

EFISIENSI DIMENSI TANKI PAH DAN BIAYA TERHADAP PDAM

Oleh :

Henri Fredianto

Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta

Achmad Maliki

Dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta

Email : achmaliki@yahoo.com

ABSTRAK : Tujuan Penelitian ini adalah untuk merencanakan desain dan ukuran/dimensi tangki penampungan air hujan yang tepat yang berdasarkan keseimbangan antara suplai dan kebutuhan air bulanan bangunan rumah tinggal serta untuk mengetahui seberapa besar biaya penghematan yang dapat dilakukan apabila dibandingkan dengan menggunakan sumber air dari PDAM. Analisis dari penelitian ini di perlukan data analisis potensi suplai air hujan yang di dapat dari data luas atap dan data hujan harian,bulanan,tahunan yang akan di hitung dengan analisis kebutuhan air baku rumah tinggal yang di dapat dari jumlah penghuni rumah tinggal dan rata-rata pemakain air berdasarkan SNI 03-7065-2005.Data tersebut untuk mendapatkan hasil perhitungan neraca air dan perhitungan dimensi tangki PAH (Penampungan Air Hujan) yang sesuai beserta perbandingan biaya dengan pemakaian air PDAM. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa desain tangki PAH (Penampungan Air Hujan) yang dihitung sebesar 14 m^3 atau 14.000 liter dengan ukuran $3.5 \times 2 \times 2 \text{ m}$ dengan volume suplai air hujan yang dapat dipanen dari atap rumah tinggal Bapak Kasino yaitu $77,4 \text{ m}^3/\text{tahun}$ dan kebutuhan rata-rata harian adalah $0,856 \text{ m}^3/\text{hari}$, $25,68 \text{ m}^3/\text{bulan}$, dan $308,16 \text{ m}^3/\text{tahun}$. Dibandingkan dengan tangki PAH secara aktual di rumah tinggal Bapak Kasino dengan ukuran $3 \times 3 \times 3 \text{ m}$, sebesar 27 m^3 sehingga menjadikan tanki PAH (Penampungan Air Hujan) ini menjadi kurang efisien dalam pemanfaatannya. Penghematan penggunaan air tahunan sebanyak $12.1 \text{ m}^3/\text{tahun}$ atau sebesar Rp. 30.250,-/tahun.

Kata Kunci: Tanki PAH (Penampungan Air Hujan), sumber air, air.

ABSTRAK : The purpose of this research is to devise of a design and size/dimension of rainwater cistern which is right and based on the parity between supply and monthly water needs for residential building also to find out how much the thrift cost can be done if it compared with using water source from PDAM. The analysis of this observation needs analysis data of potential supply of rainwater which is obtained from the data of roof area and the data of daily, monthly and annual rainfall that will be calculated by analysis of standard water needs in residential house which is obtained from the number of residential house's occupants and the average of water consumption based on SNI 03-7065-2005. These data is used to get the result of water balance calculation and the calculation of PAH tank (Rainwater Harvesting) dimension that appropriate along with a ratio of the expense and PDAM waters consumption. Based on the research, it can be concluded that the design of PAH tank (Rainwater Harvesting) which is counted 14 m^3 or 14.000 liter by the measurement $3.5 \times 2 \times 2 \text{ m}$ with the rainwater supply volume that can be obtained from the rooftop of Mr.Kasino's house is $77,4 \text{ m}^3/\text{year}$ and the average of daily needs are $0,856 \text{ m}^3/\text{day}$, $25,68 \text{ m}^3/\text{month}$, and $308,16 \text{ m}^3/\text{year}$. Compared by PAH tank (Rainwater Harvesting) in actuality in Mr.Kasino's house with the measurement $3 \times 3 \times 3 \text{ m}$ amout 27 m^3 so made the PAH (Rainwater Harvesting) becomes less efficient on it usages. The thrift of water usage every year is $12.1 \text{ m}^3/\text{year}$ or amount Rp. 30.250,-/year.

Keywords: PAH Tank (Rainwater Harvesting), water source, water.

Pendahuluan

Air merupakan sumber daya yang tidak bisa digantikan oleh apapun. Tidak ada satu makhluk hidup di dunia ini yang tidak membutuhkan air. Manusia hewan serta tumbuhan sangat memerlukan air dalam kehidupannya. Terutama bagi manusia, air merupakan kebutuhan pokok yang harus dipenuhi setiap hari. Mengolah makanan, minum, mandi, mencuci tentu membutuhkan air. Dengan demikian air merupakan sumber kehidupan utama, maka menggunakan air harus kita lakukan dengan bijak dan sebaik-baiknya. Hampir setiap rumah di daerah Wonogiri Selatan memiliki bak-bak penampungan air yang digunakan untuk menyimpan air hujan dan digunakan saat kemarau tiba. Jika musim hujan tentu air masih cukup untuk kegiatan sehari-hari. Namun saat kemarau akan terjadi pemandangan yang berbeda. Jika tampungan tidak mencukupi maka warga akan membeli air tangki atau mendapat bantuan dari pemerintah. Dengan skripsi ini Penulis mencoba mengkaji lebih lanjut untuk menganalisa ukuran volume tangki yang sekarang ada terlalu besar dengan volume 27m^3 jadi kurang efisien untuk menampung tangkapan air hujan dari atap dan Penulis juga menganalisa untuk penghematan yang didapat bila di bandingkan dengan penggunaan air dari PDAM. Pemanfaatan air hujan dengan tangki atau disingkat PAH (Penampungan Air Hujan) memperhitungkan *suplay* air hujan di wilayah Wonogiri dengan dipengaruhi luasan atap sebagai media menangkap air hujan yang akan di teruskan untuk menuju ke tangki PAH (Penampungan Air Hujan) yang air dalam tangki tersebut di gunakan untuk memenuhi kebutuhan air baku (kebutuhan sehari-hari) pada skala bangunan rumah tinggal. Dengan ini Penulis berharap agar

penelitian ini bisa dimanfaatkan oleh orang banyak dalam mendesain tangki pemanfaatan air hujan yang tepat dan lebih efisien sesuai dengan suplay air hujan.

