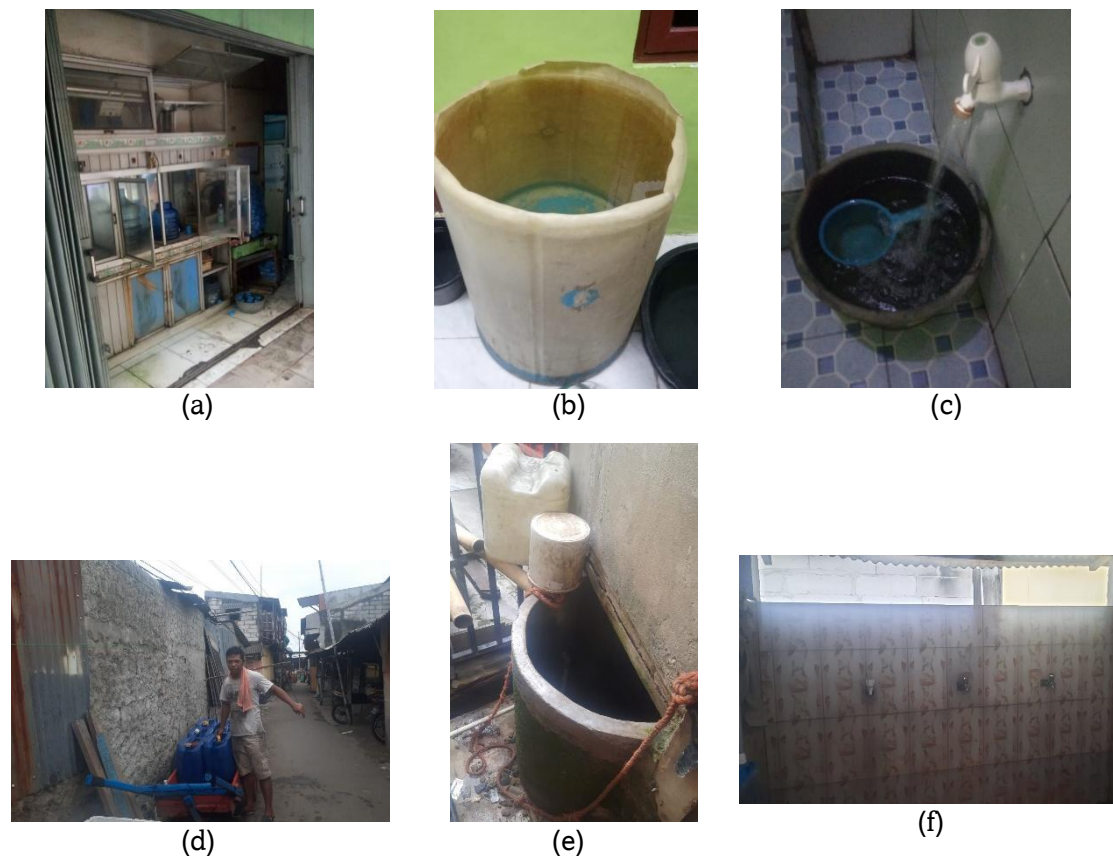
Tabel 2. Hasil Pengujian Air Pada Sumber Air Yang Diandalkan di Permukiman Nelayan Kalibaru

