

Analisis Dimensi Tanki PAH guna Pemanfaatan Air Hujan sebagai Sumber Air Cadangan untuk Bangunan Rusunawa (Studi Kasus: Rusunawa Semanggi, Surakarta)

Sri Maharjono¹⁾, Siti Qomariyah²⁾, Koosdaryani³⁾

1) Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

2) Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

3) Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email : gendutmakibo@gmail.com

ABSTRACT

One way to anticipate the availability of main water due to the high number of population and development is to Rainwater Harvesting or harvest rainwater by using roof stored in the tank / tank. This study aims to get the dimensions of the tank PAH by estimating the supply of rainwater that can be utilized and get great savings when compared with taps on a scale buildings in the village Rusunawa Semanggi Semanggi, Pasar Kliwon, Surakarta. Rainfall data used in hydrological analysis is the rainfall data from 2005 to 2014 from Tray Rain Station and Mojolaban.

The method used in this research is quantitative descriptive. Calculation Method Average rainfall region using Arithmetic and calculations using formula Mononobe rain intensity. Calculating the dimensions of the tank using the Regulation of the Minister of Public Works in 2009 on Modules Escrow Rain Water..

The results of this study, the design of the tank with a size PAH 7m x 7m x 4,1m with a capacity of 200 m³. The volume of supply of rain water can be harvested from the roof of the building rusunawa of 1226.14 m³ / year. Annual water savings of as much as 1226.14 m³ / year or Rp. 551,763.00 / year. The construction costs of the construction of the tank in the PAH can Rp131,153,349.53

Keywords: Rainwater Tanks PAH, Water supply, Water Needs, Water Savings.

ABSTRAK

Salah satu cara mensiasati ketersediaan air baku akibat tingginya jumlah penduduk dan pembangunan adalah dengan *Rainwater Harvesting* atau memanen air hujan dengan menggunakan atap yang ditampung di dalam bak penampung / tangki penampung. Penelitian ini bertujuan mendapatkan dimensi tangki PAH dengan memperkirakan suplai air hujan yang dapat dimanfaatkan dan mendapatkan besar penghematan bila dibanding dengan PDAM pada skala bangunan Rusunawa Semanggi di Kelurahan Semanggi, Kecamatan Pasar Kliwon, Kota Surakarta. Data hujan yang digunakan dalam analisis hidrologi yaitu data hujan tahun 2005 sampai 2014 dari Stasiun Hujan Baki dan Mojolaban.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah diskriptif kuantitatif. Perhitungan hujan kawasan menggunakan Metode Rerata Aritmatik dan perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe. Perhitungan dimensi tangki menggunakan metode Permen PU tahun 2009 tentang Modul Penampungan Air Hujan.

Hasil penelitian ini didapatkan desain tangki PAH dengan ukuran 7 m x 7 m x 4,1m yang berkapasitas 200 m³. Volume suplai air hujan yang dapat dipanen dari atap gedung rusunawa sebesar 1226,14 m³/tahun. Penghematan air tahunan sebanyak 1226,14 m³/tahun atau sebesar Rp. 551.763,00/tahun. Biaya konstruksi pembangunan tangki PAH di dapat sebesar Rp 131.153.349,53

Kata kunci :Air Hujan, Tangki PAH, Suplai Air, Kebutuhan Air, Penghematan Air

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat berharga karena tanpa air tidak mungkin terdapat kehidupan. Sejalan dengan perkembangan zaman dan penduduk yang terus meningkat maka kebutuhan akan ketersediaan air baku juga akan semakin meningkat. Indonesia secara alami terletak pada garis khatulistiwa yang beriklim tropis dan berada pada wilayah dengan curah hujan yang tinggi. Surakarta merupakan salah satu kota budaya tujuan wisata dan kota pelajar yang memiliki tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. Tingginya jumlah penduduk membuat daerah resapan air berkurang karena telah banyak didirikan pemukiman dan perhotelan yang berakibat cadangan air baku semakin berkurang terlebih pada musim penghujan. Salah satu daerah Surakarta dengan pemukiman yang padat adalah Kecamatan Pasar Kliwon Kelurahan Semanggi dan salah satu cara untuk mensiasati ketersediaan air baku pada musim kemarau adalah dengan cara *Rainwater harvesting* atau memanen air hujan pada saat hujan kemudian ditampung dalam bak penampung atau diresapkan ke dalam tanah.

