

EFISIENSI PEMANFAATAN AIR DENGAN SARANA PENAMPUNGAN AIR HUJAN PADA RUMAH WARGA KOTA KUPANG

Denik S. Krisnayanti¹ (denik.krisnayanti@gmail.com)
Yoshua T. Yosafath² (yosafathyoshua@gmail.com)
Jusuf J. S. Pah³ (yuserpbdaniel@yahoo.co.id)

ABSTRAK

Kota Kupang memiliki musim hujan yang cukup singkat (3-4 bulan), namun tingkat curah hujan harian tergolong tinggi yakni berkisar antara 79 mm – 203 mm. Limpasan air hujan yang tinggi dapat dimanfaatkan untuk menunjang kebutuhan air rumah tangga dengan pembuatan sarana PAH. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui efisiensi pemanfaatan air pada rumah warga dengan memanfaatkan sarana PAH. Metode yang digunakan dalam perencanaan bangunan PAH adalah metode neraca air. Metode ini membandingkan tingkat kebutuhan air (*demand*) terhadap volume air yang dapat ditampung atau ketersediaan air (*supply*). Dalam penelitian ini, digunakan 30 sampel untuk mewakili 6 kecamatan di Kota Kupang. Interval kapasitas media penyimpan minimum sarana PAH adalah 26.592– 44.097 liter atau sebesar 26,59-44,10 m³. Berdasarkan hasil perhitungan, dengan memanfaatkan sarana PAH setiap sampel yang dijadikan objek penelitian dapat melakukan penghematan air dengan efisiensi rata-rata sebesar 30,57%. Berdasarkan angka ini, maka dengan adanya bangunan PAH cukup membantu penghematan pengeluaran rumah tangga untuk kebutuhan air bersih.

Kata Kunci: Air Hujan; Kebutuhan Air; Ketersediaan Air; Neraca Air

ABSTRACT

Kupang City have short time of rainy season (3-4 months), but the value of daily rainwater at Kupang city is classified high drops, that ranges between 79 mm-203 mm. The high amount of rainwater runoff can be utilize to support water domestic needs by build the rooftop rainwater harvesting system. The purpose of this research is to know the efficient of water utilization in citizen's house by utilize the rooftop rainwater harvesting system. The used method in the rooftop rainwater harvesting system planning is water balance method. This method compares the water demand level to water volume that can be supplied. In this research, 30 samples are used to represent 6 sub-districts in Kupang City. The interval of rooftop rainwater harvesting minimum median capacity is 26.592– 44.097 litre or 26,59-44,10 m³. Based on the calculation result, by utilize the rooftop rainwater harvesting facility on each sample that made as research object can be done by water saving with the average efficiency is 30,57%. Based on this number, then with the exist rooftop rainwater harvesting can help to saving the domestic output for clean water needs too.

Keywords: Rainwater; Water Needs; Water Supplied; Water Balance

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kupang sebagai salah satu kota di negara yang terletak di garis khatulistiwa, memiliki 2 musim yakni musim hujan dan musim kemarau. Tingkat curah hujan di Kota Kupang tidak konstan atau berfluktuasi. Dalam 18 tahun terakhir, curah hujan maksimum di Kota Kupang berkisar antara 79

¹ Program Studi Teknik Sipil, FST Undana;

² Program Studi Teknik Sipil, FST Undana;

³ Program Studi Teknik Sipil, FST Undana.

mm – 203 mm (BMKG, 2018). Curah hujan di Kota Kupang yang tergolong tinggi tentunya hanya berlangsung pada musim penghujan, sedangkan pada saat musim kemarau Kota Kupang membutuhkan suplai air bersih dalam jumlah besar. Masyarakat pada umumnya lebih memanfaatkan air yang bersumber dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) maupun air tangki dari usaha sumur bor yang dijalankan oleh pemerintah maupun pihak swasta. Jumlah pasokan sumber air bersih dari PDAM Kota Kupang sendiri belum memadai sehingga pengaliran air bersih ke masyarakat tidak dapat dilakukan setiap hari. Akibatnya masyarakat yang memiliki kebutuhan air bersih dalam jumlah banyak mengalami krisis air bersih. Sementara, di lain pihak air hujan di Kota Kupang menyediakan sumber air yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber air bersih, khususnya untuk kebutuhan rumah tangga.



Gambar 1. Situasi Hujan di Kota Kupang

Salah satu cara dalam memanfaatkan limpasan air hujan yang ada untuk menunjang aktivitas masyarakat adalah melengkapi setiap gedung dengan bangunan penampung air hujan (PAH). Pada dasarnya bangunan PAH adalah suatu bangunan yang menampung air hujan yang turun sehingga air yang terkumpul ditampung dalam satu wadah. Air yang sudah ditampung ini dikelola sedemikian rupa sehingga bisa digunakan untuk keperluan mandi atau air baku minum maupun keperluan lainnya. Selain dapat mengatasi ancaman banjir di kemudian hari, PAH juga dapat mengatasi krisis air bersih pada musim kemarau dengan memfungsikannya sebagai penyimpanan cadangan air bersih. Masyarakat kota dapat mengurangi konsumsi air bersih yang dibayar melalui PDAM maupun melalui usaha-usaha sumur bor yang belum cukup mampu untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat setiap harinya. Efisiensi penggunaan air bersih maupun biaya rumah tangga dapat ditingkatkan dengan memanfaatkan sumber air dari sarana PAH.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

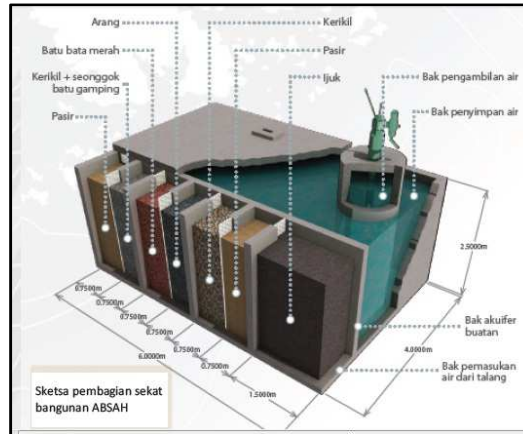
1. Mengetahui kapasitas media penyimpanan minimum sarana PAH Atap yang tepat untuk rumah yang dijadikan objek penelitian
2. Mengetahui penghematan pengeluaran rumah tangga untuk biaya air bersih yang bisa dilakukan dengan pembuatan bangunan PAH Atap pada rumah yang dijadikan objek penelitian.

