

Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Untuk Kebutuhan Domestik (Studi Kasus Pemukiman Di Desa Tlogowatu, Kemalang, Klaten)

Maria Sekar Wijayaningtyas^[1], Nina Pebriana^[2], Silvia Yulita Ratih^[3]

^[1] Alumni Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Surakarta

^[2] ^[3] Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Surakarta

Email: mariasekar@gmail.com, ninapebriana@gmail.com,
vierahayu1125@gmail.com.

ABSTRAK

Krisis air bersih di berbagai wilayah Indonesia menjadi permasalahan serius, terutama di daerah dataran tinggi seperti pegunungan. Salah satu daerah yang sering mengalami krisis air bersih adalah Desa Tlogowatu, Kemalang, Klaten. Desa ini terletak di lereng Gunung Merapi dengan ketinggian 700-1300Mdpl. Agar kebutuhan air tetap tercukupi, warga dan pemerintah membeli air dengan biaya operasional Rp. 85.000 per 5000 Liter.

Metode penelitian ini menggunakan deskriptif kuantitatif dengan data primer yang digunakan adalah data curah hujan, luas tangkapan air hujan, data kependudukan, dan data kebutuhan air.

Hasil penelitian menunjukkan dengan memanen air hujan, volume air yang dapat ditampung sebanyak 388.167,4 m³/tahun. Dengan kebutuhan air domestik sebanyak 165.826.800liter/tahun, air hujan dapat memenuhi 234,08% kebutuhan penduduk Desa Tlogowatu. Penghematan yang bisa didapatkan dengan menerapkan sistem memanen air hujan dibanding dengan membeli air adalah sebesar Rp. 869.208.810/tahun.

Kata Kunci: pememanen air hujan, penghematan air, kebutuhan air

ABSTRACT

The water crisis in many regions of Indonesia is a serious problem, especially in highland areas such as the mountains. One area that often have water crises problem is Tlogowatu Village, Kemalang, Klaten. This village is located on the slopes of Mount Merapi with an rise of 700-1300 meters above sea level. To ensure that water needs are met, residents and the government buy water at an operational cost of IDR. 85,000 per 5000 liters.

This research method uses quantitative descriptive with the primary data used being rainfall, rainwater catchment area, population, and water demand.

The research results show that by harvesting rainwater, the volume of water that can be stored is 388,167.4 m³/year. With domestic water needs of 165,826,800 liters/year, rainwater can meet 234.08% of the needs of the Tlogowatu Village population. The savings that can be obtained by implementing a rainwater harvesting system compared to buying water is IDR. 869,208,810/year.

Key Words: rainwater harvesting, water saving.

1. PENDAHULUAN

Krisis air bersih menjadi permasalahan serius. Sebuah wilayah yang mengalami krisis air bersih biasanya akan mengandalkan pasokan air bersih dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) atau Perusahaan Air Minum (PAM). Namun masih banyak wilayah yang belum terjangkau oleh distribusi air bersih tersebut, salah satunya adalah dataran tinggi. Penduduk yang bertempat tinggal di dataran tinggi biasanya akan mengandalkan sumber air lokal seperti mata air, sumur, atau pemanenan air hujan untuk memenuhi kebutuhan air bersih mereka.

Solusi pemanenan air hujan menjadi alternatif yang paling potensial untuk mengatasi krisis air di daerah dataran tinggi seperti lereng gunung. Dikarenakan intensitas hujan di daerah hujan cenderung lebih tinggi, dan teknologi yang digunakan untuk pemanenan air hujan cukup sederhana dan dengan biaya rendah. Salah satu daerah lereng gunung yang sering mengalami krisis air bersih adalah Desa Tlogowatu, Kemalang, Klaten.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui volume air yang dapat ditampung pada area atap tagkapan hujan di Desa Tlogowatu.
2. Untuk mengetahui kebutuhan air domestik yang dapat memenuhi dengan sistem pemanenan air hujan.
3. Untuk mengetahui besarnya penghematan air dengan pemanenan air hujan serta nilai biaya penghematannya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Juan Kietowobowo, Arianti Sutandi dan Vittorio Kurniawan (2020), melakukan penelitian dengan judul Perhitungan Biaya dan Penghematan Dari Rencana Penerapan Sistem Pemanenan Air Hujan di Apartment Royal Mediterania. Hasil dari penelitian ini, berdasar perhitungan payback period yang didapatkan lamanya waktu untuk mengembalikan modal awal dalam instalasi penampungan air hujan adalah 11,5th. Sedangkan penghematan yang dapat dilakukan dibanding penggunaan air PDAM adalah sebesar Rp. 90.071.280,- /tahun.

