

Analisis Dimensi Tangki PAH guna Pemanfaatan Air Hujan sebagai Sumber Air Cerdasan untuk Bangunan Hotel (Studi Kasus: Awana Condotel Yogyakarta)

¹⁾Yudhi Setiawan, ²⁾Adi Yusuf Muttaqien, ³⁾Siti Qomariyah

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 : yudhi_setiawn@yahoo.com

Abstrak

Tingginya jumlah penduduk diberbagai kota besar seperti kota Yogyakarta dan ditambah dengan kunjungan wisatawan lokal dan mancanegara ke tujuan wisata sekitar kota Yogyakarta, membuat berkembangnya bisnis perhotelan di kota pelajar ini. Seiring itu pula, hal ini mempengaruhi terhadap tingkat kebutuhan air baku hotel yang sangat dipengaruhi oleh jumlah penghuninya. Dengan sebab itu, hotel membutuhkan sumber air baku yang sangat banyak untuk memenuhi kebutuhan air hotel. Konsep *green building* dengan pemanfaatan air hujan menggunakan tangki PAH dengan memperkirakan *suplay* air hujan yang dapat dimanfaatkan dan menghitung dimensi tangki penampung air hujan yang cocok untuk memenuhi kebutuhan air baku pada skala bangunan perhotelan. Penelitian yang dilakukan menggunakan metode *Deskriptif Evaluatif*, dimana objek penelitian adalah Awana Condotel Yogyakarta. Penelitian ini untuk mengetahui desain tangki PAH yang tepat berdasarkan keseimbangan *suplay* dan *demand* air pada suatu bangunan hotel. Data hujan yang digunakan dalam analisis hidrologi yaitu Tahun 2004 – 2013 dari Stasiun Pencatat Hujan Nyemengan, Berandan Santan. Selanjutnya, dianalisis potensi penghematan air dan rupiah yang didapatkan apabila kita memanen air hujan dibandingkan dengan menggunakan air dari PDAM. Hasil penelitian ini didapatkan desain tangki PAH yang dipakai adalah tangki PAH 300 m³ atau 300,000 liter dengan ukuran 7 x 7 x 6.12 m dengan volume *suplay* air hujan yang dapat dipanen dari atap gedung Awana Condotel Yogyakarta yaitu 1897 m³/tahun dan kebutuhan rata-rata harian adalah 64.8 m³/hari, 1944 m³/bulan, 23328 m³/tahun. Penghematan penggunaan air tahun sebanyak 1897 m³/tahun atau sebesar Rp. 19,918,500/tahun.

Kata kunci : Air Hujan, Tangki PAH, Suplai air, Kebutuhan Air, Potensi Penghematan.

Abstract

High of resident population in many big cities like Yogyakarta city and with local and foreign tourist visits to many tourism place at Yogyakarta city make growth of hotel business in this student city. This make an effect to hotel demand of water who influence by its inhabitant. By that cause, a hotel need lot of water source to fulfill its water demand. Green building concept by utilization of rainwater with PAH tank by calculating rainwater suplay and analyze the right dimension of PAH tank to fulfill hotel water demand. This research uses a descriptive evaluative method, and the object of this research is the Awana Condotel Yogyakarta. This research to find out the right size and design of PAH tank by the balance of suplay and demand of water for hotel building. Rainfall data used in the analysis of the hydrological is year 2004 – 2013 from Nyemengan, Beran and Santan rainfall station. Furthermore, water and money thrifi potential that can get by harvesting rainwater if compare using PDAM water. The result of this research is the design of PAH tank is 300 m³ or 300,000 liter with size of 7 x 7 x 6.12 m with rainwater suplay volume that can be harvest from Awana Condotel Yogyakarta roof is 1897 m³/year and average daily demand is 64.8 m³/day, 1944 m³/month, 23328 m³/year. The volume of water that can be save is 1897 m³/year or Rp. 19,918,500/year.

Keywords: Rainwater, PAH Tank, Water Suplay, Water Demand, Thrift Potential.