Identifikasi Masalah

1. Apa alternative lain dalam pengadaan persediaan air selain pemanfaatan air hujan?
2. Bagaimana ukuran/dimensi tangka PAH yang tepat berdasarkan keseimbangan supply (Vol. ketersediaan air hujan) dan demand (kebutuhan) air pada suatu bangunan rumah tinggal?
3. Berapa rupiah penghematan yang didapatkan apabila kita memanfaatkan air hujan dibandingkan dengan menggunakan air dari PDAM?

Rumusan Masalah

1. Bagaimana ukuran/dimensi tangka PAH yang tepat berdasarkan keseimbangan supply (Vol. ketersediaan air hujan) dan demand (kebutuhan) air pada suatu bangunan rumah tinggal?
2. Berapa rupiah penghematan yang didapatkan apabila kita memanfaatkan air hujan dibandingkan dengan menggunakan air dari PDAM

Batasan Masalah

1. Wilayah studi yang ditinjau adalah Bangunan Rumah tinggal, Desa Salak RT 06 RW 09, Kelurahan Petirsari, Kecamatan Pracimantoro, Kabupaten Wonogiri.
2. Data curah hujan harian merupakan data dari stasiun hujan yang berada di daerah yang berdekatan dengan bangunan rumah tinggal yaitu sekitar kota Solo, Kab. Wonogiri dan Kab. Sukoharjo.

3. Dalam analisa perhitungan diasumsikan faktor penguapan dan faktor angin diabaikan.
4. Penampungan air hujan dilakukan dengan asumsi bahwa air hujan aman dipakai untuk mandi, mencuci, memasak/minum, wudhu, menyiram tanaman, ternak.
5. Perhitungan kebutuhan air hanya sebatas memenuhi kebutuhan air baku di dalam pekarangan rumah tinggal Pak Kasino.
6. Analisis tidak dilakukan terhadap perhitungan daya dukung tanah, tekanan tanah terhadap tangki, perhitungan pondasi tangki dan pengolahan air baku.
7. Perhitungan analisa luasan atap 140m³ yang di bangunan rumah utama Pak Kasino dan mengabaikan talang yang sudah ada.
8. Dalam perhitungan perbandingan pemanfaatan air hujan dengan air PDAM penulis mengabaikan nilai pajak dan suku bunga.
9. Memakai perhitungan 25% dari total kebutuhan air baku.
10. Menggunakan daftar harga material pada tahun 2013.
11. Data kebutuhan air baku memakai Peraturan SNI 03-7065-2005, Permen Kesehatan RI No:986/Menkes/Per/IX/1992.
12. Data curah hujan memakai data BPSDA Solo Jawa Tengah.

Tujuan Penelitian

1. Merencanakan desain dan ukuran/dimensi tangki penampungan air hujan yang tepat yang berdasarkan keseimbangan antara suplai dan kebutuhan air bulanan bangunan rumah tinggal.

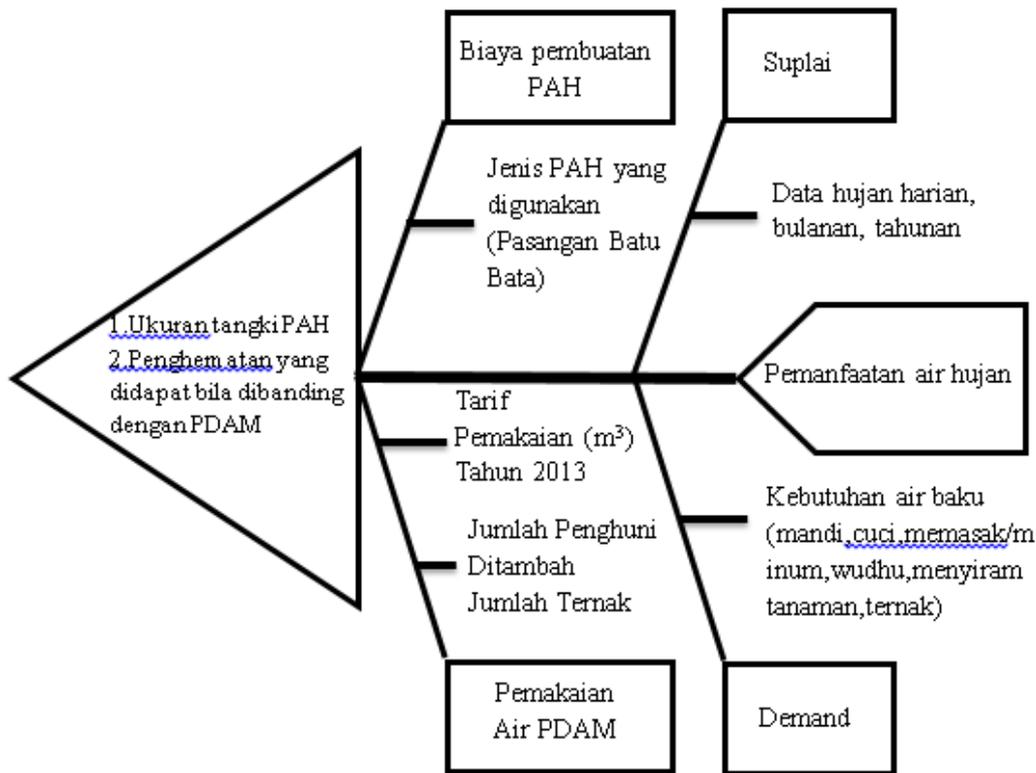
2. Mengetahui seberapa besar biaya penghematan yang dapat dilakukan apabila dibandingkan dengan menggunakan sumber air dari PDAM.

Manfaat Penelitian

1. Mengembangkan konsep drainase berkelanjutan dengan meningkatkan daya guna air, meminimalkan kerugian, serta memperbaiki dan konservasi lingkungan.
2. Hujan yang jatuh di atap dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih dengan cara gratis dan modern.
3. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap air bersih dari PDAM dan sumur.
4. Mengurangi debit limpasan sehingga bisa mencegah terjadinya banjir akibat curah hujan yang tinggi.
5. Untuk menganalisa sejauh mana penghematan bisa dilakukan bila dibandingkan dengan menggunakan sumber air dari PDAM.