Nia Ridha Ramadhayanti, Noordiah Helda (2021), melakukan penelitian dengan judul Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan Banjarbaru Utara. Hasil dari penelitian ini, jumlah air yang dapat dipanen tiap tahun di Kecamatan Banjarbaru Utara adalah sebesar 1,318.781.352 liter/tahun. Sedangkan kebutuhan rata-rata harian masyarakat Kecamatan Banjarbaru Utara adalah sebesar 200liter/orang/hari atau 4.155.073.297,9 liter/tahun. Sehingga potensi pemanenan air hujan di Kecamatan Batubaru Urata tidak mampu memenuhi kebutuhan air bersih rumah tangga secara keseluruhan.

Aryanto, Dany dan, Drs. Yuli Priyana, M.Si. (2018) melakukan penelitian dengan judul Potensi Pemanenan Air Hujan (Rain Water Harvesting) untuk Kebutuhan Rumah Tangga di Desa Klunggen Kecamatan Slogohimo Kabupaten Wonogiri. Hasil dari penelitian ini, jumlah air yang dapat tertampung adalah 332.208 liter/hari atau dengan asumsi tiap rumah dapat menampung air hujan 557 liter/hari. Dengan kebutuhan air rata-rata di Desa Klunggen sebesar 297,355

liter/hari atau sekitar 86,86 liter/orang/hari, maka dapat pemanenan air hujan di desa Klunggen memiliki potensi yang baik, karena dapat memenuhi kebutuhan warga.

Michael Randy Raharja, Arianti Sutandi, dan Vittorio Kurniawan (2021) melakukan penelitian dengan judul Analisis Potensi Penghematan Air PDAM Dengan Sistem Pemanenan Air Hujan Di Rusunawa Muara Baru. Hasil dari penelitian ini didapatkan ukuran bak yang optimal dalam penampungan air hujan adalah 75m³, dan waktu pengembalian modal 15tahun 4bulan dan 11hari. Efisiensi yang didapatkan dari sistem pemanenan air hujan berkisar 4-8,8%.

Pemanenan air hujan atau *rainwater harvesting* adalah proses pengumpulan dan penyimpanan air hujan untuk digunakan di kemudian hari. Teknik ini memanfaatkan berbagai struktur seperti atap rumah, permukaan tanah, dan tangki penyimpanan untuk mengumpulkan air hujan yang biasanya akan mengalir dan terbuang begitu saja. Dengan pemanenan air hujan, air yang jatuh dari langit dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti kebutuhan rumah tangga, pertanian, dan industri, sehingga mengurangi ketergantungan pada sumber air bawah tanah dan air permukaan.

Curah hujan andalan merupakan nilai curah hujan yang dapat diandalkan atau diharapkan pada periode tertentu. Metode yang dapat digunakan dalam analisis debit andalan adalah metode statistic ranking. Penyusunan ranking menggunakan analisis frakwensi oleh probabilitas dengan rumus Weibull:

$$P = m/(n+1) \times 100\%$$

Dimana:

P : Probabilitas (%).

m : Nomor urut kejadian

n : Jumlah data pengambilan debit

Curah hujan andalan ditentukan dengan menacari nilai probabilitas paling mendekati 80%.

