

PERANCANGAN PEMANENAN AIR HUJAN PADA PESANTREN DARUL AITAMI KABUPATEN ACEH BARAT

RIJAL EFFENDI¹, AULIA ROHENDI^{1*}, M. FAISI IKHWALI¹

1. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-raniry Banda Aceh

*Email: aulia.rohendi@ar-raniry.ac.id

ABSTRAK

Air bersih di Pesantren Darul Aitami sebagian besar bersumber dari air tanah, namun ketersediaan dan kualitasnya belum mencukupi kebutuhan santri. Oleh karena itu, diperlukan alternatif sumber air bersih yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi air hujan dan merancang sistem pemanenan air hujan (PAH) sebagai alternatif penyediaan air bersih. Analisis kualitas air hujan dilakukan melalui pengujian parameter fisik dari sampel yang dikumpulkan selama lima hari hujan. Analisis curah hujan menggunakan distribusi Log Normal, sedangkan intensitas hujan dihitung dengan metode Mononobe pada periode ulang 2 tahun sebesar 54,46 mm/jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air hujan memenuhi standar air bersih dan secara kuantitas mampu memenuhi kebutuhan harian empat asrama, atau sebagai alternatif untuk satu asrama. Sistem PAH dirancang menggunakan pipa dan talang berdiameter 4–10 inci, pipa horizontal 3 inci, serta tangki penampungan berkapasitas 2.000–5.700 liter. Hasil ini menunjukkan bahwa PAH layak diterapkan sebagai solusi air bersih berkelanjutan di lingkungan pesantren.

Kata kunci: pemanenan air hujan, air bersih, asrama pesantren, analisis curah hujan.

ABSTRACT

Clean water at Darul Aitami Islamic Boarding School is mainly sourced from groundwater; however, its availability and quality are insufficient to meet students' needs. Therefore, a sustainable alternative water source is required. This study aims to assess the potential of rainwater and design a rainwater harvesting (RWH) system as an alternative clean water supply. Rainwater quality was evaluated by testing physical parameters from samples collected over five rainy days. Rainfall analysis employed the Log Normal distribution, while rainfall intensity was calculated using the Mononobe method with a 2-year return period of 54.46 mm/h. The results indicate that rainwater meets clean water standards and is quantitatively sufficient to supply the daily water demand of four dormitories, or alternatively one dormitory. The RWH system was designed using pipes and gutters with diameters of 4–10 inches, 3-inch horizontal pipes, and storage tanks with capacities ranging from 2,000 to 5,700 liters. These findings confirm that rainwater harvesting is a feasible and sustainable solution for clean water supply in Islamic boarding school environments.

Keywords: rainwater harvesting, clean water needs, islamic boarding school, rainfall analysis

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumberdaya yang sangat krusial dalam menopang hidup manusia, baik untuk kebutuhan domestik seperti memasak, mandi, dan mencuci, maupun untuk menjaga kesehatan dan kualitas hidup secara umum. Oleh karena itu, penyediaan air bersih menjadi isu fundamental, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia (Raharja, 2021). Ketersediaan air minum dan sarana sanitasi yang layak merupakan prasyarat minimum untuk hidup sehat, karena sistem penyediaan air dan sanitasi sebagai layanan perkotaan utama memiliki dampak langsung terhadap kesehatan masyarakat, kualitas lingkungan, dan produktivitas. Meskipun teknologi pengelolaan air terus berkembang, masih banyak penduduk dunia yang belum mempunyai akses memadai untuk keperluan sanitasi. Pertumbuhan penduduk yang cepat di area perkotaan semakin memperberat tantangan penyediaan air yang cukup dan merata bagi masyarakat (UN-HABITAT, 2016).

Kabupaten Aceh Barat, khususnya wilayah Ujong Tanjong, air tanah masih menjadi sumber air bersih sebagian masyarakat. Namun, kualitas air tanah di wilayah tersebut tergolong rendah karena berwarna keruh, sehingga pemanfaatannya terbatas hanya untuk mencuci kendaraan dan menyiram tumbuhan. Untuk keperluan memasak, masyarakat menggunakan air isi ulang dengan biaya sekitar Rp5.000 per galon, yang dalam jangka panjang menjadi beban ekonomi. Sementara itu, kebutuhan mandi dan mencuci umumnya dipenuhi dari air hujan yang ditampung secara sederhana. Sebagian masyarakat telah menggunakan sumur bor atau sumur artesis, namun biaya pembuatannya relatif tinggi (Silvia dan Safriani, 2018). Selain itu, pemanfaatan air tanah yang tidak terkontrol dapat menyebabkan dampak lingkungan seperti penurunan muka tanah, sehingga diperlukan alternatif sumber air yang lebih ramah lingkungan (Hutabarat, 2017).

Pemanenan air hujan (PAH) merupakan alternatif air bersih dengan potensi pengembangan yang cukup besar. Sistem ini mampu menyediakan sumber air bersih berbiaya rendah, mengurangi penggunaan air tanah, serta menekan limpasan permukaan yang berkontribusi terhadap genangan dan banjir (Roviq dkk., 2013). Potensi pemanfaatan air hujan ini juga sejalan dengan kebijakan nasional, di mana pemanfaatan air hujan termasuk dalam pengelolaan sumber daya air yang diatur dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air. Selain itu, pendekatan pengelolaan air hujan melalui penampungan dan pemanfaatan kembali juga selaras dengan konsep drainase ramah lingkungan yang diperkenalkan dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 12 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. Namun demikian, kajian mengenai penerapan PAH di Aceh Barat masih sangat terbatas, terutama pada bangunan pendidikan berkonsep asrama yang memiliki kebutuhan air bersih tinggi dan permasalahan kualitas air yang kompleks.

Salah satu lembaga pendidikan yang menghadapi permasalahan tersebut adalah Pondok Pesantren Darul Aitami. Berdasarkan hasil wawancara, air bersih pesantren bersumber dari sumur bor, namun belum mampu memenuhi kebutuhan seluruh santri dan sering menimbulkan keluhan akibat bau tidak sedap. Hingga saat ini, air hujan di pesantren tersebut belum dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber air bersih alternatif, khususnya untuk kebutuhan toilet. Padahal, wilayah Aceh Barat memiliki potensi curah hujan yang sangat tinggi. Berdasarkan data BMKG Cut Nyak Dhien, rata-rata curah hujan tahunan di Aceh Barat mencapai 3.372 mm, yang termasuk kategori hujan deras dan sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber air alternatif.