Diagram Fish Bone

C. Hujan orografis



Hipotesis

1. Dimensi tangki PAH yang sekarang di gunakan Pak Kasino ukuran bak terlalu besar terhadap kebutuhan air baku/kebutuhan sehari-hari di keluarga Pak Kasino.
2. Adanya penghematan yang didapat apabila kita memanfaatkan air hujan dengan menggunakan tangki PAH dari pada menggunakan PDAM.

Kebutuhan Air

A. Kebutuhan air domestik (rumah tinggal).

Jumlah Penduduk	Domestik (l/kapita/hr)	Non Domestik (l/kapita/hr)	Kehilangan Air (l/kapita/hr)
>1.000.000	150	60	50
500.000-1.000.000	135	40	45
100.000-500.000	120	30	40
20.000-100.000	105	20	30
<20.000	82	10	24

(Sumber: Hidrologi Terapan, Bambang Triatmodjo, 2008)

LANDASAN TEORI

Hujan

Hujan terjadi karena udara basah yang naik ke atmosfer mengalami pendinginan sehingga terjadi proses kondensasi. Naiknya udara ke atas dapat terjadi secara siklonik, orografik dan konvektif. Tipe hujan dibedakan menurut cara naiknya udara ke atas. (Bambang Triatmodjo, 2008).

- A. Hujan konvektif
- B. Hujan siklonik

- B. Kebutuhan air untuk perkantoran 25 liter/pegawai/hari (Direktorat Teh Teknik Penyehatan, Dirjend Cipta Karya DPU)
- C. Kebutuhan air untuk rumah sakit 250 liter/ tempat tidur/hari (Direktorat Teknik Penyehatan, Dirjend Cipta Karya DPU).

- D. Kebutuhan air untuk pendidikan 25 liter/siswa/hari (Direktorat Teknik Penyehatan, Dirjend Cipta Karya DPU).
- E. Kebutuhan air untuk rumah peribadatan 50 liter/hari/m² (Direktorat Teknik Penyehatan, Dirjend Cipta Karya DPU).
- F. Kebutuhan air untuk hotel 200 liter/tempat/hari (Direktorat Teknik Penyehatan, Dirjend Cipta Karya DPU).
- G. Kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai / penggelontoran.

Proyeksi Tahun	Kebutuhan air
1990-2000	330 liter/kapita/hari
2000-2015	360 liter/kapita/hari
2015-2020	300 liter/kapita/hari

(Sumber: Hidrologi Terapan, Bambang Triatmodjo, 2008)

- H. Kebutuhan air untuk peternakan.

Jenis Ternak	Kebutuhan Air (l/kepala/hari)
Sapi / Kerbau / Kuda	40.0
Kambing / Domba	5.0
Babi	6.0
Unggas	0.6

(Sumber: Hidrologi Terapan, Bambang Triatmodjo, 2008)

- I. Kebutuhan air untuk industri 0.4 liter/detik/ha (Direktorat Teknik Penyehatan, Dirjend Cipta Karya DPU).
- J. Kebutuhan air untuk lain-lain.

No	Penggunaan Gedung	Pemakaian Air	Satuan
1.	Rumah tinggal	100	liter/penghuni/hari
2.	Rumah susun	120	liter/penghuni/hari
3.	Asrama	120	liter/penghuni/hari
4.	Rumah sakit	500	liter/tempat tidur pasien/hari
5.	Sekolah dasar	40	liter/siswa/hari
6.	SLTP	50	liter/siswa/hari
7.	SMU/SMK dan lebih tinggi	80	liter/siswa/hari
8.	Fuko/fukukan	100	liter/penghuni dan pegawai/hari
9.	Kantor/Pabrik	50	liter/pegawai/hari
10.	Toserba, toko pengecer	5	liter/m
11.	Restoran	15	liter/kursi
12.	Hotel berbintang	250	liter/tempat tidur/hari
13.	Hotel Melati/Penginapan	150	liter/tempat tidur/hari
14.	Gedung Pertunjukan, Bioskop	10	liter/kursi
15.	Gedung Serba Guna	15	liter/kursi
16.	Stasiun, Terminal	3	liter/pemumpang tiba dan pergi
17.	Tempat Peribadatan	5	Liter/orang

Sumber: 1) hasil pengkajian Puslibang Pemukiman Dep. Kimpraswil tahun 2000
2) Permen Kesehatan RI No. 986/Menkes/Per/X/1992

Penentuan Hujan Kawasan

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan titik (*point rainfall*). Mengingat hujan sangat bervariasi

terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut (Suripin, 2004). Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rerata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam atau di sekitar kawasan. Bambang Triatmodjo (2008) menerangkan bahwa perhitungan yang digunakan dalam menghitung hujan rerata kawasan, yaitu dengan Metode rerata aljabar. Metode rerata aljabar memberikan hasil yang baik apabila:

- a. Stasiun hujan tersebar secara merata di DAS dalam jumlah yang cukup.
- b. Distribusi hujan relative merata pada seluruh DAS.

Menghitung hujan rerata kawasan dengan Metode rerata aljabar dapat digunakan persamaan berikut :

$$P = \frac{1}{n} (P_1 + P_2 + \dots + P_n)$$

Dengan :

P = Curah hujan daerah (mm).

N = Jumlah titik stasiun pengamatan hujan.

P₁, P₂, ..., P_n = Curah hujan di tiap titik pengamatan.

Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah laju hujan atau curah hujan atau tinggi air persatuan waktu. Intensitas curah hujan dinotasikan dengan huruf I dengan satuan mm/jam, mm/menit, mm/hari (Suroso, 2006). Dalam menghitung intensitas hujan yang dipakai adalah hujan harian, mononobe (Suyono dan Takeda 1983) mengusulkan persamaan di bawah ini untuk menurunkan kurva IDF.

$$P = \frac{1}{n}(P_1 + P_2 + \dots + P_n)$$

dengan:

P = Curah hujan daerah (mm)

n = Jumlah titik-titik (stasiun-stasiun) pengamat hujan

P_1, P_2, \dots, P_n = Curah hujan di tiap titik pengamatan

Koofisien Runoff

Koofisien *runoff* atau koofisien C didefinisikan sebagai nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor ini merupakan variabel yang paling menentukan hasil perhitungan debit banjir. Faktor utama yang mempengaruhi C adalah laju infiltrasi tanah atau prosentase lahan kedap air, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah, dan intensitas hujan. Permukaan kedap air, seperti perkerasan aspal dan atap bangunan, akan menghasilkan aliran hampir 100% setelah permukaan menjadi basah, seberapa pun kemiringannya (Suripin, 2004). Koofisien *runoff* nilainya diberikan dalam Tabel.