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan (air bersih)	Hasil					
				PAM RW 15	PAM RW 01	Pedagang Keliling	Tanah RW 15	Tanah RW 01	Galon Isi Ulang
1	Kekeruhan	Skala NTU	25	0,47	0,45	0,45	1,76	0,23	0,01
2	Warna	Skala TCU	50	2	2	2	2	4	3
3	Zat padat terlarut	mg/l	1000	322	308	266	1122	17332	206
4	Suhu	C	Suhu udara +/- 3	21,4	21,6	21,4	21,5	21,4	21,4
5	Rasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Berasa	Tidak berasa
6	Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
7	pH	mg/l	6,5 - 8,5	7,28	7,42	7,28	7,30	6,97	7,86
8	Besi	mg/l	1	0,0692	<0,0617	0,00626	0,1253	0,1466	0,0760
9	Fluorida	mg/l	1,5	0,309	0,314	0,426	0,426	0,314	0,354
10	Kesadahan	mg/l	500	100	102	112	350	1,425	82
11	Mangan	mg/l	0,5	<0,0624	<0,0624	<0,0624	0,2387	1,065	<0,0624
12	Nitrat	mg/l	10	0,592	0,784	0,557	0,724	1,633	1,313
13	Nitrit	mg/l	1	0,002	0,006	<0,002	0,69	2,56	0,028
14	Sianida	mg/l	0,1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
15	Deterjen	mg/l	0,05	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
16	Arsen	mg/l	0,05	<0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001
17	Kadmium	mg/l	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
18	Kromium, val 6	mg/l	0,05	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
19	Selenium	mg/l	0,01	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
20	Seng	mg/l	15	<0,033	0,033	<0,033	<0,033	<0,033	<0,033
21	Sulfat	mg/l	400	23,971	28,119	25,145	104,476	219,02	5,765
22	Timbal	mg/l	0,05	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
23	Zat organik	mg/l	10	2,844	6,636	7,268	19,592	45,504	1,58
24	Total Coliform	CFU/100mL	50	200	121	63	159	152	153
25	<i>E. Coli</i>	CFU/100mL	0	50	<1	<1	22	13	<1

Kondisi dari sumber air yang diandalkan serta dijadikan sampel dalam pengujian dapat dilihat pada Gambar 6. Sumber air tanah di RW 15 merupakan sumur terbuka yang memungkinkan adanya pencemar masuk ke dalam sumur, sedangkan di RW 01 sampel air diambil melalui kran air yang sudah ditampung dalam tangki air sebelumnya. Kemudian kondisi sampel air PAM dari RW 15 diambil langsung melalui kran air yang terhubung dengan jalur perpipaan PAM pada lokasi tersebut, sedangkan di RW 01 karena tidak seluruh wilayahnya terjangkau oleh jalur air perpipaan (PAM), maka warga setempat menampung air PAM pada tangki-tangki air yang ditaruh di rumah masing-masing ataupun dekat MCK (Mandi, Cuci, dan Kakus) komunal dengan kondisi tangki terbuka (Gambar 6b).

Hasil pengujian terhadap sampel sumber air yang diandalkan belum memenuhi kriteria air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017. Sejalan dengan Alemu & Dioha (2020), yang menyebutkan bahwa diperlukan adanya perencanaan penyediaan air minum yang terintegrasi ke depan secara kualitas dan kuantitas. Sumber pencemar air yang sering ditemukan khususnya pada air tanah adalah *E. Coli* (Rinanti et al., 2021), patogen ini dapat menimbulkan risiko kesehatan bagi bayi,

anak kecil, dan orang dengan gangguan sistem kekebalan serta dapat menyebabkan meningitis dan infeksi aliran darah pada manusia (Ananth et al., 2018; Rohmah et al., 2018).



Gambar 6. Sumber Air (a) Galon Isi Ulang, (b) Penampungan air PAM RW 01, (c) Air Tanah RW 01, (d) Pedagang Keliling, (e) Air Tanah RW 15, (f) Kran Air PAM RW 15

Potensi Panen Air Hujan

Data curah hujan bulanan Jakarta Utara didapat berdasarkan data dari Stasiun Pengamatan Tanjung Priok Jakarta Utara. Dari data curah hujan tersebut diolah dan didapat curah hujan andalan yaitu curah hujan yang memiliki peluang terjadi kembali dan dapat memperlihatkan sebaran curah hujan pada bulan kering serta bulan basah. Data Tabel 3 merupakan hasil dari penelitian terdahulu yang dilakukan di Kelurahan Muara Angke, Kecamatan Penjaringan, Jakarta Utara (Hargianintya, 2019). Data pada Tabel 3 dianggap dapat mewakili adalah data hujan tahun 2009, 2011, 2012, 2017, dan 2018. Diketahui bahwa tahun yang memiliki peluang mendekati 80% merupakan tahun yang memiliki peringkat 5 terendah yaitu peringkat 6-10 atau dapat dikatakan tahun yang memiliki jumlah curah hujan tahunan minimal. Pada Tabel 4 merupakan data curah hujan tahunan sejak tahun 2011 hingga tahun 2020 yang diambil dari Stasiun Pengamatan Tanjung Priok, Jakarta Utara. Wilayah Jakarta Utara termasuk ke dalam kategori rendah hingga menengah, dengan rata-rata maksimum menengah yaitu 100-300 mm pada bulan Januari, Februari, Maret, dan Desember. Adapun pada delapan bulan lainnya termasuk ke dalam kategori curah hujan rendah yaitu 0-100 mm.