Kuantitas pemanenan air hujan adalah jumlah air hujan yang dapat dikumpulkan dan disimpan dari suatu area pengumpul, Faktor yang mempengaruhi luas area pengumpul, intensitas dan frekuensi curah, serta efisiensi sistem pengumpulan dan penyimpanan air. Rumus yang digunakan adalah:

$$Q = A \times R \times E$$

Keterangan:

Q = Kuantitas Air yang dipanen

A = Luas Area Atap

R = Rata-rata Curah Hujan

E = Efisiensi sistem pengumpulan/ Koefisien Aliran

Tabel 1 Koefisien Aliran

No.	Tipe Area Tangkapan Air Hujan	Koefisien Aliran (C)
1	Pegunungan curam	0,75-0,90
2	Tanah bergelombang dan hutan	0,50-0,75
3	Daratan yang ditanami	0,45-0,60
4	Atap	0,75-0,95
5	Perkerasan aspal / beton	0,80-0,90
6	Tanah padat sulit diresapi	0,40-0,55
7	Tanah padat mudah diresapi	0,05-0,35
8	Taman / lahan terbuka	0,05-0,25
9	Kebun	0,05-0,20
10	Perumahan tidak begitu rapat (20 rumah/Ha)	0,25-0,40
11	Perumahan kerapatan sedang (21-60 rumah/Ha)	0,40-0,70
12	Perumahan rapat (61-160 rumah/Ha)	0,70-0,80
13	Daerah rekreasi	0,20-0,30
14	Daerah industry	0,80-0,95
15	Daerah perniagaan	0,90-0,95

Sumber: (Edisono,1997)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian menggunakan metodologi deskriptif kuantitatif yaitu berupa pengumpulan data, yaitu data pemakaian air hujan, luas atap bangunan, jumlah unit dan data hujan dari stasiun BMKG, analisis data, dan mendeskripsikan hasil analisis dilakukan dengan pengolahan data yaitu perhitungan curah hujan, perhitungan luasan atap dan perhitungan kebutuhan air kemudian dilakukan analisis penghantaran air. Lokasi penelitian adalah Desa Tlogowatu yang terletak pada wilayah lereng Gunung Merapi. Alasan dipilih lokasi ini sebagai penelitian adalah letak sumur dalam berada pada kedalaman lebih dari 250 meter. Sehingga hanya terdapat dua sumur dalam pada Desa Tlogowatu. Namun pada musim kemarau, debit sumur dalam menurun dan hanya mampu memenuhi 10% kebutuhan air. Sisaya mengandalkan bantuan kiriman mobil tangki air dari pemerintah daerah dengan biaya operasional Rp. 85.000 per tangki air berkapasitas 5000 liter.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dari analisis data curah hujan Desa Tlogowatu tahun 2008 hingga 2019, didapatkan curah hujan andalan dalam bulan dan tahun. Perhitungan curah hujan andalan dilakukan dengan membuat peringkat curah hujan tahunan, dari yang paling besar ke terkecil. Hasil perhitungan peluang, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Peluang Curah Hujan

Bulan	Tahun											
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Jan	200	475	739	510	477	581	581	572	450	521	615	519,5
Feb	382	422	387	367	277	469	469	5722	620	423	681	783
Mar	584	307	232	482	369	318	318	505	576	311	540	655
Apr	230	309	257	247	218	220	220	553	330	347	169	437
Mei	142	158	376	395	93	195	195	142	385	138	0	159
Jun	0	39	161	0	102	247	247	17	102	73	80	7
Jul	0	0	56	32	0	85	85	0	244	11	0	0
Agst	0	0	132	0	0	0	0	0	160	0	0	62
Sept	0	0	355	9	0	0	0	0	361	45	18	292
Okt	242	0	452	136	86	114	114	0	319	121	5	281
Nov	504	256	28	533	394	105	105	0	564	0	487	279
Des	249	196	553	283	449	387	387	468	535	0	148	502
Jumlah	2533	2162	3728	2994	2465	2721	2721	7979	4646	1990	2743	3976,5
Peringkat	9	11	4	5	10	7	7	1	2	12	6	3
Peluang	69%	85%	31%	38%	77%	54%	54%	8%	15%	92%	46%	23%