Dengan memanen air hujan dapat menyimpan potensi sumber daya air yang terbuang percuma ketika air sudah tidak dapat tertampung lagi dalam badan air yang ada pada saluran drainase, sungai, bendung, danau, dan lainnya. Potensi sumber daya air tersebut dapat disimpan dalam tangki penyimpanan dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari. Kementerian Pekerjaan Umum telah mengeluarkan modul penampung air hujan yang berisi tentang petunjuk perancangan tangki penampung air hujan untuk penyediaan air minum skala rumah tangga.

Skripsi ini mencoba untuk mengemukakan suatu gagasan *green building* yaitu tangki penampung air hujan dengan memperkirakan *suplay* air hujan yang dapat dimanfaatkan dan menghitung dimensi tangki penampung yang cocok untuk memenuhi kebutuhan air baku pada skala bangunan.

TINJAUAN PUSTAKA

Tri Yayuk Susana (2012) dalam Analisa Pemanfaatan Potensi Air Hujan dengan Menggunakan Cistern Sebagai Alternatif Sumber Air Pertamanan pada Gedung Perkantoran Bank Indonesia menjelaskan bahwa metode panen air hujan dengan cistern merupakan salah satu upaya konservasi air, dimana air hujan yang dipanen dapat digunakan untuk keperluan menyiram tanaman di area taman pada komplek Perkantoran Bank Indonesia, sehingga dapat mengurangi kebutuhan air untuk penyiraman tanaman yang selama ini menggunakan air PAM yang biayanya terbilang mahal. Hasil penelitiannya menunjukkan potensi penghematan air PAM sebesar 65,41% dari total kebutuhan air pertamanan yang sebelumnya menggunakan air PAM hanya untuk menyiram tanaman. Disamping itu, pemanfaatan air hujan ini dapat memberikan nilai tambah terhadap upaya konservasi sumber daya air.

Ahmad Zaki (2008) dalam Analisa Pemanfaatan Rain Barrel sebagai Alternatif Penyediaan Sumber Air di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia menjelaskan bahwa untuk menentukan volume air hujan yang tertampung, menggunakan suatu data hujan perwakilan berupa perhitungan hujan andalan untuk menghitung volume hujan dengan peluang terjadinya besar. Penentuan volume rain barrel dilakukan dengan memilih volume yang paling minimum diantara volume-volume tertampung, dikarenakan luas daerah tangkapan yang sangat besar mengakibatkan volume tertampung yang dihasilkan besar sehingga berdampak pada pembiayaan yang sangat besar. Volume overflow kumulatif yang tersisa setelah volume demand terpenuhi akan

disimpan dan direcharge. Opsi untuk volume yang disimpan dapat berupa menyalurkan air ke gedung yang kekurangan air, menambah jumlah kapasitas rain barrel, menyalurkan air ke fakultas lain, membuat kolam penampungan sementara, mengintegrasikan cistern

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.

A. Hujan konvektif

Di daerah tropis pada musim kemarau udara yang berada di dekat permukaan tanah mengalami pemanasan intensif. Pemanasan tersebut menyebabkan rapat massa udara berkurang, sehingga udara basah naik ke atas dan mengalami pendinginan sehingga terjadi kondensasi dan hujan. Hujan terjadi karena proses ini disebut hujan konvektif, yang biasanya bersifat setempat, mempunyai intensitas tinggi dan durasi singkat.

B. Hujan siklonik

Jika massa udara panas yang relatif ringan bertemu dengan massa udara dingin yang relatif berat, maka udara panas tersebut akan bergerak di atas udara dingin. Udara yang bergerak ke atas tersebut mengalami pendinginan sehingga terjadi kondensasi dan terbentuk awan dan hujan. Hujan yang terjadi disebut hujan siklonik, yang mempunyai sifat tidak terlalu lebat dan berlangsung dalam waktu lebih lama.