TINJAUAN PUSTAKA

Penampungan Air Hujan

Penampungan air hujan (selanjutnya disingkat PAH) merupakan tindakan atau upaya untuk mengumpulkan air hujan yang jatuh pada bidang tadah di atas permukaan bumi, baik berupa atap bangunan, jalan, halaman, dan untuk skala besar berupa daerah tangkapan air. PAH diprioritaskan untuk diterapkan di daerah-daerah yang memiliki intensitas hujan yang cukup

tinggi dengan diselingi periode waktu tanpa hujan (periode kering) yang cukup lama, atau hujan turun dengan jumlah yang tidak memadai, sesuai dengan kondisi dan kebutuhan di daerah tersebut (Asdak, 2002). PAH adalah solusi yang bisa ditawarkan untuk menyelesaikan masalah krisis air bersih yang melanda kebanyakan kota besar di Indonesia. Untuk PAH atap (*rooftop*) sendiri terdiri atas beberapa komponen antara lain : Bidang penangkap air (atap), talang rambu dan tegak, saringan, dan bak penampung beserta atributnya.



Gambar 2. Sketsa Bangunan Penampungan Air Hujan(Balitbang Kementerian PUPR, 2014)

Pembuatan Bangunan Penampungan Air Hujan

Dalam perencanaan pembuatan bangunan PAH, yang terutama adalah penentuan dimensi tampungan. Volume tampungan adalah besarnya dari besarnya debit air limpasan yang diperkirakan yang jatuh dari talang atap rumah. Jumlah air hujan yang dapat dipanen akan ditentukan oleh efektifitas atap yang digunakan dan oleh curah hujan tahunan yang berlangsung di daerah tersebut. Hampir semua kegiatan pengembangan sumber daya air memerlukan informasi hidrologi terlebih dahulu (Bunganaen, Krisnayanti, & Klau, 2013). Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam merencanakan kapasitas ataupun ukuran media atau kolam tampungan yang dibutuhkan. Salah satu metode yang digunakan adalah metode neraca air (UNEP, 2016). Metode ini digunakan dalam mengestimasi kapasitas media penampungan berdasarkan variabilitas curah hujan dan variabilitas kebutuhan air selama setahun. Metode ini disebut juga dengan metode keseimbangan antara *supply* dan *demand*. Langkah-langkah perhitungan yang dilakukan adalah :

1. Perhitungan potensi air hujan, yaitu perhitungan curah hujan rerata bulanan selama kurun waktu data curah hujan di lokasi penelitian dikalikan dengan luasan atap gedung dan koefisien limpasan untuk berbagi jenis atap (Tabel 1) di lokasi penelitian. Perhitungan potensi air hujan yang dapat ditangkap dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$V_h = C \cdot t_h \cdot A \tag{1}$$

Keterangan :

V_h= volume limpasan hujan yang dapat dipanen (dalam liter)

C = koefisien limpasan berdasarkan jenis atap (Tabel 2-2)

t_h = tinggi curah hujan harian rata-rata bulanan (dalam mm)

A = luas proyeksi bidang horizontal atap (dalam m²)

2. Perhitungan kebutuhan air rumah tangga bulanan, didasarkan pada hasil kuisioner yang diberikan pada sampel-sampel dan dijadikan acuan kebutuhan air dalam l/orang/hari . Kemudian perhitungan kebutuhan air bulanan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$D_m = n \cdot D_d \cdot N_m \tag{2}$$

Keterangan :

D_m= total kebutuhan air bulanan (liter)

n = jumlah anggota keluarga pengguna air (orang)
 Dd= kebutuhan air bersih harian (liter/orang/hari)
 Nm= jumlah hari tiap bulan (hari)

- Gunakan perhitungan potensi air dan kebutuhan air bulanan dapat ditentukan kapasitas minimum bak penampungan air hujan.
- Proses perhitungan disajikan dalam format tabular (Tabel 2)Sisa pemakaian tahunan merupakan selisih antara total kelebihan air yang tidak dimanfaatkan (surplus) dengan kekurangan air dalam setahun (defisit). Kapasitas media penyimpanan minimum sama dengan besar kebutuhan air maksimum yang tidak dapat dipenuhi dalam sebulannya (besar kekurangan maksimum).
- Membandingkan antara kebutuhan air dan potensi air hujan yang bisa dipanen sehingga didapatkan presentase penghematan pemakaian air komersil (air PDAM atau Vendor).

Tabel 1. Koefisien Limpasan untuk Berbagai Jenis Atap (CGWB, 2007)

Jenis Atap	Koefisien Limpasan (C)
Lembaran besi galvanis bergelombang	0,70 – 0,90
Genteng (tanah liat)	0,75 – 0,90
Atap Asbes	0,70 – 0,85
Atap Beton	0,60 – 0,70

Tabel 2.Format Tabel Perhitungan Sistem PAH dengan Metode Neraca Air(UNEP, 2016)

Neraca Air Bulanan untuk Penentuan Kapasitas Minimum Sarana PAH Untuk Penyimpanan Air						
Nama Lokasi :			Koefisien Limpasan (C) :			
Luas Tangkapan Atap (A) :	m ²		Keb. Air Rumah Tangga			
Jenis Atap :			Harian (DRT = n x Dd) :		l/hari	
Jumlah Pengguna Air (n) :						
Kebutuhan Air Harian (Dd) :	l/orang/hari					

Bulan	Jumlah Hari (hari)	Hujan Rerata Bulanan (mm)	Volume Air Hujan Yang Ditangkap (Inflow) (liter)	Volume Kebutuhan Air (Outflow) (liter)	Selisih Inflow - Outflow		Kondisi Sarana PAH
					(liter)		
					Kelebihan	Kekurangan	
(1)	(2)	(3)	(4) = C * (3) * A	(5) = DRT * (2)	(6) = (4) - (5)		(7)
Januari	31						Penuh/Kosong
Februari	28						Penuh/Kosong
Maret	31						Penuh/Kosong
April	30						Penuh/Kosong
Mei	31						Penuh/Kosong
Juni	30						Penuh/Kosong
Juli	31						Penuh/Kosong
Agustus	31						Penuh/Kosong
September	30						Penuh/Kosong
Oktober	31						Penuh/Kosong
November	30						Penuh/Kosong
Desember	31						Penuh/Kosong
Jumlah	365	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Sisa Pemakaian Tahunan (liter)							
Kapasitas minimum sarana PAH :					liter		
					m³		

Estimasi Kebutuhan Air

Secara sederhana, jumlah kebutuhan air dapat dihitung dengan cara mengalikan antara jumlah calon pemakai dengan jumlah kebutuhan air per orang per hari serta jumlah hari rencana pemakaian. Banyaknya keperluan air tiap rumah tangga umumnya berlainan satu sama lainnya, tergantung dari kebiasaan dalam rumah tangga tersebut. Pun demikian, pemakaian air untuk tiap rumah tangga dalam setiap harinya berubah-ubah, sehingga banyaknya keperluan air tidak dapat ditentukan dengan tepat.Namun demikian dalam perencanaan praktis, umumnya dalam menentukan jumlah kebutuhan air, dapat langsung merujuk pada ketentuan-ketentuan baku yang

berlaku, khususnya di Indonesia. Standar kebutuhan air bersih di suatu daerah sendiri dibagi berdasarkan jumlah penduduk (Ditjen Cipta Karya, 1996).