Sumber: Hasil Perhitungan 2024

Dari hasil perhitungan peluang curah hujan, diambil persentase yang mendekati 80% atau lima data yang peringkatnya paling rendah. Sehingga didapat data curah hujan pada tahun 2017, 2009, 2012, 2008 dan 2013. Lalu dihitung curah hujan rata-rata dan curah hujan andalan, dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Curah Hujan Andalan

Bulan	Tahun					Curah Hujan Rata-Rata	Curah Hujan Andalan
	2017	2009	2012	2008	2013		
Jan	521	475	477	200	581	450,8	
Feb	423	422	277	382	469	394,6	382
Mar	311	307	369	584	318	377,8	369
Apr	347	309	218	230	220	264,8	309
Mei	138	158	93	142	195	145,2	142
Jun	73	39	102	0	247	92,2	102
Jul	11	0	0	0	85	19,2	11
Agst	0	0	0	0	0	0	0
Sept	45	0	0	0	0	9	45
Okt	121	0	86	242	114	112,6	114
Nov	0	256	394	504	105	251,8	256
Des	0	196	449	249	387	256,2	249

Sumber: Hasil Perhitungan 2024

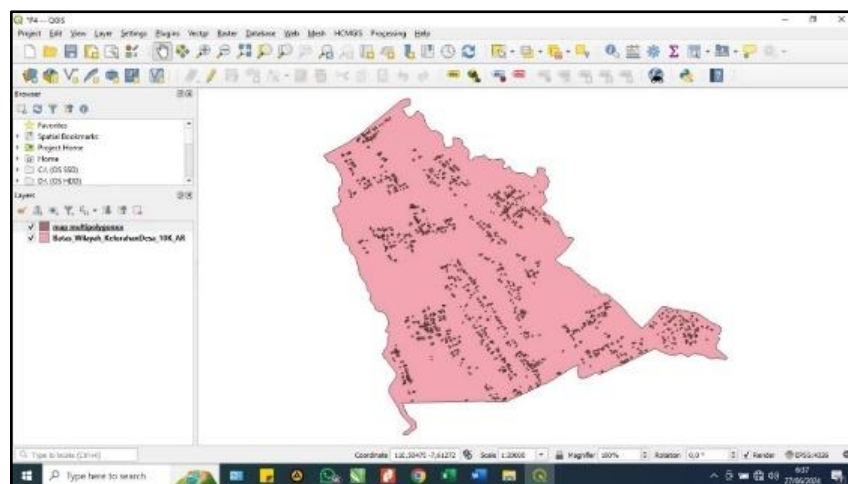
Dengan curah hujan andalan, dapat menentukan iklim lokal Desa Tlogowatu tiap bulan dengan dasarian. Berdasar ketentuan BMKG rata-rata curah hujan dasarian kurang dari 50mm, maka dikategorikan musim kemarau dan jika lebih dari 50mm, maka dikategorikan musim hujan. Besasar curah hujan andalan, maka iklim local Desa Tlogowatu dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Iklim Lokal Desa Tlogowatu

Bulan	Curah Hujan Andalan	Curah Hujan Dasarian	Iklim Lokal
Jan	475	158,33	Hujan
Feb	382	127,33	Hujan
Mar	369	123	Hujan
Aprl	309	103	Hujan
Mei	142	47,33	Kemarau
Jun	102	34	Kemarau
Jul	11	3,67	Kemarau
Agst	0	0	Kemarau
Sept	45	15	Kemarau
Okt	114	38	Kemarau
Nov	256	85,33	Hujan
Des	249	83	Hujan

Sumber: Hasil Perhitungan 2024

Dalam menghitung luas permukaan tangkapan, menggunakan *software QGIS*. Dapat dilihat pada Gambar 1, dengan *software QGIS* interpretasi *shapefile* batas wilayah dan sebaran rumah penduduk Desa Tlogowatu dapat terlihat dengan jelas.



