

STUDI PENELITIAN

**PEMANENAN HUJAN: SUMBER AIR DOMESTIK
ALTERNATIF YANG MUDAH DAN MURAH**

Gatot Eko Susilo^{1*}, Eka Desmawati², dan Pradah Dwiatmanta²

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Bandar Lampung

²Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji – Sekampung, Bandar Lampung

*gatot89@yahoo.ca

Intisari

Di Indonesia, hujan merupakan potensi sumber air alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air domestik. Namun demikian, walaupun Indonesia adalah negara yang paling potensial untuk memanfaatkan air hujan, pemanenan air hujan belum begitu populer di Indonesia. Paper ini membahas mengenai aplikasi pemanenan air hujan dari segi definisi, desain instalasi, dan sosialisasinya. Pada studi ini yang dimaksud dengan pemanenan air hujan adalah pemanenan air hujan lewat atap yang bertujuan mengumpulkan, menampung dan menggunakan air hujan untuk keperluan domestik seperti sanitasi. Beberapa studi kasus penerapan pemanenan air hujan secara teknis telah dilakukan di berbagai tempat di Provinsi Lampung. Penelitian menunjukkan bahwa pemanenan air hujan adalah metode yang efektif untuk mengatasi kelangkaan air bersih di masa sekarang dan masa datang. Pemanenan hujan merupakan cara yang secara teknis mudah dilaksanakan dan relatif tidak memerlukan biaya investasi yang mahal. Penelitian juga menunjukkan bahwa sosialisasi pemanenan air hujan harus dimulai dari sekarang. Sekolah adalah media yang paling efektif untuk penyebarluasan pemahaman filosofi pemanenan air hujan kepada masyarakat terutama generasi muda.

Kata Kunci: Pemanenan hujan, air domestik, alternatif, mudah, murah

Latar Belakang

Kebutuhan air domestik di setiap negara akan terus mengalami kenaikan dari tahun ke tahun seiring dengan penambahan penduduk. Sementara itu di sisi lain kemampuan sumber-sumber air semakin menurun secara kualitas maupun kuantitas karena degradasi lingkungan. Pada tahun 2011 PBB melaporkan bahwa pada tahun 2050 kebutuhan pangan dunia akan naik sebesar 70%. Hal ini akan memicu kenaikan kebutuhan air untuk pertanian sebesar 19%. Pada saat ini kebutuhan air untuk pertanian adalah 70% dari total kebutuhan air. Dunia perlu melakukan perubahan radikal dalam mengelola sumber daya air untuk memenuhi kebutuhan air di masa depan.

Untuk menghadapi ancaman krisis air di masa kini dan masa depan setiap negara memiliki cara yang berbeda di wilayahnya. Di negara-negara dengan angin

bertiup yang kuat dan terus menerus, kincir angin digunakan sebagai penggerak mekanis untuk mengangkat air dari dataran rendah atau menghasilkan listrik yang dapat digunakan untuk penggerak mesin pompa air. Sementara itu, di negara-negara Arab yang kaya, distilasi air laut untuk mendapatkan air tawar dilakukan dalam skala besar untuk mensuplai kebutuhan air domestik. Di Amerika, Cina, dan Afrika, bendungan besar telah dibangun untuk menampung air sungai dan air hujan sebagai cadangan air di musim kemarau.

Di Indonesia, hujan merupakan potensi sumber air alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air domestik. Dengan curah hujan yang tinggi setiap tahunnya (2000 – 3000 mm), Indonesia adalah negara yang paling potensial memanfaatkan air hujan. Namun demikian pemanfaatan air hujan belum begitu populer di Indonesia. Di sisi lain, beberapa negara di Asia selatan seperti India, Pakistan, Sri Lanka dan Bangladesh telah mengembangkan metode penanganan krisis air dengan memanen air hujan. Secara historis, pemanenan air hujan telah dilakukan di negara-negara ini sejak zaman kuno dan masih digunakan sampai sekarang. Teknik yang telah digunakan selama ratusan tahun di India adalah membangun sistem pemanenan air hujan dari atas atap rumah. Ini adalah teknologi sederhana yang telah tersebar di seluruh dunia, terutama ke negara-negara seperti Brasil dan China.

