

Pengembangan Sistem *Rainwater Harvesting* Untuk Ketahanan Air di Kecamatan Sepaku Kabupaten Penajam Paser Utara

Dharwati P Sari^{1*}, Mardewi Jamal¹, Arno Adi Kuntoro², Budi Haryanto¹, Ahsan Darwis¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda, INDONESIA²

²Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Bandung, INDONESIA²

*Corresponding author: धारwati.p.sari@gmail.com

INTISARI

Kecamatan Sepaku menghadapi tantangan serius dalam ketersediaan air bersih akibat dampak pembangunan Ibu Kota Nusantara (IKN). Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem *Rainwater Harvesting* (RWH) di tujuh desa sebagai alternatif pemenuhan kebutuhan air bersih. Kajian dilakukan berdasarkan analisis curah hujan 10 tahun terakhir dan pengukuran luas atap bangunan sebagai area tangkapan. Rata-rata kebutuhan air mencapai 12,3 m³ per bulan, dengan kapasitas penampungan optimal berbeda tiap desa, seperti Karang Jinawi (13.104 m³) dan Tengin Baru (8.734 m³). Sistem RWH dirancang menggunakan komponen teknis seperti *first flush*, filter multi-lapisan, dan tangki air 1.200 liter. Hasil perhitungan menunjukkan potensi besar RWH dalam menyuplai kebutuhan air masyarakat jika desain disesuaikan dengan pola hujan dan luas atap. Sistem ini juga mampu mengurangi ketergantungan terhadap PDAM dan air tanah, serta mendukung konservasi air di kawasan strategis.

Kata kunci: Air hujan, Curah hujan, Ketahanan air, *Rainwater Harvesting*

1 PENDAHULUAN

Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, merupakan salah satu wilayah strategis di Provinsi Kalimantan Timur yang saat ini menjadi pusat pengembangan Ibu Kota Nusantara (IKN). Peningkatan aktivitas pembangunan di kawasan ini mendorong lonjakan kebutuhan air bersih, sementara ketersediaan sumber air baku belum mampu mengimbangi permintaan yang terus meningkat (BPS Kabupaten Penajam Paser Utara, 2024). Kapasitas distribusi air PDAM yang terbatas, serta gangguan pasokan akibat pembangunan Bendungan Sepaku-Semai, memperparah kondisi ketersediaan air di beberapa desa. Permasalahan ini menuntut solusi alternatif yang berkelanjutan dan berbasis potensi lokal, salah satunya melalui pemanfaatan air hujan sebagai sumber air baku.

Rain Water Harvesting (RWH) atau sistem pemanenan air hujan merupakan pendekatan yang telah banyak diterapkan di berbagai negara dengan tingkat keberhasilan yang tinggi, baik di wilayah perkotaan maupun perdesaan (Amin M.T, 2009) di Indonesia, teknologi ini telah diterapkan di berbagai lokasi dengan hasil yang menunjukkan potensi besar dalam menambah ketersediaan air untuk kebutuhan domestik (Asnaning., Saputra, & Ahyuni, 2019; Fajar et al., 2021). Berdasarkan karakteristik iklim Kecamatan Sepaku yang memiliki curah hujan rata-rata di atas 2.000 mm per tahun (BPS Kabupaten Penajam Paser Utara, 2024), wilayah ini sangat potensial untuk penerapan sistem RWH. Selain itu, pendekatan ini juga mendukung prinsip konservasi air dan dapat mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap sumber air tanah dan air perpipaan (Musfira, 2018).

GAMA Rainfilter (GAMA-RF) merupakan salah satu inovasi teknologi RWH lokal yang dikembangkan oleh Universitas Gadjah Mada dan telah terbukti efektif dalam menyaring serta menyimpan air hujan untuk keperluan domestik (Maryono et al., 2022); Sistem ini mengintegrasikan komponen tangkapan atap, sistem penyaringan awal (*first flush*), dan penyimpanan air dalam tandon tertutup, serta dapat diterapkan baik di skala rumah tangga maupun institusi (Mustofa, 2020; Maryono, Agus., Tirza, Basyarudin, & Fatturoman, 2023). Selain desainnya yang sederhana dan hemat biaya, GAMA-RF juga memungkinkan peningkatan kualitas air melalui penerapan teknologi tambahan seperti media filtrasi dan disinfeksi (Rizky et al., 2022). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kebutuhan kapasitas tampungan air hujan, mengevaluasi efisiensi penerapan sistem instalasi RWH, serta menyusun rancangan sistem pemanenan air hujan yang sesuai di berbagai lokasi terpilih di Kecamatan Sepaku.

