

SUMBER AIR ALTERNATIF UNTUK SEBUAH BANGUNAN HOTEL DI SURABAYA

Roy Adi Putera Gunawan¹, Giovani Irena², Herry Pintardi Chandra³ dan Cilcia Kusumastuti⁴

ABSTRAK : Kota Surabaya merupakan kota dengan jumlah penduduk tertinggi kedua di Indonesia. Jumlah penduduk yang terus bertambah mengakibatkan beberapa dampak salah satunya kebutuhan air meningkat. Dengan kebutuhan air yang meningkat maka ada kemungkinan pengambilan air dari sumber air secara besar-besaran sehingga dibutuhkan suatu usaha konservasi air. Menurut Green Building Council Indonesia (2013), salah satu tindakan konservasi air adalah menggunakan sumber air alternatif. Penelitian ini memfokuskan pada bangunan hotel X di Kota Surabaya untuk dianalisis sumber air alternatifnya. Hotel tersebut memiliki 2 (dua) sumber air alternatif yaitu air hujan dan air limbah yang diolah. Kedua sumber air alternatif tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada Hotel X. Volume air hujan dihitung dengan menggunakan analisis hidrologi dan didapatkan hasil bahwa air hujan dapat memenuhi kebutuhan air pada hotel yang meliputi pengairan taman, cuci tangan dan lavatori pada hotel X. Sedangkan volume air limbah dihitung didapatkan bahwa volume air limbah pada hotel X lebih banyak dibandingkan dengan volume air hujan sehingga air limbah yang diolah dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada hotel X lebih banyak dibandingkan dengan air hujan.

KATA KUNCI: air hujan, air limbah, hotel, sumber air alternatif

1. PENDAHULUAN

Bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia, mengakibatkan beberapa dampak salah satunya adalah kebutuhan air yang meningkat. Dengan kebutuhan air yang meningkat maka ada kemungkinan pengambilan air dari sumber air secara besar-besaran sehingga diperlukan suatu usaha untuk menjaga kelestarian keberadaan air. Hal ini disebut dengan konservasi sumber air. Konservasi sumber air dapat dilakukan dengan upaya mengurangi pemakaian air, memutar aliran air dan menggunakannya kembali atau yang sering disebut 3R (*reduce, reuse* dan *recycle*). Air sangat penting untuk kehidupan daerah perkotaan akan tetapi keberadaan air akan menjadi terbatas dalam masa yang akan datang World Water Assesment Programme (2003). Kota Surabaya sebagai ibukota provinsi Jawa Timur merupakan kota terbesar kedua di Indonesia yang memiliki luas area 350,5 km² dengan penduduk sekitar 3,2 juta jiwa, sehingga kota Surabaya disebut kota metropolitan. Tata guna lahan Kota Surabaya berkembang terutama pada penggunaan lahan sebagai perumahan dan industri. Berkaitan dengan hal diatas, penelitian ini memfokuskan pada bangunan hotel di Kota Surabaya karena penggunaan air pada sebuah hotel cukup banyak dan lebih memiliki potensi untuk melakukan konservasi air.

2. SISTEM KONSERVASI AIR

Green Building Council Indonesia (2013) mengatakan bahwa sebuah bangunan hijau harus dapat mengefisiensi pemakaian air. Efisiensi pemakaian air dapat dilakukan dengan cara *reduce, reuse, recycle, renewable*

Reduce

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, royadi.pg@gmail.com

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, m21413056@john.petra.ac.id

³Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, herry-pin@petra.ac.id

⁴Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, Cilcia.k@petra.ac.id

Menurut United States Environmental Programme Agency (1995), prinsip *Reduce* air dilakukan dengan cara sebisa mungkin melakukan minimalisasi penggunaan air. Penggunaan air dengan efektif untuk pengguna perumahan adalah sebagai berikut.

- Pipa Saluran Air
Untuk pipa saluran air dapat menggunakan *Low-flush toilet*, *Low-flow showerhead*, kran aerator, mengurangi tekanan air, mengganti peralatan saluran toilet, serta menggunakan *gray water*.
- Lanskap
Salah satu cara konservasi air untuk mereduksi penggunaan air pada lanskap adalah dengan mengatur irigasi lanskap yang tepat dan menggunakan *xeriscape* lanskap.