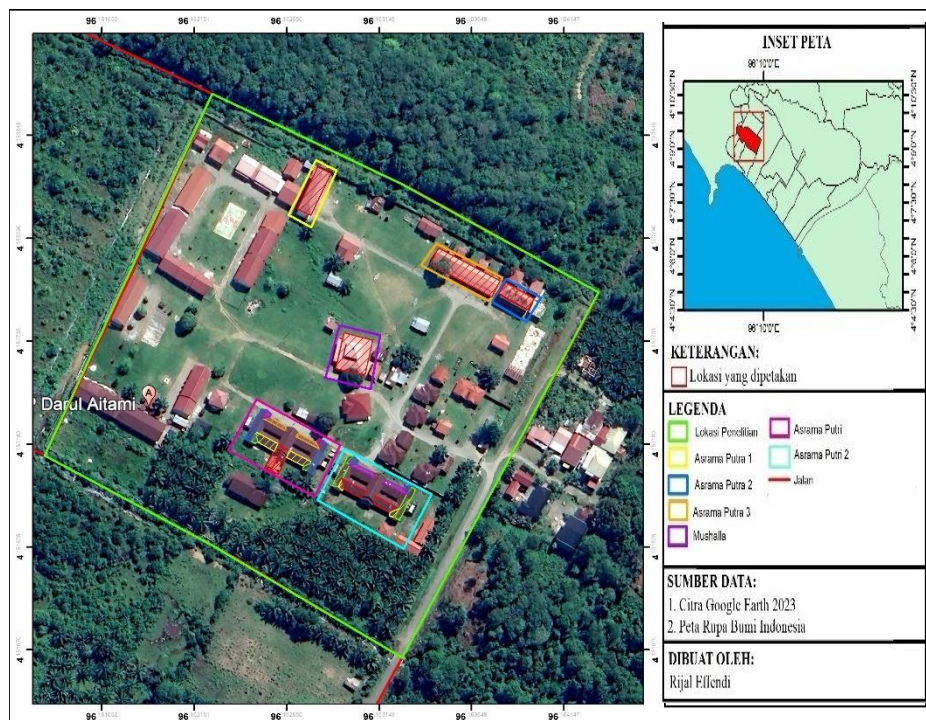
Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemanenan air hujan efektif diterapkan pada bangunan pendidikan. Nailah dan Masduqi (2018) melakukan perencanaan sistem PAH dan pengolahan air limbah di asrama pesantren di Pamekasan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kapasitas pemanenan air hujan di dua asrama mencapai 817,28 m³, serta diintegrasikan dengan pengolahan *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR). Penelitian lain oleh Quaresvita (2016) pada Asrama ITS menunjukkan bahwa kualitas air hujan masih memenuhi standar air bersih menurut, serta mampu menghemat biaya air bersih hingga Rp17.000.000 selama musim hujan. Selanjutnya, Fajar dkk., (2021) merencanakan sistem PAH di Gedung Asrama TB 4 ITERA dengan kapasitas penampungan 10.100 liter per hari dan dimensi talang serta pipa berukuran 5 inci, dengan total biaya perencanaan sebesar Rp65.532.800,00.

Meskipun berbagai penelitian tersebut telah membuktikan potensi PAH dari sisi kuantitas dan ekonomi, sebagian besar kajian masih berfokus pada wilayah perkotaan atau kampus perguruan tinggi, serta belum banyak membahas kondisi kualitas air hujan dan karakteristik curah hujan lokal di wilayah pesisir barat Aceh. Selain itu, studi yang secara spesifik mengkaji penerapan PAH pada pesantren berasrama di Aceh Barat dengan permasalahan kualitas air tanah yang rendah masih terbatas. Penelitian ini dilakukan untuk menjawab dan mengisi kekosongan tersebut dengan menganalisis kualitas dan kuantitas air hujan serta mendesain sistem pemanenan air hujan yang sesuai dengan kondisi iklim dan kebutuhan air bersih Pondok Pesantren Darul Aitami di Kabupaten Aceh Barat, sehingga diharapkan dapat digunakan sebagai alternatif air bersih yang berkelanjutan di wilayah tersebut.

2. METODE

2.1 Lokasi Perencanaan

Perencanaan ini akan dilaksanakan di Pesantren Darul Aitami yang terletak di Kabupaten Aceh Barat. Peta lokasi peantren dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta Lokasi Pesantren Darul Aitami

2.2 Analisis Hidrologi

Jumlah air hujan yang berpotensi ditampung dapat ditentukan dengan pengujian ini (Fajar dkk., 2021). *NASA Power* digunakan untuk mendapatkan data curah hujan wilayah perencanaan 10 tahun. Data dari NASA POWER terbukti dapat digunakan dengan baik untuk analisis perubahan iklim, analisis hidrologi, temperature dan indeks kelembaban, serta memprediksi suhu dan hujan di berbagai wilayah (Ngurah dkk., 2022; Tayyeh dan Mohammed, 2023).

2.3 Analisis frekuensi

Pengujian ini digunakan untuk menentukan curah hujan rencana dengan berbagai periode ulang, langkahnya dengan membandingkan sebaran hujan secara teoretis dibandingkan dengan sebaran hujan yang diperoleh dari data aktual (Sofia dan Nursila, 2019). Pemilihan metode distribusi probabilitas yang paling cocok dengan data dilakukan dengan menyesuaikan parameter data terhadap kriteria masing-masing distribusi, sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Persyaratan statistik suatu distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
2	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
3	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6 C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 + 3$
4	Log Pearson III	Nilai yang tidak ada di atas

2.4 Uji Probabilitas

Pudyastuti (2018) menyatakan bahwa uji kesesuaian distribusi dilakukan guna menentukan distribusi curah hujan mana yang digunakan dalam perhitungan, karena pemilihan distribusi yang tidak tepat dapat menyebabkan kesalahan dalam perkiraan. Dua metode yang dipakai dalam pengujian ini adalah metode Chi kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.

a. Metode Chi Kuadrat (χ^2)

Persamaan yang dipakai dalam Metode Uji Chi-Kuadrat adalah:

$$\chi^2 = \sum \frac{(Of - Ef)^2}{Ef} \quad (1)$$

b. Metode Smirnov Kolmogorov

Nilai penyimpangan maksimum dinyatakan sebagai Δ_{maks} . Apabila nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan nilai Δ_{kritik} , maka jenis distribusi yang dipilih dinyatakan layak untuk digunakan (Triatmodjo, 2008).