Tabel 3. Standar Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penduduk (Ditjen Cipta Karya, 1996)

URAIAN	KATEGORI KOTA BERDASARKAN JUMLAH PENDUDUK (JIWA)				
	>1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	< 20.000
	Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
1	2	3	4	5	6
1. Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) (liter/org/hari)	> 150	150 - 120	90 - 120	80 - 120	60 - 80
2. Konsumsi Unit Hidran (HU) (liter/org/hari)	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40
3. Konsumsi unit non domestik					
a. Niaga Kecil (liter/unit/hari)	600 – 900	600 – 900		600	
b. Niaga Besar (liter/unit/hari)	1000 – 5000	1000 – 5000		1500	
c. Industri Besar (liter/detik/ha)	0.2 – 0.8	0.2 – 0.8		0.2 – 0.8	
d. Pariwisata (liter/detik/ha)	0.1 – 0.3	0.1 – 0.3		0.1 – 0.3	
4. Kehilangan Air (%)	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30
5. Faktor Hari Maksimum	1.15 – 1.25 * harian	1.15 – 1.25 * harian	1.15 – 1.25 * harian	1.15 – 1.25 * harian	1.15 – 1.25 * harian
6. Faktor Jam Puncak	1.75 – 2.0 * hari maks	1.75 – 2.0 * hari maks	1.75 – 2.0 * hari maks	1.75 *hari maks	1.75 *hari maks
7. Jumlah Jiwa Per SR (Jiwa)	5	5	5	5	5
8. Jumlah Jiwa Per HU (Jiwa)	100	100	100	100 - 200	200
9. Sisa Tekan Di penyediaan Distribusi (Meter)	10	10	10	10	10
10. Jam Operasi (jam)	24	24	24	24	24
11. Volume Reservoir (% Max Day Demand)	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25	15 - 25
12. SR : HU	50 : 50 s/d 80 : 20	50 : 50 s/d 80 : 20	80 : 20	70 : 30	70 : 30
13. Cakupan Pelayanan (%)	90	90	90	90	70

Efisiensi Pemakaian Air

Tujuan utama dari pembuatan sarana PAH tentunya adalah menghemat pemakaian sumber air yang selama ini dipakai dan juga mengatasi masalah kekurangan sumber air pada musim kemarau. Melalui sarana PAH, tingkat ketergantungan masyarakat pada sumber air berbayar yang selama ini digunakan dapat ditekan, sehingga menghasilkan banyak dampak positif. Dampak positif yang dapat langsung dirasakan masyarakat dari adanya sarana PAH ini antara lain sebagai berikut :

1. Penghematan pemakaian air baku. Masyarakat dapat memanfaatkan air yang ditampung dalam sarana PAH sebagai sumber air utama maupun sekunder.
2. Penghematan biaya pengeluaran rumah tangga untuk pembayaran kebutuhan air. Masyarakat yang selama ini yang bergantung pada sumber air berbayar, melalui sarana PAH, mereka dapat menghemat pengeluaran bulanan untuk sumber air. Pengeluaran bulanan yang tersimpan tersebut nantinya dapat dialokasikan untuk kebutuhan lainnya, sehingga masyarakat dapat menjadi lebih sejahtera.

METODE PENELITIAN

Jenis Data

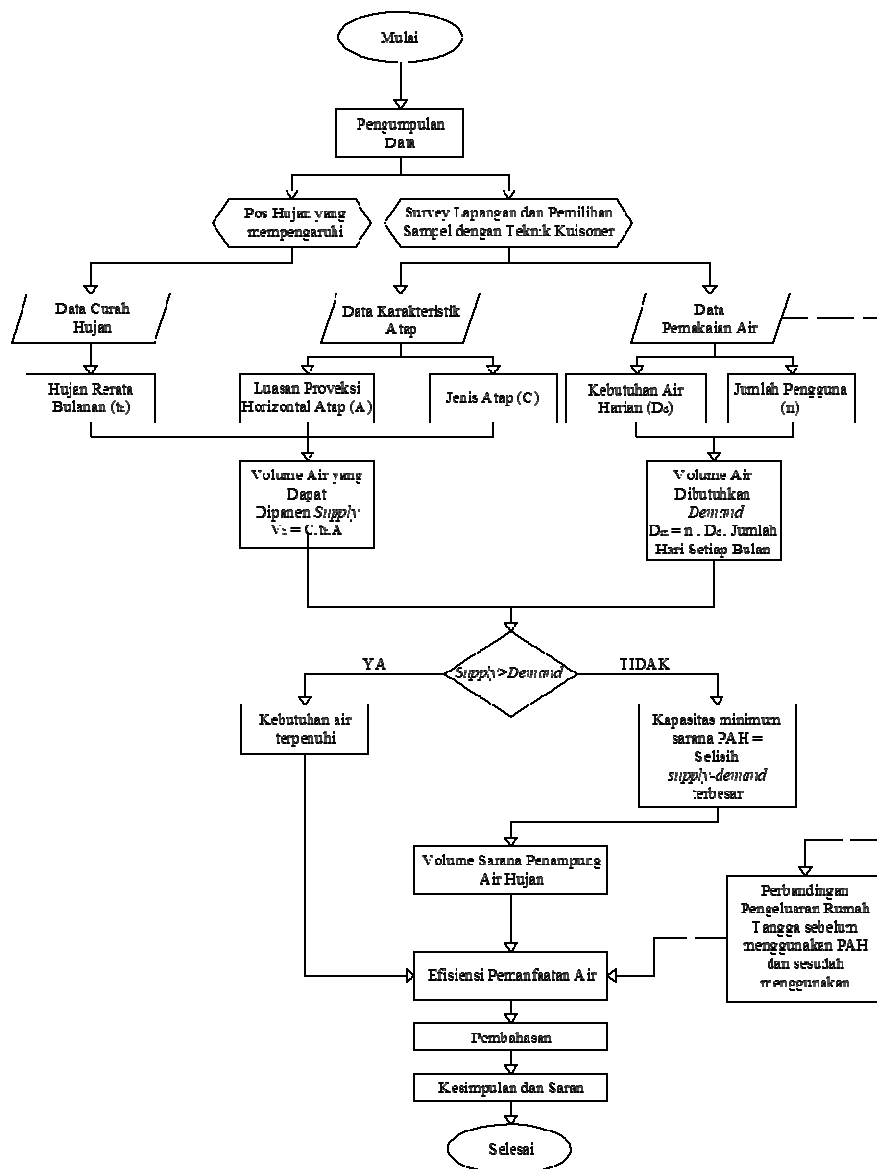
Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini antara lain:

1. Data luasan atap rumah
2. Data kebutuhan air rumah tangga

Sedangkan untuk data sekunder dalam penelitian ini adalah data curah hujan harian dari stasiun hujan yang mempengaruhi lokasi penelitian.