SPAH pada skala rumah tangga memiliki kekurangan yaitu kecilnya daerah tangkapan dan tempat penyimpanan, sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan sepanjang tahun terutama pada musim kemarau (Thuy et al., 2019). Dalam penelitian pemanenan air hujan di Muara Angke, Jakarta Utara (Hargianintya, 2019), mencoba menghitung air yang dapat dipanen dengan luas atap 84 m² dengan curah hujan tahunan Jakarta Utara tahun 2019 dapat memanen rata-rata sebanyak 44 m³/tahun. Untuk memenuhi kebutuhan air di permukiman nelayan dengan sumber air hujan sepanjang tahun memerlukan biaya investasi pembelian tangki.

Tabel 3. Peluang Hujan Jakarta Utara

Tahun	Tahunan (mm)	Jumlah Hari Hujan (Hari)	Peringkat (m)	Peluang (mendekati 80%)
2009	534,3	110	8	73%
2011	490,1	113	9	82%
2012	479,5	102	10	91%
2017	574,2	123	6	55%
2018	559,4	107	7	64%

Sumber: Hargianintya, 2019

Tabel 4. Curah Hujan Jakarta Utara Tahun 2011-2020

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Des
2011	31,1	58,1	30,6	7	73,4	58	15,7	10	2,8	34,3	78,5	66,4
2012	48,9	60,9	60,3	50,1	85,2	21,9	28,5	0	24,6	0,1	75,1	59,4
2013	117,8	53,7	52,7	34	106	46,4	51,3	71,8	5	41,8	37,2	81,5
2014	154,1	284	165,3	11	165,3	43	25	71,8	53,7	6	46,4	34,1
2015	133,4	247	54	30,7	25,1	25,2	2,5	0	16	0	92,4	87,4
2016	34,3	108	38,8	112,7	16,4	75,5	43,4	42,3	39,5	49,3	29,1	7
2017	82,9	148,6	26,5	41,5	44,3	55	19,8	1,9	43,2	23,3	39,1	48,1
2018	66,3	100,5	129,6	69,3	14,7	12,2	0	46	15	54,1	39,8	11,9
2019	365,5	216,9	332,1	132,5	24,7	5	0	0	0	1	80	509,3
2020	504	763,7	220,6	110,6	52,5	63,3	99,9	77,9	131,9	101,7	111,2	244,2
Rata-rata	153,8	204,1	111,05	59,9	60,8	40,55	28,6	31,2	33,2	31,2	62,9	114,9

Sumber: Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, 2022

Data curah hujan 10 tahun terakhir pada Tabel 4 belum memperhitungkan pengaruh perubahan iklim. Padahal perubahan iklim akan mempengaruhi curah hujan pada suatu wilayah. Beberapa wilayah mengalami kenaikan, ada pula yang mengalami penurunan (Toosi et al., 2020). Perubahan iklim juga mungkin akan mengubah pola curah hujan dan lama waktu hujan (Sorensen et al., 2018). Menurut Palla et al. (2017), perubahan yang terlihat yaitu pola hujan menjadi berintensitas tinggi tetapi dengan waktu yang singkat.