2 METODOLOGI

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Sepaku yang merupakan salah satu wilayah administratif di Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur. Kawasan ini terdiri dari beberapa desa yang memiliki tingkat ketersediaan air bersih yang berbeda-beda. Dalam studi ini, tujuh desa dipilih sebagai lokasi observasi dan pengembangan sistem RWH, yakni Desa Karang Jinawi, Desa Bukit Raya, Desa Argomulyo, Desa Suko Mulyo, Desa Semoi Dua, Desa Wonosari, dan Desa Tengin Baru. Pemilihan desa didasarkan pada kriteria keterbatasan akses terhadap sumber air bersih, potensi curah hujan yang tersedia, serta adanya struktur bangunan publik yang memungkinkan untuk penerapan sistem RWH. Selain itu, kondisi sosial dan kesiapan masyarakat juga menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi agar hasil implementasi sistem dapat berjalan optimal dan berkelanjutan.

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui dua pendekatan utama, yaitu pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung di lapangan untuk mengukur dimensi atap bangunan yang akan difungsikan sebagai *catchment area*. Pengukuran ini menggunakan alat ukur meteran dan pengambilan dokumentasi visual terhadap kondisi eksisting sistem saluran air dan potensi lokasi penempatan tangki penyimpanan. Selain itu, kuesioner disebarakan kepada masyarakat di ketujuh desa untuk menggali informasi tentang persepsi mereka terhadap penggunaan air hujan, tingkat kesadaran terhadap krisis air bersih, serta kesiapan untuk mengadopsi sistem RWH berbasis GAMA-RF.

Sementara itu, data sekunder dikumpulkan dari sumber resmi seperti Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) yang menyediakan data curah hujan harian untuk wilayah Sepaku selama periode 2015–2024. Data tersebut digunakan untuk mengidentifikasi pola curah hujan musiman dan tahunan yang menjadi dasar perhitungan volume air yang dapat ditampung. Selain itu, literatur ilmiah, dokumen teknis sistem GAMA-RF, dan kebijakan nasional mengenai pemanfaatan sumber air alternatif juga dijadikan referensi penting dalam perancangan dan evaluasi sistem.

2.3 Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan dianalisis dalam tiga tahap utama. Pertama, dilakukan perhitungan potensi air hujan yang dapat ditampung di setiap lokasi dengan menggunakan rumus :

$$R_{eff} = R_t \times A \times C \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

R_{eff} = Potensi air hujan tertampung (m³)

R_t = Curah hujan (mm)

A = luas catchment area (m²)

C = koefisien perbandingan volume curah hujan yang dapat ditangkap oleh catchment area

Tahapan kedua adalah melakukan simulasi efisiensi sistem dalam memenuhi kebutuhan air non-konsumsi. Efisiensi dihitung menggunakan persamaan :

$$D_{per\ tahun} = n \times D \times t \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

$D_{per\ tahun}$ = Kebutuhan air selama satu tahun (m³)

n = Jumlah Penghuni / unit bangunan

D = kebutuhan air per orang perhari

t = waktu atau jumlah hari

Mengacu pada SNI 19-6728.1-2002 sebagai dasar Kebutuhan air dihitung berdasarkan asumsi penggunaan air per orang per hari dikalikan jumlah penghuni dan jumlah hari dalam satu tahun. Simulasi dilakukan untuk membandingkan volume tampungan terhadap variasi kebutuhan aktual lapangan.

Tahapan ketiga adalah evaluasi kelayakan teknis dan sosial. Evaluasi teknis mempertimbangkan ruang yang tersedia, kemudahan konstruksi, dan kapasitas sistem. Sementara evaluasi sosial diperoleh dari hasil kuesioner terhadap masyarakat penerima manfaat, termasuk aspek persepsi, partisipasi, dan preferensi terhadap desain sistem RWH yang ditawarkan.