Bagan Alir Penelitian

Tahapan dari penelitian ini dapat dilihat pada diagram di bawah ini :



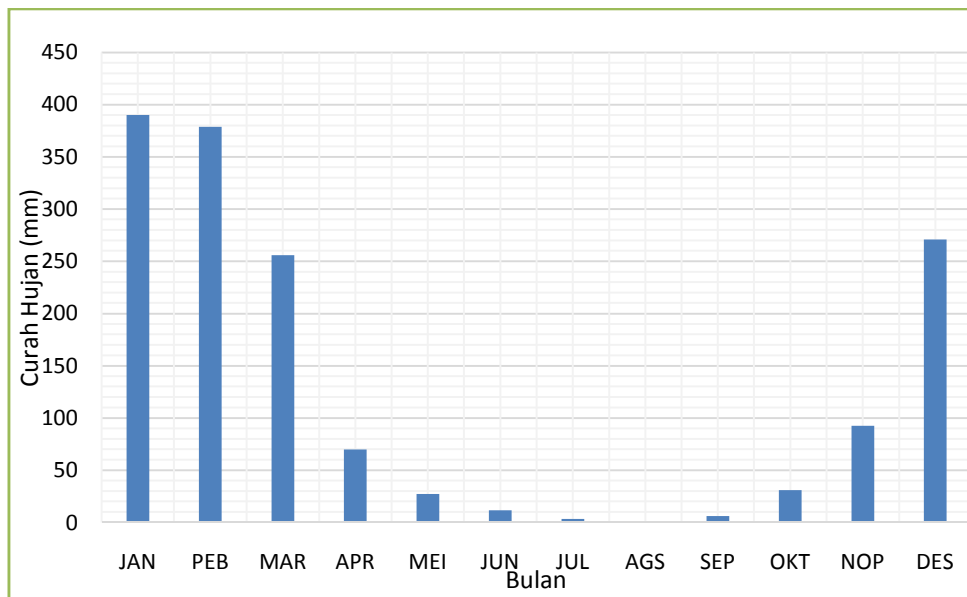
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

HASIL PENELITIAN

Curah Hujan Bulanan Rerata di Kota Kupang

Curah hujan dalam penelitian ini akan digunakan sebagai data sekunder untuk mengetahui jumlah ketersediaan air yang dapat dipanen dan ditampung. Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan harian dari pos hujan yang mempengaruhi wilayah penelitian, dalam hal ini digunakan data curah hujan harian dari Pos Hujan Staklim Kupang dengan Nomor Pos Hujan 97374 . Jumlah tahun data yang digunakan sebanyak 18 tahun terakhir sejak penelitian ini

dilaksanakan yakni dari tahun 2000-2017. Data curah hujan bulanan rerata di Kota Kupang dapat dilihat dalam Gambar 3.



Gambar 4. Grafik Curah Hujan Bulanan Rerata di Kota Kupang

Bidang Penangkap Air dan Kebutuhan Air Baku Masyarakat Kota Kupang

Untuk penampungan air hujan skala rumah tangga sendiri dapat menggunakan atap rumah sebagai bidang penangkap air hujan. Setiap bangunan yang memiliki luasan atap berbeda tentunya akan menghasilkan volume air hujan yang dapat ditampung berbeda-beda pula. Untuk itu, dalam penelitian ini akan diambil beberapa bangunan sebagai sampel dalam perhitungan volume air hujan yang dapat dipanen di lokasi penelitian. Data lokasi dan luasan atap objek penelitian dapat dilihat dalam Lampiran 1.

Sebagai bidang penangkap air, diperlukan juga data kebutuhan air baku masyarakat Kota Kupang dalam perencanaan sarana PAH. Kebutuhan air baku setiap orang tentunya berbeda-beda, sehingga dengan teknik kuisioner diperoleh kebutuhan air baku beberapa objek penelitian yang diambil dalam penelitian ini. Data kebutuhan air baku untuk setiap objek penelitian dapat dilihat dalam Lampiran 2.

Penentuan Volume Tampungan

Volume tampungan atau bak penampung untuk sarana PAH ini dapat direncanakan dengan metode neraca air seperti yang telah dijelaskan dan sesuai dengan Tabel 2. Besarnya potensi air hujan (supply) dapat dihitung dengan Persamaan (1), dengan menggunakan data curah hujan yang telah diperoleh dan data luasan atap serta jenis atap yang diperoleh. Sedangkan untuk data besarnya kebutuhan air baku (demand) dapat dihitung dengan Persamaan (2), dengan data kebutuhan air per kapita objek penelitian. Salah satu contoh penentuan kapasitas minimum sarana PAH dengan metode neraca air dapat dilihat dalam Tabel 4. Penentuan kapasitas media penampung kemudian dihitung dengan melakukan perbandingan tingkat kebutuhan air (demand) dengan volume air yang dapat ditampung (supply). Rekapitulasi hasil perencanaan kapasitas media penampung minimum dapat dilihat dalam Tabel 5.

Efisiensi Pemanfaatan Air Rumah Tangga

Setelah adanya sarana PAH pada setiap objek penelitian, simulasi pemakaian air dan keterpenuhannya setiap bulan yang berasal dari *supply* utama maupun sekunder ini perlu dilakukan untuk melihat efisiensi pemanfaatan air rumah tangga. Simulasi dilaksanakan untuk

mengetahui berapa volume air yang dibutuhkan dari sumber air utama untuk menutupi defisit keterpenuhan pemakaian air tahunan jika hanya memanfaatkan sumber air hujan dari PAH saja.

Tabel 4. Contoh Penentuan Kapasitas Minimum Sarana PAH dengan Metode Neraca Air

Nama Lokasi	: Perumahan Puri Indah Lasiana (Kelapa Lima;Sampel 5)					
Luas Tangkapan Atap (A)	: 95.00 m ²					
Jenis Atap	: Seng Gelombang			Koefisien Limpasan (C)	: 0.8	
Jumlah Pengguna Air (n)	: 3			Keb. Air Rumah Tangga	: 0.8	
Kebutuhan Air Harian (Dd)	: 158.31 l/orang/hari			Harian (DRT = n x Dd)	: 474.94 l/hari	

Bulan	Jumlah Hari	Hujan	Volume Air Hujan	Volume Kebutuhan Air	Selisih Inflow - Outflow		Kondisi Sarana PAH
		Rerata	Yang Ditangkap	(Outflow)			
		Bulanan	(Inflow)		Kelebihan	Kekurangan	
(1)	(2)	(3)	(4) = C * (3) * A	(5) = DRT * (2)	(6) = (4) - (5)		(7)
Januari	31	390.34	29665.93	14723.24	14942.69		Penuh
Februari	28	378.84	28791.48	13298.41	15493.07		Penuh
Maret	31	255.96	19452.87	14723.24	4729.63		Penuh
April	30	69.97	5317.76	14248.30		8930.53	Kosong
Mei	31	27.16	2064.52	14723.24		12658.72	Kosong
Juni	30	11.64	884.73	14248.30		13363.57	Kosong
Juli	31	3.24	245.88	14723.24		14477.36	Kosong
Agustus	31	1.26	95.67	14723.24		14627.57	Kosong
September	30	6.10	463.60	14248.30		13784.70	Kosong
Oktober	31	30.88	2347.06	14723.24		12376.18	Kosong
November	30	92.52	7031.34	14248.30		7216.96	Kosong
Desember	31	270.94	20591.08	14723.24	5867.84		Penuh
Jumlah	365	1538.84	116951.93	173354.31	41033.22	97435.60	
Sisa Pemakaian Tahunan (liter)							-56402.38
Kapasitas minimum sarana PAH :							liter 14627.57
							m³ 14.63