Memanen air hujan untuk memenuhi kebutuhan air domestic dapat dilakukan dengan cara yang mudah dan murah. Air hujan yang jatuh dikumpulkan di atas atap rumah, dikumpulkan di talang dan dikirim ke tampungan (reservoir) melalui pipa pengirim. Air yang terkumpul di reservoir selanjutnya dapat digunakan sebagai air domestic non konsumsi. Paper ini akan membahas mengenai aplikasi pemanenan air hujan dari segi definisi, desain instalasi, dan sosialisasinya.

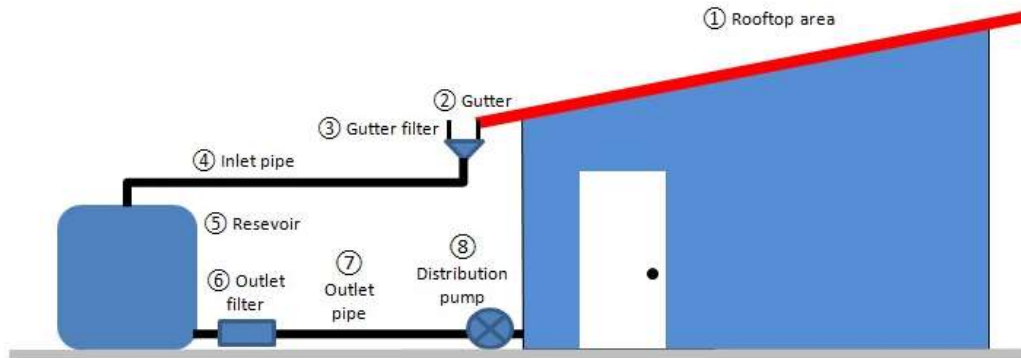
Methodologi

a. Pemanenan air hujan

Rain water harvesting atau pemanenan air hujan adalah teknik yang mengumpulkan dan menampung air hujan ke suatu tangki atau waduk alami, atau peresapan air permukaan ke akuifer di bawah permukaan (sebelum menjadi limpasan permukaan). Pada studi ini yang dimaksud dengan pemanenan air hujan (PAH) adalah pemanenan air hujan lewat atap yang bertujuan mengumpulkan, menampung dan menggunakan air hujan untuk keperluan domestic seperti sanitasi. Secara teknis, instalasi pemanenan air hujan dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Secara detail komponen-komponen instalasi pemanenan air hujan adalah:

1. Atap sebagai daerah tangkapan hujan
2. Talang air untuk mengumpulkan air hujan dari atap
3. Penyaring di talang air
4. Pipa inlet untuk mengirim air ke tangki
5. Tangki reservoir
6. Outlet filter untuk menyaring air yang keluar dari pipa

7. Pipa outlet untuk mengirim air ke rumah
8. Pompa air untuk mengambil air dari tangki



Gambar 1. Instalasi pemanenan air hujan. Dimensi dan ukuran masing-masing komponen disesuaikan berdasarkan inflow dan outflow yang masuk ke reservoir

b. Kapasitas daya dukung pemanenan air hujan

Sebelum pemanenan hujan dilakukan, terlebih dahulu harus direncanakan dimensi reservoir yang ideal yang akan menghasilkan kapasitas daya dukung pemanenan hujan yang paling efektif. Kapasitas daya dukung pemanenan air hujan adalah jumlah hari yang air domestiknya dapat disuplai oleh air hujan yang dikumpulkan. Sebagai contoh: suatu rumah mempunyai kapasitas daya dukung pemanenan air hujan sebesar 60%. Artinya dalam satu tahun terdapat $365 * 0,6$ atau 219 hari yang air domestiknya dapat digantikan atau disuplai oleh air hujan. Untuk memprediksi daya dukung pemanenan air hujan dalam penelitian ini, simulasi menggunakan filosofi keseimbangan air telah dilakukan dengan melibatkan variabel curah hujan, kebutuhan air, dan dimensi reservoir (Khastagir and Jayasuriya, 2010; Kahinda et al., 2010). Rumus dasar dalam simulasi adalah sebagai berikut (Susilo et al., 2011; Susilo, 2015):

$$S_t = S_{t-1} + I_t - O_t \quad (1)$$

di mana

$$0 < S_t < S_{max} \quad (2)$$

Notasi-notasi di atas didefinisikan sebagai:

S_t = volume air di reservoir untuk hari t (m^3)

S_{t-1} = volume air di reservoir untuk hari $t - 1$ (m^3)

I_t = total inflow untuk hari t (m^3)

O_t = total outflow untuk hari (m^3)

S_{max} = maximum storage capacity (m^3)

Maximum storage capacity (S_{max}) pada dasarnya adalah dimensi dari reservoir. Nilai S_{max} adalah konstan dan tidak berubah selama simulasi berlangsung. S_{t-1} pada awal simulasi diasumsikan = 0, artinya volume air dalam reservoir adalah 0. Apabila nilai S_t melebihi nilai S_{max} , maka volume air dalam reservoir = S_{max} dan

kelebihan airnya dianggap melimpas keluar dari reservoir. Pada saat tersebut, volume air di reservoir adalah:

$$S_t = S_{max} \quad (3)$$

Adapun total inflow pada hari t dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$I_t = c.R_t.A.1000 \quad (4)$$

di mana:

c = koefisien aliran atap yang diasumsikan sebesar 0.8 – 1.0 (Fewkes, 1999)

R_t = jumlah hujan pada hari t (mm)

A = luas daerah atap (m^2).

Total outflow pada hari t (O_t) adalah fungsi dari jumlah penghuni rumah dan kebutuhan air perkapita perhari. Total outflow pada hari t (O_t) dihitung dengan rumus:

$$O_t = nD \quad (5)$$

c. Data

Data pokok yang diperlukan untuk mendesain sebuah instalasi pemanenan air hujan adalah data curah hujan harian dari stasiun pencatat hujan yang terdekat dengan lokasi. Data yang diperlukan tidak perlu terlalu panjang (1 sampai 5 tahun) tetapi merupakan data yang lengkap karena perhitungan simulasi operasi pemanenan air hujan dilakukan dalam jangka waktu harian.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

a. Studi kasus

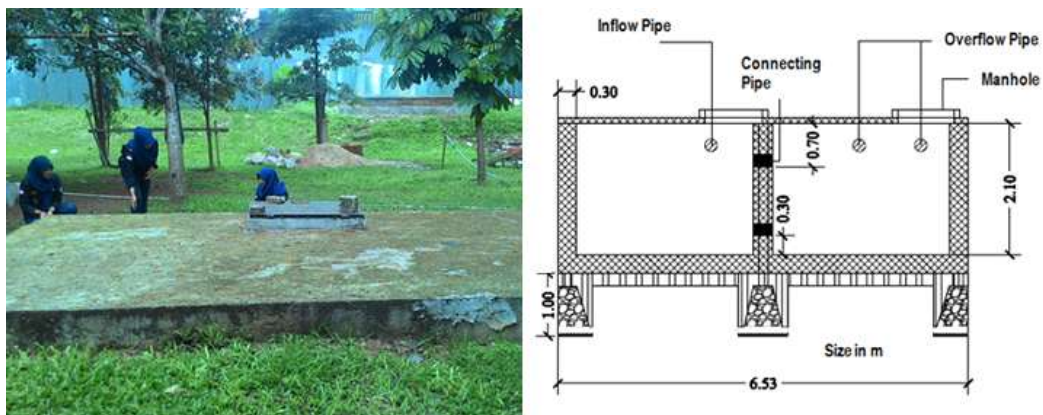
Beberapa studi kasus penerapan pemanenan air hujan secara teknis telah dilakukan di berbagai tempat di Provinsi Lampung. Salah satu contoh penerapan pemanenan air hujan untuk skala rumahtangga telah dilakukan di sebuah rumah di Dusun II Sindangsari, Desa Natar, Kabupaten Lampung Selatan (Susilo, 2015). Kapasitas reservoir yang dipakai pada instalasi pemanenan air hujan di lokasi tersebut adalah $1,2 m^3$. Total outflow berdasarkan hasil perhitungan adalah $0,45 m^3/hari$, dan luasan atap penangkap hujan adalah $70 m^2$. Data hujan yang dipakai adalah data hujan harian dari stasiun klimatologi Lapangan Udara Radin Inten II dengan panjang data dari tahun 2013 sampai dengan 2016. Tahun 2014 dan tahun 2015 mewakili tahun kering dengan curah hujan tahunan kurang dari 2000 mm, sementara tahun 2013 dan tahun 2016 mewakili tahun basah dengan curah hujan tahunan lebih dari 2000 mm. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kapasitas daya dukung pemanenan air hujan pada tahun basah adalah sekitar 42% dan sekitar 35% pada tahun kering. Sebuah riset lanjutan yang diadakan pada lokasi yang sama (Susilo, 2018) menunjukkan bahwa dimensi reservoir yang paling sesuai untuk rumahtangga dengan ukuran standar adalah $2 m^3$. Apabila kapasitas reservoir yang dipakai dinaikkan menjadi $2 m^3$ maka kapasitas daya dukung

