

## **BAB II**

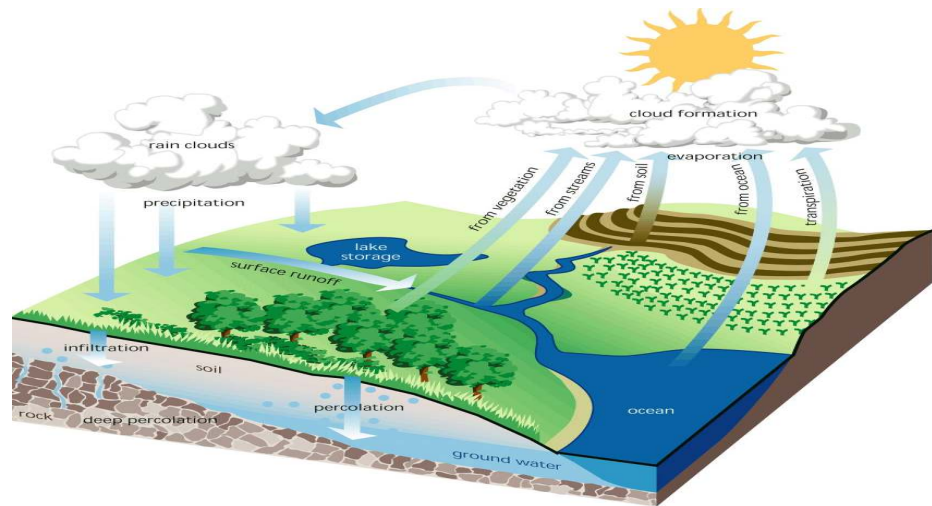
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Hujan**

Hujan ialah salah satu proses yang terjadi dalam siklus hidrologi dan sangat dipengaruhi oleh iklim. Hujan sangat penting dalam kehidupan karena hujan sangat di butuhkan oleh makhluk hidup. Hujan menjadi sangat baik dalam beberapa permasalahan daerah yang kekurangan air tanah atau belum adanya sistem penyediaan air bersih. (Latif,2012) Hal ini terdapat dalam Al-Qur'an Surah Al-Furqan 25 : 48-49 dalam arti :

*“...Kami turunkan hujan yang bersih dari langit. Dengan air hujan itu kami suburkan tanah-tanah yang tadinya tandus. Dengan air hujan itu kami beri minum makhluk-mahkluk kami (berupa) hewan ternak dan seluruh manusia...”*

Dalam siklus hidrologi,matahari terus menerus menguapkan air ke atmosfer. Sebagian dari air yang diuapkan itu kembali ke bumi sebagai hujan dan salju. Sebagian dari hujan ini diungkapkan kembali ke atmosfer ada juga yang mengalir ke danau dan sungai sebelum kembali ke laut. Selain itu, air juga meresap ke dalam tanah menjadi air tanah. Secara alami, perlahan-lahan air tanah akan muncul kembali menjadi air permukaan dan menjadi sumber utama dari aliran sungai. Tumbuhan menyatukan sebagian dari air tanah di dalam jaringannya kemudian melepaskan sebagian dari air tersebut ke atmosfer dalam proses transpirasi.(Ahmad,2011)



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

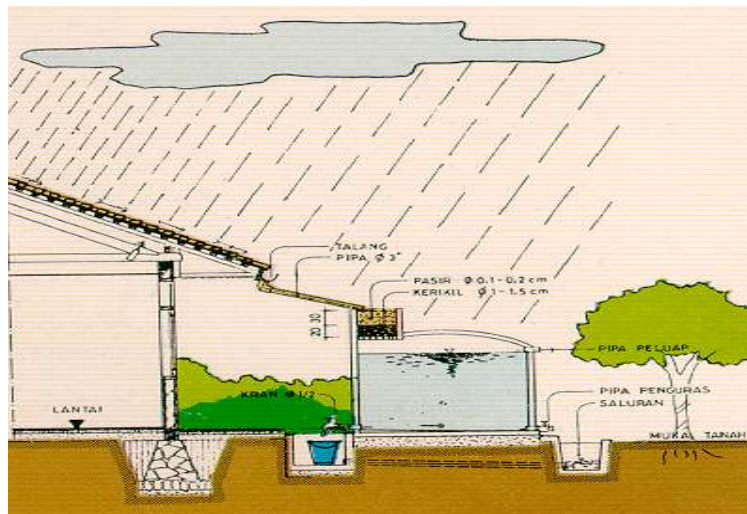
Sumber : *Natural Resource Conservation Service .2001*

Pada gambar 2.1 siklus hidrlogi terus bergerak secara kontinudalam tiga cara yang berbeda :