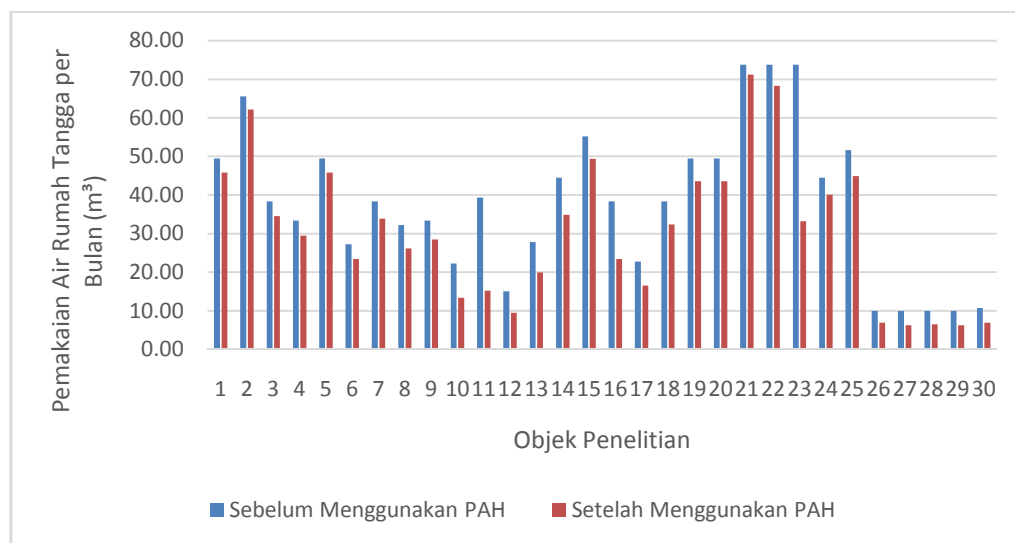
Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Perencanaan Kapasitas Media Penampung Minimum

Kecamatan	Alamat	Narasumber	Kondisi atap	Luasan	Jumlah Anggota Keluarga	Kapasitas Minimum Sarana PAH (liter)	Kapasitas Minimum Sarana PAH (m ³)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
Alak	Penkase Oeleta	Yeremias Abolaki	Seng BJLS	72.25	5	24465.98	24.47
	Penkase Oeleta	Achmad Bahweres	Seng BJLS	72.25	9	44096.97	44.10
	Penkase Oeleta	Abidin Akkis	Seng BJLS	72.25	5	24465.98	24.47
	Penkase Oeleta	Andi	Seng BJLS	72.25	7	34281.47	34.28
	Penkase Oeleta	Soltian Ndolu	Seng BJLS	72.25	8	39189.22	39.19
Kota Raja	Nunleu	Ali Galla	Seng BJLS	41.25	5	24497.20	24.50
	Nunleu	Yulius Dima	Seng BJLS	48.75	6	29397.39	29.40
	Nunleu	Stefanus Windu	Seng BJLS	63.75	4	19566.79	19.57
	Bakunase	Della Nisnoni	Seng BJLS	35.75	5	24502.74	24.50
Oebobo	Bakunase	Fransina Koro	Seng BJLS	89.25	5	24448.86	24.45
	Oetete	Johanes Lay	Seng BJLS	95.00	5	34290.03	34.29
	Oetete	Ady Jefry	Seng BJLS	90.00	4	19540.35	19.54
	Oetete	Immanuel Heo	Seng BJLS	80.00	7	34273.67	34.27
Kota Lama	Liliba	G. Raden	Seng BJLS	99.75	4	19530.54	19.53
	Liliba	Agustinus Turut	Seng BJLS	63.75	7	34290.03	34.29
	Nefonaeak	Arnold A. Johannis	Seng BJLS	55.25	5	24483.10	24.48
	Nefonaeak	Ferdianus Kedang	Seng BJLS	63.75	6	29382.29	29.38
Maulafa	Nefonaeak	Marthen G. Lun	Seng BJLS	63.75	8	39197.78	39.20
	Nefonaeak	Fance Kemis	Seng BJLS	63.75	5	24474.54	24.47
	Nefonaeak	Sumayer Lusi	Seng BJLS	63.75	4	19566.79	19.57
	BTN Kolhua	Aburizal Bakar	Seng BJLS	55.25	5	24483.10	24.48
Kelapa Lima	BTN Kolhua	Balbima Mau	Seng BJLS	72.25	6	29373.73	29.37
	BTN Kolhua	Frederikus Sengge	Seng BJLS	72.25	5	24465.98	24.47
	BTN Kolhua	Melianus Tjung	Seng BJLS	71.25	3	24466.98	24.47
	BTN Kolhua	Andi Rois	Seng BJLS	72.25	5	24465.98	24.47
Puri Lasiana Indah	Puri Lasiana Indah	Wilhelmus Klau	Seng BJLS	95.00	5	24443.07	24.44
	Puri Lasiana Indah	Dimas	Seng BJLS	95.00	4	19535.32	19.54
	Puri Lasiana Indah	Melicianus Neno	Seng BJLS	95.00	5	24443.07	24.44
	Puri Lasiana Indah	Servasius Mona	Seng BJLS	95.00	4	19535.32	19.54
Puri Lasiana Indah	Sana Raumsala	Sana RII S	95.00	3	14627.57	14.63	

Contoh salah satu perhitungan simulasi pemakaian air tahunan dan keterpenuhannya dengan metode neraca air pada salah satu objek penelitian terdapat dalam Lampiran 3. Efisiensi pemanfaatan air dapat dihitung dengan membandingkan data volume sumber air utama yang digunakan setelah adanya PAH dengan pemakaian air yang digunakan selama ini (sebelum

menggunakan PAH) oleh objek penelitian. Rekapitulasi efisiensi pemanfaatan air rumah tangga dapat dilihat dalam Lampiran 4.