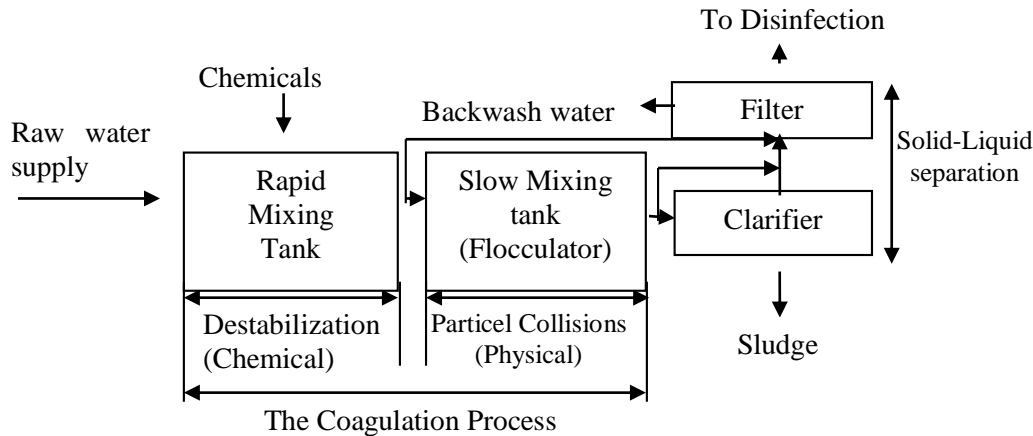
Reuse

Penggunaan kembali air merupakan penggunaan air limbah atau air reklamasi dari satu aplikasi seperti pengolahan air domestik untuk aplikasi lain seperti pengairan lanskap. Berikut merupakan faktor-faktor yang harus dipertimbangkan untuk membuat program penggunaan kembali air.

- Mengidentifikasi peluang-peluang penggunaan kembali air
- Menentukan kualitas air minimum yang dibutuhkan untuk penggunaan yang diberikan
- Mengidentifikasi sumber air limbah yang dapat digunakan sehingga memenuhi kualitas air

Recycle

Recycle air merupakan penggunaan kembali air untuk aplikasi yang sama dengan awal dari kegunaan air tersebut United States Environmental Protection Agency (1995). Instalasi pengolahan air mempunyai beberapa komponen, setiap komponen tersebut memiliki unit operasi yang dapat mengurangi zat/kandungan tertentu. Untuk dapat mengolah air bekas pakai, maka diperlukan pengolahan air limbah dan pengolahan air minum. Skema sistem instalasi pengolahan air limbah dan skema instalasi pengolahan air minum dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Skema Instalasi Pengolahan Air Minum

Sumber: Corbitt, 1998

Menurut Raju, (1994) air mentah terutama air yang ada di permukaan, mengandung banyak kotoran dalam bentuk padat, terlarut, kolid, bakteri, zat-zat berbahaya, warna, bau dan masalah organik mineral lainnya. Oleh karena itu, air mentah tidak dapat diminum apabila tidak diolah. Ada beberapa jenis polutan dalam air. Polutan tersebut berupa kotoran fisik, kimia, dan bakteri. Agar air untuk dapat diminum harus memenuhi standar baku kualitas air minum. Di Indonesia, persyaratan untuk kualitas air minum telah ditetapkan berdasarkan Permenkes No 492 tahun 2010. Untuk dapat menjadikan air minum sesuai dengan standar pemerintah, diperlukan cara untuk mengatasi polutan yang terdapat pada air. Cara mengatasi polutan tersebut dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Cara Mengatasi Polutan yang Terdapat pada Air