C. Hujan orografis

Udara lembab yang tertiup angin dan melintasi daerah pergunungan akan naik dan mengalami pendinginan, sehingga terbentuk awan dan hujan. Sisi gunung yang dilalui oleh udara tersebut banyak mendapatkan hujan dan disebut lereng hujan, sedang sisi belakangnya yang dilalui udara kering (uap air telah menjadi hujan di lereng hujan) disebut lereng bayangan hujan. Daerah tersebut tidak permanen dan dapat berubah tergantung musim (arah angin). Hujan ini terjadi di daerah pergunungan (hulu DAS), dan merupakan pemasok air tanah, danau, bendungan, dan sungai (Bambang Triatmodjo,2014)

Penentuan Hujan Kawasan

Untuk menghitung hujan rerata kawasan dengan Metode rerata aljabar dapat digunakan persamaan berikut:

$$\bar{P} = \frac{p_1+p_2+p_3+\dots+p_n}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana,

\bar{P} = hujan rerata kawasan
 $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$: hujan di stasiun 1, 2, 3...,n
n : jumlah stasiun

Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Untuk menghitung intensitas hujan dapat digunakan persamaan berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana,

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R₂₄ = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm).

Curah Hujan Andalan

Perhitungan hujan andalan dilakukan melalui pengolahan data debit hujan tahunan yang ada dengan mengurutkan peringkat data debit rerata tahunan dari nilai tertinggi ke nilai terendah berdasarkan besar curah hujan rata-rata tahunan. Lalu diperhitungkan peluang masing-masing / probabilitas dengan rumus :

$$P_{\%} = \frac{m}{n+1} 100 \% \dots\dots\dots(3)$$

Dengan,
 m = nomer urut
 n = jumlah data
 P = peluang

Perhitungan Suplai Air

Untuk menghitung ketersediaan air atau volume air hujan yang jatuh di atap bangunan, dapat digunakan persamaan (Permen PU,2009) berikut ini:

$$V = R \cdot A \cdot k \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

- V = Volume Air tertampung (m³/bulan)
- R = Curah hujan (m/bulan)
- A = Luas daerah tangkapan (m²)
- k = Koefisien Runoff

Perhitungan Kebutuhan Air Gedung

Kebutuhan air suatu bangunan gedung baik kebutuhan air *indoor* maupun *outdoor* dapat dihitung sesuai dengan SNI 03-7065-2005 dan untuk bangunan rusunawa ditentukan sebesar 100 lt/penghuni/hr.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Deskriptif Kuantitatif. Metode ini berupa pengumpulan data, analisis data, dan interpretasi hasil analisis untuk mendapatkan informasi guna pengambilan keputusan kesimpulan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian didapatkan perbandingan antara kebutuhan air baku dan suplai air hujan adalah dengan menggabungkan data tersebut seperti pada Tabel 1 berikut:

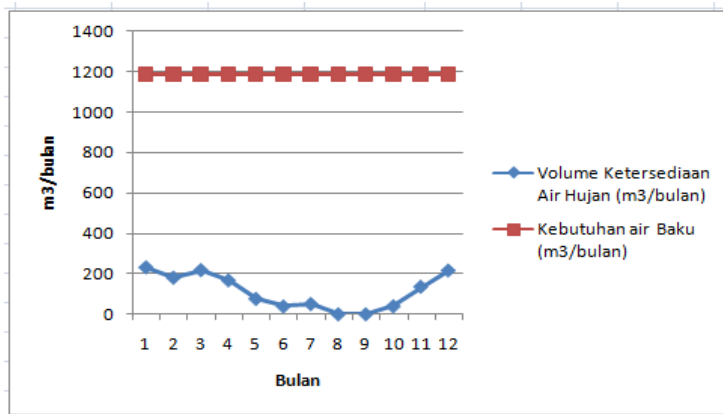
Tabel 1 Perbandingan Suplai Air dengan Kebutuhan Air Baku

Bulan	Curah Hujan Andalan 80% (mm/bulan)	Volume Ketersediaan Air Hujan (m ³ /bulan)	Kebutuhan air Baku (m ³ /bulan)	Kebutuhan Air Baku 10% Dari Total (m ³ /bulan)
Januari	274	228.7215	1188	118.8
Februari	214	178.6365	1188	118.8
Maret	258	215.3655	1188	118.8
April	198	165.2805	1188	118.8
Mei	90	75.1275	1188	118.8
Juni	46	38.3985	1188	118.8

