

Potensi dan Kelayakan Sistem Pemanenan Air Hujan sebagai Sumber Air Bersih Alternatif pada Wilayah Kepulauan (Studi Kasus: Kota Tanjungpinang)

Desryati¹, Febrianti Lestari^{*1,2}, Diana Azizah^{1,2}, Andi Zulfikar^{1,2}, Yeggi Darnas^{3,4}

¹Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Program Pasca Sarjana, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, Kepulauan Riau, Indonesia

²Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang Kepulauan Riau, Indonesia

³Program Doktor Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Jawa Barat, Indonesia

⁴Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia

*Koresponden email: desryati@gmail.com

Diterima: 9 Juli 2026

Disetujui: 14 Juli 2026

Abstrak

A study has been conducted on the potential and feasibility of rainwater harvesting systems as an alternative source of clean water in the island region with a case study of Tanjungpinang city. The study aims to analyze the feasibility of the Rainwater Harvesting system as an alternative source of clean water supply from technical and social aspects. The study uses a mixed methods approach dominated by quantitative, including analysis of 10 years of rainfall data (2015-2024) from the Meteorology, Climatology and Geophysics Agency, building roof area data from Open Street Map 2024 satellite imagery, analysis of rainwater quality based on 12 parameters according to Permenkes No. 2 of 2023 and runoff reduction. The Likert scale approach and descriptive statistics were applied to understand community perceptions and participation as well as challenges and obstacles through interviews. The results show that the potential for rainwater harvesting reaches 2,308,815 m³/month from a total roof area of 11,384,277 m². A 70 m² roof is able to meet domestic needs of 600 liters/day throughout the year. Pure rainwater meets quality standards, but the roof catchment is indicated to be contaminated with E. coli and Total Coliform bacteria and contains 1 mg/L of lead. A moderate positive correlation ($r = 0.561$; $p < 0.0001$) between community perception and participation with the main obstacles being cost constraints and lack of technical assistance, supporting factors being community willingness to participate in training or campaigns. Rainwater Harvesting is considered feasible to be developed as an alternative water source with adequate processing before use.

Keywords: *feasibility analysis, rainwater harvesting, rainwater quality, tanjungpinang*

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang potensi dan kelayakan sistem pemanenan air hujan sebagai sumber air bersih alternatif pada wilayah kepulauan dengan studi kasus kota tanjungpinang. Penelitian bertujuan menganalisis kelayakan sistem Pemanenan Air Hujan sebagai alternatif penyediaan air bersih dari aspek teknis dan sosial. Penelitian menggunakan pendekatan mix methods didominasi kuantitatif, mencakup analisis data curah hujan 10 tahun (2015-2024) dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, data luas atap bangunan dari citra satelit *Open Street Map* 2024, analisis kualitas air hujan berdasarkan 13 parameter sesuai Permenkes No. 2 Tahun 2023 dan penurunan air larian. Pendekatan skala Likert dan statistik deskriptif diterapkan untuk memahami persepsi dan partisipasi masyarakat serta tantangan dan hambatan melalui wawancara. Hasil menunjukkan potensi pemanenan air hujan mencapai 2.308.815 m³/bulan dari total luas atap 11.384.277 m². Atap 70 m² mampu memenuhi kebutuhan domestik 600 liter/hari sepanjang tahun. Air hujan murni memenuhi baku mutu, namun tangkapan atap terindikasi terkontaminasi bakteri E. coli dan Total Coliform serta mengandung timbal 1 mg/L. Korelasi positif yang moderat ($r = 0,561$; $p < 0,0001$) antara persepsi dan partisipasi masyarakat dengan hambatan utama kendala biaya dan kurangnya bantuan teknis, faktor pendukung berupa kesediaan masyarakat mengikuti pelatihan atau kampanye. Pemanenan Air Hujan dinilai layak dikembangkan sebagai sumber air alternatif dengan pengolahan memadai sebelum pemanfaatan.

Kata Kunci: *analisis kelayakan, pemanenan air hujan, kualitas air hujan, tanjungpinang*

1. Pendahuluan

Air merupakan salah satu sumber daya yang penting dan dibutuhkan bagi kehidupan manusia dan seluruh makhluk hidup lainnya. Kebutuhan air bersih masyarakat Kota Tanjungpinang dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Kepri dengan sumber air baku berasal dari Waduk Gesek dan Waduk Sei Pulau. Kedua waduk tadah hujan tersebut berada di Kabupaten Bintan, hanya sebagian kecil luas Waduk Sei Pulau yang berada di wilayah Kota Tanjungpinang [6].

Berdasarkan Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup (DIKPLHD) Kota Tanjungpinang Tahun 2024 diketahui masih terdapat 4 kelurahan yang tidak terlayani oleh PDAM yaitu kelurahan Senggarang, Kampung Bugis, Dompok dan Penyengat. Persentase jumlah KK yang terlayani di luar dari 4 kelurahan tersebut hanya 33,38%. Rendahnya cakupan layanan, salah satunya disebabkan oleh terbatasnya kapasitas sumber air waduk. Program SPAM dan SWRO turut dikembangkan namun baru mampu menjangkai 2.365 Sambungan Rumah hingga tahun 2023, sehingga sebagian masyarakat masih bergantung pada air tanah, air hujan, dan sumber air permukaan lainnya.

Kondisi ini kontras dengan potensi curah hujan Tanjungpinang yang tergolong tinggi bahkan tertinggi di Provinsi Kepulauan Riau pada tahun 2023 dengan 3.746,6 mm [2], dalam hal ini tipe hujannya adalah hujan equatorial yang memiliki dua puncak musim hujan per tahun [26]. Akan tetapi dengan kondisi formasi geologi, jenis tanah dan hidrogeologi, curah hujan yang tinggi tidak dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan air tanah sehingga curah hujan tinggi justru berkontribusi pada banjir/genangan, bukan cadangan air.

Oleh karena keterbatasan penyimpanan air tanah, maka usaha yang perlu dilakukan adalah membangun tampungan buatan (waduk) untuk air hujan [22]. Akan tetapi, pembuatan waduk buatan di Tanjungpinang berbenturan dengan kepentingan kebutuhan lahan untuk pembangunan. Luas wilayah yang hanya 144,56 km² berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 72 Tahun 2019 atau seluas 146,95 km² jika mengacu garis pantai pada Badan Informasi Geospasial (BIG) dan dihuni 236.106 jiwa penduduk pada tahun 2023 [6], menjadi faktor pembatas dalam upaya pembangunan ataupun perluasan waduk tadah hujan.