No.	Parameter	Cara Mengatasi
A. Fisik		
1	Kekeruhan *	Filtrasi, Sedimentasi
2	Warna *	Koagulasi, Filtrasi
3	Zat Padat Terlarut *	<i>Screening</i> , Sedimentasi, Koagulasi, Filtrasi
4	Bau dan Rasa *	Aerasi, aktivasi karbon, koagulasi dan filtrasi, ozonasi, dan menggunakan klorin dioksida
B. Kimia		
1	pH *	Menambahkan <i>acid</i> atau alkali
2	Besi *	Oksidasi dan Presipitasi sebagai hidroksida
3	Fluorida *	Presipitasi dengan magnesium pada proses <i>lime softening</i> , atau dengan cara desalinasi
4	Kesadahan *	menggunakan penambahan larutan Ca(OH) ₂ , padatan akan mengendap, lalu dengan cara penyaringan.
5	Mangan *	Oksidasi, Presipitasi
6	Nitrat dan Nitrit *	Presipitasi, klorinasi dengan aerasi dan Unit Lumpur Aktif dengan sistem aerasi
7	Arsen *	Koagulasi dan filtrasi
8	Sulfat *	Desalinasi
9	Air Raksa #	Untuk menghilangkan kandungan air raksa dengan < 1 yang terdapat pada air dapat dilakukan dengan cara koagulasi, sedimentasi, filtrasi dan pertukaran ion.
10	Kadmium #	Untuk menghilangkan kandungan kadmium yang terdapat pada air dapat dilakukan dengan cara koagulasi, presipitasi, pelembutan
11	Benzena #	Untuk menghilangkan kandungan benzena yang terdapat pada air dapat dilakukan dengan cara aktivasi granular karbon dan pengupasan air sumber.
12	Kromium #	Untuk menghilangkan kandungan kromium yang terdapat pada air dapat dilakukan dengan koagulan FeSO ₄
13	Deterjen ^{&}	Untuk mengurangi kandungan deterjen dapat menggunakan koagulasi dengan koagulan Al ₂ SO ₄ dan dilanjutkan dengan filtrasi
C. Biologi		
1	Total Coliform *	Apabila jumlahnya <50/100ml yang terdapat pada air menggunakan cara disinfeksi dengan chlorine atau ozone, sedangkan apabila jumlah total coliform 50-5000/100ml maka diatasi dengan koagulasi, filtrasi dan disinfeksi
2	E-Coliform *	Apabila jumlahnya < 50/100 ml dapat digunakan dengan cara disinfeksi dengan chlorine atau ozone, sedangkan apabila jumlah E.Coliform 50-5000/100 ml maka diatasi dengan koagulasi, filtrasi dan disinfeksi

Sumber : *BSN Raju (1994), # WHO (2011), & Liptak (1974)

Renewable

Air bersih sangat penting untuk kehidupan daerah perkotaan akan tetapi keberadaan air bersih akan menjadi terbatas dalam masa yang akan datang. Hal ini dikarenakan hampir 2 juta ton kotoran dari perindustrian, perkotaan, dan agrikultur dibuang ke air. Air hujan merupakan sumber air bersih utama yang dapat digunakan untuk banyak kebutuhan dan ekosistem. Ancaman ini menjadi lebih besar apabila air hujan dianggap sebagai sampah (United Nations World Water Assesment Programme, 2003). Padahal, menurut Balasubramanya (2006), cara paling efektif untuk mendapatkan air bersih adalah dari hujan dengan menggunakan cara pemanenan air hujan (*Rainwater Harvesting*). Sistem pemanenan air hujan secara inheren sederhana dalam bentuk, dan seringkali bisa dirakit dengan bahan yang tersedia oleh pemilik, pembangun dengan pemahaman dasar tentang keterampilan plambing dan konstruksi (Balasubramanya, 2006). *Rainwater Harvesting* merupakan salah satu upaya pemanfaatan sumber air alternatif dengan memanfaatkan air hujan. *Rainwater harvesting* adalah sebuah teknologi yang digunakan untuk mengumpulkan dan menyimpan air hujan dari atap, jalan dan permukaan berbatu (Abdulla dan Al-Shareef, 2009). Menurut United Nations Environment Program (2009) *rainwater harvesting* terdiri dari berbagai macam teknologi yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menyediakan air untuk memenuhi kebutuhan air manusia atau aktivitas – aktivitas mereka. Menurut peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.12 tahun 2009 pasal 1 ayat 1 tentang pemanfaatan air hujan, pemanfaatan air hujan adalah serangkaian kegiatan mengumpulkan, menggunakan dan/atau meresapkan air hujan ke dalam tanah. Sedangkan pada pasal 3 disebutkan bahwa kolam pengumpul air hujan adalah kolam atau wadah yang dipergunakan untuk menampung air hujan yang jatuh di atap bangunan (rumah, gedung perkantoran atau industri) yang disalurkan melalui talang. *Rainwater harvesting* masih menjadi pilihan utama sumber air bagi komunitas pedesaan yang sulit mendapatkan air oleh karena tidak tersedianya jaringan air bagi tempat tersebut (Radaideh Jamal, 2009). Pemanenan air hujan merupakan alternatif sumber air yang sudah dipraktekkan selama berabad-abad di berbagai negara yang sering mengalami kekurangan air (Chao-Hsien Liaw dan Yao-Lung Tsai, 2004). Air hujan yang dipanen dapat digunakan untuk beberapa tujuan seperti menyiram tanaman, mencuci, mandi dan bahkan dapat digunakan untuk memasak jika kualitas air tersebut memenuhi standar kesehatan (Sharpe, William E., & Swistock, Bryan, 2008).