Juli	60	50.085	1188	118.8
Agustus	0	0	1188	118.8
September	0	0	1188	118.8
Oktober	47	39.23325	1188	118.8
November	161	134.3948	1188	118.8
Desember	256	213.696	1188	118.8
Total	1604	1338.939	14256	1425.6

Sumber : Hasil analisis perhitungan perbandingan suplai air dengan kebutuhan air baku

Data kebutuhan air baku 10% dari total digunakan dengan asumsi kebutuhan air baku hotel yang dapat dipenuhi hanya 10% dikarenakan perbandingan antara volume ketersediaan dengan kebutuhan total air baku yang sangat jauh. Grafik perbandingan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:

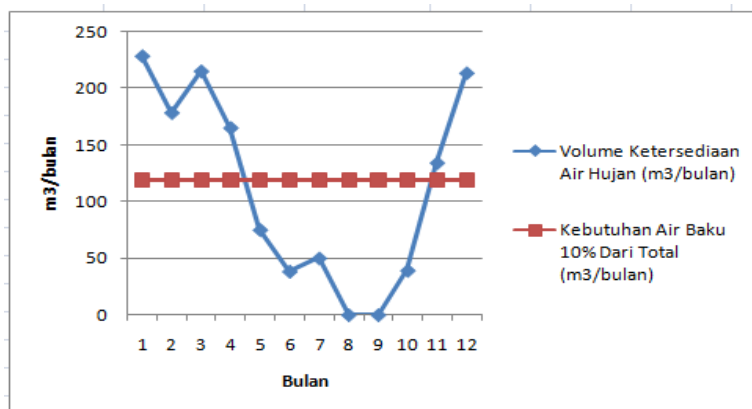


Keterangan :

Jumlah kebutuhan air baku jauh lebih besar dibandingkan jumlah ketersediaan air hujan

Gambar 1. Grafik Perbandingan Suplai Air Dengan Kebutuhan Air Baku

Pada gambar grafik di atas terlihat bahwa kebutuhan air penghuni rusunawa sangat tinggi hingga jauh melebihi kapasitas ketersediaan air hujan sepanjang tahun. Hal ini disebabkan karena struktur fisik bangunan rusunawa yang berlantai 5 yang tinggi secara vertical tidak sebanding dengan luas atap rusunawa itu sendiri dan juga jumlah penghuninya.



Keterangan :

Jumlah kebutuhan air baku 10% dari total dapat terpenuhi pada bulan 1-4 dan 11-12 berdasarkan ketersediaan air hujan

Gambar 2. Grafik Perbandingan Suplai Air Dengan Kebutuhan Air Baku 10% Total

Perhitungan Tangki PAH

Berdasarkan perbandingan antara suplai air hujan dan kebutuhan air baku $V_{suplay} < V_{demand}$. Sehingga suplai air hujan tidak mencukupi untuk memenuhi keseluruhan kebutuhan air baku rata-rata penghuni rusunawa. Jadi perhitungan volume tangki berdasarkan suplai andalan pada bulan januari, february, maret, april, november, desember yang cenderung suplai air hujan yang tinggi seperti pada Gambar 4.3 dengan besaran 228,72, 178,64, 215,37, 165,28, 134,4, 213,7 m³/bulan.

$$V_{tangki} = \frac{V_{suplai\ musim\ penghujan}}{n}$$

$$= \frac{228,72+178,64+215,37+165,28+134,4+ 213,7}{6}$$

$$= 189,349125m^3 \approx 200m^3$$

Perhitungan Neraca Air Untuk Tangki PAH Kapasitas 200m³

Setelah melakukan perhitungan kapasitas tangki penampung air hujan selanjutnya dapat dilakukan perhitungan neraca air bulanan seperti pada tabel 2 berikut :