Instalasi Panen Air Hujan di Permukiman Pesisir

Sistem pemanenan air hujan dirancang dan dioperasikan untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menggunakan air hujan sebagai sumber air utama atau tambahan (Huang et al., 2021). Penentuan titik lokasi pemasangan Sistem Pemanenan Air Hujan (SPAH) berdasarkan pertimbangan, yaitu:

1. Lokasi memiliki lahan yang cukup untuk tempat tangki penyimpanan
2. Lokasi memiliki daerah tangkapan air
3. Lokasi merupakan fasilitas umum untuk kemudahan pemanfaatan dan pemeliharaan

Lokasi yang menjadi pilihan pembangunan SPAH pertama adalah musala di RW 15, diharapkan dapat dimanfaatkan oleh warga untuk kebutuhan harian dan untuk kebutuhan ibadah. Sementara untuk SPAH lokasi kedua adalah Koperasi Nelayan Kalibaru Timur di RW 01. Masing-masing berkapasitas sama yaitu 2000 liter, hanya saja pada lokasi pertama

terkendala luas lahan yang tidak dapat menempatkan tangki penyimpanan dengan ukuran 2000 liter, maka dibuat sistem paralel masing-masing berukuran 1050 liter (Gambar 7).



Gambar 7. Instalasi Panen Air Hujan

Setelah pemasangan SPAH, dilakukan sosialisasi penggunaan, pemeliharaan, hingga pemanfaatan air hujan sebagai sumber air bersih pada kedua lokasi. Di kedua lokasi jumlah peserta yang hadir antara 15 – 25 peserta dengan target peserta adalah warga sekitar lokasi pemasangan, pengurus musala, pengurus koperasi, dan beberapa perangkat kelurahan yang dapat dilihat pada Gambar 8. Penerimaan masyarakat pesisir permukiman nelayan di Jakarta Utara terhadap partisipasi dan kualitas air hujan menggunakan indikator partisipasi, kapital sosial, dan dukungan pemerintah yang sebelumnya pernah dilakukan pada tahun 2019. Hasilnya menyatakan bahwa perubahan persepsi masyarakat terhadap sumber air bersih dari air hujan menunjukkan peningkatan setelah dilakukan sosialisasi terutama pada kemampuan membayar dan kualitas (Hargianintya et al., 2020), hal yang serupa juga dilakukan oleh Thuy et al. (2019). Maka dalam penelitian ini juga lakukan sosialisasi di permukiman nelayan Kalibaru untuk meningkatkan penerimaan masyarakat terhadap panen air hujan (Gambar 8).



Gambar 8. Sosialisasi Panen Air Hujan

Setelah adanya sosialisasi pemanenan air hujan, saat tangki sudah mulai terisi setelah hujan, masyarakat sudah mulai memanfaatkan air tersebut sebagai sumber air bersih. Dalam periode pengamatan, setelah sosialisasi dilakukan banyak warga menjadi rutin memanfaatkan air hujan dari penyediaan instalasi untuk kebutuhan sehari-hari. Terlihat pada Gambar 9, warga bergantian untuk mengambil air bersih untuk memenuhi kebutuhan air bersih rumah tangga.

Selain kuantitas dan harga, kualitas air menjadi faktor penting dalam pemilihan air bersih yang diandalkan. Hasil pengujian fisikokimia air hujan berdasarkan standar baku mutu air bersih Kementerian Kesehatan Republik Indonesia pada lokasi kedua memenuhi

standar air bersih. Sedangkan pada lokasi pertama, salah satu parameter yaitu zat organik bernilai melebihi standar yang sudah ditetapkan. Kemudian hasil pengujian pada parameter mikrobiologis dari sampel air hujan pada kedua lokasi menunjukkan kontaminasi yang signifikan pada total *Coliform* dan *E. Coli* terlihat pada hasil pengujian pada Tabel 5. Hal ini disebabkan beberapa faktor, yaitu tangki penyimpanan air hujan tidak dibersihkan dengan sempurna sebelum pemasangan dan banyaknya warga yang memelihara burung di sekitar lokasi sehingga banyak kotoran di atas atap penangkap air hujan.