Deskripsi lahan/karakter permukaan	Koefisien aliran, C
Business	
Pekotaan	0,70 - 0,95
Pinggiran	0,50 - 0,70
Perumahan	
Rumah Tinggal	0,30 - 0,50
Multikumit, terpisah	0,40 - 0,60
Multikumit, tergabung	0,60 - 0,75
Perkampungan	0,25 - 0,40
Apartemen	0,50 - 0,70
Industri	
Ringan	0,50 - 0,80
Berat	0,60 - 0,90
Perkerasan	
Aspal dan beton	0,70 - 0,95
Batu-bata, paving	0,50 - 0,70
Atap	0,75 - 0,95
Halaman, tanah berpasir	
Datar, 2%	0,05 - 0,10
Rata-rata, 2-7 %	0,10 - 0,15
Curam, 7 %	0,25 - 0,35
Halaman kereta api	0,10 - 0,35
Taman tempat bermain	0,20 - 0,35
Taman, pekuburan	0,10 - 0,25
Hutan	
Datar, 0-5%	0,10 - 0,40
Bergelombang, 5-10 %	0,25 - 0,50
Berbukit, 10-30 %	0,30 - 0,60

(Sumber: McGuen, 1989 dalam Suripin, 2004)

Perhitungan Suplai Air

Untuk menghitung ketersediaan air atau volume air hujan yang jatuh di atap bangunan :

$$V = R \cdot A \cdot k$$

Dimana:

V = Volume Air tertampung (m)

R = Curah hujan (mm/bulan)

A = Luas daerah tangkapan (m²)

k = Koofisien Runoff (Tabel 2.5)

Perhitungan Volume Tangki Penampungan Air Hujan

Ukuran kapasitas tangki penampungan air hujan harus dapat memenuhi permintaan kebutuhan air sepanjang tahun atau minimal sepanjang musim hujan. Penentuan ukuran tangki dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

1. Metode 1- Pendekatan dari segi kebutuhan air ($V_{demand} = V_{tangki}$)
2. Metode 2- Pendekatan dari segi ketersediaan air ($V_{Supply} = V_{tangki}$)
3. Metode 3- Perhitungan Neraca air.

Perhitungan Debit Air Rata-rata Hujan

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$A = \frac{1}{2} \pi r^2$$

$$d = 2r$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}}$$

Dimana:

v = kecepatan aliran air pada talang tegak (m/detik)

g = percepatan gravitasi (9,8 m/detik)

h = tinggi jatuh air (m)

A = luas atap sebagai bidang penangkap (m²)

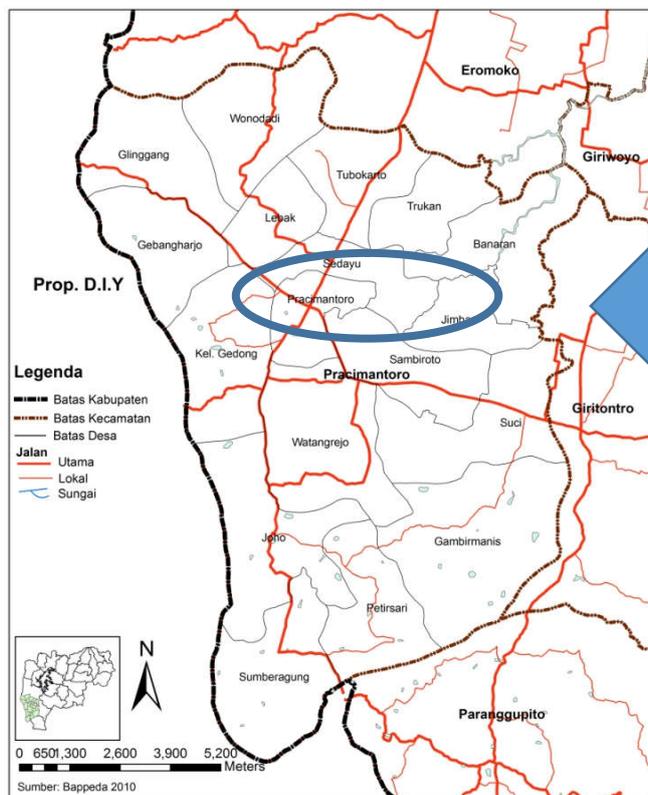
Q = debit air rata-rata hujan (m³/detik)