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman dan pertambahan jumlah penduduk, tingkat kebutuhan air baku semakin meningkat. Tingginya jumlah penduduk diberbagai kota besar seperti kota Yogyakarta dan ditambah dengan kunjungan wisatawan lokal dan mancanegara ke tujuan wisata sekitar kota Yogyakarta, membuat berkembangnya bisnis perhotelan di kota pelajar ini. Seiring itu pula, hal ini mempengaruhi terhadap tingkat kebutuhan air baku hotel yang sangat dipengaruhi oleh jumlah penghuninya. Dengan sebab itu, hotel membutuhkan sumber air baku yang sangat banyak untuk memenuhi kebutuhan air hotel. Dengan *Rainwater harvesting* atau memanen air hujan suatu bangunan dapat mengumpulkan air hujan ke suatu penampungan untuk digunakan sesuai kebutuhan. Zaman sekarang pemakaian air hujan sudah banyak ditinggalkan. Banyak orang beralih ke air yang disediakan Perusahaan Air Minum (PAM) yang justru harus bayar dan tidak gratis. Masyarakat lupa, bahwa Tuhan masih menyediakan air bersih gratis langsung dari langit yang dapat digunakan untuk kebutuhan dasar rumah tangga seperti untuk mencuci pakaian, mandi dll.

Dengan memanen air hujan bisa mengurangi debit air yang terbuang ke sungai dengan memanfaatkannya dengan cara disimpan dalam tangki penampungan dan dipakai untuk kebutuhan sehari-hari. Metode merancang tangki penampungan air hujan ini banyak dapat kita temukan di negara-negara seperti Amerika Serikat seperti di

beberapa negara bagian seperti Texas. Negara lain yang sudah mengaplikasikan metode ini adalah Australia, Kanada, Jerman, dan beberapa negara di Afrika. Di Indonesia, Kementerian Pekerjaan Umum telah mengeluarkan petunjuk perancangan tangki penampung air hujan dapat kita lihat pada modul penampungan air hujan untuk penyediaan air minum untuk skala rumah tangga. Tetapi modul petunjuk itu sendiri belum cukup, karena belum mencakup perancangan tangki penampung air hujan untuk bangunan dengan fungsi lain yang justru memiliki beberapa perbedaan tersendiri dalam analisis perancangannya. Ini sudah jelas merupakan bagian pekerjaan insinyur teknik sipil keairan dalam menganalisis, merancang hingga konstruksinya.

Dengan skripsi ini Penulis mencoba untuk mengemukakan suatu gagasan yang berupa konsep *green building* yaitu pemanfaatan air hujan dengan tangki dengan memperkirakan *suplay* air hujan yang dapat dimanfaatkan dan menghitung dimensi tangki penampung air hujan yang cocok untuk memenuhi kebutuhan air baku pada skala bangunan perhotelan. Dengan ini Penulis berharap agar penelitian ini bisa dimanfaatkan oleh orang banyak dalam mendesain sistem pemanen air hujan yang modern dan higienis untuk bangunan perhotelan yang justru memiliki kebutuhan air yang tinggi.

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 kompleks 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 *discharge*. 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

Sifat umum hujan adalah makin singkat 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 keatas 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 diatas udara dingin. Udara yang bergerak keatas 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 tertup 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,2010).

Penentuan Hujan Kawasan

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

$$\bar{p} = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}{n} \dots\dots\dots [1]$$

keterangan:

- \bar{p} = hujan rerata kawasan ($p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$: hujan distasiun 1, 2, 3, ..., n)
- n = jumlah stasiun

Perhitungan 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 dengan rumus:

$$P(\%) = \left(\frac{m}{n}\right) \times 100\% \dots\dots\dots [2]$$

Dengan:

- m = nomer urut
- n = jumlah data
- P = peluang

Prosedur analisis debit andalan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan data. Apabila terdapat data debit dalam jumlah cukup panjang, maka analisis ketersediaan air dapat dilakukan dengan melakukan analisis frekuensi terhadap data debit tersebut.