Berdasarkan Lampiran 4, dapat dilihat bahwa dengan memanfaatkan PAH, rata-rata efisiensi pemanfaatan air pada seluruh sampel penelitian ini setiap bulannya dapat dihemat hingga 30,57% dengan efisiensi terendah 1,87% dan efisiensi tertinggi 67,61%. Angka ini tentunya cukup besar dalam penghematan pengeluaran bulanan rumah tangga, dan dengan melihat kembali fungsi air yang berasal dari media PAH yakni sebagai sumber air sekunder, sarana PAH sudah sangat membantu dalam penghematan pemakaian air terutama di musim kemarau atau musim kering. Perbedaan efisiensi pemanfaatan air antar objek penelitian sangat bergantung pada luasan atap untuk penentuan supply dan jumlah pengguna serta kebutuhan air (demand). Media penampung yang direncanakan dan dibangun dengan baik sesuai standar kebersihan yang ada dapat juga memiliki fungsi ganda, tidak hanya sebagai sarana penampung air hujan, akan tetapi dapat juga dijadikan sebagai tempat penampungan utama air baku rumah tangga. Efisiensi pengeluaran bulanan rumah tangga untuk sumber air sebelum menggunakan sarana PAH dan jika menggunakan sarana PAH untuk setiap objek penelitian dapat dilihat dalam Gambar 3 .



Gambar 3. Grafik Efisiensi Pemanfaatan Air Rumah Tangga Bulanan Sebelum Menggunakan PAH dan Sesudah Menggunakan PAH

Pada grafik efisiensi pemanfaatan air rumah tangga bulanan dapat terlihat bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara pengeluaran sebelum menggunakan PAH dan pengeluaran setelah menggunakan PAH. Penghematan pengeluaran rumah tangga dari penggunaan air setelah adanya PAH ini dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan rumah tangga lainnya. Untuk itu sarana PAH sangat disarankan guna melakukan efisiensi pemanfaatan air maupun pengeluaran rumah tangga.

KESIMPULAN

1. Interval kapasitas wadah penyimpanan minimum sarana PAH adalah 26.592– 44.097 liter atau sebesar 26,59-44,10 m³. Kapasitas wadah penyimpanan minimum ini sangat berpengaruh pada luasan atap dan curah hujan (*supply*) serta kebutuhan air rumah tangga (*demand*). Dengan jumlah *supply* yang sama, semakin tinggi tingkat kebutuhan atau *demand*, maka semakin besar kapasitas wadah penyimpanan minimum yang diperlukan.
2. Setelah memanfaatkan sarana PAH objek penelitian dapat melakukan penghematan air dengan efisiensi pemanfaatan rata-rata sebesar 30,57%. Angka ini tentunya cukup besar dalam penghematan pengeluaran bulanan rumah tangga. Wadah penampung yang direncanakan dan dibangun dengan baik sesuai standar kebersihan yang ada dapat juga

memiliki fungsi ganda, tidak hanya sebagai sarana penampung air hujan, akan tetapi dapat juga dijadikan sebagai tempat penampungan utama air baku rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2002). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Balitbang Kementerian PUPR. (2014). *Modul Sosialisasi dan Diseminasi Standar Pedoman Manual Penampungan Air Hujan*.
- BMKG. (2018). *Data Curah Hujan Harian*. Retrieved March 28, 2018, from Data Online-Pusat Data Base BMKG: <http://dataonline.bmkg.go.id/home>
- Bunganaen, W., Krisnayanti, D. S., & Klau, Y. A. (2013). *Jurnal Teknik Sipil. Analisis Hubungan Tebal Hujan dan Durasi Hujan Pada Stasiun Klimatologi Lasiana Kota Kupang, II(2)*.
- CGWB. (2007). *Manual on Artificial Recharge Structures. Rooftop Rainwater Harvesting*.
- Ditjen Cipta Karya. (1996). *Panduan Pengembangan Air Minum*. Jakarta Selatan: Kementerian PUPR.
- UNEP. (2016). *Rainwater Harvesting : A Lifeline for Human Well-Being*.

Lampiran 1 : Data Lokasi dan Luasan Atap Objek Penelitian

Kecamatan	Alamat	Koordinat Objek Penelitian	Narasumber	Tipe Rumah	Panjang Atap (m)	Lebar Atap (m)	Luasan (m ²)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(f) x (g)
Alak	Penkase Oeleta	10°10'59.55"S;123°33'9.19"E	Yeremias Abolaki	Perumahan	8.5	8.5	72.25
	Penkase Oeleta	10°10'59.95"S;123°33'9.46"E	Achmad Bahweres	Perumahan	8.5	8.5	72.25
	Penkase Oeleta	10°10'59.04"S;123°33'9.09"E	Abidin Aklis	Perumahan	8.5	8.5	72.25
	Penkase Oeleta	10°10'59.06"S;123°33'9.44"E	Andi	Perumahan	8.5	8.5	72.25
	Penkase Oeleta	10°10'59.44"S;123°33'9.62"E	Soltian Ndolu	Perumahan	8.5	8.5	72.25
Kota Raja	Nunleu	10°10'22.72"S;123°35'13.20"E	Ali Galla	Individual	5.5	7.5	41.25
	Nunleu	10°10'23.47"S;123°35'12.68"E	Yulius Dima	Individual	6.5	7.5	48.75
	Nunleu	10°10'21.81"S;123°35'13.70"E	Stefanus Windu	Individual	8.5	7.5	63.75
	Bakunase	10°11'40.92"S;123°35'30.19"E	Della Nisoni	Individual	5.5	6.5	35.75
	Bakunase	10°11'41.56"S;123°35'29.17"E	Fransina Koro	Individual	10.5	8.5	89.25
Oebobo	Oetete	10° 9'45.54"S;123°35'17.14"E	Johanes Lay	Individual	9.5	10	95.00
	Oetete	10° 9'46.11"S;123°35'24.27"E	Ady Jefry	Individual	10	7.5	75.00
	Oetete	10°10'10.89"S;123°35'14.01"E	Immanuel Heo	Individual	8	10	80.00
	Liliba	10° 9'39.18"S;123°38'22.63"E	G. Raden	Individual	9.5	10.5	99.75
	Liliba	10° 9'44.68"S;123°38'24.24"E	Agustinus Turut	Individual	8.5	7.5	63.75
Kota Lama	Nefonaek	10° 9'20.10"S;123°36'11.22"E	Arnold A. Johannis	Perumahan	8.5	6.5	55.25
	Nefonaek	10° 9'20.26"S;123°36'10.90"E	Ferdianus Kedang	Perumahan	8.5	7.5	63.75
	Nefonaek	10° 9'20.06"S;123°36'11.50"E	Marthen G. Lun	Perumahan	8.5	7.5	63.75
	Nefonaek	10° 9'19.84"S;123°36'11.92"E	Fance Kemis	Perumahan	8.5	7.5	63.75
	Nefonaek	10° 9'20.32"S;123°36'10.66"E	Sumayer Lusi	Perumahan	8.5	7.5	63.75
Maulafa	BTN Kolhua	10°12'0.02"S;123°37'35.88"E	Aburizal Bakar	Perumahan	8.5	6.5	55.25
	BTN Kolhua	10°11'59.69"S;123°37'35.71"E	Balbima Mau	Perumahan	8.5	8.5	72.25
	BTN Kolhua	10°11'59.43"S;123°37'35.51"E	Frederikus Sengge	Perumahan	8.5	8.5	72.25
	BTN Kolhua	10°11'59.75"S;123°37'36.33"E	Melianus Tjung	Perumahan	9.5	7.5	71.25
	BTN Kolhua	10°11'59.41"S;123°37'36.17"E	Andi Rois	Perumahan	8.5	8.5	72.25
Kelapa Lima	Puri Lasiana Indah	10° 8'41.30"S;123°40'0.49"E	Wilhelmus Klau	Perumahan	10	9.5	95.00
	Puri Lasiana Indah	10° 8'39.41"S;123°40'0.64"E	Dimas	Perumahan	10	9.5	95.00
	Puri Lasiana Indah	10° 8'42.85"S;123°40'0.42"E	Melicianus Neno	Perumahan	10	9.5	95.00
	Puri Lasiana Indah	10° 8'42.15"S;123°40'1.53"E	Servasius Mona	Perumahan	10	9.5	95.00
	Puri Lasiana Indah	10° 8'39.63"S;123°40'1.59"E	Sene Baunsele	Perumahan	10	9.5	95.00