Gambar 1 Interpretasi *Shapefile* dalam *Software QGIS*

Dari kalkulasi *software QGIS*, didapat 1922 data luasan atap. Dari total hasil data luasan atap, dapat dikelompokkan tipe atap berdasar luasan, yang bisa dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Tipe Atap Berdasar Luasan

No.	Tipe Atap	Rentang Luasan	Jumlah Atap	Persentase	Luas Atap (m ²)
1	A	< 35m ²	122	6,35%	13401,142
2	B	35m ² - 50m ²	221	11,50%	24275,839
3	C	50m ² - 100m ²	733	38,14%	80516,698
4	D	100m ² - 150m ²	405	21,07%	44487,398
5	E	> 150m ²	441	22,94%	48441,833
Total			1922	100%	211122,910

Sumber: Hasil Perhitungan 2024

Merujuk pada Tabel 5, dengan pertimbangan efektifitas dan efisiensi instalasi komponen pemanenan air hujan, ditentukan luasan minimum atap yang dapat menjadi tangkapan air hujan adalah 35m². Sehingga Jumlah data atap yang digunakan adalah 1800 atap, dengan total luasan tangkapan 197721,768 m².

Perhitungan Volume Tangkapan Air Hujan menggunakan data curah hujan andalan dan luas area tangkapan air hujan. Sebagian besar bangunan di Desa Tlogowatu menggunakan atap tanah liat atau seng, sehingga ditetapkan koefisien efektifitasnya adalah 0,8. Dapat dilihat pada Tabel 6, volume tangkapan air hujan yang didapat tiap bulannya.

Tabel 6 Volume Tangkapan Air Hujan

Bulan	Curah Hujan Analan	Luas Atap Tangkapan	Koefisien	Volume Tangkapan	
				(liter)	m ³
Jan	475	197721,768	0,8	75134271,82	75134,27182
Feb	382	197721,768	0,8	60423772,29	60423,77229
Mar	369	197721,768	0,8	58367465,9	58367,4659
Aprl	309	197721,768	0,8	48876821,04	48876,82104
Mei	142	197721,768	0,8	22461192,84	22461,19284
Jun	102	197721,768	0,8	16134096,26	16134,09626
Jul	11	197721,768	0,8	1739951,558	1739,951558
Agst	0	197721,768	0,8	0	0
Sept	45	197721,768	0,8	7117983,646	7117,983646
Okt	114	197721,768	0,8	18032225,24	18032,22524
Nov	256	197721,768	0,8	40493418,08	40493,41808
Des	249	197721,768	0,8	39386176,18	39386,17618
Jumlah				388167374,8	388167,3748

Sumber: Hasil Perhitungan 2024

Untuk mengetahui apakah volume tampungan tersebut dapat memenuhi kebutuhan domestik penduduk Desa Tlogowatu, maka perlu mengetahui kebutuhan air. Berdasar SNI-03-7065 tahun 2005 tentang tata cara perencanaan sistem plambing, pemakaian air dingin untuk rumah tinggal adalah 120 liter/orang/hari. Dengan penduduk sejumlah 3786 jiwa, maka total kebutuhan air harian adalah 454.320 liter/hari atau 13.818.900 liter/bulan.