Pemanenan air hujan skala rumah tangga/komunal menjadi alternatif yang sejalan dengan Rencana Aksi Daerah Adaptasi Perubahan Iklim (RAD-API) Kota Tanjungpinang, namun implementasinya oleh masyarakat masih terbatas baik dan umumnya hanya menggunakan sarana sederhana seperti drum bekas atau tangki penampung, tanpa didukung teknologi pengolahan air yang memadai. Demikian pula implementasi dari pemerintah, hanya 13 instalasi terbangun dalam lima tahun terakhir, dan respons masih bersifat reaktif berupa distribusi air darurat, belum mengarah pada mitigasi jangka panjang (DLH & BPBD Kota Tanjungpinang, 2025).

Studi mengenai pemanenan air hujan di berbagai wilayah Indonesia telah menunjukkan hasil positif, baik dari sisi kuantitas dan pengurangan genangan (Nugroho & Hardiyanti, 2022) maupun kualitas setelah proses filtrasi/desinfeksi [5] [32]. Namun, kajian serupa untuk konteks Tanjungpinang masih terbatas pada instalasi kecil dan pengabdian masyarakat [12], belum mencakup estimasi potensi pemanenan skala kota maupun pengujian kualitas secara khusus dan mendalam, termasuk pengujian parameter mikrobiologi dan logam berat pada air hujan yang ditangkap melalui berbagai jenis material atap yang umum digunakan masyarakat, seperti asbes dan spandek.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan memberikan tinjauan baru terkait potensi air hujan sebagai alternatif penyediaan air bersih di Kota Tanjungpinang. Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan integratif yang menggabungkan analisis potensi kuantitas pemanenan air hujan berbasis data curah hujan 10 tahun (2015–2024) dengan luas *catchment area* seluruh bangunan di Kota Tanjungpinang, pengujian kualitas air hujan secara langsung pada tiga sumber tangkapan yang berbeda, yaitu air hujan murni dari langit, tangkapan atap asbes, dan tangkapan atap spandek

2. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kota Tanjungpinang dengan waktu penelitian pada Bulan November 2025–April 2026. Penelitian menggunakan pendekatan mix methods didominasi kuantitatif, mencakup analisis data curah hujan 10 tahun (2015–2024) dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, data luas atap bangunan dari citra satelit *Open Street Map* 2024, analisis kualitas air hujan berdasarkan 12 parameter sesuai Permenkes No. 2 Tahun 2023 dan penurunan air larian. Pendekatan skala Likert dan statistik deskriptif diterapkan untuk memahami persepsi dan partisipasi masyarakat serta tantangan dan hambatan melalui wawancara.

Teknik Pengumpulan Data

Data primer aspek teknis meliputi curah hujan 10 tahun terakhir dari Stasiun Meteorologi Raja Haji Fisabilillah Tanjungpinang, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Tanjungpinang, data luas atap bangunan melalui pengolahan data citra satelit yang diambil dari OSM 2024, kualitas air hujan melalui pengambilan sampel air hujan secara acak di Perumahan Bintang Permata Indah pada posisi 0,92945330 LS 104,52007660 BT dengan cara pengambilan sampel mengacu pada SNI 6989.57-2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan. Titik penangkapan sampel air hujan yaitu 1) air hujan yang jatuh ke atap yaitu atap spandek dan asbes, dan 2) air hujan yang langsung dari langit tanpa jatuh ke atap sebagai kontrol. Teknis pengambilan sampel air hujan dengan titik penangkapan berupa atap dilakukan secara *composite sampling*. Masing-masing jenis atap diambil 3 sampel yang selanjutnya dilakukan pencampuran sesuai dengan jenis atapnya. Analisis kualitas air hujan dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Dinas Kesehatan, Pengendalian Penduduk dan keluarga Berencana Kota Tanjungpinang, dengan 13 parameter untuk keperluan higiene dan sanitasi sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan, yaitu suhu, TDS, kekeruhan, warna, bau, pH, NO₃, NO₂, Cr⁶⁺, Fe, Mn, *Escherichia coli* dan *Total coliform*. Metode analisis laboratorium mengacu pada *standard methods* (APHA). Selain 13 parameter utama, timbal (Pb) ditambahkan sebagai parameter uji dengan pertimbangan bahwa Kota Tanjungpinang termasuk kota sedang dengan jumlah kendaraan bermotor terus meningkat (BPS, 2025), berisiko mengalami peningkatan logam berat akibat emisi kendaraan bermotor dan aktivitas industri [32], serta didukung temuan bahwa 40% dari jurnal yang diteliti menjadikan timbal sebagai parameter yang paling sering digunakan untuk evaluasi kualitas air hujan [11].

Data primer aspek sosial dikumpulkan melalui kuesioner dan observasi lapangan dengan populasi mencakup seluruh bangunan di Kota Tanjungpinang yang memiliki keterbatasan akses layanan air bersih dan memanfaatkan air hujan (walau dengan sarana seadanya). Jumlah sampel sebanyak 385 diperoleh melalui pendekatan Lemeshow yang menurut [14], pendekatan Lemeshow et al. (1990) dapat digunakan untuk menentukan sampel pada populasi yang sulit diidentifikasi ukurannya atau pada kondisi terbatasnya informasi terkait populasi.

Data sekunder berupa data pendukung meliputi peraturan, kajian, dokumen dan standar baku mutu diperoleh dari instansi terkait maupun literatur. Dinas Lingkungan Hidup Kota Tanjungpinang, Badan Penanggulangan Bencana Kota Tanjungpinang dan Perusahaan Umum Daerah Tirta Janggi menjadi sumber dari data sekunder,

Analisis Data

Potensi pemanenan air hujan menggunakan analisis kuantitatif dengan pendekatan [8]:

1. Potensi *rainwater harvesting*, untuk mengetahui potensi (kuantitas air hujan yang dihasilkan) seluruh bangunan berdasarkan banyaknya hujan turun:

$$VR = R \times Hra \times Rc \div 1000$$

Keterangan:

VR = Potensi *rainwater harvesting* (m³/bulan)

R = Rata-rata curah hujan bulanan (mm), merupakan rata-rata curah hujan bulanan tahun 2015-2024 yang diperoleh dari BMKG Tanjungpinang

Rc = Koefisien *run off* (0,8)

Hra = Luas Atap Bangunan (m²)

2. Jumlah air hujan yang dapat dipanen (harian):

$$\Sigma Q = a \times R24 \times A$$

Keterangan:

ΣQ = Jumlah air yang dapat dipanen (liter/hari)

R24 = Rata-rata curah hujan harian (mm/hari), merupakan rata-rata curah hujan harian tahun 2015-2024 yang diperoleh dari BMKG Tanjungpinang

a = Koefisien *run off* (0.8)

A = Luas atap bangunan (m²)

3. Kebutuhan air bersih domestik/rumah tangga (harian)

$$Kd = d \times \Sigma p$$

Keterangan:

Kd = Kebutuhan domestik rumah tangga (liter/hari)

d = Asumsi kebutuhan air (liter/orang/hari)

Σp = Jumlah penduduk (orang)

Sehingga untuk mengetahui potensi pemenuhan kebutuhan air bersih dari air hujan untuk skala rumah tangga dilakukan dengan membandingkan formula ΣQ terhadap Kd .