3. PERHITUNGAN VOLUME AIR LIMBAH DAN AIR HUJAN

Hotel X telah memiliki sistem pengolahan air limbah sehingga air limbah tersebut dapat dibuang ke sungai sesuai dengan peraturan pemerintah. Dalam penelitian ini akan diusulkan beberapa instalasi tambahan yang digunakan untuk menjadikan air limbah tersebut menjadi air yang dapat digunakan kembali. Aliran air limbah yang telah diolah tersebut dijadikan sebagai salah satu sumber air pada perencanaan sistem konservasi air. Untuk menghitung banyaknya air limbah dibutuhkan informasi *occupancy rate*. Dalam penelitian ini dilakukan wawancara kepada kepala *engineer* untuk mendapatkan data *occupancy rate* pada hotel tersebut. Data *occupancy rate* Hotel Ibis Styles adalah sebagai berikut.

- Bulan januari-maret : 50%/kamar/2 orang/hari
- Bulan april-juni : 65%/kamar/2 orang/hari
- Bulan juli-oktober : 80%/kamar/2 orang/hari
- Bulan November-Desember : 65%/kamar/2 orang/hari

Keluaran air limbah pada hotel sebesar 200 liter/orang/kamar untuk semua sumber penggunaan air seperti lavatori, *shower* dan pengairan taman, dengan perencanaan kamar terdapat 2 orang.

Contoh perhitungan aliran air limbah Bulan Januari:

$$\begin{aligned}\text{Aliran air kotor} &= \text{Volume air limbah} \times \text{Jumlah Kamar} \times 2 \text{ Orang} \times \% \text{Occupancy} \\ &= (0,2 \text{ m}^3/\text{hari} \times 132 \text{ kamar} \times 2 \text{ orang}) \times 50\% \\ &= 26,4 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 818,4 \text{ m}^3/\text{bulan}\end{aligned}$$

Tabel 2. Volume Air Limbah di Hotel X

Bulan	Volume air limbah (m ³ /hari)	Occupancy rate (%)	Volume air limbah per Hari (m ³)	Volume air limbah per Bulan (m ³)
Januari	0,2	0,5	26,4	818,4
Februari	0,2	0,5	26,4	739,2
Maret	0,2	0,5	26,4	792
April	0,2	0,65	34,32	1063,92
Mei	0,2	0,65	34,32	1029,6
Juni	0,2	0,65	34,32	1063,92
Juli	0,2	0,8	42,24	1267,2
Agustus	0,2	0,8	42,24	1309,44
September	0,2	0,8	42,24	1267,2
Oktober	0,2	0,8	42,24	1309,44
November	0,2	0,65	34,32	1029,6
Desember	0,2	0,65	34,32	1063,92

Dari **Tabel 2** dapat dilihat bahwa volume tertinggi aliran air limbah terjadi pada Bulan Agustus dan Oktober sebesar 1309,44 m³ dan volume terendah terjadi pada Bulan Februari sebesar 739,2 m³.

Volume Kebutuhan Air Hotel X yang Dapat Dipenuhi dengan Air Limbah yang Diolah

Contoh perhitungan Volume keluar air pada bulan Januari:

- 120 liter untuk pancuran air mandi/orang/hari
- 100 liter kolam renang/orang/hari

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air} &= ((220 \text{ liter/orang/hari} \times 2 \text{ orang}) \\ &= 440 \text{ liter/hari} \\ &= 0,44 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Kebutuhan air} &= (\text{kebutuhan air/orang/hari} \times \text{jumlah kamar}) \times \% \text{ Occupancy} \\ &= 440 \text{ liter/hari} \times 132 \text{ kamar} \times 0,5 \\ &= 29040 \text{ liter/hari} \\ &= 29,04 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 900,24 \text{ m}^3/\text{bulan} \end{aligned}$$