Gambar 9. Warga Mengambil Air Bersih dari Tangki Penampungan Air Hujan

Tabel 5. Hasil Pengujian Kualitas Air Hujan

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan (air bersih)	Hasil	
				SPAH RW 15	SPAH RW 01
1	Kekeruhan	Skala NTU	25	0,24	0,26
2	Warna	Skala TCU	50	2	2
3	Zat padat terlarut	mg/l	1000	256	284
4	Suhu	°C	Suhu udara +/- 3	23	22,3
5	Rasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa
6	Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
7	pH	mg/l	6,5 - 8,5	7,5	7,4
8	Besi	mg/l	1	<0,0617	<0,0617
9	Fluorida	mg/l	1,5	0,208	0,039
10	Kesadahan	mg/l	500	26	60
11	Mangan	mg/l	0,5	<0,0624	<0,0624
12	Nitrat	mg/l	10	0,175	0,388
13	Nitrit	mg/l	1	0,050	0,715
14	Sianida	mg/l	0,1	<0,001	<0,001
15	Deterjen	mg/l	0,05	<0,015	<0,015
16	Arsen	mg/l	0,05	<0,001	<0,001
17	Kadmium	mg/l	0,005	<0,001	<0,001
18	Kromium, val 6	mg/l	0,05	<0,006	<0,006
19	Selenium	mg/l	0,01	<0,001	0,002
20	Seng	mg/l	15	<0,033	<0,033
21	Sulfat	mg/l	400	0,913	6,921
22	Timbal	mg/l	0,05	<0,003	<0,003
23	Zat organik	mg/l	10	5,372	10,428
24	Total <i>Coliform</i>	CFU/100mL	50	198	192
25	<i>E. Coli</i>	CFU/100mL	0	157	106

Panen Air Hujan sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih

Temuan menyatakan bahwa jumlah pendapatan yang rendah juga memiliki pengeluaran untuk memenuhi kebutuhan air bersih yang tinggi akibat dari rendahnya akses air bersih. Keputusan dalam mengeluarkan jumlah yang cukup besar jika dibandingkan dengan pendapatan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kualitas air, kuantitas air, dan kontinuitas air (Abualtayef et al., 2019) dengan tidak mengorbankan kemampuannya untuk memenuhi penunjang kehidupan (Adusei et al., 2018). Pemilihan air hujan sebagai sumber air yang diandalkan bagi rumah tangga yang tidak memiliki akses air bersih dapat mengurangi pengeluaran untuk air bersih, sehingga kuantitas air bersih dalam rumah tangga akan lebih tinggi sesuai dengan kemampuan penampungan air yang dapat disediakan.

Dengan adanya sistem pemanenan air hujan dapat mengurangi pengeluaran masyarakat akan kebutuhan air yang dibeli melalui pedagang berdasarkan penelitian di Muara Angke sebesar Rp 200.000 – Rp 500.000 per bulan (Hargianintya et al., 2020), sedangkan untuk pengeluaran kebutuhan air di Kalibaru sebesar Rp 17.000 – Rp 40.000 per hari (Tabel 1). Setelah adanya sistem panen air hujan, pengeluaran untuk air bersih tiap rumah tangga dapat menghemat hingga Rp 25.000 per pekan. Pemilihan air hujan sebagai sumber air bersih dapat menjadi sumber air yang terjangkau di pesisir. Secara ekonomi dalam penyediaan sistem pemanenan air hujan sangat efisien bila memilih ukuran tangki yang tepat (Preeti & Rahman, 2021).

Kualitas air serta distribusinya ini dipengaruhi banyak faktor termasuk politik (Brown & Hess, 2017) dan peraturan pemerintah yang berlaku (Barbosa et al., 2016). Kondisi terbatasnya akses air bersih dan sanitasi selain dari faktor politik dan peraturan pemerintah, di permukiman nelayan biasanya dipengaruhi oleh topografi dan hidrogeologi (Kalumbi et al., 2020), hal ini dapat menyebabkan terbentuknya pola kebiasaan penduduk yang kurang memperhatikan kebersihan. Misalnya peraturan yang berlaku mengenai air perpipaan di DKI Jakarta sebelumnya masih mengikuti Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015, kemudian di tahun 2020 DKI baru saja mengesahkan Peraturan Gubernur Nomor 16 Tahun 2020 tentang Tata Cara Penyambungan dan Pemakaian Air Minum. Selain itu, ada pula kebijakan mengenai pembatasan pengambilan air tanah pada zona konservasi air tanah di wilayah Cekungan Air Tanah Jakarta yang tercantum pada Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 93 Tahun 2021 tentang Zona Bebas Air Tanah.