Data kualitas air hujan hasil pengujian laboratorium dianalisa secara deskriptif dan dibandingkan dengan baku mutu parameter air untuk keperluan higiene dan sanitasi sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan secara literatur atau jurnal serta penelitian terkait sehingga didapatkan kesimpulan tentang kualitas air hujan. Analisis kuantitatif dengan skala Likert dan statistik deskriptif digunakan untuk memahami persepsi dan partisipasi masyarakat serta tantangan dan hambatan. Interval penilaian Skala likert yang digunakan adalah 1-4 dengan ketentuan skor 1 untuk sangat tidak setuju, skor 2 untuk tidak setuju, skor 3 untuk setuju dan skor 4 untuk sangat setuju.

3. Hasil dan Pembahasan

Gambaran umum

Ketersediaan sumber daya air bervariasi di setiap daerah, tergantung pada faktor-faktor seperti curah hujan, topografi, geologi dan iklim. Penelitian [22] menunjukkan bahwa sumber air baku di Pulau Bintan yang merupakan tempat beradanya Kota Tanjungpinang, belum mampu memenuhi kebutuhan yang terus meningkat baik dari sisi kuantitas maupun kualitas. Hal ini lebih disebabkan oleh faktor alami yaitu kondisi tanah dan geologi yang tidak maksimal menyerap dan menyimpan air, serta media tanah yang mengandung mineral besi yang cukup tinggi. Penelitian dengan lokasi yang lebih sempit yaitu di Kota Tanjungpinang menunjukkan bahwa jasa ekosistem penyedia air di Kota Tanjungpinang didominasi oleh kelas sedang dan sangat rendah [7].

Keterbatasan ketersediaan air baku menyebabkan distribusi air tidak merata di Kota Tanjungpinang. Cakupan layanan PDAM Tirta Kepri berdasarkan jumlah KK hanya 33,38% di luar 4 kelurahan yang tidak terlayani yaitu kelurahan Senggarang, Kampung Bugis, Dompok dan Penyengat. Oleh karena itu, pada akhirnya air tanah dan air menjadi alternatif sumber air baku, namun distribusinya juga terbatas hanya baru mencapai 2.365 SR pada tahun 2023 [6]. Distribusi yang tidak merata dapat menyebabkan ketidakadilan dalam akses air bersih. Hal ini tentunya menjadi tantangan dalam mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan, Tujuan 6 Air Bersih dan Sanitasi Layak. yaitu menjamin ketersediaan dan pengelolaan air serta sanitasi yang berkelanjutan untuk semua orang pada tahun 2030.

Praktik pemanenan air hujan oleh masyarakat masih terbatas dan dengan sarana seadanya tanpa teknologi pengolahan air seperti drum bekas, tanki dan kolam (**Gambar 1**). Berdasarkan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Tanjungpinang (2025), kegiatan yang dilakukan masih bersifat adaptif belum mitigatif, yaitu dengan mendistribusikan air bersih setiap tahun. Selama 5 tahun terakhir (2021-2025), jumlah instalasi pemanenan air hujan yang dibangun pemerintah baru 11 instalasi, yang merupakan program dari Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (BPDASHL) Sei Jang Duriangkang pada tahun 2021 dan 2 instalasi dari pengabdian masyarakat Politeknik Kesehatan Tanjungpinang tahun 2024-2025.

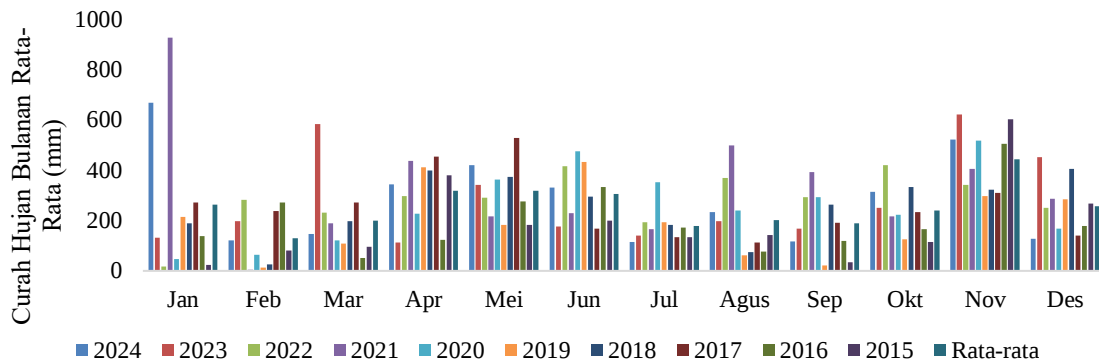


Gambar 1. Praktik-Praktik Pemanenan Air Hujan

Kelayakan Teknis

Analisis Potensi Air Hujan

Gambar 2 menunjukkan curah hujan bulanan Kota Tanjungpinang bervariasi dalam periode 10 tahun (2015-2024) dengan rata-rata bulanan 253,5 mm. Berdasarkan klasifikasi curah hujan bulanan dari BMKG, curah hujan rata-rata bulanan Kota Tanjungpinang termasuk dalam curah hujan bulanan menengah (100-300 mm/bulan). Hasil olahan data citra satelit dari OSM (*open street Map*) 2024 diperoleh berupa data luas tutupan atap bangunan sebesar 11.384.277 m² (**Tabel 1**).