2.5 Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan (I) pada metode rasional dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$I = \frac{R24}{24} x \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \quad (2)$$

2.6 Kualitas Air Hujan

Tujuan dari uji kualitas air hujan ini adalah untuk mengetahui kelayakan penggunaan air hujan dari area asrama. Parameter yang diuji adalah pH, TDS, DHL dan suhu. Standar kualitas air bersih yang diatur dalam PERMENKES No 2 Tahun 2023. Pengambilan sampel dilakukan dengan *grab sampling*. Wadah penampungan berupa botol mineral 1,5 L untuk

menangkap hujan dan diletakkan tepat di tempat jatuhnya air hujan yang berasal dari atap. Alat untuk mengukur parameter adalah multiparameter. Parameter lain digunakan data sekunder dari beberapa jurnal terdahulu.

2.7 Desain dan Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air merujuk pada pedoman Peraturan Dirjen Cipta Karya Pekerjaan Umum (1996), serta data mengenai kebutuhan air bersih untuk toilet per individu satu hari yang sesuai dengan SNI 03-7065-2005 Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing.

Dengan data curah hujan dan kebutuhan akan air dapat diperkirakan kapasitas penampungan air hujan yang sesuai. Kami menggunakan persamaan berikut untuk menghitung ukuran tangki penyimpanan, sebagaimana yang dijelaskan oleh Fajar dkk. (2021):

$$\text{Suplai air} = \frac{C \times I \times A}{1000 \text{ mm/m}} \quad (3)$$

$$(B) = \text{Jumlah Penghuni} \times \text{Kebutuhan perhari} \quad (4)$$

$$\text{Volume Bak Penampung} = S-B \quad (5)$$

Perhitungan untuk menentukan dimensi talang bangunan dari atap melalui talang datar dan talang tegak ke tangki penampungan air. Ukuran talang dan pipa kemudian dihitung berdasarkan intensitas curah hujan. Dimensi talang dan pipa pada permukaan datar seperti area atap terbuka ditentukan sesuai dengan standar sistem plambing bangunan yang dijelaskan dalam SNI 8153-2015. Pengkonversian ukuran atap berdasarkan intensitas hujan yang didapat dilakukan interpolasi dengan rumus berdasarkan Komala dkk. (2021):

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} \times (Y_2 - Y_1) \quad (6)$$

Keterangan rumus:

Y = Luas atap maksimum

X = Nilai curah hujan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kualitas Air Hujan

Kualitas air hujan hasil uji menunjukkan bahwa air tersebut memenuhi kriteria sebagai air bersih sesuai baku mutu. **Tabel 2** memaparkan hasil uji air.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kualitas Air

Parameter	Satuan	Hasil pengujian air sumur bor	Hasil pengujian air hujan					Baku mutu
			Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	
DHL	µ/cm	834	42	14	34	36	20	-
TDS	mg/L	412	21	5	18	18	9	<300
Suhu	°C	31,7	29	29	24	25	27	3
pH	-	8,11	7,03	6,49	8,09	7,50	7,78	6,5-8,5

Hasil analisis kualitas air hujan pesantren menunjukkan bahwa air hujan memenuhi standar kualitas air bersih, sehingga memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber air bersih alternatif. Pengukuran suhu air hujan yang dilakukan selama lima hari menunjukkan kisaran antara 24,6°C hingga 29,1°C, yang masih berada dalam batas suhu yang diperbolehkan (15–

35°C) untuk air yang digunakan pada fasilitas kesehatan lingkungan dan pemandian umum. Hasil analisis pH menunjukkan nilai antara 6,49 hingga 8,09, yang mengindikasikan bahwa air hujan bersifat netral hingga sedikit basa serta memenuhi persyaratan mutu yang telah ditetapkan. Menurut Sapulette (2024), pH mencerminkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu zat, di mana pH 7 bersifat netral, nilai di bawah 7 menunjukkan kondisi asam, dan nilai di atas 7 menunjukkan kondisi basa. Oleh karena itu, hasil pengujian ini menegaskan bahwa air hujan berada dalam kondisi aman untuk digunakan sebagai air bersih.

Selain itu, nilai daya hantar listrik (DHL) yang terukur berada pada kisaran 14–42 $\mu\text{S}/\text{cm}$, yang menunjukkan rendahnya kandungan mineral terlarut. Hal ini didukung oleh nilai Total Dissolved Solids (TDS) sebesar 5–21 ppm, yang jauh di bawah batas maksimum 300 mg/L. Sebagaimana dijelaskan oleh Sapulette (2024), TDS adalah indikator jumlah total zat terlarut, baik senyawa organik maupun anorganik. Dengan demikian, rendahnya nilai DHL dan TDS pada pengujian ini menegaskan bahwa kualitas air hujan di lokasi penelitian tergolong baik dan layak dimanfaatkan sebagai alternatif sumber air bersih. Penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa air hujan, khususnya di wilayah pedesaan dengan tingkat pencemaran yang rendah, memiliki potensi besar sebagai sumber air bersih alternatif.

Penelitian ini hanya menguji parameter fisik namun kualitas hujan dapat dilihat pada penelitian yang dilakukan oleh Miu (2020), menunjukkan bahwa parameter kualitas air hujan lain yang meliputi kekeruhan, suhu, warna, bau, rasa, TDS, pH, besi, fluorida, total coliform, dan *Escherichia coli* berada dalam batas baku mutu, sehingga air hujan layak dimanfaatkan sebagai air bersih. Sementara itu, Nurdin (2019) melaporkan bahwa air hujan sebelum pengolahan belum sepenuhnya memenuhi persyaratan sebagai air minum, namun setelah dilakukan pengolahan terjadi peningkatan kualitas yang signifikan, khususnya pada parameter pH dan fluorida, meskipun parameter mikrobiologi masih memerlukan perlakuan tambahan seperti perebusan.