3 HASIL PEMBAHASAN

3.1 Potensi Tangkapan Air Hujan

Analisis potensi tangkapan air hujan dilakukan untuk mengetahui sejauh mana sistem RWH mampu mengumpulkan air berdasarkan luas atap dan curah hujan di masing-masing desa. Data curah hujan diperoleh dari pengamatan BMKG (2024) selama 10 tahun, sedangkan luas atap diukur langsung di lapangan. Tangkapan air dihitung berdasarkan koefisien limpasan 0,9 (Ugai, 2016) untuk jenis atap seng yang umum digunakan di wilayah studi. Koefisien limpasan 0.9 menyiratkan bahwa 90% dari volume air hujan yang jatuh di permukaan atap seng akan menjadi limpasan, dan hanya 10% yang mungkin hilang karena evaporasi awal atau penahanan minimal di permukaan. Tabel berikut menyajikan hasil perhitungan volume air hujan yang dapat ditangkap dalam satu tahun berdasarkan luas atap masing-masing lokasi instalasi:

Tabel 1. Volume Air Hujan Rata-Tertampung di Masing-Masing Desa (m^3 / Bulan)

Desa	Luas Atap (m^2)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Karang Jinawi	78,1	10.32	12.76	13.21	14.35	7.48	14.97	15.32	17.81	11.47	13.36
Bukit Raya	90,28	11.93	14.75	15.27	16.59	8.64	17.30	17.71	20.58	13.26	15.44
Argomulyo	93,24	12.33	15.24	15.77	17.13	8.93	17.87	18.29	21.26	13.70	15.94
Sukomulyo	81,03	10.38	12.83	13.27	14.42	7.52	15.04	15.40	17.90	11.53	13.42
Semoi Dua	78,5	8.07	9.98	10.32	11.21	5.84	11.70	11.97	13.92	8.97	10.44
Wonosari	61,04	8.07	9.98	10.32	11.21	5.84	11.70	11.97	13.92	8.97	10.44
Tengin Baru	52,06	6.88	8.51	8.80	9.56	4.98	9.98	10.21	11.87	7.65	8.90

Sumber: Analisis penulis, 2025

Kapasitas tangki penampung air sebesar $1,2 \text{ m}^3$ yang digunakan dalam sistem RWH belum memadai untuk menampung seluruh volume air hujan yang masuk, terutama saat curah hujan tinggi atau berlangsung dalam durasi yang lama. Ketika volume air hujan yang masuk melebihi kapasitas maksimal tangki, kelebihan air tersebut tidak dapat ditampung dan akhirnya melimpas keluar melalui saluran *overflow*. Kondisi ini tidak hanya menyebabkan potensi kehilangan air yang seharusnya bisa dimanfaatkan, tetapi juga dapat menimbulkan genangan di sekitar instalasi apabila sistem pembuangan limpasan tidak dirancang dengan baik. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan perhitungan kapasitas tangki yang disesuaikan dengan intensitas hujan setempat dan luas bidang tangkapan, agar efisiensi pemanenan air hujan dapat ditingkatkan.

3.2 Efisiensi Sistem

Dalam rangka menilai sejauh mana sistem RWH mampu memenuhi kebutuhan air bersih, dilakukan analisis efisiensi dengan menghitung persentase pemenuhan kebutuhan air bulanan berdasarkan volume air hujan yang berhasil ditampung oleh sistem. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas kinerja sistem RWH dalam kondisi nyata, dengan memperhitungkan berbagai faktor yang memengaruhinya. Salah satu indikator utama yang digunakan adalah perbandingan antara volume air hujan yang tertampung setiap bulan dengan total kebutuhan air masyarakat, yang dalam hal ini diasumsikan sebesar 180 m^3 per bulan untuk 50 orang.