1. Evaporasi / trasnparasi – Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dsb. Kemudian akan menguap ke atmosfir dan akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan ) itu akan menjadi bintik-bintik air yang selanjutnya akan turun (presitipasi) dalam bentuk hujan,salju dan es.
2. Infiltrasi/ Perkolasi kedalam tanah – Air bergerak kedalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal dibawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan.
3. Air permukaan – Air bergerak di atas permukaan tanah dengan aliran utama dan danau ,makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah,maka aliran permukaan semakin besar. Sungai-sungai bergabung satu sama alin yang kemudian membentuk sungai utama yang membawa seluruh aliran permukaan disekitar daerah aliran sungai menuju laut.

## 2.2 Pemanenan air hujan (RWH)

Pemanenan air hujan adalah mengumpulkan tetesan air hujan. Dalam hal ini digunakan atap untuk mengumpulkan air hujan. Air hujan kemudian mengalir sepanjang talang (*gutter*), dan masuk ke dalam suatu tangki pengumpul.



Gambar 2. 2 Skema pemanenan air hujan

Sumber : PUSKIM 2014

Sistem pengaliran air hujan (*conveyance system*) biasanya terdiri dari saluran pengumpul atau pipa yang mengalirkan air hujan yang turun di atap ke tangki penyimpanan (*cistem or tanks*). Air hujan yang berkualitas baik dapat dikumpulkan dari air hujan yang berasal dari atas atap rumah yang bersih dan terbuat dari bahan tahan erosi, misalnya genteng yang dilapisi aluminium atau semen, atau sirap. Demikian juga, bak penampung juga harus bersih. Sebaliknya air yang berasal dari

hujan pada awal musim hujan dibuang, tidak dimasukkan dalam bak penampung. Hal ini dimaksudkan bahwa pada awal musim hujan, atap masih kotor. (Yulistyorin, 2011)

### **2.3 Komponen Sistem Pemanenan Air Hujan**

Area penangkapan air hujan (*collection area*) merupakan tempat penangkapan air hujan dan bahan yang digunakan dalam konstruksi permukaan area penangkapan air hujan mempengaruhi efisiensi pengumpulan dan kualitas air hujan. Menentukan bahan yang digunakan untuk permukaan tangkapan hujan harus tidak beracun dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas air hujan. Umumnya bahan yang digunakan adalah bahan anti karat seperti alumunium, besi galvanis, beton, fiberglass shingles. 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*). (Yulistyorin 2011).

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. (Appan, 1999 dalam Yulistyorin 2011).

#### **2.4 Kuantitas Pemanenan Air Hujan**

Untuk menentukan ukuran tangki penampungan yang dibutuhkan, beberapa hal yang harus dipertimbangkan menentukan ukuran air hujan 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, kuantitas air yang diperlukan harus ditentukan untuk keperluan outdoor seperti: irigasi, reservoir dan indoor seperti: mandi, cuci, toilet, kebocoran

Jika volume air yang dibutuhkan sudah ditentukan, maka volume air hujan yang dapat ditangkap akan menentukan ukuran sistem PAH(Penampungan Air Hujan) 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 :

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

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 dalam Yulistyorin 2011).

## 2.5 Alternatif Pengelolaan Sumber Daya Air Hujan

Permanenan air hujan merupakan cara yang digunakan untuk mengumpulkan dan menyimpan air hujan dari atap rumah, atap gedung, atau di permukaan tanah pada saat hujan. Sebagai salah satu sumber air bersih, pemanfaatan air hujan dapat digunakan untuk kelangkaan air bersih. Penyediaan air bersih merupakan perhatian utama di banyak negara berkembang termasuk Indonesia. Karena air merupakan kebutuhan dasar dan sangat penting untuk kehidupan dan kesehatan umat manusia (Song et al., 2009). Konservasi sumber daya air dalam arti penghematan dan penggunaan kembali (*reuse*) menjadi hal yang sangat penting pada saat ini. Hal ini disebabkan oleh beberapa masalah yang berkaitan dengan ketersediaan air bersih seperti penurunan muka air tanah, kekeringan maupun dampak dari perubahan iklim. Pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan didasarkan pada prinsip bahwa sumber air seharusnya digunakan sesuai dengan kuantitas air yang dibutuhkan (Kim et al., 2007). Prinsip pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan dapat digunakan untuk mengidentifikasi alternatif sumber daya air yang dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia dan tidak harus memenuhi standar air minum.

## 2.6 Kriteria Perencanaan

Kriteria Perencanaan Rainwater Harvesting ini beracuan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Air Hujan Pada Bangunan Gedung Dan Persilnya dan Handbook on *Rainwater Harvesting Storage Options*.