Penelitian lain menunjukkan bahwa berdasarkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023, sebagian besar parameter kualitas air hujan seperti suhu, bau, kekeruhan, TDS, pH, dan besi sesuai dengan baku mutu, sedangkan parameter warna belum memenuhi akibat pengaruh material atap bangunan, seperti asbes, yang dapat melarutkan bahan organik dan anorganik ke dalam air (Wahyudi dan Aini, 2021), hal ini diperkuat oleh temuan Dirgawati (2024) yang menyatakan bahwa kadar besi dalam air hujan masih sesuai baku mutu. Keseluruhan hasil penelitian tersebut mendukung temuan penelitian ini bahwa meskipun pengujian kualitas air hujan terbatas pada empat parameter, karakteristik air hujan di lokasi penelitian menunjukkan kesamaan dengan wilayah pedesaan lain yang minim polutan, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai alternatif sumber air bersih dengan melewati tahap pengolahan untuk kualitas yang lebih baik.

3.2 Analisis Frekuensi

Pemilihan jenis distribusi yang paling sesuai dengan data dilakukan dengan menyesuaikan parameter data terhadap kriteria masing-masing distribusi. **Tabel 3** dan **Tabel 4** merupakan Hasil perhitungan statistik dari empat metode yang digunakan.

Tabel 3. Metode Gumbel dan Normal

No	Tahun	Curah hujan harian maksimum (mm)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	2013	46,85	-68,48	4688,83	-321067	21985086
2	2014	79,72	-35,61	1267,72	-45137	1607104
3	2015	63,99	-51,34	2635,28	-135282	6944712
4	2016	105,89	-9,44	89,02	-840	7924
5	2017	275,63	160,31	25697,69	4119469	660371427
6	2018	80,12	-35,21	1239,39	-43633	1536093
7	2019	69,59	-45,74	2091,69	-95663	4375168
8	2020	166,81	51,49	2650,71	136472	7026238
9	2021	143,92	28,60	817,67	23381	668591
10	2022	120,73	5,41	29,21	158	853
Jumlah		1153,3		41207,212	3637857	704523196
$\bar{X}$		115		4120,721	363786	70452320
S		67,665				
Cs		1,631				
Ck		6,668				
Cv		0,587				

Tabel 4. Metode Log Normal dan Log Pearson

No	Tahun	Curah hujan harian maksimum (Xi) (mm)	log Xi	log (Xi - $\bar{X}$)	log (Xi - $\bar{X}$) ²	log (Xi - $\bar{X}$) ³	log (Xi - $\bar{X}$) ⁴
1	2013	46,85	1,671	-0,334	0,11188	-0,0374246	0,0125182406
2	2014	79,72	1,902	-0,104	0,01074	-0,0011130	0,0001153493
3	2015	63,99	1,806	-0,199	0,03964	-0,0078912	0,0015710640
4	2016	105,89	2,025	0,020	0,00039	0,0000076	0,0000001491
5	2017	275,63	2,440	0,435	0,18933	0,0823838	0,0358472158
6	2018	80,12	1,904	-0,101	0,01029	-0,0010445	0,0001059721
7	2019	69,59	1,843	-0,163	0,02646	-0,0043033	0,0006999513
8	2020	166,81	2,222	0,217	0,04710	0,0102212	0,0022182086
9	2021	143,92	2,158	0,153	0,02338	0,0035759	0,0005468287
10	2022	120,73	2,082	0,077	0,00587	0,0004497	0,0000344526
Jumlah		1153	20,052	0,00000	0,465084	0,0448614924	0,05365743262
log $\bar{X}$		2,005201664					
S log $\bar{X}$		0,227					
Cs		0,53					
Ck		3,987					
Cv		0,113367					

Berdasarkan perbandingan parameter dengan syarat pemilihan metode hanya metode Log Pearson tipe III yang memenuhi syarat, namun syarat ini tidak terlalu menentukan dalam memilih metode. Oleh karena itu, dilakukan pengujian Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.

3.3 Uji Kecocokan

Soewarno (2014) menjelaskan bahwa penilaian kecocokan distribusi frekuensi dari data sampel terhadap fungsi distribusi probabilitas yang diperkirakan memerlukan pengujian parameter melalui analisis uji kecocokan. Hal ini dilakukan untuk menilai apakah distribusi yang dipilih mampu merepresentasikan data yang diamati dengan baik. Dua metode statistik yang umum digunakan dalam pengujian ini adalah uji Kolmogorov–Smirnov dan uji Chi-kuadrat. **Tabel 5** dan **Tabel 6** adalah hasil distribusi yang diterima atau dipilih berdasarkan analisis metode Smirnov Kolmogorov dan Chi kuadrat.

Tabel 5. Uji Smirnov-Kolmogorov

Smirnov Kolmogorov			
Metode	D Hitung	D Kritis	Kesimpulan
Normal	0,17	0,41	Diterima
Log Normal	0,14		
Gumbel	0,11		
Log Pearson Tipe III	0,90		Ditolak

Tabel 6. Uji Chi Kuadrat

Chi-Kuadrat			
Metode	X² Hitung	X² Kritis	Kesimpulan
Normal	3	5,991	Diterima
Log Normal	1		
Log Pearson Tipe III	3		
Gumbel	7		Ditolak

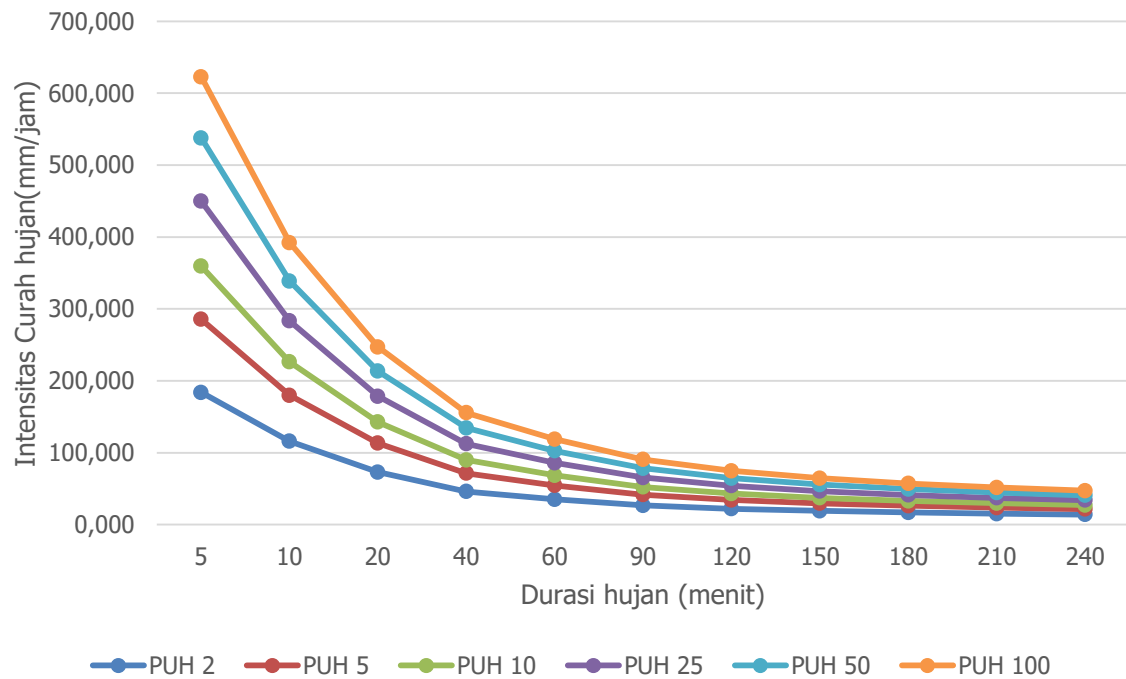
Hasil dua uji yang dilakukan, data curah hujan di wilayah Aceh Barat paling sesuai dianalisis menggunakan distribusi Log Normal, karena baik uji Chi-kuadrat maupun Smirnov–Kolmogorov memenuhi kriteria serta menunjukkan nilai uji yang paling kecil. Selanjutnya, perhitungan curah hujan dilakukan dengan menggunakan distribusi terpilih tersebut. **Tabel 7** menyajikan perhitungan hujan rencana untuk berbagai periode ulang dengan metode Log Normal.