Gambar 2. Curah Hujan Bulanan Rata Rata Tahun 2015 – 2024

Sumber: Olahan data penelitian

Tabel 1. Luas Atap Bangunan di Kota Tanjungpinang

Tipe Atap	Luas Total Atap (m ²)	Jumlah Bangunan (unit)
Tipe Atap < 45 m ²	380.579	10.246
Tipe Atap 45m ² -100m ²	2.103.907	29.399
Tipe Atap > 100 m ²	8.899.791	45.018
Total	11.384.277	84.663

Sumber: Olahan data OSM 2024

Untuk menghitung luas atap yang menjadi *catchment area* (**Tabel 1**), peneliti menggunakan pendekatan bahwa seluruh atap menjadi *catchment area* dan luas atap yang disajikan adalah luas atap tampak atas. Sehingga dengan menggunakan formula VR dan koefisien *run off* 0,8 (Chow, 1988), diperoleh potensi air hujan yang dapat dipanen seluruh bangunan di Kota Tanjungpinang sebesar 2.308.815 m³/bulan (**Tabel 2**), dengan potensi tertinggi terjadi pada November (4.046.792 m³) dan terendah pada Februari (1.180.049 m³).

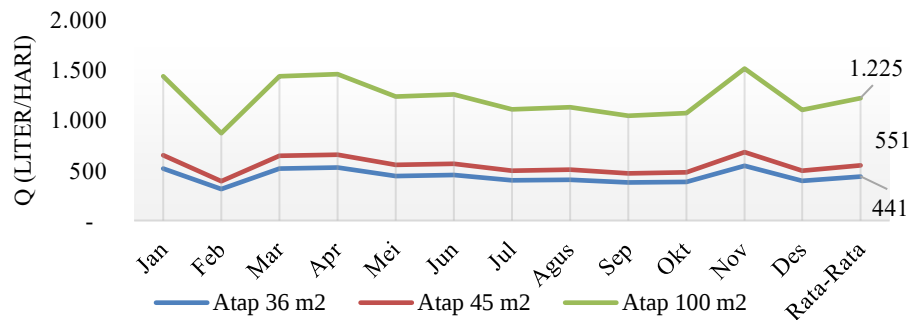
Tabel 2. Potensi *Rainwater Harvesting* (m³/bulan)

Bulan	Curah Hujan Bulanan Rata-Rata (2015-2024)	Rc	Hra (m ²)	VR (m ³ /bulan)
Januari	262,79	0,8	11.384.277	2.393.339
Februari	129,57	0,8	11.384.277	1.180.049
Maret	199,33	0,8	11.384.277	1.815.382
April	318,61	0,8	11.384.277	2.901.715
Mei	317,41	0,8	11.384.277	2.890.787
Juni	305,76	0,8	11.384.277	2.784.685
Juli	178,49	0,8	11.384.277	1.625.584
Agustus	200,91	0,8	11.384.277	1.829.772
September	189,23	0,8	11.384.277	1.723.397
Oktober	239,71	0,8	11.384.277	2.183.140
November	444,34	0,8	11.384.277	4.046.792
Desember	255,96	0,8	11.384.277	2.331.136
Rata-rata	253,5	0,8	11.384.277	2.308.815

Sumber : Olahan data penelitian

Untuk mengetahui kemampuan air hujan memenuhi kebutuhan harian rumah tangga dilakukan dengan membandingkan formula ΣQ terhadap Kd . Melalui *input* data curah hujan harian rata-rata setiap bulan, koefisien *run off* 0,8 serta luas atap (*catchment area*) 36 m², 45 m² dan 100 m² maka diperoleh potensi curah hujan harian rata-rata yang dapat dipanen (Q) masing-masing type atap (**Gambar 3**). Rata-

rata air hujan yang dapat dipanen 441 liter/hari untuk atap type 36 m², 551 liter/hari untuk atap type 45 m² dan 1.225 liter/hari untuk atap type 100 m².



Gambar 3. Potensi Pemanenan Air Hujan Harian Berdasarkan Luas Atap
Sumber: Olahan data penelitian

Selanjutnya dalam menghitung kebutuhan air domestik per bangunan, peneliti menggunakan kebutuhan air domestik 120 liter/orang/hari (SNI SNI 19-6728.1-2002) dan jumlah penghuni 5 orang/bangunan (asumsi) sehingga diperoleh kebutuhan air domestik per bangunan (Kd) sebanyak 600 liter/hari. Berdasarkan kebutuhan air domestik 600 liter/hari maka diketahui bahwa air hujan yang dipanen tidak mampu memenuhi seluruh kebutuhan air domestik setiap bulan untuk type bangunan dengan luas atap 36 m² dan 45 m². Hanya bangunan dengan luas atap 100 m² yang mampu memenuhi kebutuhan air harian (Table 3). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa air yang dipanen atap bangunan seluas 100 m² berpotensi menjadi sumber utama air bersih. Sedangkan yang dipanen atap bangunan 36 m² dan 45 m² hanya mampu menjadi sumber alternatif. **Tabel 3** juga dapat menjadi referensi pengguna kapan suplai air bersih perlu dilakukan jika air hujan menjadi sumber utama air bersih.

Tabel 3. Kemampuan Air Hujan Dalam Memenuhi Kebutuhan Domestik

Bulan	Type 36 (liter/hari)			Type 45 (liter/hari)			Type 100 (liter/hari)		
	Q	Kd	Surplus/ defisit	Q	Kd	Surplus/ defisit	Q	Kd	Surplus/ defisit
Jan	519	600	-81	649	600	49	1443	600	843
Feb	314	600	-286	392	600	-208	872	600	272
Mar	518	600	-82	648	600	48	1440	600	840
Apr	527	600	-73	658	600	58	1463	600	863
Mei	446	600	-154	558	600	-42	1239	600	639
Jun	453	600	-147	566	600	-34	1258	600	658
Jul	399	600	-201	499	600	-101	1108	600	508
Agus	407	600	-193	508	600	-92	1130	600	530
Sep	377	600	-223	472	600	-128	1049	600	449
Okt	385	600	-215	482	600	-118	1071	600	471
Nov	546	600	-54	683	600	83	1517	600	917
Des	398	600	-202	497	600	-103	1105	600	505

Sumber : Olahan data

Menggunakan pendekatan yang sama, diperoleh luas minimum atap sebagai *catchment area* yang direkomendasikan agar dapat memenuhi kebutuhan air bersih sepanjang tahun minimal 70 m² (**Tabel 4**).

