

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Air Hujan**

Presipitasi atau hujan adalah merupakan uap air yang terkondensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dengan segala bentuknya dalam rangkaian siklus hidrologi. Jika air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan (*rainfall*) dan jika berupa padat disebut salju (*snow*). Syarat terjadinya hujan yaitu Tersedia udara lembab dan sarana sehingga terjadi kondensasi (Achmad, 2011).

Air hujan merupakan salah satu sumber daya alam yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya dibiarkan mengalir ke saluran-saluran drainase menuju ke sungai-sungai yang akhirnya mengalir ke laut. Padahal jika mampu diolah dan dikelola dengan baik, air hujan tersebut akan memiliki banyak manfaat bagi keberlangsungan hidup manusia, terutama untuk keberlangsungan penyediaan air bersih di masyarakat. Air hujan sendiri dapat digunakan untuk memenuhi berbagai keperluan manusia antara lain untuk mandi, mencuci bahkan untuk air minum (Latif, 2012).

#### **2.2 Spektrum Curah Hujan**

Siklus hidrologi air hujan yang jatuh ke bumi akan bergerak secara kontinu melalui tiga cara berbeda. Setiap terjadinya hujan, intensitas yang terjadi tidak selalu sama (konstan) karena dipengaruhi oleh faktor penguapan, kelembaban dan tekanan udara, angin dan sebagainya (Susana, 2012).

Hujan yang terjadi memiliki distribusi intensitas curah hujan yang berbeda-beda. Distribusi intensitas curah hujan ini dapat digolongkan menjadi kelompok tertentu yang biasanya disebut dengan spektrum curah hujan. Penggolongan spektrum curah hujan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

- a. Hujan kecil dengan intensitas sebesar 75% (0-20 mm)
- b. Hujan besar dengan intensitas sebesar 20% (21-51 mm)
- c. Hujan sangat besar (ekstrim) dengan intensitas sebesar 5% (>50mm)

Dari sebaran hujan ini tidak semuanya air hujan yang jatuh dibiarkan begitu saja mengalir ke sungai atau laut, sebenarnya dapat dilakukan beberapa manajemen praktis berdasarkan hujan yang terjadi (Susana, 2012).

### **2.3 Pemanenan air hujan (*Rain Water Harvesting*)**

Pemanenan air hujan (*Rain Water Harvesting*) merupakan metode atau teknologi yang digunakan untuk mengumpulkan air hujan yang berasal dari atap bangunan, permukaan tanah, jalan atau perbukitan batu dan dimanfaatkan sebagai salah satu sumber suplai air bersih (UNEP, 2001; Abdulla et al., 2009). Air hujan merupakan sumber air yang sangat penting terutama di daerah yang tidak terdapat sistem penyediaan air bersih, kualitas air permukaan yang rendah serta tidak tersedia air tanah (Abdulla et al., 2009).

Berdasarkan UNEP (2001), beberapa keuntungan penggunaan air hujan sebagai salah satu alternatif sumber air bersih adalah sebagai berikut :

- a. Meminimalisasi dampak lingkungan: penggunaan instrumen yang sudah ada (atap rumah, tempat parkir, taman, dan lain-lain) dapat menghemat pengadaan instrumen baru dan meminimalisasi dampak lingkungan. Selain itu meresapkan kelebihan air hujan ke tanah dapat mengurangi volume banjir di jalan-jalan di perkotaan setelah banjir;
- b. Lebih bersih: air hujan yang dikumpulkan relatif lebih bersih dan kualitasnya memenuhi persyaratan sebagai air baku air bersih dengan atau tanpa pengolahan lebih lanjut;
- c. Kondisi darurat: air hujan sebagai cadangan air bersih sangat penting penggunaannya pada saat darurat atau terdapat gangguan sistem penyediaan air bersih, terutama pada saat terjadi bencana alam. Selain itu air hujan bisa diperoleh di lokasi tanpa membutuhkan sistem penyaluran air;
- d. Sebagai cadangan air bersih: pemanenan air hujan dapat mengurangi ketergantungan pada sistem penyediaan air bersih;
- e. Sebagai salah satu upaya konservasi; dan
- f. Pemanenan air hujan merupakan teknologi yang mudah dan fleksibel dan dapat dibangun sesuai dengan kebutuhan. Pembangunan, operasional dan perawatan tidak membutuhkan tenaga kerja dengan keahlian tertentu.