Perhitungan Suplai Air

Untuk menghitung ketersediaan air atau volume air hujan yang jatuh di atap bangunan, dapat digunakan persamaan berikut ini:

$$V = R \cdot A \cdot k \dots\dots\dots [3]$$

keterangan:

- V = Volume Air tertampung (m^3)
- R = Curah hujan (m/bulan)
- A = Luas daerah tangkapan (m^2)
- k = Koefisien Runoff

Perhitungan Kebutuhan air

Kebutuhan air bersih untuk sarana perhotelan/penginapan didasarkan pada kebutuhan untuk tiap tempat tidur dan data jumlah tempat tidur yang ada. Satuan pemakaian air menurut SNI 03-7065-2005, untuk perhotelan ditentukan sebesar 250 liter/tempat/hari.

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. Lokasi penelitian Gedung Awana Condotel, Jl. Mayjend Sutoyo No. 52, Yogyakarta. Data yang dibutuhkan berupa peta Kota Yogyakarta beserta data hujan distasiun hujan yang terpilih. Penelitian ini hanya menggunakan Microsoft Excel untuk mengolah data pada AutoCAD untuk menggambar desain tangki PAH.

Penelitian yang pertama dilakukan adalah mengumpulkan data hujan harian dan lokasi stasiun hujan. Kemudian melakukan survei dan mengumpulkan data luas atap di Awana Condotel Yogyakarta. Setelah itu menghitung volume kebutuhan air baku hotel rata-rata tiap harinya. Kemudian dilanjutkan menghitung volume suplai air hujan perbulan. Apabila kebutuhan dan suplai sudah dihitung, kemudian menganalisa volume tangki PAH berdasarkan dengan kebutuhan dan suplai air hujan. Ukuran pipa, talang juga dihitung sesuai dengan jumlah debit air yang terhitung. Kemudian dilanjutkan menganalisis penghematan air yang didapat terhadap pemenuhan kebutuhan air baku hotel dan penghematan biaya apabila menggunakan air dari PDAM.

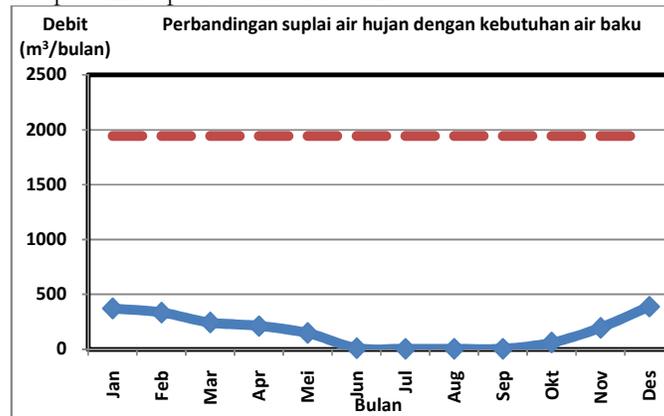
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasilpenelitiandidapatkan perbandingan antara kebutuhan air baku dan suplai air hujan adalah dengan menggabungkan data tersebut seperti pada Tabel 4 berikut:

Tabel1.Perbandingansuplai air dengankebutuhan air baku

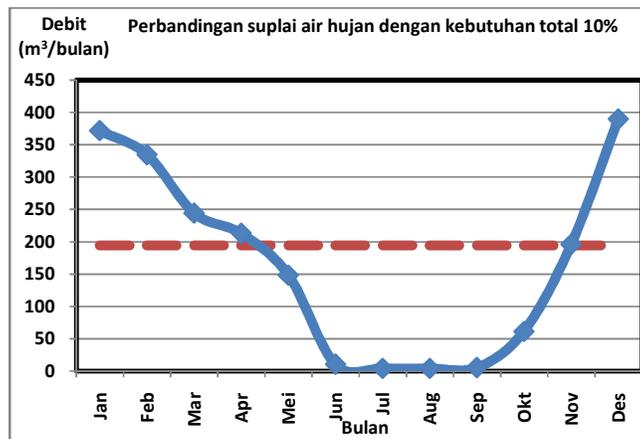
Bulan	CurahhujanAndalan 80% (mm/bulan)	Volume Ketersediaan air hujan (m ³ /bulan)	Kebutuhan air baku (m ³ /bulan)	Kebutuhan air baku 10% dari total (m ³ /bulan)
Jan	357	371.7	1944	194.4
Feb	321	334.8	1944	194.4
Mar	235	244.3	1944	194.4
Apr	205	213.0	1944	194.4
Mei	143	148.4	1944	194.4
Jun	10	10.4	1944	194.4
Jul	4	4.2	1944	194.4
Aug	4	4.2	1944	194.4
Sep	5	5.2	1944	194.4
Okt	59	61.5	1944	194.4
Nov	188	196.0	1944	194.4
Des	374	389.6	1944	194.4
Total	1904	1983	23328	2333

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:



Gambar 1.Grafik perbandingan suplai dengan kebutuhan total air baku

Dari grafik pada Gambar 1 dapat dilihat kebutuhan air hotel sangat tinggi sehingga melebihi kapasitas ketersediaan air hujan. Ini menunjukkan konsumsi air perhotelan sangatlah tinggi. Hal ini disebabkan karena fisik bangunan hotel yang tinggi secara vertikal sehingga tidak sebanding dengan luas atap hotel.



Gambar 2. Grafik perbandingan suplai dengan kebutuhan total 10%

Dari grafik pada Gambar 2 digunakannya data volume suplai dengan kebutuhan air 10% dari total kebutuhan air baku. Sehingga dapat dilihat suplai air hujan bisa mengimbangi kebutuhan air baku pada musim hujan dan mengalami kemerosotan pada bulan kering.

Perhitungan Volume 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 bangunan hotel. Jadi perhitungan volume tangki berdasarkan suplai andalan pada bulan januari, februari, maret, april, november, desember yang cenderung suplai air hujan yang tinggi seperti pada Gambar 2 dengan besaran 371.1, 334.8, 244.3, 213, 196 dan 389.6m³/bulan.

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

$$= \frac{371.1 + 334.8 + 244.3 + 213 + 196 + 389.6}{6}$$

$$= 292 \text{ m}^3 \approx 300 \text{ m}^3$$

Perhitungan Neraca Air untuk Tangki PAH Kapasitas 300 m³.

Setelah menghitung kapasitas tangki PAH, neraca air bulanan dapat dihitung seperti pada Tabel 3 berikut:

Tabel3 Neraca air tangki 300 m³

Bulan	Suplai (m ³)	Tahunpertama		
		Awal (m ³)	Kebutuhan (m ³)	Akhir (m ³)
Jan	371.7	0.0	194.4	177.3
Feb	334.8	177.3	194.4	300.0
Mar	244.3	300.0	194.4	300.0
Apr	213.0	300.0	194.4	300.0
Mei	148.4	300.0	194.4	254.0
Jun	10.4	254.0	194.4	70.1
Jul	4.2	70.1	194.4	-120.2
Aug	4.2	0.0	194.4	-190.2
Sep	5.2	0.0	194.4	-189.2
Okt	61.5	0.0	194.4	-132.9
Nov	196.0	0.0	194.4	1.6
Des	389.6	1.6	194.4	196.8
	1983.2		2332.8	

Pada tahun pertama pada akhir bulan desember tangki PAH masih menyisakan air sebanyak 196.8 m³ air hujan. Sehingga air yang tersisa dipakai untuk tahun berikutnya dengan perhitungan yang sama. Untuk tahun pertama

terdapat kelebihan air hujan karena kapasitas tangki tidak mencukupi untuk menampung debit air hujan. Kelebihan air hujan terjadi pada bulan Februari, Maret dan April dengan besaran 17.7 m³, 49.9 m³ dan 18.6 m³ air hujan.