$\pi = 3,14$

Penelitian Terdahulu

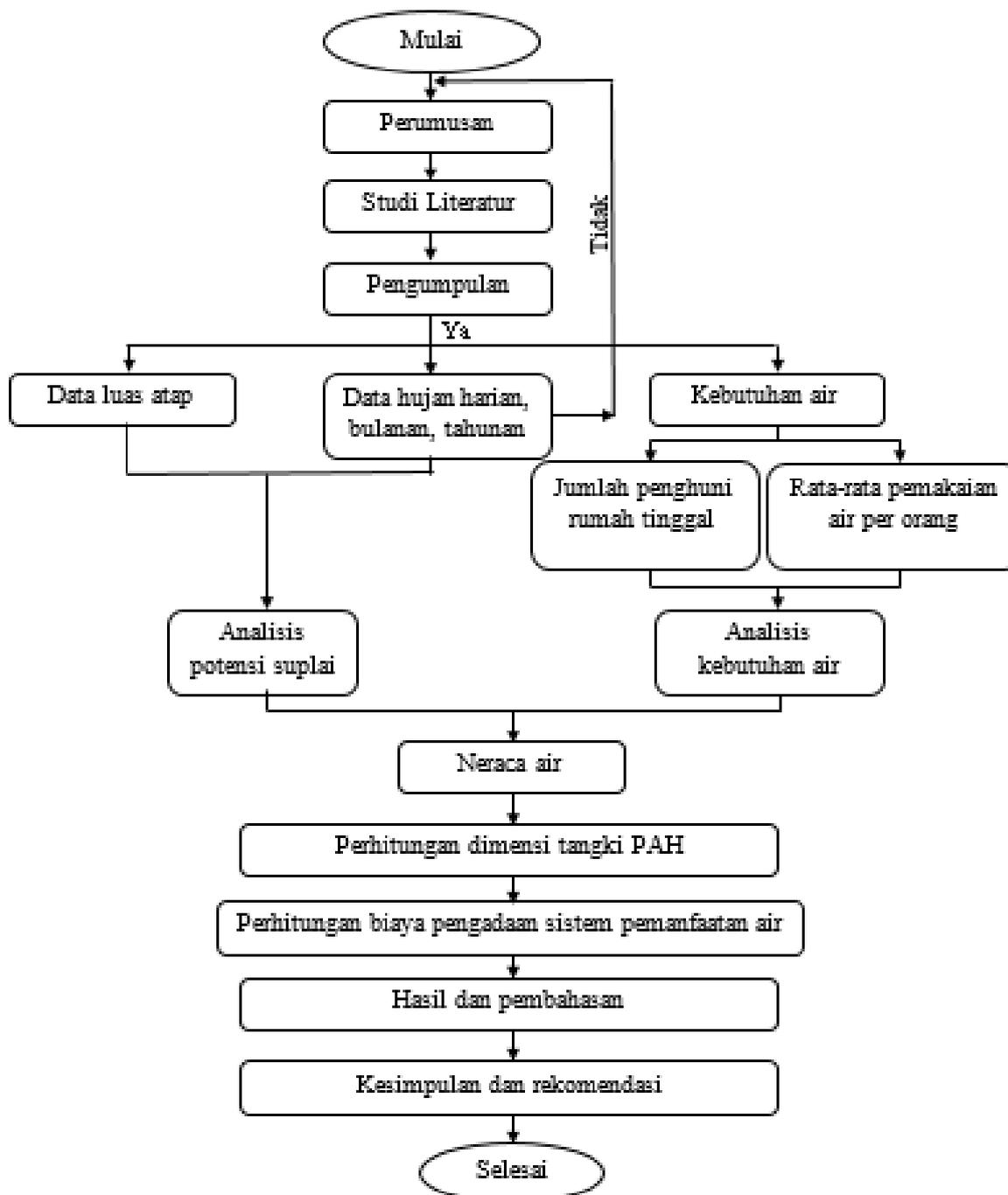
1. Ahmad Zaki (2008) dalam Analisa Pemanfaatan *Rain Barrel* sebagai Alternatif Penyediaan Sumber Air di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
2. Lismawati (2013) dalam Pemanfaatan Air Hujan dengan Bak Penampung untuk Memenuhi Kebutuhan air Rumah tinggal di Kawasan Shelter Pengungsi Merapi.
3. Tri Yayuk Susana (2012) dalam Analisa Pemanfaatan Potensi Air Hujan dengan Menggunakan Cistern Sebagai Alternatif Sumber Air Pertamanan pada Gedung Perkantoran Bank Indonesia.
4. Ahmad Saiful Fathi (2013) dalam Perancangan Sistem *Rain Water Harvesting* menjelaskan bahwa dapat disimpulkan bahwa air hujan memiliki potensi yang cukup besar untuk membantu memenuhi kebutuhan akan air bersih.

Lokasi Penelitian



Wilayah studi yang ditinjau adalah Bangunan Rumah tinggal, Desa Salak RT 06 RW 09, Kelurahan Petirsari, Kecamatan Pracimantoro, Kabupaten Wonogiri

Flow Chart



Hasil Penelitian
Perhitungan Kebutuhan Air Baku
Rumah Tinggal

Jumlah kebutuhan air baku secara keseluruhan di rumah tinggal Bapak Kasino sebesar : jumlah kebutuhan air baku per hari dan kebutuhan air baku untuk ternak, sehingga 600 liter/hari + 256 liter/hari = 856 liter/hari. Kalau dalam sebulan

keluarga Pak Kasino kebutuhan air baku 856 liter/hari x 30 hari = 25680 liter/bln atau 25,68 m³/bln.

Perhitungan Suplay Air Hujan

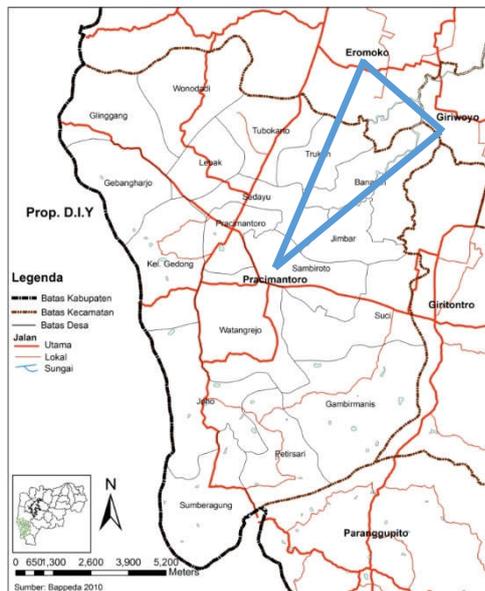
Metode yang digunakan untuk menghitung hujan kawasan adalah

dengan metode rerata aritmatik. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun yang digunakan dalam hitungan adalah yang berada didalam DAS. Dalam penelitian ini, stasiun yang digunakan adalah Eromoko, Giriwoyo dan Pracimantoro yang semuanya berada berdekatan dengan Kecamatan Pracimantoro.