## 2.4 Kuantitas Pemanenan Air Hujan

Untuk menentukan ukuran air hujan yang dibutuhkan, ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan antara lain volume air yang dibutuhkan per hari, ukuran tangkapan air hujan, tinggi rendahnya curah hujan, kegunaan air hujan sebagai alternatif air bersih, dan tempat yang tersedia. Untuk mengetahui kebutuhan air secara total, harus ditentukan kuantitas air yang diperlukan untuk keperluan *outdoor* seperti: irigasi, *reservoir* (liter/hari) dan indoor seperti: mandi, cuci, toilet, kebocoran (liter/hari).

Jika volume air yang dibutuhkan sudah ditentukan, maka volume air hujan yang dapat ditangkap akan menentukan ukuran sistem PAH yang dibutuhkan. Cara sederhana yang dapat digunakan untuk menghitung volume air hujan yang dibutuhkan adalah menggunakan curah hujan tahunan dikalikan dengan luasan tangkapan air hujan, dengan rumus dibawah ini :

*Tinggi curah hujan tahunan (mm) x Luas tangkapan hujan (m<sup>2</sup>) = Total air hujan yang ditangkap (m<sup>3</sup>)*

Effisiensi air hujan yang ditangkap ditentukan oleh koefisien tangkapan air hujan, dimana koefisien ini merupakan presentase air hujan yang ditangkap dari sistem PAH yang memperhitungkan kehilangan air. Koefisien ini bergantung dari desain sistem PAH dan pemanfaatan air hujan untuk memenuhi kebutuhan air. Untuk kebutuhan *indoor* koefisien efisiensi sebesar 75-90%, sedangkan untuk kebutuhan *outdoor* sebesar 50% (UNEP, 2001).

## 2.5 Kualitas Air Hujan

Kualitas air hujan umumnya sangat tinggi (UNEP, 2001). Air hujan hampir tidak mengandung kontaminan, oleh karena itu air tersebut sangat bersih dan bebas kandungan mikroorganisme. Namun, ketika air hujan tersebut kontak dengan permukaan tangkapan air hujan (*catchment*), tempat pengaliran air hujan (*conveyance*) dan tangki penampung air hujan, maka air tersebut akan membawa kontaminan baik fisik, kimia maupun mikrobiologi.

Beberapa literatur menunjukkan simpulan yang berbeda mengenai kualitas PAH dari atap rumah. Kualitas PAH sangat bergantung pada karakteristik wilayah PAH seperti topografi, kondisi cuaca, tipe wilayah tangkapan air hujan, tingkat

pencemaran udara, tipe tangki penampungan dan pengelolaan air hujan (Kahinda et al., 2007). Menurut Horn dan Helmreich (2009), di daerah pinggiran kota atau di pedesaan, umumnya air hujan yang ditampung sangat bersih, tetapi di daerah perkotaan dimana banyak terdapat area industri dan padatnya arus transportasi, kualitas air hujan sangat terpengaruh sehingga mengandung logam berat dan bahan organik dari emisi gas buang. Selain industri dan transportasi, permukaan bahan penangkap air hujan juga mempengaruhi kualitas airnya.