Tabel 4. Kemampuan atap luas 70 m² dalam memenuhi kebutuhan domestik

Bulan	R24	a	A	Q (liter/hari)	Kd	Surplus/defisit (liter/hari)
Jan	18,03	0,8	70	1010	600	410
Feb	10,90	0,8	70	610	600	10
Mar	17,99	0,8	70	1008	600	408

Bulan	R24	a	A	Q (liter/hari)	Kd	Surplus/defisit (liter/hari)
Apr	18,29	0,8	70	1024	600	424
Mei	15,49	0,8	70	867	600	267
Jun	15,73	0,8	70	881	600	281
Jul	13,85	0,8	70	776	600	176
Agus	14,12	0,8	70	791	600	191
Sep	13,11	0,8	70	734	600	134
Okt	13,39	0,8	70	750	600	150
Nov	18,97	0,8	70	1062	600	462
Des	13,81	0,8	70	774	600	174

Sumber : Olahan data

Kualitas Air Hujan

Pada dasarnya air hujan merupakan air murni atau H₂O tanpa tambahan mineral karena berasal dari proses penguapan air meninggalkan mineral dan kotoran. Namun saat presipitasi terjadi tetesan air hujan yang jatuh ke atmosfer akan melarutkan dan membawa serta berbagai zat yang ada di udara. Dengan demikian komposisi kimia air hujan bervariasi, sangat dipengaruhi oleh kondisi atmosfer dimana hujan turun [32]. Oleh karena itu sangat penting untuk mengetahui apakah air hujan layak digunakan atau tidak. Peraturan di Indonesia yang dapat dijadikan baku mutu kualitas air hujan merujuk kepada tabel 3 dari Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Yaitu baku mutu yang diperuntukkan untuk keperluan higiene dan sanitasi bagi rumah tangga yang mengakses secara mandiri atau yang memiliki sumber air sendiri untuk keperluan sehari-hari, termasuk air hujan.

Pengambilan dan pengujian sampel air hujan dilakukan pada tanggal 13 November 2025 oleh UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Tanjungpinang menunjukkan bahwa kualitas air hujan murni (langsung ditangkap dari langit) memenuhi baku mutu, namun pada air hujan tangkapan atap terdapat parameter mikrobiologi yang tidak memenuhi baku mutu yaitu *Escherichia coli* dan *total coliform* untuk air hujan tangkapan atap asbes dan *Escherichia coli* untuk air hujan tangkapan atap spandek. Selain itu juga menunjukkan adanya logam berat yaitu timbal pada air hujan tangkapan kedua atap (**Tabel 5**).

Tabel 5. Hasil Uji Kualitas Air Hujan

No	Jenis Parameter	Kadar maksimum diperbolehkan	Satuan	AH	AHA	AHS
Mikrobiologi						
1	<i>Escherichia coli</i>	0	CFU/100ml	Negatif	1*	Negatif
2	<i>Total Coliform</i>	0	CFU/100ml	Negatif	50*	>50*
Fisik						
3	Suhu	Suhu udara ± 3	°C	25	26,4	26,5
4	<i>Total Dissolve Solid</i>	<300	mg/L	12	10	5
5	Kekeruhan	<3	NTU	<1	<1	<1
6	Warna	10	TCU	<5	<5	<5
7	Bau	Tidak berbau	-	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
Kimia						
8	pH	6,5-8,5	-	6,77	6,68	6,56
9	Nitrat (sebagai NO ₃) (terlarut)	20	mg/L	1,36	<0,145	1,78
10	Nitrit (sebagai NO ₂) (terlarut)	3	mg/L	0,02	<0,01	<0,01
11	Kromium valensi 6 (Cr ⁶⁺) (terlarut)	0,01	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02
12	Besi (Fe) (terlarut)	0,2	mg/L	<0,04	<0,04	0,28
13	Mangan (Mn) (terlarut)	0,1	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03
14	Timbal (Pb)	-	mg/L	0	1	1

Sumber : UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Tanjungpinang

AH : Hasil uji air hujan murni (langsung ditangkap dari langit)

AHA : Hasil uji air hujan tangkapan atap asbes

AHS : Hasil uji air hujan tangkapan atap spandek

- : Tidak dipersyaratkan baku mutu

* : Melebihi baku mutu

Keberadaan *Total coliform* dan *Escherichia coli* merupakan indikator pencemaran oleh bakteri. Meskipun air hujan saat jatuh dari awan relatif bersih, namun kontaminasi dapat terjadi selama proses pengaliran dan penyimpanan. Hal ini sesuai dengan yang ditunjukkan oleh **Tabel 5** dimana keberadaan *total coliform* dan *Escherichia coli* nihil pada air hujan murni namun ada di air hujan yang ditangkap melalui kedua atap. Total Coliform mencakup berbagai spesies yang ditemukan secara alami di lingkungan, seperti tanah dan material tanaman. Pada air hujan, *total coliform* dapat berasal dari debu di udara atau kotoran yang menumpuk di area tangkapan seperti atap bangunan dan talang air. *Escherichia coli* merupakan indikator pencemaran oleh bakteri feses manusia atau hewan berdarah panas. Keberadaannya di air hujan dapat disebabkan oleh feses hewan yang singgah di atap seperti burung, kelelawar, tikus atau kucing [16]. Meskipun tidak semua total coliform berbahaya namun keberadaannya menjadi bendera merah menandakan adanya kemungkinan bakteri patogen seperti salmonella atau parasit lainnya di air. Sehingga keberadaannya tetap harus nihil ketika air hujan akan dimanfaatkan walau hanya untuk keperluan higiene dan sanitasi. **Tabel 5** menunjukkan secara kualitas, air hujan yang dipanen dari atap tidak layak untuk langsung digunakan.

Menurut [19], kandungan Pb dalam air hujan selain dari atap yang digunakan untuk menampung air hujan juga terjadi akibat paparan dari lingkungan di luar atap, seperti aktivitas industri, emisi kendaraan bermotor, pembakaran lahan pertanian (gambut), pembakaran arang dan bahan lainnya yang terlarut dalam air hujan selama proses presipitasi. **Tabel 5** juga menunjukkan bahwa Pb hanya terdapat dalam air hujan yang ditangkap melalui atap, tidak terdapat pada air hujan yang langsung jatuh dari langit. Sehingga keberadaan timbal pada air hujan yang ditangkap oleh atap, lebih disebabkan oleh paparan Pb dari atap. Paparan Pb di air hujan yang ditangkap atap dapat disebabkan oleh material cat dan *waterproofing* (pemberian lapisan kedap air pada atap) yang mengandung timbal [11]. Hal ini diperkuat oleh [29] yang menyatakan bahwa Nexus3 Foundation mengungkapkan cat dengan kadar timbal tinggi masih banyak ditemukan di Indonesia, dari 120 sampel cat yang diuji, sebanyak 47 di antaranya mengandung timbal lebih dari 10.000 ppm.