Kesimpulan

Fokus utama artikel ini meningkatkan aksesibilitas air bersih di permukiman pesisir yang terjangkau dengan melihat potensi yang ada di pesisir. Artikel ini meningkatkan akses air bersih menggunakan sistem pemanenan air hujan di permukiman pesisir dengan metode survei dan eksperimen. Pemilihan sistem pemanenan air hujan sebagai teknologi penyedia air bersih yang terjangkau di pesisir dengan kondisi air tanah yang sudah kritis dan tingkat ekonomi penduduk yang rendah dapat diterima dengan syarat ukuran tangki sesuai dengan kebutuhan air. Metode eksperimen pada sistem pemanenan air hujan sudah terbukti memberikan manfaat sebagai sumber air bersih di permukiman pesisir. Meskipun hasil pengujian mikrobiologi menunjukkan hasil yang kurang baik, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai sistem panen air hujan di pesisir agar luarannya dapat memenuhi standar baku mutu air bersih maupun air minum.

Akhirnya, penelitian ini menyimpulkan bahwa dari kegiatan – kegiatan yang dapat meningkatkan aksesibilitas air yang terjangkau di permukiman pesisir yang sudah dilakukan melalui eksperimen pemasangan instalasi air hujan dan pengamatan, maka sistem ini dapat mengurangi pengeluaran rumah tangga untuk air bersih. Dengan pemanenan air hujan juga dapat mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan ke-6 yaitu akses air bersih. Selanjutnya diharapkan adanya penelitian lanjutan mengenai metode lain maupun studi tambahan

mengenai sistem lain dan integrasi dengan model penyediaan lain dengan apa yang sudah terlaksana pada penelitian ini.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh responden di Kelurahan Kalibaru, Cilincing, Jakarta Utara yang telah meluangkan waktu dan memberikan persetujuan serta informasi yang diperlukan untuk menyelesaikan penelitian ini. Penelitian ini didanai oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional melalui Pendanaan Program Prioritas Riset Nasional untuk Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2021 dengan Nomor: 008/E4.1/AK/04.PRN/2021. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Komunitas Banyu Bening dan tim pengabdian masyarakat Sekolah Ilmu Lingkungan Universitas Indonesia yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Abualtayef, M., Oukal, Y., Ghabayen, S., Eila, M., & AbuEltayef, H. (2019). Households' affordability and willingness to pay for water services in Khan Younis City, Palestine. *Journal of Engineering Research and Technology*, *6*(2), 21–26.
- Adusei, P. K., Oduro-Ofori, E., Amponsah, O., & Agyeman, K. O. (2018). Participatory incremental slum upgrading towards sustainability: an assessment of slum dwellers' willingness and ability to pay for utility services. *Environment, Development and Sustainability*, *20*(6), 2501–2520. doi:10.1007/s10668-017-0002-1.
- Alemu, Z. A., & Dioha, M. O. (2020). Modelling scenarios for sustainable water supply and demand in Addis Ababa city, Ethiopia. *Environmental Systems Research*, *9*(1). doi:10.1186/s40068-020-00168-3
- Ananth, M., Rajesh, R., Amjith, R., Achu, A. L., Valampampil, M. J., Harikrishnan, M., ... Nujum, Z. T. (2018). Contamination of household open wells in an urban area of Trivandrum, Kerala State, India: A spatial analysis of health risk using geographic information system. *Environmental Health Insights*, *12*. doi:10.1177/1178630218806892.
- Badan Pusat Statistik Kota Jakarta Utara. (2020). *Statistik kesejahteraan rakyat Kota Jakarta Utara 2020*. Jakarta.
- Barbosa, M. C., Mushtaq, S., & Alam, K. (2016). Rationalising water policy and the institutional and water governance arrangements in Sao Paulo, Brazil. *Water Policy*, *18*(6), 1353–1366. doi:10.2166/wp.2016.233.
- Baum, G., Kusumanti, I., Breckwolfdt, A., Ferse, S. C. A., Glaser, M., Dwiyitno, ... Kunzmann, A. (2016). Under pressure: Investigating marine resource-based livelihoods in Jakarta Bay and the Thousand Islands. *Marine Pollution Bulletin*, *110*(2), 778–789. doi:10.1016/j.marpolbul.2016.05.032.
- Brown, K. P., & Hess, D. J. (2017). The politics of water conservation: Identifying and overcoming barriers to successful policies. *Water Policy*, *19*(2), 304–321. doi:10.2166/wp.2016.089.
- Crosson, C., Tong, D., Zhang, Y., & Zhong, Q. (2021). Rainwater as a renewable resource to achieve net zero urban water in water stressed cities. *Resources, Conservation and Recycling*, *164*(June 2020), 105203. doi:10.1016/j.resconrec.2020.105203.
- Darabi, H., Moradi, E., Davudirad, A. A., Ehteram, M., Cerda, A., & Haghghi, A. T. (2021). Efficient rainwater harvesting planning using socio-environmental variables and data-driven geospatial techniques. *Journal of Cleaner Production*, *311*(December 2020), 127706. doi:10.1016/j.jclepro.2021.127706.
- Dian, A., Assegaf, A., & Yuda, H. F. (2021). Analisis kimiawi air tanah akibat pemompaan berlebih di Cilincing-Koja-Kelapa Gading, Jakarta Utara. *Jurnal Lingkungan Dan Bencana Geologi*, *12*(2), 95–105. doi:10.34126/jlbg.v12i2.340.
- Elliott, M., Foster, T., MacDonald, M. C., Harris, A. R., Schwab, K. J., & Hadwen, W. L. (2019). Addressing how multiple household water sources and uses build water resilience and support sustainable development. *Npj Clean Water*, *2*(1), 6. doi:10.1038/s41545-019-0031-4.