Tabel 3. Volume Kebutuhan Air Hotel X yang Dapat dipenuhi dengan Air Limbah yang Diolah

Bulan	Volume Air Limbah per hari (m ³)	Volume Air Limbah per bulan (m ³)
Januari	29,04	900,24
Februari	29,04	813,12
Maret	29,04	871,2
April	37,75	1132,56
Mei	37,75	1170,31
Juni	37,75	1132,56
Juli	46,46	1440,38
Agustus	46,46	1440,38
September	46,46	1393,92
Oktober	46,46	1440,38
November	37,75	1132,56
Desember	37,75	1170,31

Dari **Tabel 3** dapat diketahui potensi volume air limbah yang dapat diolah untuk digunakan kembali. Pada penelitian ini perhitungan volume air limbah digunakan untuk mengetahui potensi volume air limbah yang perlu diolah agar dapat digunakan untuk menggantikan kebutuhan air pada hotel X.

Kebutuhan Air pada Hotel X yang Dapat Dipenuhi Menggunakan Air Hujan

Contoh perhitungan penggunaan pada Bulan Januari:

- 5 liter untuk pengairan taman/hari
- 10 liter untuk cuci tangan/orang/hari
- 30 liter untuk lavatori/orang/hari

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air} &= (40 \text{ liter/orang/hari} \times 2 \text{ orang}) + 5 \text{ liter/hari} \\ &= 85 \text{ liter/hari} \\ &= 0,09 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Kebutuhan air} &= (\text{kebutuhan air/orang/hari} \times \text{jumlah kamar}) \times \% \text{ Occupancy} \\ &= 0,09 \text{ m}^3/\text{hari} \times 132 \times 0,5 \\ &= 5,94 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 184,14 \text{ m}^3/\text{bulan} \end{aligned}$$

Tabel 4. Kebutuhan Air pada Hotel X yang Dapat Dipenuhi dengan Air Hujan

Bulan	Kebutuhan air per Hari (m ³)	Kebutuhan air per Bulan (m ³)
Januari	5,94	184,14
Februari	5,94	166,32
Maret	5,94	178,2
April	7,72	239,38
Mei	7,72	231,66
Juni	7,72	239,38
Juli	9,5	285,12
Agustus	9,5	294,62
September	9,5	285,12
Oktober	9,5	294,62
November	7,72	231,66
Desember	7,72	239,38

Dari **Tabel 4** dapat dilihat bahwa volume tertinggi kebutuhan air dari air hujan pada Hotel Ibis Styles terjadi pada Bulan Agustus dan Oktober dengan nilai 294,62 m³ dan volume terendah terjadi pada Bulan Februari dengan nilai 166,32 m³

Volume Air Hujan Yang Digunakan

Analisis dimulai pada Bulan Desember, dikarenakan curah hujan tertinggi di Kota Surabaya terjadi pada Bulan Desember

$$\begin{aligned} \Delta s &= \text{Volume masuk air hujan} - \text{Volume keluar air hujan} \\ &= 303,22 \text{ m}^3 - 239,38 \text{ m}^3 \\ &= 63,84 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan Δs Kumulatif maksimum Bulan Januari

$$\begin{aligned} \Delta s \text{ Kumulatif} &= \Delta s \text{ Kumulatif Bulan Desember} + \text{Aliran air hujan} - \text{aliran keluar Air Hujan} \\ &= 63,84 \text{ m}^3 + 293,31 \text{ m}^3 - 184,14 \text{ m}^3 \\ &= 173,02 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 5. Nilai Δs Kumulatif Air Hujan

Bulan	Aliran Air Hujan per hari (m^3)	Aliran Air Hujan per Bulan (m^3)	Aliran Keluar per hari (m^3)	Aliran Keluar per bulan (m^3)	Δs Kumulatif maksimum per bulan (m^3)
Januari	9,46	293,31	5,94	184,14	173,02
Februari	10,44	292,42	5,94	166,32	299,12
Maret	9,53	285,91	5,94	178,2	406,82
April	6,07	188,31	7,72	239,38	355,75
Mei	3,45	103,45	7,72	231,66	227,54
Juni	1,63	50,50	7,72	239,38	38,65
Juli	0,76	22,84	9,50	285,12	0
Agustus	0,09	2,83	9,50	294,62	0
September	0,04	12,56	9,50	285,12	0
Oktober	0,96	29,73	9,50	294,62	0
November	2,94	89,52	7,72	231,66	0
Desember	9,78	303,22	7,72	239,38	63,84