Tabel 1. Perhitungan hujan kawasan dengan metode rerata aritmatika (aljabar)

No.	Tahun	Stasiun hujan*			Rata-rata (mm/tahun)
		Eromoko	Giriwoyo	Pracimantoro	
		(mm/tahun)	(mm/tahun)	(mm/tahun)	
1	2007	1272	1360	654	1095
2	2008	1756	1142	813	1237
3	2009	1364	1166	1200	1243
4	2010	2108	1636	1317	1687
5	2011	1390	1913	1619	1641
6	2012	1667	2843	1548	2019
7	2013	2564	1980	1959	2168
8	2014	1594	1747	1261	1534

(*Sumber: <http://bpsda-solo.jatengprov.go.id>)



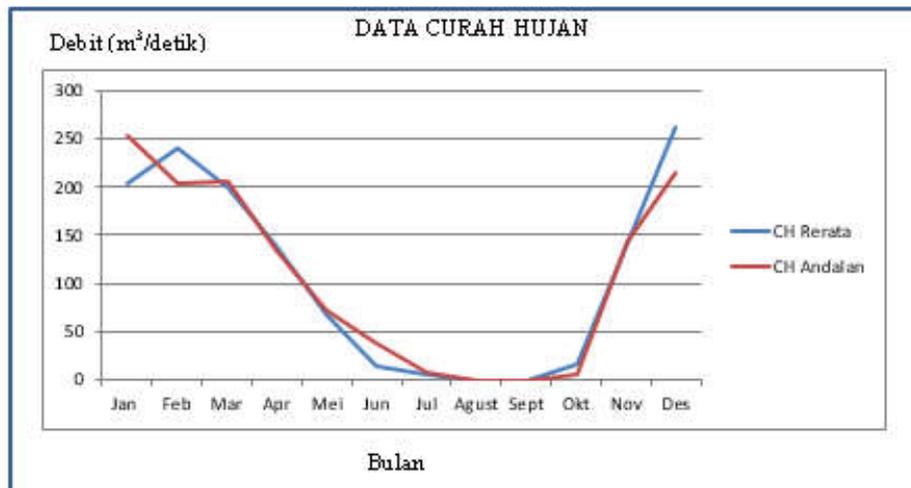
Gambar 1. Lokasi stasiun hujan untuk Kabupaten Wonogiri

Tabel 2. Perhitungan curah hujan andalan berdasarkan data tahunan

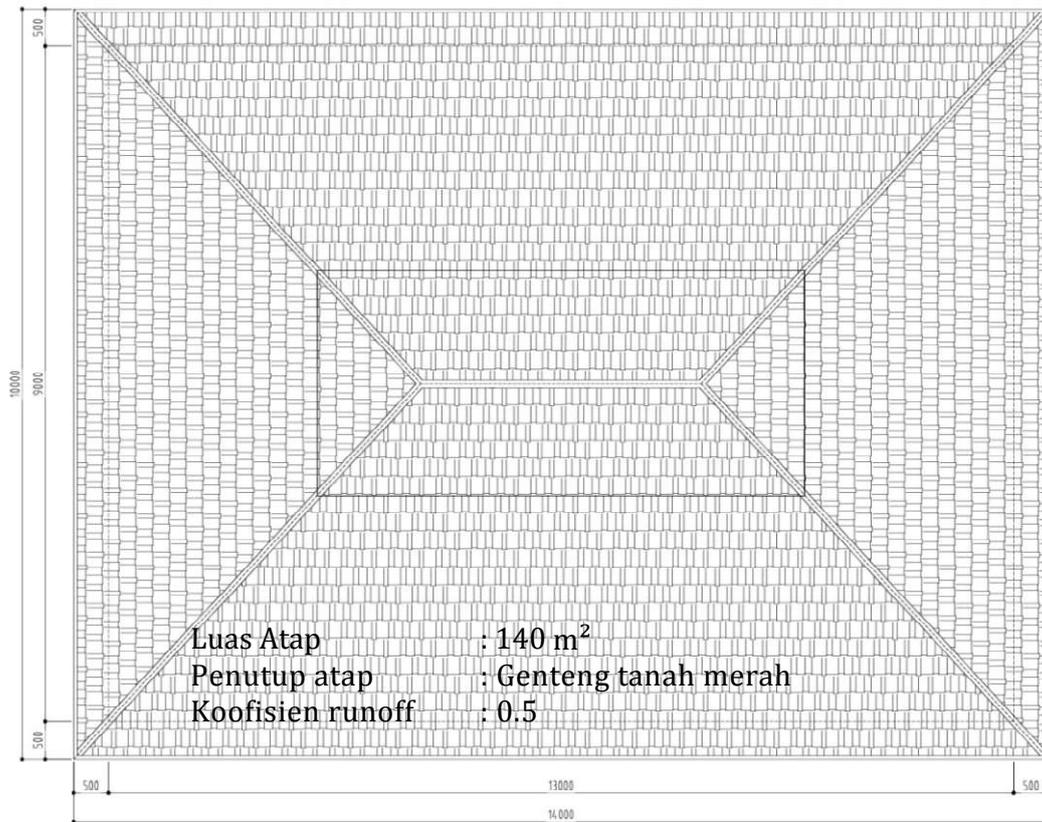
No.	Tahun	Rata-rata (mm/tahun)	Urutan		Andalan	Tahun
			No	Curah Hujan		
1	2007	1095	1	2168	11,1	2013
2	2008	1237	2	2019	22,2	2012
3	2009	1243	3	1687	33,3	2010
4	2010	1687	4	1641	44,4	2011
5	2011	1641	5	1534	55,5	2014
6	2012	2019	6	1243	66,6	2009
7	2013	2168	7	1237	77,7	2008
8	2014	1534	8	1095	88,8	2007

Tabel 3. Curah hujan andalan

Tahun	St. Bujur	Bulan												Total	
		Jan	Feb	Mars	april	Mai	Jun	Juli	agust	Sept	Okto	Nov	Des		
1997	Birawa	1	179	131	147	91	76	0	0	0	0	0	141	110	1171
	Cimvaya	0	165	198	177	77	0	0	0	0	0	66	61	1180	
	Puncireunang	0	0	161	115	79	0	0	0	0	0	101	11	66	
1998	Birawa	0	12	201	121	0	0	0	0	0	110	201	61	1753	
	Cimvaya	171	10	159	125	11	0	0	0	0	0	0	161	1701	
	Puncireunang	111	11	90	65	0	0	0	0	0	76	0	18	817	
1999	Birawa	195	105	90	110	79	0	0	0	0	0	175	90	116	
	Cimvaya	101	117	6	111	55	0	0	0	0	0	151	127	1168	
	Puncireunang	15	10	157	91	61	0	0	0	0	5	151	79	1179	
2010	Birawa	179	79	107	121	76	56	11	0	0	0	0	10	105	1211
	Cimvaya	175	147	11	199	117	50	1	0	0	0	0	111	216	1707
	Puncireunang	11	10	105	116	50	17	10	0	0	0	0	149	107	1707
CH Rata-rata	10	147	100	140	61	15	6	0	0	0	16	141	121	1297	
CH Andalan	15	10	105	115	77	17	1	0	0	5	147	11	116	1396	