Dari berbagai sumber literatur yang di dapat, penerapan sistem *Rainwater Harvesting* bisa sangat bervariasi. Beberapa contoh sistem *Rainwater Harvesting* dibutuhkan kriteria atau standar sebagai acuan

dalam membangun. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 11 Tahun 2014, kriteria teknis perencanaan sistem pemanenan air hujan meliputi:

Penyelenggaraan sarana dan prasarana pengelolaan air hujan dilaksanakan dengan mempertimbangkan hasil kajian karakteristik wilayah meliputi: karakteristik tanah, topografi, dan muka air tanah;

1. Pemilihan sarana pengelolaan air hujan pada bangunan gedung dan persilnya mengacu pada skala prioritas pengelolaan air hujan;
2. Perhitungan dimensi sarana pengelolaan air hujan pada bangunan gedung dan persilnya dilaksanakan dengan memperhitungkan intensitas curah hujan dan luas persil bangunan gedung;
3. Sistem pengelolaan air hujan harus memprioritaskan prinsip optimalisasi penggunaan dan peresapan air hujan;
4. Penggunaan kembali air hujan merupakan prioritas utama dalam pengelolaan volume wajib kelola air hujan sehingga diusahakan semaksimal mungkin.
5. Tata cara dalam perencanaan sistem pemanenan air hujan ;
  - (1) Dapatkan data curah hujan harian yang dapat mewakili kejadian curah hujan pada persil bangunan gedung yang bersangkutan dengan rentang waktu minimal 10 tahun
  - (2) Volume air hujan yang dapat ditangkap dengan sarana pengelolaan air hujan air hujan yang berpotensi melimpas yang disebabkan oleh tertutupnya tanah oleh bangunan dan perkerasan.
  - (3) Jumlah dan dimensi sarana pengelolaan air hujan meliputi : Sumur resapan, Pipa penyalur, Bak, lubang biopori.

(4) Penentuan perletakan, dimensi dan jumlah sumur resapan sangat bergantung kepada kondisi lokasi dan ketersediaan lahan.

## 2.7 Bandara berwawasan Lingkungan (*Eco-Airport*)

Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP/124/VI/2009 Tentang Pedoman Pelaksana Bandar Udara Ramah Lingkungan ialah bandara yang telah dilakukan pengukuran yang terukur terhadap beberapa komponen yang berpotensi menimbulkan dampak terhadap lingkungan untuk menciptakan lingkungan yang sehat di bandara dan sekitarnya. Dengan ini (*Eco-Airport*) bertujuan sebagai berikut

1. Mewujudkan bandar udara yang mempunyai visi global lingkungan hidup
2. Melaksanakan pengelolaan bandar udara yang terpadu, serasi dan selaras dengan lingkungan sekitarnya
3. Menyelenggarakan bandar udara yang dapat mendukung tercapainya pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*)

Komponen pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup di bandara untuk terlaksananya (*Eco-Airport*) pada gambar dibawah ini



Gambar 2.3 Komponen Pengelolaan *Eco-Airport*



(Adaptasi dari SKEP/124/VI/2009 Tentang Pedoman Pelaksanaan Bandar Udara Ramah Lingkungan )

Kelestarian lingkungan merupakan hal yang penting diperhatikan sampai perencanaan pembangunan dan penyelenggaraan bandara itu termasuk dalam pembahasan penyusunan tatanan kebandarudaraan nasional (Adisasmita,2014)

Perancangan dan pengoperasian bandara di masa depan harus mengutamakan aspek lingkungan (Adisasmita,2014). Dengan penerapan bandara ramah lingkungan dapat dilakukan merubah pola pikir , tingkah laku, menerapkan ilmu pengetahuan dan memperbaiki teknologi di bidang penerbangan sipil dan dalam pengelolaannya yang berbasisi lingkungan. Konsep dari *eco-airport* yaitu pengoperasian bandara dengan lebih memerhatikan dari segi lingkungan di area bandara itu sendiri ,dan memberikan kontribusi positif dengan *sustainable development*



Gambar 2.4 *Airport Environment Plan (AEVP)*

Sumber: *Eco-Airport in Japan*,2014

Berdasarkan rencana lingkungan airport, isu-isu seperti polusi udara dan kebisingan dan getaran, serta energi dan daur ulang air harus dilakukan sebagai bagian dari kegiatan dari masing-masing bandara. Setiap departemen yang berhubungan dengan *eco-airport* harus menetapkan rencana dengan menyesuaikan karakteristik negara dan mengusulkan rencana implementasi untuk merealisasikan setiap tahun. (*Japan International Cooperation Agency, 2009*)