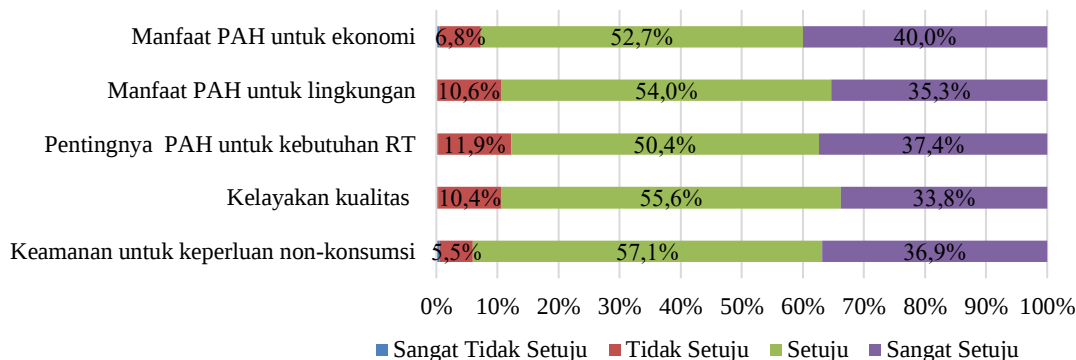
Meskipun Pb tidak menjadi parameter yang dipersyaratkan dalam baku mutu air penggunaan higiene dan sanitasi, namun kandungan timbal sebesar 1 mg/L ini sangat perlu menjadi perhatian. Penggunaan air perlu benar-benar dipastikan tidak digunakan untuk konsumsi ataupun aktivitas yang memasukkan air ke mulut, serta perlu penelitian yang lebih mendalam mengingat Pb merupakan logam berat yang sangat mempengaruhi kesehatan manusia. Ref [37] menyatakan tidak ada tingkat paparan Pb yang diketahui tidak memiliki efek berbahaya, artinya sekecil apapun paparan terhadap Pb perlu dicegah. Pencegahan terbaik adalah dengan mengganti material seperti cat dan *waterproofing* yang tidak mengandung Pb. Sedangkan untuk pengolahan air hujan yang mengandung Pb dapat dilakukan dengan berbagai metode salah satunya dengan cara filtrasi pasir kerang dan absorpsi karbon aktif [19].

Kelayakan Sosial

Guna memastikan instrumen dalam hal ini kuisioner layak digunakan, peneliti melakukan pengujian reliabilitas. Hasil penelitian menunjukkan tingkat reliabilitas yang memadai dengan skala persepsi memperoleh nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,946 (kategori *excellent*), skala partisipasi memperoleh nilai 0,732 (kategori *acceptable*), sehingga instrumen dinyatakan layak digunakan dalam pengambilan data.

Berdasarkan hasil penelitian, persepsi masyarakat terhadap PAH berada pada rata-rata skor 3,270 dari skala 4,00 atau setara dengan 81,8%, yang mencerminkan sikap positif mayoritas responden dengan skor masing-masing dimensi persepsi yang diukur yaitu keamanan air hujan untuk keperluan non-konsumsi (3,30), kelayakan kualitas untuk kebutuhan sehari-hari (3,23), pentingnya penerapan PAH (3,25), manfaat lingkungan (3,25), serta manfaat ekonomi (3,32), berada dalam kategori setuju, dengan persentase kategori setuju dari masing-masing dimensi disajikan dalam **Gambar 4**. Temuan ini mengindikasikan bahwa masyarakat telah memiliki kesadaran dasar yang cukup baik mengenai potensi dan kegunaan sistem PAH.

Tingkat partisipasi masyarakat dalam kegiatan PAH memperoleh rata-rata skor 3,79 dari 6 indikator atau setara dengan 63,1%. Meskipun tergolong sedang, beberapa indikator menunjukkan capaian yang cukup tinggi. Sebesar 78,7% responden menyatakan rutin merawat talang dan wadah penampungan, dan 77,4% menyatakan bersedia menanggung biaya perawatan sistem. Di sisi lain, penggunaan filter masih tergolong rendah, yaitu hanya 34,8%, menunjukkan adanya keterbatasan pengetahuan teknis di kalangan masyarakat. Indikator lainnya seperti kesediaan membayar teknologi (60,3%), mengajak tetangga (61,0%), dan memprioritaskan air hujan saat musim hujan (66,5%) berada pada kisaran yang cukup. Dari penelitian ini juga diperoleh hasil bahwa 79% bersedia membayar biaya perawatan apabila ada bantuan teknologi untuk meningkatkan kualitas air hujan dengan persentase 35% untuk besaran biaya Rp. 20.000 - Rp. 50.000, 33% untuk besaran kurang dari Rp. 20.000,- dan 7% untuk besaran biaya di atas Rp. 50.000,-.



Gambar 4. Persentase persepsi per dimensi

Sumber: Olahan data penelitian

Hasil analisis korelasi menunjukkan hubungan positif yang sangat signifikan antara persepsi dan partisipasi masyarakat dengan koefisien $r = 0,561$ ($p < 0,0001$), yang termasuk dalam kategori korelasi berbanding lurus dan moderat. Temuan ini mengimplikasikan bahwa peningkatan persepsi positif masyarakat berpotensi mendorong peningkatan partisipasi aktif dalam penerapan sistem PAH, meskipun terdapat faktor-faktor lain yang juga turut mempengaruhi sehingga menyebabkan walau persepsi tinggi (81,1%) namun partisipasi hanya 63,1%. Sehingga diperlukan intervensi untuk meningkatkan partisipasi. Hal ini senada dengan hasil penelitian [35] di kawasan perkotaan Yogyakarta yang menyatakan bahwa partisipasi masyarakat dalam pemeliharaan dan pengadaan fasilitas PAH masih rendah, sehingga diperlukan penguatan modal sosial.

Berdasarkan penelitian, terindikasi 80,8% memiliki keterbatasan biaya pembuatan/pembelian tangki penampungan dan 58,7% membutuhkan bantuan teknis/informasi lebih lanjut untuk meningkatkan efektivitas panen air hujan, serta 50,6% kurang informasi mengenai cara kerja PAH. Sementara faktor pendukung yang ada dimasyarakat untuk meningkatkan partisipasi diantaranya 86,0% menyatakan telah memiliki kapasitas tampungan yang memadai, dan 80,3% bersedia mengikuti pelatihan/kampanye pemanenan air hujan di kelurahan terkait PAH. Berdasarkan hal tersebut maka secara sosial, PAH di Kota Tanjungpinang layak untuk diterapkan dan rekomendasi untuk penerapannya mencakup:

1. Intensifikasi sosialisasi mengenai manfaat PAH kepada masyarakat
2. Penyelenggaraan program bantuan teknis untuk pembuatan sistem PAH sederhana
3. Pemberian subsidi wadah penampungan bagi masyarakat kurang mampu
4. Integrasi sistem PAH ke dalam regulasi bangunan hijau
5. Pembentukan kader PAH di setiap kelurahan sebagai ujung tombak penyebaran informasi di tingkat komunitas

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem PAH layak dan potensial dikembangkan sebagai sumber air bersih alternatif di Kota Tanjungpinang, dengan prasyarat utama penerapan teknologi pengolahan air yang memadai sebelum pemanfaatan.