Tabel 2 Neraca Air Tangki 200m³

Bulan	Suplai (m ³)	Tahun Pertama			Tahun Kedua		
		Awal (m ³)	Kebutuhan (m ³)	Akhir (m ³)	Awal (m ³)	Kebutuhan (m ³)	Akhir (m ³)
Januari	228.7215	0	118.8	109.92	110.5	118.8	200
Februari	178.6365	109.92	118.8	169.76	200	118.8	200
Maret	215.3655	169.76	118.8	200	200	118.8	200
April	165.2805	200	118.8	200	200	118.8	200
Mei	75.1275	200	118.8	156.33	200	118.8	156.33
Juni	38.3985	156.33	118.8	75.93	154.92	118.8	75.93
Juli	50.085	75.93	118.8	7.21	75.57	118.8	7.21
Agustus	0	7.21	118.8	0	7.21	118.8	0
September	0	0	118.8	0	0	118.8	0
Oktober	39.23325	0	118.8	0	0	118.8	0
November	134.3948	0	118.8	15.6	0	118.8	15.6
Desember	213.696	15.6	118.8	110.5	15.6	118.8	110.5
	1338.939		1425.6			1425.6	

Sumber : Hasil analisis perhitungan neraca tangki air 200m³

Pada tahun pertama pada akhir Bulan Desember tangki PAH masih menyisakan air sebanyak 110.5 m³ air hujan. Sehingga air yang tersisa dipakai untuk tahun berikutnya dengan perhitungan yang sama. Tahun pertama terdapat kelebihan air hujan karena kapasitas tangki tidak mencukupi untuk menampung debit air hujan dan kekosongan tangki karena hana mampu memenuhi sebagian kecil kebutuhan saja. Kelebihan air hujan terjadi pada Bulan Maret dan April dengan besaran 35.6 m³ dan 39.06 m³ air hujan sedangkan kekosongan tangki terjadi pada Bulan Agustus, September dan Oktober

Dari Tabel 4.6 di atas total suplai air hujan yang dapat di tampung dalam satu tahun sebesar:

Air hujan yang dapat dimanfaatkan : kebutuhan air terpenuhi + sisa tangki akhir tahun
 : ((118.8 x 9) + 7,21 + 0 + 39,23) + 110,5
 : 1226,14 m³

Penghematan air PDAM : $\frac{1226,14}{14256} \times 100\%$
 : 8.600869809% dari total kebutuhan air baku penghuni rusunawa.

Penghematan air bila dibandingkan dengan PDAM diperoleh sebesar
 : 1226,14 m³/tahun x Rp 4500,00 = Rp 551.763,00

Estimasi Biaya Konstruksi Tangki PAH

Dari perhitungan RAB konstruksi tangki PAH didapat total biaya konstruksi tangki PAH sebesar Rp. 131.153.350,00 dengan tipe konstruksi tangki PAH dari pasangan bata. Pemilihan tangki PAH dari pasangan bata adalah dengan alasan lebih murah dan sederhana dibandingkan tangki PAH dari jenis lain.

Tabel 3 Ukuran elemen dan pelengkap bak PAH

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah Biaya (Rp)
1	PEKERJAAN PERSIAPAN, GALIAN DAN URUGAN	Rp 12.135.182,50
2	PEKERJAAN BETON	Rp 59.812.851,50
3	PEKERJAAN PASANGAN DAN PLESTERAN	Rp 31.439.528,75
4	PEKERJAAN SANITASI	Rp 15.842.755,00
	Jumlah	Rp 119.230.317,75
	Ppn 10%	Rp 11.923.031,78
	Total	Rp 131.153.349,53

Sumber : Hasil analisis perhitungan ukuran elemen dan pelengkap bak PAH

SIMPULAN

Dari analisis data dan pembahasan, maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Desain tangki PAH yang dipakai adalah tangki PAH 200 m³ atau 200.000 liter dengan ukuran 7 x 7 x 4,1 m dengan volume suplai air hujan yang dapat di panen dari atap Rusunawa Semanggi yaitu 1226,14 m³/tahun dan kebutuhan rata-rata adalah 39,6 m³/hari, 1188 m³/bulan, 14256 m³/ tahun.
2. Penghematan penggunaan air tahunan sebanyak 1226,14 m³/tahun atau sebesar Rp. 551.763,00/tahun.
3. biaya konstruksi pembangunan tangki PAH pada Rusunawa Semanggi sebesar Rp 131.153.350,00

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Ir. SitiQomariyah, M.Sc dan Ir. Koosdaryani, M.T yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

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

Bambang Triatmodjo, 2014, *Hidrologi Terapan*, Cetakan Ke empat, Beta Offset, Yogyakarta.

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

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

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

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.