Dengan pemahaman bagaimana proses kontaminasi air hujan terjadi, dan bagaimana kontaminan terbawa oleh air hujan, maka pengelolaan air hujan yang memenuhi syarat akan menghasilkan air bersih yang berkualitas (UNEP, 2001). Di bawah ini beberapa cara sederhana dalam mengolah air hujan menjadi air bersih:

- a. permukaan tangkapan air hujan dan *interior* tangki penampungan air hujan harus dibersihkan secara berkala (Sazaki et al., 2007);
- b. memasang saringan (screen) sebelum masuk ke pipa tangki penampungan air hujan;
- c. membuang beberapa liter air hujan pada beberapa menit pertama ketika hujan tiba dengan menggunakan pipa khusus pembuangan (Horn dan Helmreich, 2009; Kahinda et al., 2007);
- d. desinfeksi (*chlorination*) merupakan cara yang umum digunakan dalam mengurangi kontaminan mikroorganisme. Dosis klorinasi yang digunakan sebaiknya berkisar 0.4–0.5 mg/lit berupa *free chlorine* dalam bentuk tablet atau gas (Horn dan Helmreich, 2009);
- e. penyaringan air hujan dengan menggunakan saringan pasir lambat (*slow sand filter*) (Li et al., 2010);
- f. pasteurisasi merupakan metode pengolahan dengan menggunakan sinar *ultraviolet* dan panas dari sinar matahari. Metode sangat efektif jika suhu pemanasan mencapai 50°C dan air mengandung konsentrasi oksigen yang cukup (Horn dan Helmreich, 2009).

## 2.6 Pemanenan Air Hujan Skala Industri

Pemanenan air hujan pada skala besar atau komersial mulai menjadi semakin penting di Inggris dan pemerintah telah memasukkan undang-undang yang baru dibangun sekarang harus mempertimbangkan bagaimana mereka menangani air 'run-off' juga secara aktif mendorong pemasangan tangki air bawah tanah.

Teknologi untuk pemanenan air hujan komersial dan industri yang besar sama untuk instalasi yang lebih kecil, hanya ukuran dan skala yang berbeda.

Pemanenan air hujan di Inggris :

- a. Salah satu bangunan paling ikonik dan kontroversial di London, *Millennium Dome*, menggunakan sistem pengumpulan air untuk menangkap air hujan dari strukturnya yang melengkung. Dengan luas permukaan 90.000 m<sup>2</sup>, air dikumpulkan melalui selokan dan melewati serangkaian gerbong ke sistem penyimpanan utama.
- b. Museum London juga menganut gagasan pemanenan air hujan skala besar dengan atap 850 m<sup>2</sup> dan tangki penyimpanan 25.000 liter. Mereka juga telah menggunakan teknologi tinggi, menghubungkan kinerja instalasi dengan sistem manajemen gedung mereka sendiri. Air dipasok ke toilet di *bar* dan *teater* dan digunakan untuk mengairi atap hijau mereka.
- c. Olimpiade di London menggunakan sistem pemanenan air hujan saat *Velodrome* digunakan untuk memasok toilet dan kebun. Setengah atap seluas 13.000 m<sup>2</sup> digunakan untuk pengumpulan air dan mengurangi penggunaan air utama sebesar 40%.
- d. Di *Dealer* Honda di Manchester, sebuah tangki berkapasitas 30.000 liter dipasang dengan area tangkapan air dari 1.500 m<sup>2</sup> yang menyediakan pasokan air sekitar 85.000 liter per tahun dan menghemat hampir 1.700 poundsterling dalam jumlah listrik yang rendah.
- e. Kantor Pusat Tembakau Kekaisaran di Bristol menggunakan atap seluas 2.700 m<sup>2</sup> untuk memasok tangki 32.000 liter yang digunakan untuk memasok toilet, dengan perkiraan penghematan lebih dari satu juta liter per tahun.
- f. Di Rochdale, area distribusi yang luas telah sampai pada pemanenan air hujan secara besar-besaran, menghemat 23 juta liter per tahun. Tiga sistem yang

tersebar di lokasi dipasang, menghasilkan laba atas investasi hanya dalam satu tahun.

Manfaat bagi industri skema pemanenan air hujan komersial yang baik sangat banyak dan jangkauannya jauh. Industri kami menggunakan sejumlah besar air untuk prosesnya dan pemasangan sistem yang efisien dapat membantu mengurangi ketergantungan mereka pada pasokan listrik antara 40 dan 50%.