Lampiran 2 : Data Kebutuhan Air Baku untuk Setiap Objek Penelitian

Sampel Penelitian										
Kecamatan	Alamat	Narasumber	Tipe Rumah	Jumlah Anggota Keluarga	Sumber Air	Rata-rata Pengeluaran untuk sumber air Per Bulan	Pengeluaran untuk sumber air tambahan	Kebutuhan Air bulanan rumah tangga (m ³)	Kebutuhan Air (l/orang/hari)	
										PDAM
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j) = (g)/HP	
									(k) = (b)/HT + (l) = (j)+(k) / 1000/ (e)/30	
	Penkase Oeleta	Yeremias Abolaki	Perumahan 36/96	5	PDAM	Rp 100.000,00	Rp 70.000,00	22,22	5,00	181,48
	Penkase Oeleta	Achmad Bahweres	Perumahan 36/96	9	PDAM	Rp 150.000,00	Rp 140.000,00	33,33	10,00	160,49
Alak	Penkase Oeleta	Abidin Aklis	Perumahan 36/96	5	PDAM	Rp 100.000,00	Rp 70.000,00	22,22	5,00	181,48
	Penkase Oeleta	Andi	Perumahan 36/96	7	PDAM	Rp 150.000,00		33,33	0,00	158,73
	Penkase Oeleta	Sollian Ndolu	Perumahan 36/96	8	PDAM	Rp 150.000,00	Rp 70.000,00	33,33	5,00	159,72
	Nunleu	Ali Gallu	Individual	5	PDAM	Rp 100.000,00	Rp 70.000,00	22,22	5,00	181,48
	Nunleu	Yulus Dina	Individual	6	PDAM	Rp 150.000,00	Rp 70.000,00	33,33	5,00	212,96
Kota Raja	Nunleu	Stefanus Windu	Individual	4	PDAM	Rp 100.000,00	Rp 140.000,00	22,22	10,00	268,52
	Bakumase	Della Nisoni	Individual	5	PDAM	Rp 100.000,00		22,22	0,00	148,15
	Bakumase	Fransina Koro	Individual	5	PDAM	Rp 100.000,00		22,22	0,00	148,15
	Oetete	Johanes Lay	Individual	8	PDAM	Rp 100.000,00	Rp 80.000,00	22,22	5,71	116,40
	Oetete	Ady Jeffrey	Individual	4	Vendor/Tangki	Rp 140.000,00		0,00	10,00	83,33
Oebobo	Oetete	Immanuel Heo	Individual	7	PDAM	Rp 80.000,00	Rp 140.000,00	17,78	10,00	132,28
	Liliba	G. Raden	Individual	4	PDAM	Rp 100.000,00		22,22	0,00	185,19
	Liliba	Agustinus Tunit	Individual	7	PDAM	Rp 100.000,00	Rp 150.000,00	22,22	10,71	156,84
	Nefonatek	Arnold A. Johannis	Perumahan	5	PDAM	Rp 100.000,00	Rp 70.000,00	22,22	5,00	181,48
	Nefonatek	Ferdianus Kedang	Perumahan	6	PDAM	Rp 80.000,00	Rp 70.000,00	17,78	5,00	126,54
	Nefonatek	Marthen G. Lun	Perumahan	8	PDAM	Rp 150.000,00	Rp 70.000,00	33,33	5,00	159,72
	Nefonatek	Fance Kemis	Perumahan	5	PDAM	Rp 100.000,00	Rp 70.000,00	22,22	5,00	181,48
	Nefonatek	Sunmyer Lusi	Perumahan	4	PDAM	Rp 100.000,00	Rp 70.000,00	22,22	5,00	226,85
	BTN Kolhua	Aburizal Bakar	Perumahan	5	PDAM	Rp 100.000,00	Rp 100.000,00	22,22	7,14	195,77
	BTN Kolhua	Balbina Mau	Perumahan	6	PDAM	Rp 100.000,00	Rp 100.000,00	22,22	0,00	123,46
	BTN Kolhua	Frederikus Sengge	Perumahan	5	PDAM	Rp 100.000,00	Rp 100.000,00	22,22	7,14	195,77
	BTN Kolhua	Melhanus Tung	Perumahan	3	PDAM	Rp 100.000,00		22,22	0,00	246,91
	BTN Kolhua	Andi Reis	Perumahan	5	PDAM	Rp 100.000,00	Rp 100.000,00	22,22	7,14	195,77
	Puri Lasiana Indah	Wilhelmus Kku	Perumahan 34/91	5	Vendor/Tangki	Rp 150.000,00		0,00	10,71	71,43
	Puri Lasiana Indah	Dimas	Perumahan 34/91	4	Vendor/Tangki	Rp 150.000,00		0,00	10,71	89,29
	Puri Lasiana Indah	Melkianus Neno	Perumahan 34/91	5	Vendor/Tangki	Rp 150.000,00		0,00	10,71	71,43
	Puri Lasiana Indah	Servasius Mona	Perumahan 34/91	4	Vendor/Tangki	Rp 150.000,00		0,00	10,71	89,29
	Puri Lasiana Indah	Sene Baunsele	Perumahan 34/91	3	Vendor/Tangki	Rp 150.000,00		0,00	10,71	119,05
					Rata-rata	Rp108.750,00	Rp148.333,33	19,33	6,05	158,31

Lampiran 3 : Contoh Simulasi Pemakaian Air dan Keterpenuhannya

Nama Lokasi : Puri Lasiana Indah (Kelapa Lima;Sampel 2)
 Luas Tangkapan Atap (A) : 95.00 m²
 Jenis Atap : Seng Gelombang
 Jumlah Pengguna Air (n) : 4
 Kebutuhan Air Harian (Dd) : 158.31 l/orang/hari
 Koefisien Limpasan (C) : 0.8
 Keb. Air Rumah Tangga
 Harian (DRT = n x Dd) : 633.26 l/hari