Tabel 7. Hujan Rencana Metode Log Normal

T (Tahun)	Hujan Rancangan Metode Log Normal
100	342,66
50	295,95
25	247,48
10	197,78
5	157,09
2	101,20

Perhitungan intensitas dilakukan menggunakan rumus Mononobe, Menurut Embongbulan (2021), intensitas curah hujan dapat dihitung menggunakan metode Mononobe, yang digunakan untuk memperkirakan besarnya hujan rencana pada periode ulang tertentu. Metode ini berperan penting dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air,

infrastruktur, serta lingkungan dengan mempertimbangkan intensitas hujan yang diperkirakan terjadi pada kurun waktu tertentu di masa mendatang. Perhitungan dilakukan hingga durasi 240 menit, Durasi hujan digunakan 4 jam sesuai dengan durasi dominan rata-rata hujan di Indonesia (Sonbay, 2024). Hasil perhitungan ditampilkan dalam grafik pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Kurva IDF Metode Log Normal

3.4 Kebutuhan Air Bersih Asrama Darul Aitami

Santri Pesantren Darul Aitami berjumlah 302 orang tersebar di lima asrama dengan kebutuhan air tiap bangunan dapat dilihat pada **Tabel 8**. Kebutuhan air sanitasi bulanan diperoleh dengan mengalikan jumlah pengguna air bersih dengan jumlah hari pada masing-masing bulan kemudian dikalikan dengan penggunaan air untuk toilet menurut SNI 03-7065-2005 adalah 20 L/orang/hari.

Tabel 8 Kebutuhan Air Bangunan Pesantren Darul Aitami

Asrama	Jumlah Penghuni (jiwa)	Kebutuhan Air (m ³ /org/hari)	Total Kebutuhan (m ³ /hari)	Kebutuhan 1 Bulan (m ³ /bulan)
Putra 1	24	0.02	0.48	14.4
Putra 2	84	0.02	1.68	50.4
Putra 3	44	0.02	0.88	26.4
Putri 1	75	0.02	1.5	45
Putri 2	75	0.02	1.5	45

Sumber: (Data primer Pesantren, 2023)

3.5 Luas Atap Bangunan Asrama

Jenis atap pada asrama putra 1, 2 adalah perisai serta pelana untuk asrama putra 3, asrama putri 1 dan 2. Luasan atap dicantumkan pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Luas Atap Bangunan Asrama Pesantren Darul Aitami

Bangunan	Luas (m ²)
Luas Atap Asrama Putra 1	91
Luas Atap Asrama Putra 2	518
Luas Atap Asrama Putra 3	410
Luas Atap Asrama Putri 1	512
Luas Atap Asrama Putri 2	472

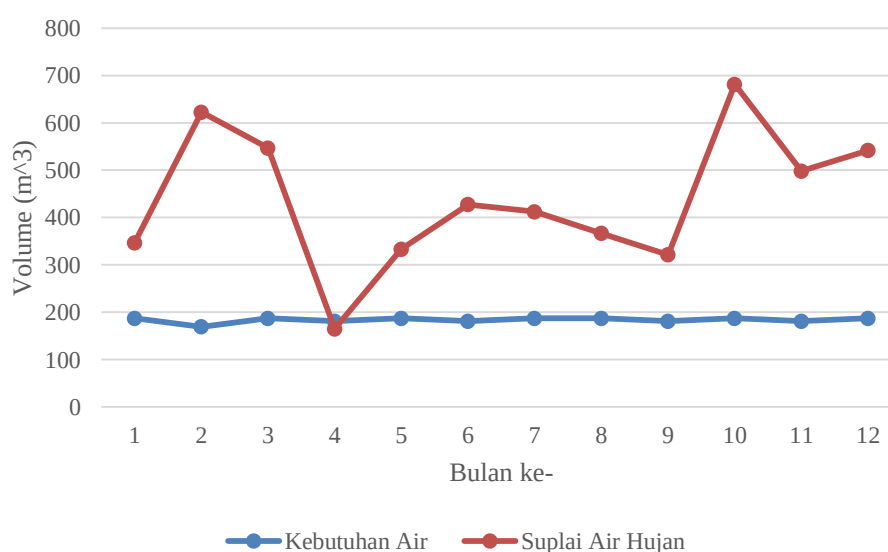
Sumber: (Data primer Pesantren, 2023)

3.6 Komponen Sistem Pemanenan Air Hujan

Menurut Susilo (2018), PAH sederhana memiliki beberapa komponen yaitu: Atap talang, talang filter, pipa masuk, tangki, pompa, filter saluran keluar, pipa saluran keluar. Dalam perencanaan ini digunakan sistem atap dengan komponen talang, pipa horizontal dan vertikal, serta bak penampungan.