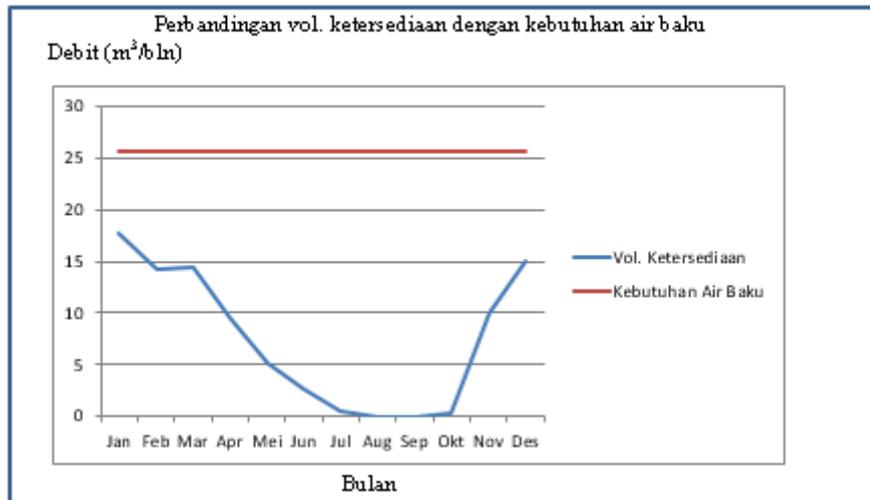
Gambar 2. Grafik curah hujan andalan



Gambar 3. Tampak atap rumah Pak Kasino

Tabel 4. Perbandingan suplai air dengan kebutuhan air baku

Bulan	Curah Hujan Andalan (mm/b ln)	Vol. Ketersediaan (m ³ /b ln)	Kebutuhan Air Baku (m ³ /b ln)
Jan	254	17.8	25.7
Feb	204	14.3	25.7
Mar	205	14.4	25.7
Apr	135	9.5	25.7
Mei	73	5.1	25.7
Jun	37	2.6	25.7
Jul	8	0.6	25.7
Aug	0	0.0	25.7
Sep	0	0.0	25.7
Okt	5	0.4	25.7
Nov	143	10.0	25.7
Des	214	15.0	25.7
Total	1278	89.7	308.16



Gambar 4. Grafik perbandingan suplai air dengan kebutuhan total air baku

Perhitungan Volume Tangki PAH

Berdasarkan perbandingan antara suplai air hujan dan kebutuhan air baku $V_{suplay} = V_{demand}$. Sehingga suplai air hujan dapat mencukupi untuk memenuhi keseluruhan kebutuhan air baku rata-rata bangunan rumah tinggal Pak Kasino. Jadi perhitungan volume tangki berdasarkan suplai andalan pada bulan Januari, Februari, Maret, April, November, Desember yang cenderung vol. ketersediaan suplai air hujan yang tinggi seperti pada Gambar :

$$\begin{aligned}
 V_{suply} &= V_{demand} \\
 V_{tangi} &= \frac{v_{suplai\ musim\ pengkujan}}{n} \\
 &= \frac{17.8+14.3+14.4+9.5+10+15}{6} \\
 &= \frac{81}{6} \\
 &= 13.5\ m^3 \approx 14\ m^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan Neraca Air untuk Tangki PAH Kapasitas 14 m³.

Setelah menghitung kapasitas tangki PAH, neraca air bulanan dapat dihitung seperti pada Tabel :

Bulan	Vol. Ketersediaan (m³/bln)	Tahun pertama			
		awal (m³)	kebutuhan (m³)	Akhir (m³)	kebutuhan 25 % (m³)
Jan	17.8	0.0	25.7	11.4	6.42
Feb	14.3	11.4	25.7	19.3	6.42
Mar	14.4	19.3	25.7	27.2	6.42
Apr	9.5	27.2	25.7	30.3	6.42
Mei	5.1	30.3	25.7	29.0	6.42
Jun	2.6	29.0	25.7	25.2	6.42
Jul	0.6	25.2	25.7	19.4	6.42
Aug	0	19.4	25.7	12.9	6.42
Sep	0	12.9	25.7	6.5	6.42
Okt	0.4	6.5	25.7	0.5	6.42
Nov	10	0.5	25.7	4.1	6.42
Des	15	4.1	25.7	12.7	6.42
	89.7	12.0	308.16		77.04

$$\begin{aligned}
 \text{Suplai air tertampung} &: \text{total suplai air hujan} - \text{kelebihan air} \\
 &: 89.7 - (5.3 + 13.2 + 16.3 + 15 + 11.2 + 5.4 + 9.9 + 1.3) \\
 &: 89.7 - 77.6\ m^3 \\
 &: 12.1\ m^3/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Potensi penghematan} &: \frac{12.1}{77.04} \times 100\% \\
 &: 15.71\%
 \end{aligned}$$

Jadi ada potensi penghematan sebesar 15.71% dari total kebutuhan air baku rumah tinggal Pak Kasino, atau dengan nilai ekonomi sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah kelebihan air} \times \text{harga per m}^3 \text{ air PDAM} &: 12.1\ m^3/\text{tahun} \times \text{Rp. 2500,-} \\
 &: \text{Rp. 30.250,-}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Debit Air Rata-rata Hujan

$$\begin{aligned} \text{Luas bidang penangkap} & : 140 \text{ m}^2 \\ \text{Intensitas curah hujan} & : \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right) \\ & : 56,57 \text{ mm (selama 5 menit)} \end{aligned}$$

Debit air rata-rata hujan

$$Q = \frac{I \times A \text{ atap}}{t} = \frac{0,05657 \times 121}{5 \times 60 \text{ detik}} = 0,0228 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Estimasi Biaya Konstruksi Tangki PAH

Setelah Dari perhitungan RAB kontruksi tangki PAH didapat total biaya kontruksi tangki PAH sebesar Rp. 2.500.000 dengan tipe konstruksi tangki PAH dari pasangan bata. Pemilihan tangki PAH dari pasangan bata adalah dengan alasan lebih mudah materialnya dan sederhana dibandingkan tangki PAH dari jenis lain.