pemanenan air hujannya akan meningkat menjadi 52% dan 42% untuk tahun basah dan tahun kering.



Gambar 2. Fasilitas pemanenan air hujan skala rumahtangga di Lampung Selatan

Contoh penerapan pemanenan air hujan di daerah perkantoran dan pendidikan telah pula dilaksanakan di Gedung E Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung (Susilo et al., 2017). Penerapan pemanenan air hujan di daerah ini difokuskan kepada pemenuhan kebutuhan air sanitasi (MCK) bagi seluruh civitas akademika di kampus yang bersangkutan. Fasilitas pemanenan air hujan yang dibangun didesain untuk memenuhi kebutuhan sanitasi sebanyak 578 orang pada hari Senin sampai Jumat. Sedangkan untuk hari Sabtu orang yang dilayani berjumlah 173 orang dan pada hari Minggu dianggap tidak ada pelayanan karena tidak ada kegiatan akademis di lokasi yang bersangkutan. Reservoir dibangun sebagai *ground tank* dengan kapasitas maksimum 32 m^3 . Luasan atap daerah tangkapan hujan adalah 164 m^2 . Data hujan yang dipakai dalam simulasi untuk menghitung daya dukung pemanenan air hujan adalah data hujan harian dari stasiun R064 Bandar Lampung tahun 2012. Stasiun hujan hujan yang bersangkutan berada di bawah pengelolaan Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung. Adapun tahun 2012 mewakili tahun normal dengan curah hujan dengan kisaran 2000 mm pertahun.



Gambar 3. Fasilitas pemanenan air hujan di Gedung E Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung

Hasil simulasi pemanenan air hujan menunjukkan bahwa kapasitas daya dukung pemanenan air hujan dapat mencapai 62% pada tahun normal. Kapasitas daya dukung pemanenan air hujan pada lokasi ini dapat bergerak naik menjadi sekitar 75% di tahun basah dan turun menjadi sekitar 50% di tahun kering. Pada kejadian El Nino kuat, kapasitas daya dukung pemanenan air hujan pada lokasi ini dapat berkurang menjadi hanya 35% saja.

Simulasi untuk mencari kapasitas daya dukung pemanenan air hujan yang paling efektif telah dilakukan di berbagai tempat di Provinsi Lampung (Susilo and Prayogo, 2018). Secara umum instalasi pemanenan air hujan yang disimulasikan mempunyai kapasitas daya dukung pemanenan air hujan sekitar 60% di tahun normal dan 40% di tahun kering. Penelitian juga menunjukkan bahwa kapasitas daya dukung pemanenan air hujan sangat tergantung dari curah hujan yang jatuh dan dimensi reservoir. Selain pemenuhan air domestic, pemanenan air hujan bermanfaat untuk menjaga kelestarian air tanah dan menghemat penggunaan listrik untuk memompa air dari sumur dalam.