Tingkat efisiensi sistem sangat dipengaruhi oleh kondisi musim dan fluktuasi intensitas curah hujan yang terjadi sepanjang tahun, serta kapasitas tampung tandon yang tersedia di setiap lokasi. Saat curah hujan tinggi dan kapasitas tandon mencukupi, sistem RWH mampu menunjukkan efisiensi yang tinggi karena lebih banyak air yang tertangkap dan dimanfaatkan. Sebaliknya, pada musim kemarau atau saat kapasitas tandon terbatas, efisiensi menurun karena volume air yang tertampung tidak dapat mencukupi kebutuhan bulanan. Untuk memberikan gambaran yang lebih

terukur, disajikan tabel yang merangkum nilai efisiensi maksimum dan minimum dari masing-masing desa berdasarkan data historis curah hujan selama periode analisis. Data ini menjadi dasar evaluasi dan pertimbangan teknis dalam pengembangan serta optimalisasi sistem pemanenan air hujan ke depan.

Tabel 2. Presentase Terpenuhi Tertinggi Setiap Desa perbulan

Nama Desa	Presentase Terpenuhi (%) - Tertinggi
Karang Jinawi	16,62 (Apr 2015)
Bukit Raya	96,04 (Apr 2015)
Argomulyo	99,18 (Apr 2015)
Sukomulyo	86,20 (Apr 2015)
Semai Dua	16,70 (Apr 2015)
Wonosari	64,93 (Apr 2015)
Tengin Baru	55,38 (Apr 2015)

Sumber: Analisis penulis, 2025

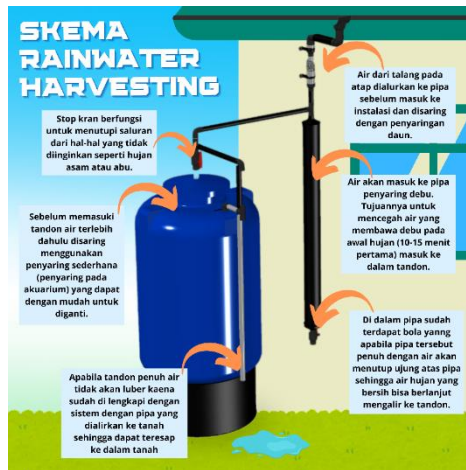
3.3 Penerimaan Masyarakat

Berdasarkan hasil pelatihan sistem *Rainwater Harvesting* (RWH), masyarakat memberikan beberapa tanggapan dan saran yang mencakup aspek penyimpanan air, lokasi pemasangan, serta efektivitas instalasi. Salah satu masukan utama adalah kebutuhan akan peningkatan kapasitas penyimpanan, karena tandon yang digunakan saat ini dinilai tidak cukup menampung air hujan untuk memenuhi kebutuhan harian. Beberapa warga juga mempertimbangkan penggunaan kolam sebagai alternatif, meskipun ada kekhawatiran terkait kebersihan dan potensi berkembangnya jentik nyamuk. Oleh karena itu, diusulkan penggunaan tandon berkapasitas lebih besar dengan penutup rapat dan ventilasi yang baik. Selain itu, masyarakat menyarankan penghematan air melalui daur ulang air bekas dan pemanfaatan alat penghemat air di rumah tangga.

Dalam hal lokasi pemasangan, pemerintah kelurahan mengusulkan setiap desa menerima minimal 10 unit RWH sebagai upaya mempercepat adopsi teknologi. Pemerintah kecamatan mempertimbangkan keterbatasan pasokan PDAM dalam menentukan lokasi prioritas, dengan memilih desa yang strategis seperti Tengin Baru. Tim peneliti juga menyarankan pembangunan sistem filtrasi lanjutan dan perlunya evaluasi kualitas air hasil tampungan. Di sisi lain, masyarakat yang telah memiliki sistem RWH mandiri, seperti di Kelurahan Sepaku, menyadari perlunya pengolahan tambahan agar air hujan aman dikonsumsi. Selain itu, warga mengusulkan penggantian sarangan penyaring sederhana dengan sistem filtrasi yang lebih efektif seperti GRF, agar air yang dikumpulkan lebih bersih dan aman digunakan untuk keperluan sehari-hari. Masukan-masukan ini menjadi dasar penting dalam penyempurnaan dan keberlanjutan program RWH di Kecamatan Sepaku.