Jadi bila dihitung untuk 1/m³ bak penampungan PAH

$$\begin{aligned} 1/\text{m}^3 & = \text{Rp. } 2.500.000 : 27 \text{ m}^3 \\ & = \text{Rp. } 92.592,6 \end{aligned}$$

Biaya dalam pembuatan tangki PAH bila memakai hasil analisa 14 m³

$$\begin{aligned} \text{Biaya PAH untuk } 14 \text{ m}^3 & = \text{Rp } 92.600,00 \times 14 \text{ m}^3 \\ & = \text{Rp } 1.296.296,4 \end{aligned}$$

$$\text{Dibulatkan menjadi} = \text{Rp } 1.300.000$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih Penghematan biaya} & = \text{Rp. } 2.500.000 - \text{Rp. } 1.300.000 \\ & = \text{Rp. } 1.200.000 \end{aligned}$$

Analisa Penghematan Biaya

Analisis penghematan biaya dimaksudkan untuk mengetahui berapa rupiah penghematan yang didapatkan apabila Pak Kasino tetap memakai PAH yang sudah ada dan penghematan yang didapatkan apabila Pak Kasino memakai PAH hasil analisis. Tarif air PDAM Rp. 2.500/ m³ untuk kelas rumah tangga (PDAM Wonogiri per 1 Maret 2013)

$$\text{Potensi penghematan biaya} = 25,68 \times \text{Rp. } 2,500$$

$$\text{Per bulan} = \text{Rp. } 64.200 + (\text{Rp. } 64.200 \times 11\% (\text{Nilai rata-rata}$$

Inflasi di Indonesia)

$$= \text{Rp. } 71.262,-/\text{bulan}$$

$$\text{Dibulatkan} = \text{Rp. } 71.300,-/\text{bulan}$$

Untuk tangki PAH aktual dengan ukuran volume 27 m³ lama balik modal dalam bulan:

$$\text{Lama balik modal} = \frac{\text{Rp. } 2.500.000}{\text{Rp. } 71.300,-} = 35,06 \text{ bulan}$$

$$\text{Dibulatkan} = 35 \text{ bulan} = 2,9 \text{ tahun}$$

Untuk tangki PAH hasil analisa dengan ukuran volume 14 m³ lama balik modal dalam bulan:

$$\text{Lama balik modal} = \frac{\text{Rp. } 1.300.000}{\text{Rp. } 71.300,-} = 18,23 \text{ bulan}$$

$$\text{Dibulatkan} = 18 \text{ bulan} = 1,5 \text{ tahun}$$

selisih dari lamanya pembuatan tangka PAH tersebut 2,9 tahun – 1,5 tahun = 1,4 tahun.

KESIMPULAN

1. Desain tangka PAH yang dihitung sebesar 14 m³ atau 14.000 liter dengan ukuran 3.5 x 2 x 2 m dengan volume suplai air hujan yang dapat dipanen dari atap rumah tinggal Bapak Kasino yaitu 77,4 m³/tahun dan kebutuhan rata-rata harian adalah 0,856 m³/hari, 25,68 m³/bulan, dan 308,16 m³/tahun. Dibandingkan dengan tangki PAH secara aktual di rumah tinggal Bapak Kasino dengan ukuran 3 x 3 x 3 m, sebesar 27 m³ sehingga menjadikan tanki PAH ini menjadi kurang efisien dalam pemanfaatannya.
2. Penghematan penggunaan air tahunan sebanyak 15.71 m³/tahun atau sebesar Rp. 30.250,-/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

Asdak,C, 1995, *Hidrologi dan pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta

Ahmad Zaki, 2008, *Analisa Pemanfaatan Rain Barrel sebagai Alternatif Penyediaan Sumber Air di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia*, Skripsi, FT. UI, Depok.

Ahmad Saiful Fathi, 2013, *Perancangan Sistem Rain Water Harvesting*, Skripsi, Jurusan Fisika Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Bambang Triatmodjo, *Hidrologi Terapan (Beta Offset, 2008)*., Cetakan Kedua, Beta Offset, Yogyakarta.

Badan Standarisasi Nasional, *SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plumbing*, Indonesia

Depkes RI, 1990. *Peraturan Menteri Kesehatan RI No 416/Menkes/Per/IX/1990*, Jakarta

Heather Kinkade - Levario, 2007, *Design for water rainwater harvesting, stormwater catchment and alternate water reuse*, New Society Publishers, Canada

Lismawati, 2007, *Pemanfaatan Air Hujan dengan Bak Penampung untuk Memenuhi Kebutuhan air Rumah Tangga di Kawasan Shelter Pengungsi Merapi*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

National Water Commision, 2008,

Rainwater Tank Design and installation Handbook, Australian Government, Australia

Permen PU, 2009, *Modul Penampungan Air Hujan*, Kementrian Pekerjaan Umum, Indonesia

Sobriyah, 2012, *Model Hidrologi*, Cetakan I, UNS Press, Surakarta.

Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi Offset, Yogyakarta.

Suriawiria, U. 1996. *Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis*. Penerbit Alumni. Bandung.

Soemarto, C.D., 1987. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional, Surabaya.

Texas Water Development Board, 2006, *Rainwater Harvesting Potential and Guidelines for Texas*, Austin, Texas.

Texas Water Development Board, 1997, *Texas Guide to Rainwater Harvesting*, Austin, Texas.

Tri Yayuk susana, 2012, *Analisa Pemanfaatan Potensi Air Hujan dengan Menggunakan Cistern sebagai Alternatif Sumber Air pertamanan pada Gedung Perkantoran Bank Indonesia*, Skripsi, FT. UI, Depok.