Beberapa lokasi penerapan pemanenan air hujan telah pula direncanakan untuk dilaksanakan pada tahun ini. Lokasi-lokasi perencanaan tersebut adalah:

1. Pembangunan fasilitas pemanenan air hujan untuk suplai air sanitasi di kantor operasi dan pemeliharaan Balai Besar Mesuji Sekampung di Garuntang Bandar Lampung.
2. Pembangunan fasilitas pemanenan air hujan untuk suplai air wudlu dan kelestarian airtanah di SMAN 5 Bandar Lampung.
3. Pembangunan fasilitas pemanenan air hujan untuk suplai air wudlu di Masjid Gudang Lelang, Teluk Betung, Bandar Lampung.

b. Sosialisasi gerakan pemanenan air hujan

Sosialisasi gerakan pemanenan air hujan di masyarakat merupakan bagian penting dalam usaha radikal untuk mengelola sumber daya air dalam rangka memenuhi kebutuhan air di masa depan. Pekerjaan sosialisasi tidaklah mudah dilakukan karena:

1. Pemanenan air hujan belum dianggap penting oleh pemerintah sehingga program pemanenan air hujan tidak/belum pernah dilaksanakan.
2. Masyarakat tidak mengetahui manfaat langsung pemanenan air hujan.
3. Masyarakat dan pemerintah tidak mempunyai *sense of crisis* air bersih di masa datang karena ketidaktahuan dan ketidakpedulian.

Sosialisasi pemanenan air hujan dapat dilakukan secara massif di lingkungan sekolah. Sosialisasi yang paling efektif adalah sosialisasi dari usia dini sehingga informasi mengenai pentingnya pemanenan air hujan dapat diserap dengan baik oleh masyarakat dari waktu ke waktu. Sosialisasi yang cepat dan tidak memerlukan biaya besar adalah dengan menyisipkan topik pemanenan air hujan pada mata pelajaran ilmu pengetahuan alam atau geografi. Untuk melakukan hal ini, koordinasi antara dinas terkait dengan dinas pendidikan dan kebudayaan perlu dilaksanakan terlebih dahulu. Selanjutnya sosialisasi topik pemanenan air hujan untuk para guru ilmu pengetahuan alam di tingkat SD, SMP, maupun SMA harus

dilaksanakan untuk memberikan pedoman dan pelatihan bagi para guru yang akan menyebarkannya ke sekolah-sekolah.

Gerakan pemanenan air hujan harus dilakukan dari sekarang sehingga ideologi pemanfaatan air hujan menyebar di masyarakat terutama pada anak-anak atau generasi muda. Ketika krisis air datang kita dapat beradaptasi dengan baik karena generasi kita siap dan mampu membentuk suatu ketahanan sumberdaya air. Dengan sosialisasi yang baik, penguasaan ilmu pemanenan air hujan baik dari segi, filosofi, desain, pembuatan, operasi, dan pemeliharaan fasilitas pemanenan pemanenan air hujan dapat terserap dengan baik di masyarakat terutama generasi muda. Apabila kita masih menganggap pemanenan air hujan suatu hal yang belum/tidak penting maka bencana kesulitan air bersih di masa datang akan semakin menakutkan dan terasa mengancam. Sebaliknya apabila kita memahami filosofi pemanenan air hujan sejak dini maka kita akan selalu berfikir optimis bahwa sumber air bersih kita tidak akan habis. Musim hujan akan datang setiap tahun dan sumber air bersih akan tetap ada walaupun dalam jumlah yang berbeda pada setiap musimnya.

c. Harga instalasi pemanenan air hujan

Secara umum dapat dikatakan bahwa harga investasi pembangunan sebuah instalasi pemanenan air hujan akan bervariasi, tergantung dari besar kecilnya reservoir yang akan digunakan untuk menampung air hujan. Biaya pembangunan instalasi pemanenan air hujan untuk skala rumahtangga biasanya tidak terlalu mahal karena reservoir yang dibutuhkan tidak terlalu besar. Berikut adalah perkiraan harga dasar pembangunan sebuah instalasi pemanenan air hujan untuk skala rumahtangga untuk Provinsi Lampung:

a. Harga tangki reservoir ukuran 2 m ³	=	Rp.	3.000.000
b. Harga talang air sepanjang 20 m	=	Rp.	200.000
c. Harga pipa inlet PVC 1 batang Ø 4 inch	=	Rp.	150.000
d. Harga pipa outlet PVC 2 batang Ø 1 inch	=	Rp.	80.000
e. Harga filter air untuk talang	=	Rp.	50.000
f. Harga filter air reservoir	=	Rp.	350.000
g. Harga pompa distribusi	=	Rp.	550.000
h. Tukang dan lain-lain	=	Rp.	120.000
HARGA TOTAL	=	Rp.	4.500.000