Secara teknis, PAH berpotensi menjadi sumber air bersih di Kota Tanjungpinang, dengan tingkat kecukupan yang bergantung pada luas atap *catchment area* dan kapasitas PAH, luas atap *catchment area* 70 m² berpotensi sebagai sumber utama, sedangkan luas atap berukuran lebih kecil hanya berperan sebagai sumber air alternatif. Secara kualitas, air hujan murni layak digunakan langsung untuk kebutuhan *hygiene* dan sanitasi tanpa pengolahan, sedangkan air hujan hasil tangkapan atap, masih mengandung kontaminan mikrobiologis (*Escherichia coli* dan *total coliform*) dan logam berat (timbal) sehingga memerlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan. Penerapan PAH secara kolektif juga memberikan manfaat ekologis berupa pengurangan volume air larian (7,36 - 61,25 m³/detik), yang berkontribusi pada penurunan risiko banjir, erosi, sedimentasi, dan pencemaran air permukaan serta peningkatan konservasi sumber daya air.

Secara sosial, penerapan PAH di Kota Tanjungpinang layak dilaksanakan, ditunjukkan oleh, tingkat persepsi tinggi (81,8%) dan tingkat partisipasi sedang (63,1%) dengan korelasi positif yang moderat ($r = 0,561$; $p < 0,0001$) antara persepsi dan partisipasi masyarakat. Hambatan utama penerapan adalah kendala biaya dan kurangnya informasi dan bantuan teknis, sedangkan faktor pendukung penerapan PAH adalah kesediaan masyarakat untuk mengikuti pelatihan atau kampanye PAH. Guna meningkatkan partisipasi

perlu penguatan modal sosial melalui beberapa upaya yaitu intensifikasi sosialisasi mengenai manfaat PAH kepada masyarakat, penyelenggaraan program bantuan teknis untuk pembuatan sistem PAH sederhana, pemberian subsidi wadah penampungan bagi masyarakat kurang mampu, integrasi sistem PAH ke dalam regulasi bangunan hijau dan pembentukan kader PAH di setiap kelurahan sebagai ujung tombak penyebaran informasi di tingkat komunitas.

5. Daftar Pustaka

- [1] Asdak, C., "Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai", Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2010.
- [2] Badan Pusat Statistik Provinsi Kepulauan Riau, "Provinsi Kepulauan Riau Dalam Angka 2024", Tanjungpinang. 2024.
- [3] Bhakti Purnamasari, C., Duma, K., dan Asfirizal, V., "Hubungan Konsumsi Air Hujan Dengan Karies Gigi Pada Masyarakat Kecamatan Sebuku Kabupaten Nunukan", *Dental Journal*, 4(1), 2024.
- [4] Cahyani, A. A., & Helda, N., "Analisis Sistem Pemanenan Air Hujan (PAH) untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih pada Masjid Raya Sabilal Muhtadin di Banjarmasin", *Sustainable Technology Journal*, 11(02), 56. <http://jtb.ulm.ac.id/index.php/JTB>, 2022.
- [5] Dirgawati, M., Sururi, M.R., dan Ridwan, Y.S., "Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan Sebagai Teknologi Alternatif Penyediaan Air Bersih Di Kawasan Pemukiman Kepadatan Tinggi", *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 25(2), 246-256, 2024.
- [6] Dinas Lingkungan Hidup Kota Tanjungpinang, *Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Tahun 2024*, Tanjungpinang, 2024.
- [7] Dinas Lingkungan Hidup Kota Tanjungpinang, "Dokumen Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup berbasis Jasa Lingkungan. Tanjungpinang, 2024.
- [8] Djalle, R. N. P. R., Sutopo, Y. K. D., dan Ekawati, S. A., "Konsep Pemanen Air Hujan (Rainwater Harvesting) sebagai Alternatif Sumber Daya Air Bersih di Kampung Lakkang Kota Makassar", *Jurnal Wilayah & Kota Maritim*, 10(2), 102–110, 2022.
- [9] Elfrianto, 'Afifah, N., Pulungan, L.H., dan Irvan, "Panduan Lengkap Analisis Statistik: Untuk Penelitian Skripsi, Tesis dan Disertasi", Medan: UMSU Press, 2025.
- [10] Fitri, A., Pratiwi, D., Dewantoro, F., dan Lestari, F., "Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih Di Desa Banjarsari, Kabupaten Tanggamus", *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 3(1). <https://doi.org/10.33365/jsstcs.v3i1.1799>, 2022.
- [11] Garcia-Ávila, F., Guanoquiza-Suárez, M., Guzmán-Galarza, J., Cabello-Torres, R., & Valdiviezo-Gonzales, L., "Rainwater harvesting and storage systems for domestic supply: An overview of research for water scarcity management in rural areas", *In Results in Engineering (Vol. 18)*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101153>, 2023.
- [12] Gunnara, H., & Daswito, R., "Pemanenan Air Hujan pada Wilayah Kepulauan sebagai Upaya Peningkatan Akses Air Bersih di Sekolah Tanjungpinang", *Segantang Lada: Jurnal Pengabdian Kesehatan*, 3(1), 10–14, 2025.
- [13] Haifan, S. M., Handayani, S., dan Ismojo, "Penerapan Sistem Pemanen Air Hujan (Rainwater Harvesting)", <https://doi.org/10.17509/lentera.v3i2.6097>, 2023.
- [14] Handoko, "Pendekatan Lemeshow untuk Penentuan Sampel pada Populasi Tidak Diketahui", Retrieved from <https://accounting.binus.ac.id/2024/10/23/pendekatan-lemeshow-untuk-penentuan-sampel-pada-populasi-yang-tidak-diketahui/>, 2024.
- [15] Hariyanto, A. dan Herry Iskandar, K., "Sumberdaya Air (Studi Kasus : Kabupaten Belitung)", *In Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 11(2), 2011.
- [16] Huwaina, A., Hasibuan, H. S., dan Fatimah, E., "Pemanenan Air Hujan untuk Meningkatkan Aksesibilitas Air di Permukiman Pesisir, Kasus Jakarta, Indonesia", *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 10(2), 182–198. <https://doi.org/10.14710/jwl.10.2.182-198>, 2022.
- [17] Indriatmoko, R. H., & Rahardjo, N., "Kajian Pendahuluan Sistem Pemanfaatan Air Hujan", *Jurnal Air Indonesia*, 8(1), 105–114. <https://doi.org/10.29122/jai.v8i1.2387>, 2018
- [18] Juliana, I. C., Taufik Ari Gunawan, Siti Aisyah Nurjannah, dan Eric Ho., "Analisis Tarif Air PDAM Untuk Kelayakan Penerapan Sistem Pemanenan Air Hujan pada Skala Rumah Tangga. Cantilever", *Jurnal Penelitian Dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 11(2), 111–120. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v11i2.119>, 2023.
- [19] Khayan, K., Taufik, A., dan Slamet, W., "Plumbum (Pb) in Rainwater in West Kalimantan: Impact of Plumbum (Pb) in Community Blood", *Nature Environment and Pollution Technology*, 18(4), 2019.