3.6.1 Bak Penampungan

Potensi pemanfaatan air hujan untuk mengurangi ketergantungan terhadap air sumur bor dapat dianalisis dengan membandingkan kebutuhan air sanitasi dan ketersediaan air. Jika ketersediaan air hujan melebihi kebutuhan, maka air hujan hasil pemanenan dapat digunakan sebagai pengganti sumber air tanah. Namun, jika kebutuhan air lebih besar dibandingkan ketersediaannya, sistem pemanenan air hujan tidak mampu memenuhi kebutuhan tersebut. Hubungan antara kebutuhan dan ketersediaan air ini ditunjukkan pada grafik perbandingan yang disajikan pada **Gambar 3**.

**Gambar 3. Perbandingan Kebutuhan dan Suplai Air 1 Tahun**

Berdasarkan grafik pada **Gambar 3** perbandingan antara kebutuhan air dan suplai air hujan selama satu tahun, terlihat bahwa ketersediaan air hujan pada sebagian besar bulan berada di atas kebutuhan air sanitasi. Kondisi defisit hanya terjadi pada bulan ke-4 (April), suplai air hujan sedikit lebih rendah dibandingkan kebutuhan air. Namun demikian, pada bulan-bulan lainnya suplai air hujan menunjukkan kondisi surplus yang cukup signifikan terhadap

kebutuhan. Secara keseluruhan, kondisi ini masih dapat dikategorikan mencukupi karena sistem pemanenan air hujan mampu menggantikan pasokan air konvensional dalam proporsi yang sangat besar.

Kapasitas reservoir air hujan di asrama ditentukan oleh besarnya curah hujan yang diterima serta tingkat kebutuhan air. Melalui perhitungan kumulatif antara suplai air hujan dan air bersih yang digunakan dalam periode satu bulan dapat ditentukan ukuran reservoir. Pada perancangan ini, bulan Desember 2017 dipilih sebagai dasar analisis karena mencatat curah hujan tertinggi dalam sepuluh tahun terakhir. Luas atap, rata-rata curah hujan, serta nilai koefisien limpasan permukaan dapat memengaruhi jumlah air hujan yang dapat digunakan sebagai pemenuhan kebutuhan air bersih.

Berdasarkan hasil perhitungan volume tampungan per hari tiap asrama dapat direncanakan untuk Asrama Putra 1 digunakan tangki yang tersedia di pasaran dengan ukuran 2.000 liter, Asrama Putra 2 dan 3 tangki dengan volume 5.700 liter, Asrama Putri 1 dan 2 dua tangki dengan masing-masing ukuran 2.250 liter. Pada perencanaan ini dipilih tangki atas tanah karena memiliki keuntungan lebih murah, lebih mudah dirawat, dan terlihat jika ada kerusakan. Tangki yang dipilih adalah tangki atas tanah hal ini karena tangki atas tanah memiliki berapa keuntungan seperti yang dijelaskan Fajar dkk., 2021, tangki di atas tanah memiliki keuntungan lebih murah, lebih mudah dirawat, dan terlihat jika ada kerusakan. Tangki seperti ini sering digunakan untuk menyimpan air di Indonesia. Desain bak penampungan dengan tinggi bak 243 cm, diameter 128 cm dan kaki tangki 200 cm, ukuran ini diambil mengikuti ukuran pasaran.

3.6.2 Talang, Pipa Tegak, dan Pipa Datar

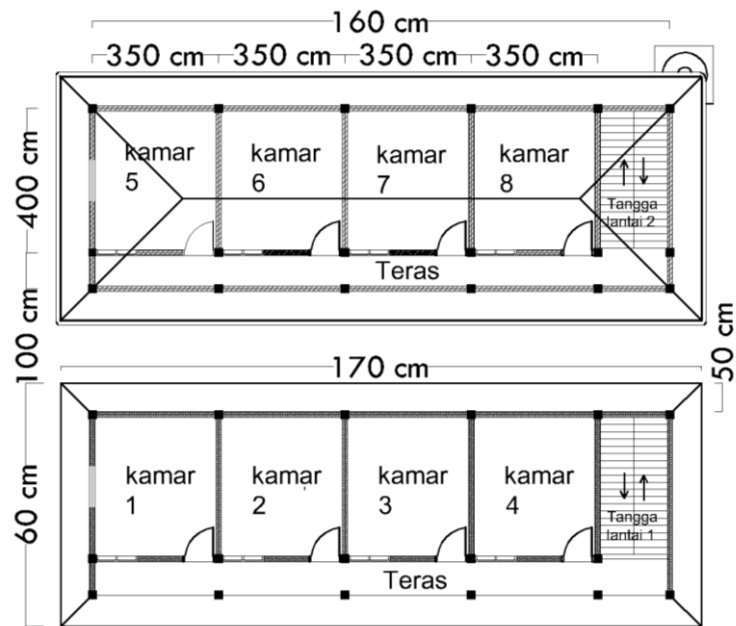
Pipa berukuran 75 mm diterapkan pada luas atap maksimal 145,65 m². Hal ini berdasarkan Ukuran pipa vertikal dan talang yang dipilih 100-250 mm. Dimensi saluran air ditentukan dengan memperhatikan beban maksimum yang diperbolehkan untuk saluran atap sesuai dengan ketentuan SNI 8153-2015 tentang Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung. **Tabel 10** memaparkan ukuran pipa yang direncanakan untuk setiap bangunan.

Tabel 10. Ukuran Perpipaan Perencanaan

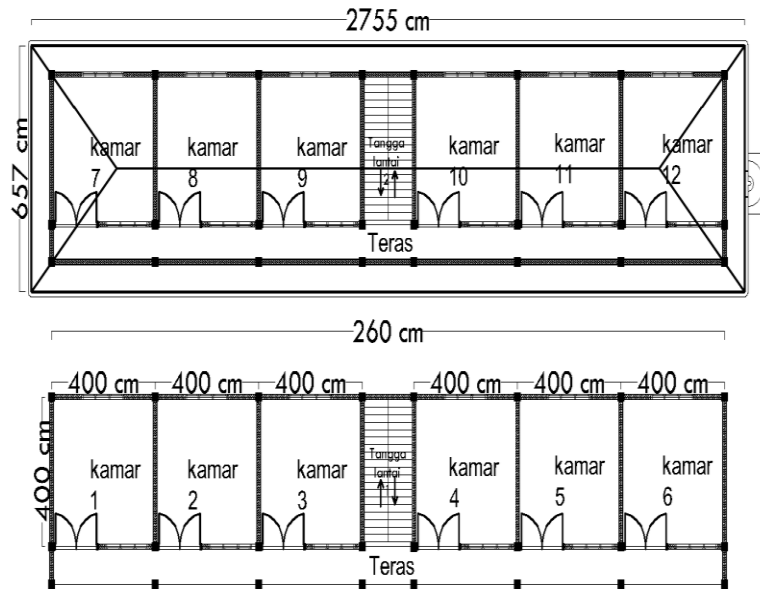
Asrama	Luas Atap (m²)	Kemiringan Talang (%)	Talang (mm)	Panjang Talang (m)	Pipa vertikal (mm)	Pipa Horizontal (mm)
Putra 1	91	1	100	23	100	75
Putra 2	518	1	250	35	250	125
putra 3	410	1	200	50	200	125
Putri 1	512	1	250	89	250	125
Putri 2	472	1	200	80	200	125