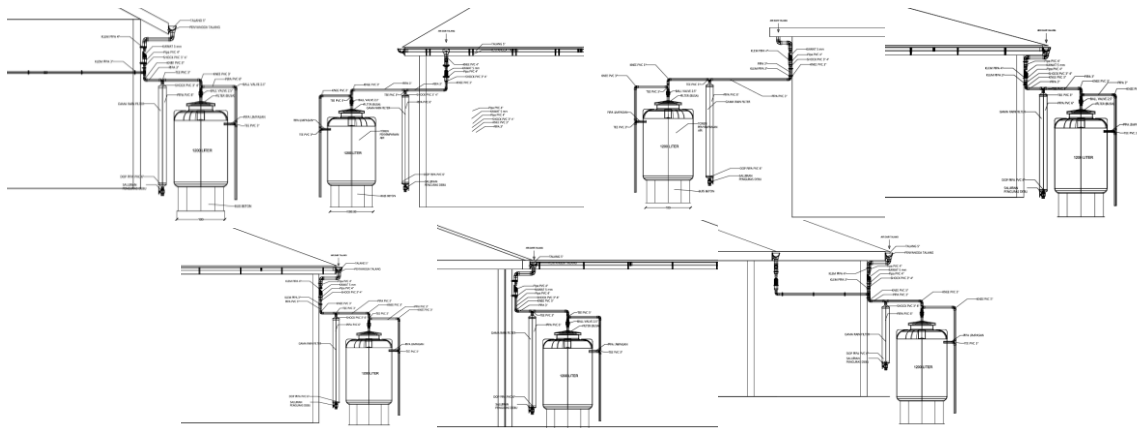
3.4 Desain dan Spesifikasi Komponen Sistem

Diagram skematik pada sistem *Rainwater Harvesting* (RWH) Gama Rain Filter menggambarkan alur utama pemanenan air hujan, mulai dari proses penangkapan hingga distribusi air bersih yang siap digunakan. Skema ini biasanya terdiri dari beberapa komponen utama, yakni permukaan tangkapan (atap), sistem aliran air (talang dan pipa), unit penyaringan (Gama Rain Filter), tangki penyimpanan, serta sistem distribusi. Air hujan yang jatuh di permukaan atap dialirkan melalui talang menuju pipa penyalur yang mengarah ke unit penyaringan.



Gambar 1. Diagram Skematik RWH GAMA Rain Filter

Desain sistem Gama Rain Filter mencakup komponen utama seperti atap sebagai area tangkapan, talang dan pipa penyalur, serta unit penyaringan yang menjadi inti sistem. Dilengkapi dengan mekanisme *first flush* untuk membuang air hujan awal yang kotor, sistem ini dirancang agar mudah diintegrasikan dengan berbagai skala, baik rumah tangga maupun institusi. Keunggulannya terletak pada kemampuannya menyaring air hujan secara efektif dengan perawatan minimal, serta menghasilkan air bersih yang dapat digunakan untuk kebutuhan domestik dan bahkan dikonsumsi dengan perlakuan tambahan (Budiman et al., 2023). Dengan desain yang sederhana, ekonomis, dan ramah lingkungan, Gama Rain Filter menjadi solusi alternatif untuk konservasi air dan pengurangan ketergantungan pada sumber air tanah, khususnya di wilayah beriklim hujan tinggi. Gambar detail instalasi RWH yang mengilustrasikan sistem ini secara visual dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Gambar Detail Instalasi RWH di Setiap Desa
Sumber: Analisis penulis, 2025



Gambar 3. Percontohan Pemasangan RWH di Desa Semoi Dua
Sumber: Dokumentasi penulis, 2025

4 KESIMPULAN

Analisis terhadap kondisi curah hujan dan potensi penangkapan air hujan di Kecamatan Sepaku menunjukkan adanya variasi yang cukup besar antarwilayah. Setiap desa memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal intensitas curah hujan dan luas bidang tangkapan, yang memengaruhi volume air hujan yang dapat ditampung. Perbedaan ini menuntut adanya perencanaan sistem penampungan yang tepat guna agar volume air hujan yang tersedia dapat dimanfaatkan secara maksimal. Kapasitas tangki yang terbatas berisiko menyebabkan limpasan air hujan yang tidak tertampung, sehingga penting untuk menyesuaikan desain kapasitas tampungan dengan kondisi lingkungan setempat.