Pemanenan air hujan sekarang masuk akal secara finansial karena perusahaan dapat mengunci Skema Penyisihan Modal Disempurnakan yang menyediakan dana untuk teknologi hemat air. Sebagian besar tempat industri dan komersial memiliki sejumlah besar ruang atap yang mudah dikonversi untuk memperbaiki pemanenan air hujan.

Dalam 20 tahun terakhir, tagihan air rata-rata untuk tempat industri telah meningkat hampir 40% yang berarti penghematan yang signifikan dapat dibuat, sekarang dan di masa depan. Untuk pemanenan air hujan komersial, situs yang lebih besar cenderung menikmati pengembalian investasi yang lebih cepat yang membuatnya bermanfaat bagi industri dan pengembangan komersial yang substansial.

## **2.7 Komponen Sistem Pemanenan Air Hujan**

Area penangkapan air hujan (*collection area*) merupakan tempat penangkapan air hujan dan bahan yang digunakan dalam konstruksi permukaan tempat penangkapan air hujan mempengaruhi efisiensi pengumpulan dan kualitas air hujan. Bahan - bahan yang digunakan untuk permukaan tangkapan hujan harus tidak beracun dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas air hujan (UNEP, 2001). Umumnya bahan yang digunakan adalah bahan anti karat seperti alumunium, besi galvanis, beton, fiberglass shingles, dll. Gambar 3.1 menunjukkan skema ilustrasi sistem PAH dengan menggunakan atap dan permukaan tanah.



**Gambar 3.1.** Sistem PAH untuk Bangunan Komersil dan Industri.

(Sumber : Stormsaver, 2016)

Sistem pengaliran air hujan (*conveyance system*) biasanya terdiri dari saluran pengumpul atau pipa yang mengalirkan air hujan yang turun di atap ke tangki penyimpanan (*cistern or tanks*). Saluran pengumpul atau pipa mempunyai ukuran, kemiringan dan dipasang sedemikian rupa agar kuantitas air hujan dapat tertampung semaksimal mungkin. Ukuran saluran penampung bergantung pada luas area tangkapan hujan, biasanya diameter saluran penampung berukuran 20-50 cm. Filter dibutuhkan untuk menyaring sampah (daun, plastik, ranting, dll) yang ikut bersama air hujan dalam saluran penampung sehingga kualitas air hujan terjaga. Dalam kondisi tertentu, filter harus bisa dilepas dengan mudah dan dibersihkan dari sampah. Tangki (*Cistern or tank*) alami (kolam atau dam) dan tangki buatan merupakan tempat untuk menyimpan air hujan. Tangki penyimpanan air hujan dapat berupa tangki di atas tanah atau di bawah tanah (*ground tank*). *First flush device*: apabila kualitas air hujan merupakan prioritas, saluran pembuang air hujan yang tertampung pada menit-menit awal harus dibuang. Tujuan fasilitas ini adalah untuk meminimalkan polutan yang ikut bersama air hujan. (Abdulla et al., 2009).

## 2.8 Pemilihan Opsi Tangki Penyimpanan

Pemilihan tangki tertentu bergantung pada parameter berikut (NETWAS, 2008) :