- [20] Lestari, F., Susanto, T., & Kastamto, K., “Pemanenan Air Hujan Sebagai Penyediaan Air Bersih Pada Era New Normal Di Kelurahan Susunan Baru”, *Selaparang Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(2). <https://doi.org/10.31764/jpmb.v4i2.4447>, 2021
- [21] Loucks, D. P., & Van Beek, E., “Water Resource Systems Planning and Management An Introduction to Methods, Models, and Applications”, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-44234-1>, 2017.
- [22] Marganingrum, D., Sumawijaya, N., & Rachmat, A., “Studi Kelayakan Sumber Daya Air Baku Pulau Bintan – Tinjauan Aspek Kuantitas dan Kualitas”, *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 8(1), 15–35. <https://doi.org/10.14710/jwl.8.1.15-35>, 2020
- [23] Marselina, M., Choirunnisa, K. I., Nuralamsyah, E., & Nurhayati, S. A., “Analisis dari Air hujan Pemanenan (RWH) Kapasitas di Kelurahan Leuwigajah, Cimahi Selatan”, *Jurnal Presipitasi*, Vol. 19, Issue 1, 2022.
- [24] Maryono, A., Memanen Air Hujan: *Rainwater Harvesting*. Yogyakarta: UGM Press.
- [25] Nagu, N., Anggraini, D., & Darwis, M., “Pemanenan Air Hujan (Rainwater Harvesting) sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih di Desa Maregam”, *jurnal sipil sains*, 12(2). <https://doi.org/10.33387/sipilsains.v12i2.5028>, 2022.
- [26] Narulita, I., Rahayu, R., Kusratmoko, E., Muhamad R.D., “Ancaman Kekeringan Meteorologis di Pulau Kecil Tropis akibat Pengaruh El-Nino dan Indian Ocean Dipole (IOD) Positif, studi kasus: Pulau Bintan Threat of Meteorological Drought on Tropical Small Islands caused by El-Nino and Positive Indian Ocean Dipole (IOD) Effects, case study: Bintan Island”, <http://jlbgeologi.esdm.go.id/index.php/jlbgeologi>, 2019.
- [27] Nugroho, A. P., “Evaluasi dan Optimalisasi Teknologi Pemanen Air Hujan di Daerah Istimewa Yogyakarta”, Yogyakarta: Universitas Proklamasi 45. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22029.15843>, 2017.
- [28] Nugroho, A. P., dan Hardiyanti, R., “Potensi Pemanfaatan Air Hujan untuk Memenuhi Kebutuhan Air dan Mengurangi Genangan di Kecamatan Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta”, *Jurnal Daur Lingkungan*, 5(1), 19. 54 <https://doi.org/10.33087/daurling.v5i1.91>, 2022.
- [29] Pandu, P., “Cat dengan kandungan timbal tinggi masih banyak beredar di Indonesia”, *Kompas.id*, <https://www.kompas.id/artikel/cat-dengan-kandungan-timbal-tinggi-masih-banyak-beredar-di-indonesia>, 27 Oktober, 2021.
- [30] Rosadi, M. I., Hariyani, S., dan Dwi Ari, I. R., “Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Pemenuhan Akses Air Baku Air Bersih di Kabupaten Trenggalek”, *Jurnal Serambi Engineering*, 8(3). <https://doi.org/10.32672/jse.v8i3.6495>, 2023.
- [31] Silva, F., Calheiros, C. S. C., Albuquerque, A., Lopes, J. P., dan Antão-Geraldes, A. M., “Technical and Financial Feasibility Analysis of Rainwater Harvesting Using Conventional or Green Roofs in an Industrial Building”, *Sustainability (Switzerland)*, 15(16). <https://doi.org/10.3390/su151612430>, 2023.
- [32] Sutrisno, E dan Jazillah, “Analisa Kualitas Air Hujan untuk Keperluan Domestik di Desa Plosobuden, Deket, Lamongan”, *Jurnal Teknik Sipil: ELEMEN*, 6(1). <https://ejurnal.unim.ac.id/index.php/elemen/article/view/3696>, 2024
- [33] Ulfa, A., Wigati, R., dan Kusuma, R. I., “Perencanaan Rainwater Harvesting System sebagai Implementasi Konsep Smart & Green Campus (Studi Kasus: Gedung Fakultas Ilmu Sosial Politik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kampus Sindangsari)” *In Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 2021.
- [34] Utomo, P., Sukmawati, A. M., & Masagala, A. A., “Implementasi Teknologi Pemanenan Air Hujan sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih di SD Negeri Lanteng Baru”, *Selaparang: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 7(2). <https://doi.org/10.31764/jpmb.v7i2.15184>, 2023
- [35] Warniningsih, Amyati, Triyono, Widyaputra, P.K., “Korelasi Antara Sosial Ekonomi Masyarakat Dengan Pemanenan Air Hujan Untuk Peningkatan Derajat Kesehatan Masyarakat”, *Journal of Language and Health*, 6(2), <http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/JLH>, 2025
- [36] Wordl Health Organization, “Keracunan timbal”, Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>, 27 September, 2024.
- [37] Widati, W., Sulistyowati, F., Tyas, B. H. S., & Puspitasari, C., “Pendampingan pemanfaatan air hujan sebagai sumber air bersih di bantaran sungai code kelurahan wirogunan”, *Share “SHaring - Action - Reflection,”* 9(2). <https://doi.org/10.9744/share.9.2.122-128>, 2023.