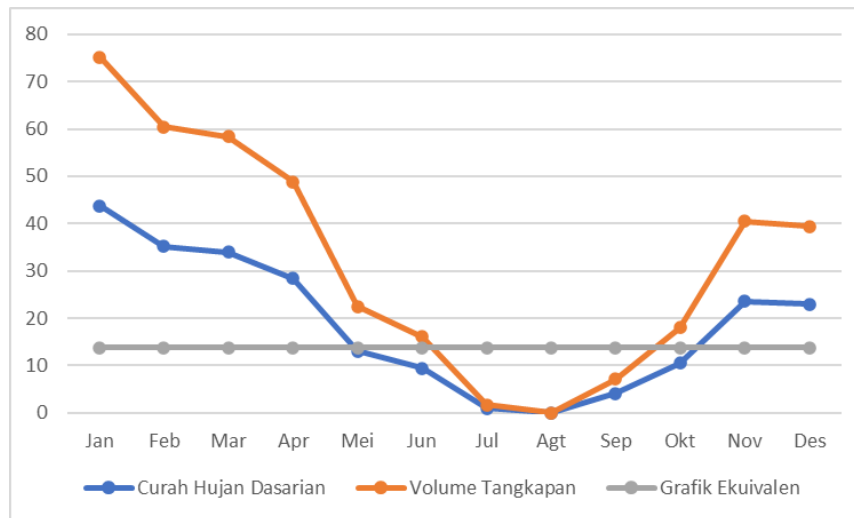
Dari perhitungan volume tangkapan air tiap bulan dan kebutuhan air penduduk Desa Tlogowatu, dapat diketahui persentase kebutuhan air yang dapat tercukupi, dengan mengandalkan 100% air hujan. Dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7 Analisis Pemenuhan Kebutuhan Air Hujan

Bulan	Volume Tangkapan (liter)	Kebutuhan Air (liter)	Persentase Terpenuhi	Ket
Jan	75.134.272	13.818.900	543,71%	Terpenuhi
Feb	60.423.772	13.818.900	437,25%	Terpenuhi
Mar	58.367.466	13.818.900	422,37%	Terpenuhi
Aprl	48.876.821	13.818.900	353,70%	Terpenuhi
Mei	22.461.193	13.818.900	162,54%	Terpenuhi
Jun	16.134.096	13.818.900	116,75%	Terpenuhi
Jul	1.739.952	13.818.900	12,59%	Tidak Terpenuhi
Agst	0	13.818.900	0,00%	Tidak Terpenuhi
Sept	7.117.984	13.818.900	51,51%	Tidak Terpenuhi
Okt	18.032.225	13.818.900	130,49%	Terpenuhi
Nov	40.493.418	13.818.900	293,03%	Terpenuhi
Des	39.386.176	13.818.900	285,02%	Terpenuhi
Rata-rata	32.347.281	13.818.900	234,08% (Persentase kebutuhan air Tercukupi)	18.528.381 (Surplus Air)
Total 1 tahun	388.167.375	165.826.800		222.340.575 (Surplus Air)

Sumber: Hasil Perhitungan 2024

Dari hasil analisis pemenuhan kebutuhan air hujan dapat dibandingkan dengan ekuivalen curah hujan dasarian untuk menentukan bulan yang kebutuhan airnya tidak tercukupi, sehingga memerlukan membeli air. Perbandingan dapat dilihat pada grafik 4.2, dimana pada bulan Juli, Agustus dan September, curah hujan dasarian dan volume tangkapan berada dibawah garis ekuivalen. Maka dapat dipastikan bulan Juli, Agustus dan September merupakan defisit air bersih, dimana kapasitas debit sumur dalam hanya mampu memenuhi 10% kebutuhan air. Pada bulan Juni dan Oktober, curah hujan dasarian berada dibawah garis ekuivalen, sedangkan volume tangkapan berada diatas garis ekuivalen. Maka disimpulkan defisit air bersih 50%.



Gambar 2 Perbandingan Volume Tangkapan Air Hujan, Curah Hujan Dasarian Terhadap Grafik Ekuivalen
Sumber: Hasil Perhitungan 2024

Kebutuhan air penduduk desa Tlogowatu yang belum tercukupi dengan pemakaian air sumur dalam, atau dengan mengandalkan membeli air dapat dilihat pada Tabel 8

Tabel 8 Analisis Jumlah Air Yang Belum Tercukupi

Bulan	Kebutuhan Air (liter)	Kebutuhan air tercukupi (%)	Jumlah air yang belum tercukupi
Jan	13.818.900	100%	0
Feb	13.818.900	100%	0
Mar	13.818.900	100%	0
Apr	13.818.900	100%	0
Mei	13.818.900	100%	0
Jun	13.818.900	50%	6.909.450
Jul	13.818.900	10%	12.437.010
Agst	13.818.900	10%	12.437.010
Sept	13.818.900	10%	12.437.010
Okt	13.818.900	50%	6.909.450
Nov	13.818.900	100%	0
Des	13.818.900	100%	0
Kebutuhan air yang belum tercukupi			51.129.930