Dengan harga investasi sebesar itu sebuah rumah tipe 45 dengan 5 anggota keluarga mempunyai kapasitas daya dukung pemanenan air hujan sekitar 30%. Artinya dalam satu tahun terdapat $365 * 0,3$ atau 110 hari yang air domestiknya dapat digantikan atau disuplai oleh air hujan. Selama 110 hari itu pulalah keluarga tersebut dapat menghemat biaya listrik untuk memompa air tanah dari sumur dalam.

Kesimpulan dan Saran

1. Penelitian menunjukkan bahwa pemanenan air hujan adalah metode yang potensial untuk mengatasi kelangkaan air bersih di masa sekarang dan masa datang. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemanenan air hujan dapat menggantikan pemakaian air tanah sebesar 30% sampai 50% setiap tahunnya.
2. Pemanenan hujan merupakan cara yang secara teknis mudah dilaksanakan dan tidak memerlukan biaya investasi yang relatif mahal. Sistem pemanenan air hujan untuk rumah tangga hanya memerlukan biaya investasi kurang dari 5 juta rupiah.
3. Sosialisasi pemanenan air hujan harus dimulai dari sekarang. Sekolah adalah media yang paling efektif untuk penyebarluasan pemahaman filosofi pemanenan air hujan kepada masyarakat terutama generasi muda.
4. Air hujan adalah *renewable natural resources*. Musim hujan datang setiap tahun dengan curah hujan yang bervariasi (2000 sampai 3000 mm). Artinya sumber air bersih untuk kita akan terus ada asalkan kita tahu cara memanfaatkannya.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang dalam kepada pihak Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung yang telah memberikan bantuan dalam penyelesaian paper ini terutama bantuan dalam penyediaan data hidrologi.

Daftar Pustaka

- Fewkes, A., 1999. The use of rainwater for WC flushing: the field testing of a collection system. *Building and Environment*, 34(6), 765–772.
- Kahinda, J.M., Taigbenu, A.E. and Boroto, R.J., 2010. Domestic rainwater harvesting as an adaptation measure to climate change in South Africa. *Physics and Chemistry of the Earth*, 32(15-18), 1050–1057.
- Khastagir, A. and Jayasuriya, N, 2010. Optimal sizing of rain water tanks for domestic water conservation. *Journal of Hydrology*, 381(3–4), 181–188
- Susilo, G.E., Yamamoto, K. and Imai, T. 2011. The Identification of Rainwater Harvesting Potency in Supporting Freshwater Availability under the Effect of El Nino. *Proceeding IWA – ASPIRE International Conference*, October 2011, Tokyo – Japan.
- Susilo, G.E., 2015. Experience in rainwater harvesting application at household scale in Bandar Lampung, Indonesia. *Proceeding of The 1st Young Scientist International Conference of Water Resources Development and Environmental Protection*, Malang, Indonesia, 5-7 June 2015

- Susilo, G.E., Efendi, R., Desmawati, E., and Nalaralagi A., 2017. Promoting rainwater harvesting as an alternative of freshwater source for public sanitation. *Journal of Asian Institute of Low Carbon Design* (2017), pp. 201–207.
- Susilo, G.E., 2018. The analysis of rainwater harvesting supporting capacity for dwelling areas in Indonesia. Submitted for *Journal of Experimental Research*.
- Susilo, G.E. and Prayogo, T.B., 2018. Rainwater harvesting as an alternative source of domestic water in Lampung province – Indonesia. Submitted for *Jurnal Tata Loka UNDIP*.
- Villarreal, E.L. and Andrew Dixon, A. 2005. Analysis of a rainwater collection system for domestic water supply in Ringdansen, Norrkoping, Sweden. *Building and Environment*, 40 pp. 1174–1184.