Dari **Tabel 5** air hujan dapat memenuhi kebutuhan air untuk pengairan taman, cuci tangan dan *flush* toilet pada Hotel Ibis Styles Surabaya pada Bulan Desember hingga Juni, sedangkan pada Bulan Juli hingga November air hujan tidak dapat memenuhi kebutuhan air pada hotel tersebut sehingga Hotel Ibis perlu mengambil air dari sumber air yang mereka gunakan selama ini. Dalam penelitian ini dapat dilihat bahwa Bulan Juli hingga Oktober merupakan musim kemarau sedangkan data *occupancy rate* pada bulan tersebut tertinggi sehingga air hujan tidak dapat memenuhi kebutuhan air pada bulan-bulan tersebut. Nilai Δs Kumulatif pada Bulan Maret sebesar 406,82 m^3 dapat digunakan untuk merencanakan dimensi bak tampungan yang dapat dilakukan dalam penelitian selanjutnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan data-data yang sudah didapatkan maka, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil perhitungan volume air hujan yang dapat ditampung di Hotel X, didapatkan bahwa air hujan dapat memenuhi kebutuhan air yang meliputi pengairan taman, cuci tangan dan *flush* toilet pada bulan Desember hingga Juni.
- Pada perhitungan volume air hujan untuk memenuhi kebutuhan air pada Hotel Ibis Styles, Pada penelitian ini data *occupancy rate* tertinggi bertepatan dengan curah hujan pada bulan Juli hingga Oktober yang termasuk musim kemarau, sehingga air hujan yang ditampung tidak dapat memenuhi kebutuhan air pada hotel tersebut.
- Volume air limbah yang dapat diolah untuk digunakan kembali lebih besar dibandingkan potensi volume air hujan sehingga air limbah yang diolah dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada Hotel X lebih banyak dibandingkan menggunakan air hujan.

5. DAFTAR REFERENSI

- Abdulla F.A., Al-Shareef A. W. (2009). *Roof Rainwater Harvesting Systems for Household Water Supply in Jordan*. Desalination. Vol. 243, No 195-207
- Balasubramanya, (2006). *Rainwater Harvesting and Management*. Nagpur: India.
- Chao Hsien Liaw, Yao-Lung Tsai. (2004). Optimum Storage Volume Of Rooftop Rainwater Harvesting Systemes For Domestic Use. *Journal of the American Water Resources Association*.

- Corbitt, Robert A. (1998). *Standard Handbook of Environmental Engineering*. Mc Graw-Hill Professional.
- Green Building Council Indonesia. (2013). *Greenship untuk Bangunan Baru versi 1.2. Ringkasan Kriteria dan Tolok Ukur*.
- Liptak. (1974). *Environmental Engineer's Handbook: Water Pollution Volume 1 of Environmental Engineers' Handbook*. Chilton Book Company: Virginia.
- Peraturan Menteri Kesehatan. (2010). No. 492 tentang *Persyaratan Kualitas Air Minum*.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2009). No. 12 pasal 1: ayat 1 dan ayat 3 tentang *Pemanfaatan Air Hujan*.
- Radaideh, Jamal. (2009). Quality Assessment of Harvested Rainwater for Domesic Uses. *Jordan Journal of Earth And Environmental Sciences*. Vol 2 no. 1
- Raju, BSN. (1994). *Water Supply and Waste Water Engineering*. McGraw Hill: India.
- Sharpe William E dan Bryan Swistock. 2008. *Memanen Air Hujan (Rainwater Harvesting) sebagai Alternatif Sumber air*.
- United Nations Environment Programme. (2009). *Rainwater Harvesting: A Lifeline for Human Well Being. A report by Stockholm environment Institute*.
- United States Environmental Protection Agency. (1995). *Office of Water. Cleaner Water Through Conversation. Washington DC*.
- World Health Organization. (2011). *Guidelines for Drinking Water Quality Fourth Edition*. Gutenerg: Malta
- World Water Assessment Programme. (2003). *Water for People Water for Life. The United Nation World Water Development Report*.