3.6 Gambar Desain Perencanaan

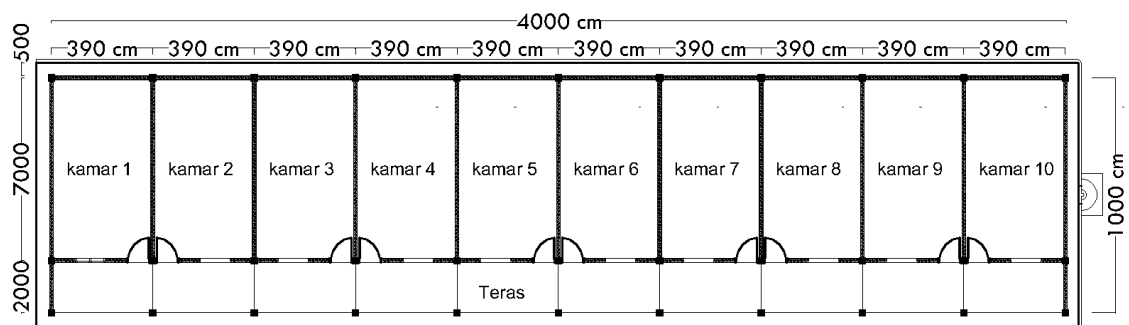
Perancangan siste PAH dilakukan pada Asrama Putra 1 hingga Asrama Putra 3 serta Asrama Putri 1 dan Asrama Putri 2. Denah masing-masing bangunan disajikan secara berurutan pada **Gambar 4** sampai dengan **Gambar 8**.