Dari Tabel 3 diatas total suplai air hujan yang dapat ditampung dalam satu tahun sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Suplai air yang tertampung} &= 1983.2 - (17.7+49.9+18.6) \\ &= 1897 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Potensi penghematan} &= \frac{1897}{2332.8} 100\% \\ &= 81.34\% \\ &= 8.13\% \end{aligned}$$

Estimasi Biaya Konstruksi Tangki PAH

Dari perhitungan RAB konstruksi tangki PAH pada Tabel 4 didapat total biaya konstruksi tangki PAH sebesar Rp. 122.900.000 dengan tipe konstruksi tangki PAH dari pasangan bata dengan ukuran 7x7x6.12 m (300 m³). Pemilihan tangki PAH dari pasangan bata adalah dengan alasan lebih murah dan sederhana dibandingkan tangki PAH dari jenis lain.

Tabel 4. Ukuran elemen dan pelengkap bak PAH

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah Harga
1	Pekerjaan persiapan, galian dan urugan	Rp. 13,353,457
2	Pekerjaan beton	Rp. 54,829,925
3	Pekerjaan pasangan dan plesteran	Rp. 14,565,102
4	Pekerjaan alat plumbing	Rp. 87,605
5	Pekerjaan instalasi pipa dan pompa air	Rp. 28,868,651
	Jumlah	Rp. 111,704,701
	PPN 10%	Rp. 11,170,474
	Pembulatan	Rp. 122,900,000
Terbilang: Seratus dua puluh dua juta sembilan ratus ribu rupiah		

Analisis Penghematan Biaya

Analisis penghematan biaya dimaksudkan untuk mengetahui berapa rupiah penghematan yang didapatkan apabila management hotel meneruskan konstruksi tangki PAH. Tarif air PDAM Rp. 10.500/m³ untuk kelas niaga besar (PDAM Yogyakarta, per 1 september 2013)

$$\begin{aligned} \text{Potensi penghematan biaya} &= 1897 \times \text{Rp. } 10,500 \\ &= \text{Rp. } 19,918,500/\text{tahun} \\ &= \text{Rp. } 1,659,875/\text{bulan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lama balik modal} &= \frac{122900000}{19918500} \\ &= 6.17 \text{ tahun} \end{aligned}$$

SIMPULAN

Dari analisis data dan pembahasan, maka dapat ditarik simpulan desaintangki PAH yang dipakai adalah tangki PAH 300 m³ atau 300,000 liter dengan ukuran 7 x 7 x 6.12 m dengan volume suplai air hujan yang dapat dipanendariatapedung Awana Condotel Yogyakarta yaitu 1897 m³/tahun dan kebutuhan rata-rata harian adalah 64.8 m³/hari, 1944 m³/bulan, 23328 m³/tahun. Penghematan penggunaan air tahun sebanyak 1897 m³/tahun atau sebesar Rp. 19,918,500/tahun.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada Ir. Adi Yusuf Muttaqien, MT dan Ir. Siti Qomariyah, M.Sc yang telah membimbing, memberiarahan dan masuk dalam penelitian ini.

REFERENSI

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.

Bambang Triatmodjo, 2010, *Hidrologi Terapan*, Cetakan Kedua, Beta Offset, Yogyakarta.

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

- Sobriyah, 2003, *Pengembangan Model Perkiraan Banjir Daerah Aliran Sungai (DAS) Besar dari Sintesa Beberapa Persamaan Terpilih*, Desertasi Doktor, Universitas Gajah Mada Yogyakarta, Yogyakarta.
- Sosrodarsono, Suyono dan Takeda, Kensaku, 1983 “*Hidrologi untuk Pengairan*”, PT Prandya Paramita, Jakarta.
- Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Tri Yayuksusana, 2012, *Analisa Pemanfaatan Potensi Air Hujan dengan Menggunakan Cistern sebagai Alternatif Sumber Air pertamanan pada Gedung Perkantoran Bank Indonesia*, Skripsi, FT. UI, Depok.