- Gispert, M. Í., Hernández, M. A. A., Climent, E. L., & Flores, M. F. T. (2018). Rainwater harvesting as a drinkingwater option for Mexico City. *Sustainability (Switzerland)*, *10*(11), 1–14. doi:10.3390/su10113890.
- Hargianintya, A. (2019). *Sistem pemanen air hujan untuk pemenuhan kebutuhan air rumah tangga di kawasan permukiman nelayan (Studi pesisir desa nelayan, Muara Angke, Kelurahan Pluit, Jakarta Utara)*. Universitas Indonesia.
- Hargianintya, A., Hasibuan, H., & Moersidik, S. (2020). *People acceptance of rainwater harvesting in fisheries settlement coastal area, North Jakarta*. doi:10.4108/eai.22-10-2019.2291492.
- Huang, Z., Nya, E. L., Rahman, M. A., Mwamila, T. B., Cao, V., Gwenzi, W., & Noubactep, C. (2021). Integrated water resource management: Rethinking the contribution of rainwater harvesting. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(15), 1–9. doi:10.3390/su13158338.
- Jain, R. (2012). Providing safe drinking water: A challenge for humanity. *Clean Technologies and Environmental Policy*, *14*(1), 1–4. doi:10.1007/s10098-011-0446-1.
- Johri, M., Sylvestre, M. P., Koné, G. K., Chandra, D., & Subramanian, S. V. (2019). Effects of improved drinking water quality on early childhood growth in rural Uttar Pradesh, India: A propensity-score analysis. *PLoS ONE*, *14*(1), 1–17. doi:10.1371/journal.pone.0209054.
- Kalumbi, L. R., Thaulo, C., Macpherson, E. E., & Morse, T. (2020). Perspectives and practices on water, sanitation, and hygiene from a fishing community along lake malombe, Southern Malawi. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(18), 1–17. doi:10.3390/ijerph17186703.
- Kayaga, S., Sansom, K., Godfrey, A., Takahashi, I., & Van Rooijen, D. (2018). Towards sustainable urban water services in developing countries: tariffs based on willingness-to-pay studies. *Urban Water Journal*, *15*(10), 974–984. doi:10.1080/1573062X.2019.1581234.
- Kementerian Kesehatan. (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum*.
- Kooy, M., Walter, C. T., & Prabaharyaka, I. (2018). Inclusive development of urban water services in Jakarta: The role of groundwater. *Habitat International*, *73*, 109–118. doi:10.1016/j.habitatint.2016.10.006.
- Kwon, S. W., & Bailey, D. B. (2019). Examining the variation in local water sustainability practices. *Social Science Journal*, *56*(1), 107–117. doi:10.1016/j.soscij.2018.08.011.
- Lee, C. M., Hamm, S. Y., Jeon, H. T., Kim, M. S., Kim, H. K., & Kim, K. (2017). Water policy of Korea for supplying safe groundwater in rural areas. *Water (Switzerland)*, *9*(7). doi: 10.3390/w9070508
- Maharani, H., & Nurlaili, N. (2019). Tata kelola pemukiman nelayan di Wilayah Perkotaan Pesisir Utara Jakarta. *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, *4*(1), 7. doi:10.15578/marina.v4i1.2048.
- Markantonis, V., Dondeynaz, C., Latinopoulos, D., Bithas, K., Trichakis, I., M'Po, Y. N. T., & Moreno, C. C. (2018). Values and preferences for domestic water use: A study from the transboundary River Basin of Mékrou (West Africa). *Water (Switzerland)*, *10*(9), 1–27. doi:10.3390/w10091232.
- Meshram, S. G., Ilderomi, A. R., Sepehri, M., Jahanbakhshi, F., Kiani-Harchegani, M., Ghahramani, A., & Rodrigo-Comino, J. (2021). Impact of roof rain water harvesting of runoff capture and household consumption. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*(36), 49529–49540. doi:10.1007/s11356-021-14098-9.
- 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. doi:10.1016/j.jenvman.2017.01.025.
- Preeti, P., & Rahman, A. (2021). A case study on reliability, water demand and economic analysis of rainwater harvesting in Australian capital cities. *Water (Switzerland)*, *13*(19). doi:10.3390/w13192606.
- Rahman, A., Hashem, A., Rahman, H., & Fazle, S. A. S. M. (2021). Quality assessment of harvested rainwater and seasonal variations in the southwest coastal area , Bangladesh. *Environmental Earth Sciences*, *80*(8), 1–12. doi:10.1007/s12665-021-09622-6.
- Rinanti, A., Fachrul, M. F., Hendrawan, D. I., Anisah, U., & Alreekabi, N. K. (2021). Groundwater quality study based on the existence of Escherichia coli as bioindicator. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *754*(1), 5–11. doi:10.1088/1755-1315/754/1/012029.
- Rohmah, Y., Rinanti, A., & Hendrawan, D. I. (2018). The determination of ground water quality based on the