Bulan	Jumlah Hari	Hujan Re rata Bulanan	Volume Air Hujan Yang Ditangkap (Inflow)	Volume Kebutuhan Air (Outflow)	Selisih Inflow - Outflow		Kumulatif	Inflow tambahan Ke Sarana PAH dari Sumber Air Utama (Jika Terjadi Defisit)	Kumulatif Sisa Pemakaian Air Bulanan Setelah adanya Inflow Tambahan	Kondisi Sarana PAH pada Akhir Bulan
					(6) = (4) - (5)	(7)				
(1)	(2)	(3)	(4) = C * (3) * A	(5) = DRT * (2)	(6) = (4) - (5)	(7)	(8)	(9)	(10)	
Januari	31	390.34	29665.93	19630.99	10034.94	10034.94	0.00	10034.94	10034.94	Penuh
Februari	28	378.84	28791.48	17731.22	11060.27	21095.20	0.00	21095.20	21095.20	Penuh
Maret	31	255.96	19452.87	19630.99	178.12	20917.09	0.00	20917.09	20917.09	Penuh
April	30	69.97	5317.76	18997.73	13679.97	7237.12	0.00	7237.12	7237.12	Penuh
Mei	31	27.16	2064.52	19630.99	17566.47	-10329.36	10329.36	0.00	0.00	Kosong
Juni	30	11.64	884.73	18997.73	18113.00	-2842.36	18113.00	0.00	0.00	Kosong
Juli	31	3.24	245.88	19630.99	19385.11	-47827.47	19385.11	0.00	0.00	Kosong
Agustus	31	1.26	95.67	19630.99	19535.32	-67362.79	19535.32	0.00	0.00	Kosong
September	30	6.10	463.60	18997.73	18534.13	-85896.92	18534.13	0.00	0.00	Kosong
Oktober	31	30.88	2347.06	19630.99	17283.93	-103180.85	17283.93	0.00	0.00	Kosong
November	30	92.52	7031.34	18997.73	11966.39	-115147.24	11966.39	0.00	0.00	Kosong
Desember	31	270.94	20591.08	19630.99	960.09	-114187.15	0.00	960.09	960.09	Penuh
Jumlah	365	1538.84	116951.93	231139.08	22055.30	136242.45				
Sisa Pemakaian Tahunan (liter)										
Rata-Rata Inflow Tambahan Ke Sarana PAH dari sumber air utama (Liter)										
960.09										
9595.60										

Lampiran 4 :Rekapitulasi Efisiensi Pemanfaatan Air Rumah Tangga

Sampel Penelitian												
Kecamatan	No	Narasumber	Pemakaian Air Rumah Tangga Bulanan (m ³)		Total Pemakaian Air Rumah Tangga Bulanan (m ³)	Rata-rata Volume Sumber Air Utama yang Digunakan Setelah Menggunakan PAH		Rata-rata Volume Sumber Air Utama yang Digunakan Setelah Menggunakan PAH (m ³)	Jumlah Volume yang dapat dihemat setiap bulan dengan memanfaatkan PAH (m ³)	Presentase Penghematan biaya pengeluaran (%)		
			(d1)	(d2)		(e) = (d1) + (d2)	(f) = (Kolom G, Tabel 4.1)				(g) = (f) / 1000 (%)	(h) = (e) - (g)
(a)	(b)	(c)	(d1)	(d2)	(e) = (d1) + (d2)	(f) = (Kolom G, Tabel 4.1)	(g) = (f) / 1000 (%)	(h) = (e) - (g)	(k) = (h) / (e) x 100%			
	1	Yeremias Abolaki	22.22	5.00	27.22	16664.90	16.66	10.56	38.78%			
	2	Achmad Bahweres	33.33	10.00	43.33	35926.49	35.93	7.41	17.09%			
Alak	3	Abidin Aklis	22.22	5.00	27.22	16664.90	16.66	10.56	38.78%			
	4	Andi	33.33	0.00	33.33	26295.70	26.30	7.04	21.11%			
	5	Solihian Ndolu	33.33	5.00	38.33	34188.78	34.19	4.14	10.81%			
	1	Ali Galla	22.22	5.00	27.22	19845.17	19.85	7.38	27.10%			
	2	Yulius Dima	33.33	5.00	38.33	23891.15	23.89	14.44	37.68%			
Kota Raja	3	Stefanus Windu	22.22	10.00	32.22	12721.51	12.72	19.50	60.52%			
	4	Della Nisoni	22.22	0.00	22.22	20409.42	20.41	1.81	8.16%			
	5	Fransina Koro	22.22	0.00	22.22	14920.88	14.92	7.30	32.86%			
	1	Johanes Lay	22.22	5.71	27.94	14330.99	14.33	13.61	48.70%			
	2	Ady Jefry	0.00	10.00	10.00	9300.23	9.30	0.70	7.00%			
Oebobo	3	Immanuel Heo	17.78	10.00	27.78	25500.63	25.50	2.28	8.20%			
	4	G. Raden	22.22	0.00	22.22	9194.10	9.19	13.03	58.63%			
	5	Agustinus Turut	22.22	10.71	32.94	27167.71	27.17	5.77	17.51%			
	1	Arnold A. Johannis	22.22	5.00	27.22	19845.17	19.85	7.38	27.10%			
	2	Ferdianus Kedang	17.78	5.00	22.78	22352.31	22.35	0.43	1.87%			
Kota Lama	3	Marthen G. Lun	33.33	5.00	38.33	31983.10	31.98	6.35	16.57%			
	4	Fance Kemis	22.22	5.00	27.22	17536.91	17.54	9.69	35.58%			
	5	Sumayer Lusi	22.22	5.00	27.22	12721.51	12.72	14.50	53.27%			
	1	Aburizal Bakar	22.22	7.14	29.37	18408.92	18.41	10.96	37.31%			
	2	Balbima Mau	22.22	0.00	22.22	21480.30	21.48	0.74	3.34%			
Maulafa	3	Frederikus Sengge	22.22	7.14	29.37	18408.92	18.41	10.96	37.31%			
	4	Melianus Tjung	22.22	0.00	22.22	7196.70	7.20	15.03	67.61%			
	5	Andi Rois	22.22	7.14	29.37	16664.90	16.66	12.70	43.25%			
	1	Wilhelmus Klau	0.00	10.71	10.71	5971.95	5.97	4.74	44.26%			
	2	Dimas	0.00	10.71	10.71	9595.60	9.60	1.12	10.44%			
Kelapa Lima	3	Melicianus Neno	0.00	10.71	10.71	5971.95	5.97	4.74	44.26%			
	4	Servasius Mona	0.00	10.71	10.71	9595.60	9.60	1.12	10.44%			
	5	Sene Baunsele	0.00	10.71	10.71	5189.18	5.19	5.53	51.57%			