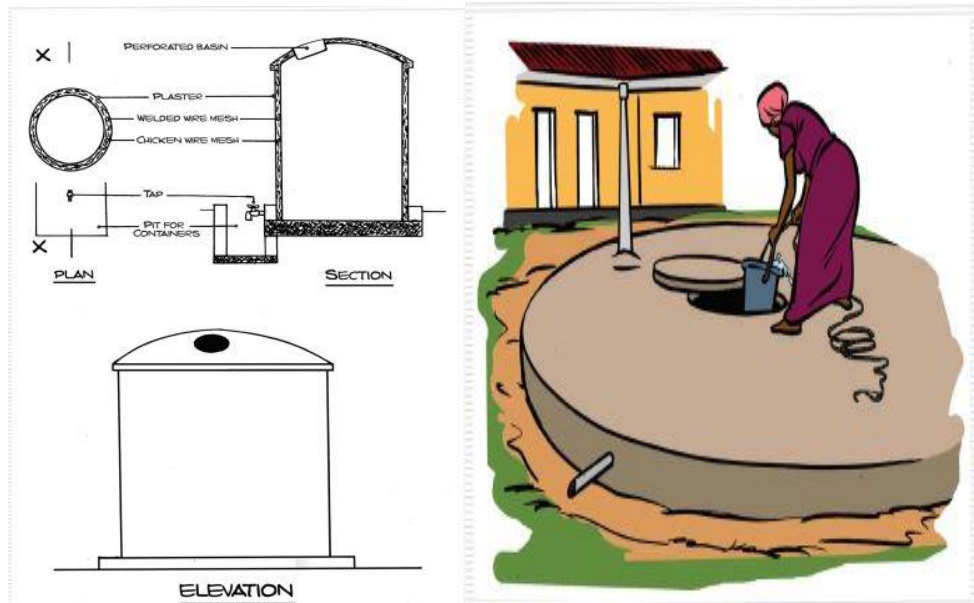
- 1) Biaya
- 2) Kapasitas Tangki
- 3) Tujuan penggunaan tangki
- 4) Lokasi bisa di atas tanah atau bawah tanah
- 5) Ketersediaan bahan untuk konstruksi tangki
- 6) Tersedianya teknologi dan tenaga ahli
- 7) Desain tangki
- 8) ukuran tangkapan air
- 9) Jenis/daya dukung tanah

Berikut ini adalah jenis tangki yang biasa digunakan pada sistem Pemanenan air hujan:

### a. *Ferro* Semen/Beton

*Ferro*-semen pada dasarnya merupakan perpanjangan dari teknologi semen beton bertulang konvensional (RCC). Namun, ada kelebihan yang membuat *ferro*-cement menjadi pilihan yang lebih disukai. Dibandingkan dengan struktur beton semen lainnya, yang terbuat dari besi *ferro* adalah ringan, tangguh, tahan lama, tahan retakan dan dapat dibuat menjadi bentuk yang hampir sama. Ini adalah konstruksi teknologi rendah karena tidak memerlukan tenaga kerja terampil dan metode konstruksi yang rumit, peralatan canggih atau berat atau manufaktur di pabrik, namun kinerja konstruksi yang baik dapat dicapai. Ini lebih murah daripada konstruksi beton atau batu lainnya dan dapat dengan mudah diperbaiki.





**Gambar 3.2.** Jenis Tangki PAH dari Beton

(Sumber : *Rainwater Harvesting handbook*, 2014)

b. Tangki *Fiberglass*

Tangki *fiberglass* ringan, cukup murah, dan tahan lama. Daya tahan tangki *fiberglass* telah diuji secara menyeluruh dan terbukti bertahan selama bertahun-tahun dan dapat dengan mudah diperbaiki. *Fitting* pada tangki *fiberglass* adalah bagian integral dari tangki, menghilangkan satu masalah potensial yang umum akan menyebabkan alat kelengkapan bocor.



**Gambar 3.3** Jenis Tangki PAH dari *Fiberglass*  
(Sumber : *Rainwater Harvesting handbook*, 2014)

c. Tangki Air Hujan *Stainless Steel*

Tangki ini digunakan di atas tanah. Alat kelengkapan kuningan dan perunggu tidak boleh dihubungkan langsung ke tangki karena akan menyebabkan korosi. Selain itu, perawatan harus dilakukan saat membersihkan tangki ini. Tangki memiliki ketentuan berulir untuk koneksi pipa dan pemasangan yang disesuaikan untuk pemasangan yang mudah. Kapasitas tangki bervariasi dari 250 sampai 7.000 liter dengan pilihan untuk berdiri atau horizontal.



**Gambar 3.4** Jenis Tangki PAH dari *Stainless Steel*

(Sumber : *Rainwater Harvesting handbook, 2014*)