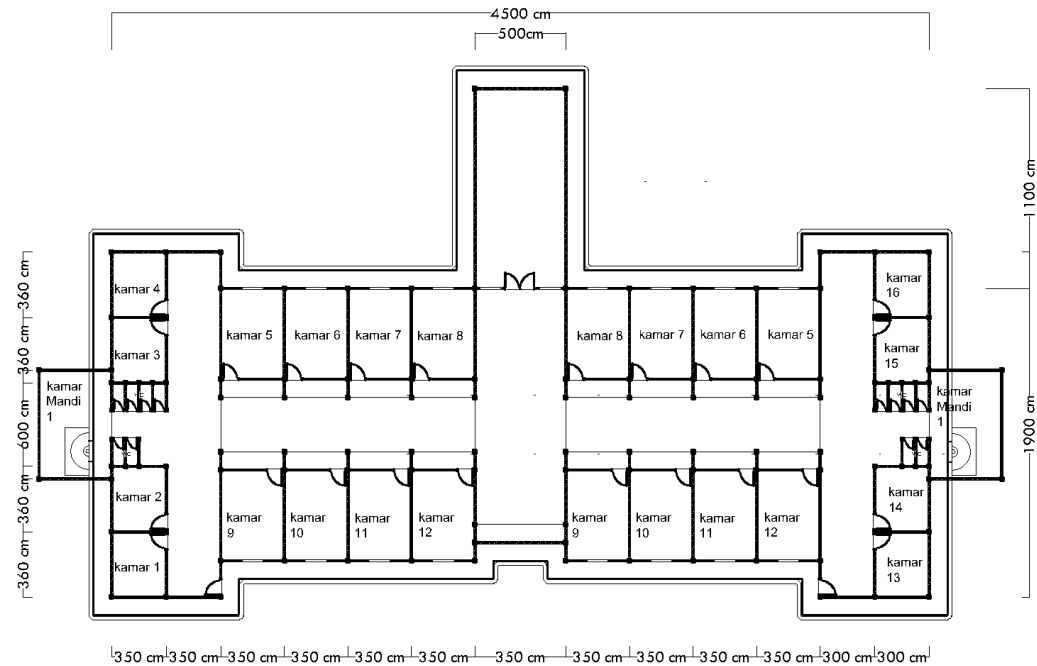
Gambar 4. Denah Asrama Putra 1



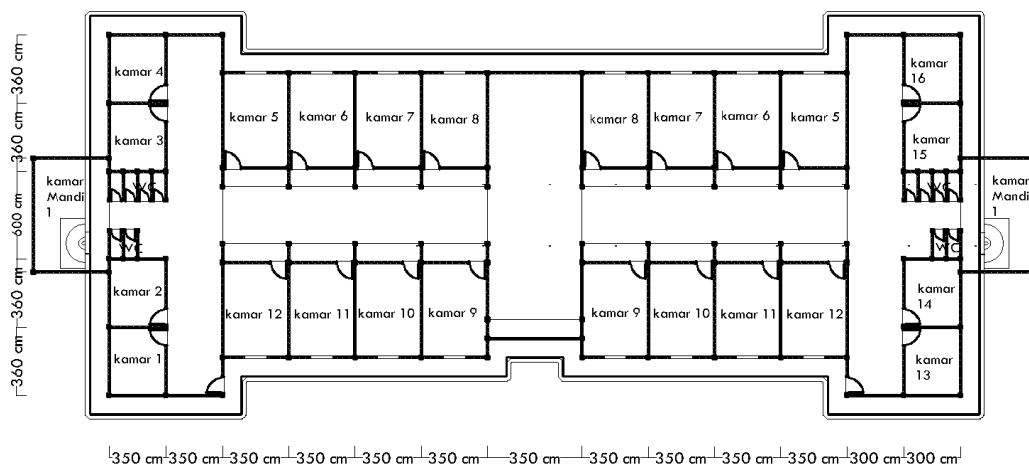
Gambar 5. Denah Asrama Putra 2



Gambar 6. Denah Asrama Putra 3



Gambar 7. Denah Asrama Putri 1



Gambar 8. Denah Asrama Putri 2

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, sistem PAH layak diterapkan di Pesantren Darul Aitami karena memiliki potensi yang baik dari aspek kualitas dan kuantitas air hujan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kualitas air hujan memenuhi persyaratan sebagai sumber alternatif air bersih, sedangkan dari sisi kuantitas mampu memenuhi kebutuhan harian Asrama Putra 2 dan 3 serta berfungsi sebagai sumber tambahan bagi asrama lainnya. Desain sistem PAH menghasilkan dimensi pipa dan talang berukuran 4-10 inci dengan kemiringan 1% serta kapasitas tangki antara 2.000–5.700 liter sesuai kebutuhan masing-masing bangunan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi panduan teknis bagi pihak pesantren dalam mengambil keputusan terkait pengelolaan air bersih yang lebih berkelanjutan, sekaligus menjadi dasar untuk pengembangan sistem PAH melalui kajian lanjutan, penerapan teknologi pengolahan tambahan, serta evaluasi kelayakan teknis dan ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2015) Standar Nasional Indonesia 8153:2015 Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005) Standar Nasional Indonesia 03076:2005 Tata cara Perencanaan Sistem Plambing.
- Dirgawati, M., Sururi, M. R., dan Ridwan, Y. S. (2024). Jurnal Teknologi Lingkungan Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan Sebagai Teknologi Alternatif Penyediaan Air Bersih di Kawasan Pemukiman Kepadatan Tinggi Planning of Rainwater Harvesting Systems as an Alternative Technology for Providing Clean Water in. Jurnal Teknologi Lingkungan, 25(2), 246–256.
- Embongbulan, A., Parinding, C., Sharies, E., Ema, S.S., Pademme, S., dan Ambali, D., (2021). Pemanenan air hujan sebagai alternatif pengelolaan sumber daya air di rumah. Journal Dynamic Saint, 6(2), 35–40.
- Fajar, M., Ayatri, R., dan 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.
- Fitriana, E., Suprayogi, I., Fauzi, M., dan Nurdin, N. (2022). Sumbangan Teknologi Pemanenan Air Hujan Skala Individu Rumah Tangga Tipe 220 m² Atap Pelana untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih di Kecamatan Siak Kabupaten Siak. Sainstek (e-Journal), 10(1), 10–16.
- Hutabarat and L Evalita. (2017). Studi Penurunan Muka Tanah (Land Subsidence) Akibat Pengambilan Air Tanah Berlebihan di DKI Jakarta, Hulman Panjaitan and Thomas Abbon, Eds. Jakarta, Universitas Kristen Indonesia Delapan Windu: UKI Press.
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia Nomor 02 Tahun 2023 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum.
- Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia Tahun 2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.
- Komala, P. S., dan Maisuara, Y. (2021). Perencanaan Sistem Plambing Air Hujan Pengembangan Hotel Grand Zuri Kota Padang. Cived, 8(3), 199.
- Miu, K. P., Husnan, R., dan Labdul, B. Y. (2022). Perencanaan Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Penyediaan Kebutuhan Air Bersih (Studi Kasus Desa Pelehu Kec. Bilato Kab. Gorontalo). Composite Journal, 2(1), 28–36.
- Ngurah, G., Dharmayasa, P., Simatupang, C. A., & Sinaga, D. M. (2022). NASA Power's: an alternative rainfall data resources for hydrology research and planning activities in Bali Island, Indonesia. Journal of Infrastructure Planning and Engineering, 1(1), 1–7.
- Nurdin Amalia, lembang Desi, K. (2021). Model Pemanenan Dan Pengolahan Air Hujan Menjadi Air Minum. Jurnal Teknik Hidro, 32(3), 167–186.
- Pudyastuti s, P., dan Musthofa A, R. (2018). Analisa Distribusi Curah Hujan Harian Maksimum Di Stasiun Pengukur Hujan Terpilih Di Wilayah Klaten Periode 2008–2018. Dinamika Teknik Sipil.
- Purnomo, K. (2022). Perencanaan Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Penyediaan Kebutuhan Air Bersih (Studi Kasus Desa Pelehu Kec. Bilato Kab. Gorontalo). Composite Journal, 2(1), 28–36.
- Raharja R , Arianti S , dan Vittorio. (2021). Analisis Potensi Penghematan Air Pdam Dengan Sistem Pemanenan Air Hujan Di Rusunawa Muara Baru. JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil, 4(1), 281-294.
- Roviq, A., Purnaweni, H., dan Suharyanto. (2013). Pemanenan Air Hujan sebagai Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Pengungsi Bencana banjir.
- Sapulette, D. V., Nanlohy, A., dan Tuankotta, A. (2024). Campuran Kapur Dalam Pembuatan Batako Abu, Journal aggregate vol. 3, no. 1, maret 2024. 3(1), 162–166.

- Soewarno. (2014). Aplikasi metode Statistika Untuk Analisis Data Hidrologi. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Silvia, C. S., & Safriani, M. (2018). Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Dengan Teknik Rainwater Harvesting Untuk Kebutuhan Domestik. 4(1), 62–73.
- Sofia, D. A., dan Nursila, N. (2019). Analisis Intensitas, Durasi, dan Frekuensi Kejadian Hujan di Wilayah Sukabumi. JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), 4(1), 85.
- Sonbay, J. A., Bees, A., Nomnafa, A. M., Muji, D. P., & Klakik, E. E. (2024). Perencanaan Rainwater Harvesting System SMA Negeri 1 Taebenu Nusa Tenggara Timur. Eternitas: Jurnal Teknik Sipil, 3(2), 1–7.
- Susilo, G. (2018). Rainwater Harvesting as Alternative Source for Wudhu Water in Indonesia. Civil and Environmental Science, 1(2), 62–69.
- Tayyeh, H. K., & Mohammed, R. (2023). Analysis of NASA POWER reanalysis products to predict temperature and precipitation in Euphrates River basin. Journal of Hydrology, 619.
- Triatmodjo, 2008. Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- Undang-undang (UU) RI Nomor 17 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air.
- UN-Habitat. (2016). Rainwater Harvesting and Utilisation. Blue Drop Series, Book 2: Beneficiaries dan Capacity Builders, 87.
- Wahyudi, H. D., dan Aini, S. (2021). Pemanfaatan air hujan sebagai sumber air bersih dengan menggunakan filter serbuk keramik. Prosiding (SIAR) Seminar Ilmiah Arsitektur 2021.