- presence of *Escherichia coli* on populated area (A case study: Pasar Minggu, South Jakarta). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 106(1). doi:10.1088/1755-1315/106/1/012079.
- Shanableh, A., Al-Ruzouq, R., Yilmaz, A. G., Siddique, M., Merabtene, T., & Imteaz, M. A. (2018). Effects of land cover change on urban floods and rainwater harvesting: A case study in Sharjah, UAE. *Water (Switzerland)*, 10(5). doi:10.3390/w10050631.
- Sorensen, C., Knudsen, P., Sorensen, P., Damgaard, T., Molgaard, M. R., & Jensen, J. (2018). Rethinking coastal community approaches to climate change impacts and adaptation. *Journal of Coastal Research*, 85, 1521–1525. doi:10.2112/SI85-305.1.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Tauhid Ur Rahman, M., Rasheduzzaman, M., Habib, M. A., Ahmed, A., Tareq, S. M., & Muniruzzaman, S. M. (2017). Assessment of fresh water security in coastal Bangladesh: An insight from salinity, community perception and adaptation. *Ocean and Coastal Management*, 137, 68–81. doi:10.1016/j.ocecoaman.2016.12.005.
- Thuy, B. T., Dao, A. D., Han, M., Nguyen, D. C., Nguyen, V. A., Park, H., ... Nguyen, H. Q. (2019). Rainwater for drinking in Vietnam: Barriers and strategies. *Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA*, 68(7), 585–594. doi:10.2166/aqua.2019.054.
- Toosi, A. S., Danesh, S., Tousi, E. G., & Doulabian, S. (2020). Annual and seasonal reliability of urban rainwater harvesting system under climate change. *Sustainable Cities and Society*, 63(July), 102427. doi:10.1016/j.scs.2020.102427.
- Twort, A. C., Ratnayaka, D. D., & Brandt, M. J. (2003). *Water Supply* (5th Edition). Elsevier.
- United Nations. (2014). *Global Issues: Water*.