Bandara internasional di Jepang menerapkan *Airport Environmental Plan* sebagai pendekatan dari *Eco-Airport* yang dapat diadaptasi di bandara-bandara lain. Poin-poin ini menjadi lebih cenderung memanfaatkan teknologi modern, penerapan 3R (*reduce, reuse, recycle*), manusia, dan sinergi dengan alam yang berkesinambungan seperti:

1. Penggunaan rumput bermutu tinggi untuk pemupukan
2. Kendaraan elektrik (kendaraan ramah lingkungan)
3. Daur ulang dan penggunaan kembali air hujan dan *grey water*
4. Penggunaan *Ground Power Unit*
5. Penggunaan cahaya LED
6. *Rooftop Greening*
7. Penggunaan Tenaga surya
8. Memiliki area/unit untuk melakukan *recycle* limbah padat (*recycle plant*)

## **2.8 Kelebihan *Eco-Airport***

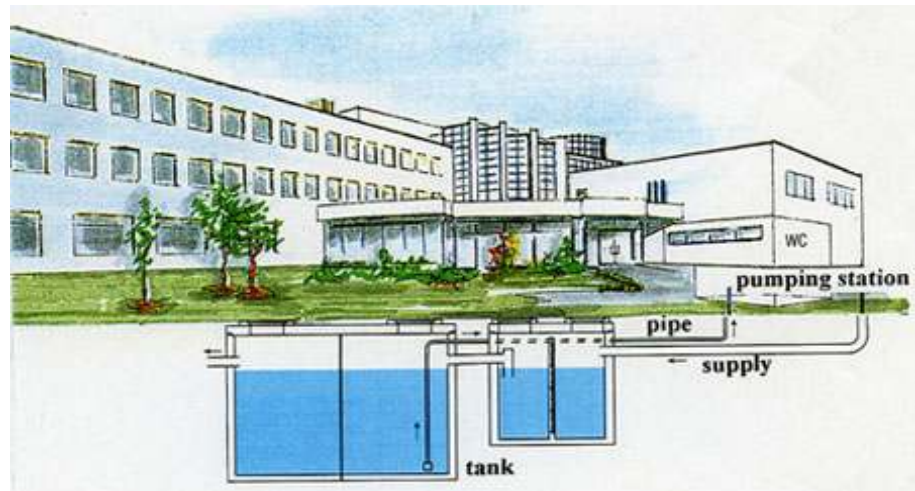
Menerapkan konsep *Eco-Airport* kawasan bandara memerlukan biaya yang cukup besar dalam pengadaan prasarana dan sarannya. Namun dalam praktiknya, penerapan secara menyeluruh dari segala aspek *Eco-Airport* akan menghemat dalam biaya operasional dapat mengurangi potensi konflik dengan masyarakat sekitar kawasan bandara. Kelebihan dari *Eco-Airport* adalah:

1. Terwujudnya kenyamanan
2. Biaya perawatan rendah
3. Mengurangi potensi timbulan limbah
4. Meningkatnya proteksi terhadap kelangsungan ekosistem
5. Penghematan energi dari penggunaan sampai penggunaan air bersih
6. Peningkatan nilai dan status dari gedung bandara

## **2.9 Rainwater Harvesting di Bandara lain**

*Changi Airport* merupakan bandara yang terletak di Singapura. Bandara ini melayani Singapura. *Changi Airport* merupakan bandara terbaik di Asia dan dunia. Bandara ini dikelola oleh Otoritas Penerbangan Sipil Singapura (CAAS). Pada tahun 2013 *Changi Airport* mendapatkan jumlah penumpang sebanyak 53,1 juta jiwa meningkat 5% dibandingkan tahun sebelumnya. Hingga saat ini *Changi* memiliki 3 terminal dan beberapa tahun kedepan terminal 4 dan 5 akan di buka.

*Changi Airport* melakukan sistem pemanenan air hujan dengan cara mengumpulkan dan memanfaatkan air hujan dari atap, yang menyumbang 28-33% dari total air yang digunakan, menghasilkan penghematan biaya sekitar \$ 390.000 per tahun. Potensi ini untuk menggunakan atap sebagai daerah tangkapan cukup tinggi. Sistem yang dikembangkan adalah merupakan hasil penelitian intensif. Sebuah program komputer yang sederhana ini dikembangkan dan disusun berkaitan nomogram daerah atap, ukuran tangki dan *roofwater* yang tersedia. Penerapan sistem pemanenan air hujan di bandara *Changi Airport* dapat dilihat pada gambar di bawah :



Gambar 2.5 Sistem pemanenan air hujan di bandara Changi Singapura

Sumber: *Rainwater Drainage*. 2014