Sumber: Hasil Perhitungan 2024

Menghitung penghematan dilakukan dengan menghitung kebutuhan air yang belum tercukupi dengan mengkonversi kedalam harga jika membeli air tersebut. Dapat dilihat pada Tabel 8, jika kebutuhan air yang belum tercukupi adalah

51.129.930 liter/tahun. Dengan volume tangki mobil air 5000liter, maka diperlukan 10.226 mobil air tiap tahunnya, untuk memenuhi kekurangan air warga Desa Tlogowatu. Jika operasional tiap mobil air Rp. 85.000, maka dengan menerapkan sistem memanen hujan, didapat penghematan sebesar Rp 869.208.810 tiap tahun.

5. KESIMPULAN

1. Berdasar hasil analisis dan pembahasan yang telah dipaparkan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Volume air yang dapat ditampung dengan sistem pemanenan air hujan di Desa Tlogowatu sebanyak 388.167.374,8 liter/tahun atau 388.167,38 m³/tahun.
2. Kebutuhan air domestik yang dapat tercukupi dengan sistem pemanenan air hujan sebesar 165.826.800liter/tahun atau 165.826,8m³/tahun.
3. Potensi penghematan yang dapat dilakukan dengan pememanen air hujan dibanding dengan membeli air adalah sebesar Rp. 869.208.810/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2002. *Penyusunan neraca sumber daya. Bagian 1: Sumber daya air spasial*. SNI 19-6728.1-2002. Standar Nasional Indonesia.
- Anonim. 1998. *Tata Cara Survey dan Pengkajian Kebutuhan Air Minum*, Direktorat Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Aryanto, Dany dan, Drs. Yuli Priyana, M.Si. 2018. *Potensi Pemanenan Air Hujan (Rain Water Harvesting) untuk Kebutuhan Rumah Tangga di Desa Klunggen Kecamatan Slogohimo Kabupaten Wonogiri*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Bambang Triatmojo. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Dimas Kuncoro Aji, Nina Pebriana. 2021. *Analisis Kebutuhan Air Bersih Dan Kapasitas Reservoir (Studi Kasus Pdam Sragen Unit Sidoharjo)*. Surakarta Civil Engineering Review. Surakarta
- Juan Kietowobowo, Arianti Sutandi dan Vittorio Kurniawan. 2020 *Perhitungan Biaya dan Penghematan dari Rencana Penerapan Sistem Pemanenan Air Hujan di Apartemen Royal Mediterania*, Jurnal Mitra Teknik Sipil, Jakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2014. *Pengelolaan Air Hujan pada Bangunan Gedung dan Persilnya*, Permen PUPR, Jakarta.
- Li, Zhe., Fergal Boyle and Anthony Reynolds. 2010. *Rainwater Harvesting and Grewater Treatment System for Domestic Application in Ireland*. Destination 260:1-8.
- Lintang Afifa Purwaningtyas, 2022. *Analisis Pengelolaan Air Hujan Dengan Konsep Ekodrain*. Universitas Surakarta. Surakarta.
- Michael Randy Raharja, Arianti Sutandi, dan Vittorio Kurniawan. 2021. *Analisis Potensi Penghematan Air PDAM Dengan Sistem Pemanenan Air Hujan Di Rusunawa Muara Baru*. Jurnal Mitra Teknik Sipil, Jakarta.
- Nia Ridha Ramadhayanti, Noordiah Helda. 2021. *Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Di Kecamatan Banjarbaru Utara*. Jurnal Rivet, Padang.

Nina Pebriana, Dina PA Hidayat. 2017. *Single Reservoir Operation Model Using Non Linear Program (Case Study: Darma Reservoir In West Java)*. Surakarta Civil Engineering Review. Surakarta

UNEP International Technology Centre. 2001. *Rainwater Haversting*. Murdoch University of Western Australia.