Implementasi sistem RWH memerlukan perencanaan yang komprehensif dan adaptif terhadap kondisi lingkungan, termasuk luas atap penangkap air dan ketersediaan lahan. Aspek teknis seperti penggunaan metode penyaringan yang tepat, serta keterlibatan aktif masyarakat dan dukungan pemangku kepentingan, menjadi faktor penting dalam keberhasilan dan keberlanjutan sistem. Dengan mempertimbangkan dimensi hidrologi, teknis, dan sosial, sistem RWH diharapkan mampu menjadi solusi alternatif penyediaan air bersih yang efisien dan berkelanjutan, serta mendukung konservasi sumber daya air di wilayah penyangga Ibu Kota Negara (IKN).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih karena Riset ini didukung oleh Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi dan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan melalui Program Pendanaan PRPB Skema Inklusivitas dengan nomor kontrak : 061/E5/PG.02.00/PRPB.INKLUSIVITAS/2024.

REFERENSI

- Amin, M. T., & Han, M. Y. (2009). Water environmental and sanitation status in disaster relief of Pakistan's 2005 earthquake. *Desalination*, 248(1–3), 436–445. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.05.085> Amin M.T, dan M. Y. H. (2009). Water environmental and sanitation status in disaster relief of Pakistan's 2005 earthquake. *Desalination*, 248, 436–445.
- Asnaning, A. R., Surya, S., Saputra, A. E., & Ahyuni, D. (2019). Water Conservation with Rainwater Harvesting System in Lampung Province (Case Study in State Polytechnic of Lampung Campus Area). *Journal of Science and Applicative Technology*, 2(1), 281.
- Badan Pusat statistik, K. P. P. U. (2024). *Kecamatan Sepaku Dalam Angka*.
- Budiman, B., Aminda, R. S., & Syaiful, S. (2023). Pemanfaatan Air Hujan Bersih Dan Layak Menggunakan Alat Filtrasi Sederhana Di Taman Pegelaran Ciomas Bogor. *SINKRON: Jurnal Pengabdian Masyarakat UIKA Jaya*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.32832/jpmuj.v1i1.1668>
- Fajar, M., Ayatri, R., & Zurfi, A. (2021). Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih Gedung Asrama TB 4 ITERA. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 8(2), 93–101. <https://doi.org/10.21776/ub.jсал.2021.008.02.5>
- Maryono, Agus., Tirza SS, P., Basyarudin, A. S., Rizky H, I., & Fatturoman, R. W. (2023). Action research in installing rainwater harvester in households in Tegalrejo sub-district, Yogyakarta City. *AIP Conf. Proc.* 2629, 060008. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0129288>
- Maryono, A., Nuranto, S., Sembada, P. T. S., & Petrus, H. T. B. M. (2022). GAMA-RainFilter: a modified rainwater harvesting technique to meet the demand of clean water in Indonesia. *International Journal of Hydrology Science and Technology*, 13(1), 1–22. <https://doi.org/10.1504/ijhst.2022.119272>
- Musfira. (2018). Kajian Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Bersih Di Distrik Jayapura Selatan Kota Jayapura. *Jurnal MEDIAN Arsitektur Dan Planologi*, 8(1).
- Mustofa, I. (2020). *Analisis Pemanfaatan Potensi Air Hujan Dengan Menggunakan Cistern Sebagai Sumber Air Bersih Skala Rumah Tangga*.
- Rizky, S., Ilham, I., & Assiddieq, M. (2022). Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan (Rainwater Harvesting) di Masjid Al Mu'minin Kota Kendari. *Jurnal TELUK: Teknik Lingkungan UM Kendari*, 2(1), 01–07. <https://doi.org/10.51454/teluk.v2i1.510>
- Ugai, T. (2016). Evaluation of Sustainable Roof from Various Aspects and Benefits of Agriculture Roofing in Urban Core. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 216(October 2015), 850–860. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.12.082>