

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air berguna bagi semua aspek kehidupan manusia, untuk konsumsi langsung, pertanian, perikanan, transportasi, konstruksi, dan lain-lain. Pertumbuhan populasi manusia yang semakin meningkat menyebabkan kebutuhan manusia akan air pun bertambah. Jika ketersediaan air terbatas dan populasi manusia meningkat akan menyebabkan air menjadi sangat langka dan kebutuhan akan air tidak akan dapat terpenuhi lagi.

Indonesia termasuk negara yang mempunyai permasalahan tentang air. Permasalahan air di Indonesia tidak hanya berkaitan dengan krisis air bersih tetapi krisis air secara umum. Di Indonesia muncul kecenderungan terjadinya ketidakseimbangan volume air yang sangat kontras antara musim hujan dan musim kemarau. Pada saat musim hujan, volume air sangat besar sehingga menyebabkan timbulnya banjir. Sebaliknya pada saat musim kemarau terjadi kekeringan akibat volume air yang sangat kecil.

2.2 Sumber Air

Sumber air merupakan komponen penting untuk penyediaan air bersih karena tanpa sumber air maka suatu sistem penyediaan air bersih tidak akan berfungsi. Sumber-sumber air tersebut secara kuantitas harus cukup dan dari

segi kualitas harus memenuhi syarat untuk mempermudah proses pengolahan. Secara umum air berasal dari sumber-sumber sebagai berikut:

2.2.1 Air Laut

Air laut sifatnya asin karena mengandung garam NaCl. Karena air laut yang mempunyai kadar garam NaCl sampai 3% maka air laut tidak memenuhi syarat untuk diminum.

2.2.2 Air Hujan

Air hujan adalah uap air yang sudah mengalami kondensasi, kemudian jatuh ke bumi berbentuk air. Cara menjadikan air hujan sebagai air minum hendaknya jangan saat air hujan baru mulai turun, karena mengandung banyak kotoran. Air hujan juga mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi atau karatan.

2.2.3 Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mengalami penurunan kualitas selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, limbah industri kota dan sebagainya. Macam-macam air permukaan yaitu air rawa/danau dan air sungai.

2.2.4 Air Tanah

Air tanah adalah air yang berada di bawah tanah didalam zone jenuh dimana tekanan hidrostatisnya sama atau lebih besar dari tekanan atmosfer (*Suryono, 1993*). Air tanah dapat dibagi dalam beberapa jenis yaitu:

2.2.4.1 Air Tanah dangkal

Air tanah dangkal terjadi karena adanya proses peresapan air dari permukaan tanah. Air tanah biasanya jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) daripada air permukaan.

2.2.4.2 Air Tanah Dalam

Air tanah dalam terdapat setelah lapisan rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam tidak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukkan pipa kedalamnya (biasanya kedalaman bor antara 10-100m) akan didapat suatu lapisan.

2.2.4.3 Mata Air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari air tanah dalam hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas/kuantitasnya sama dengan keadaan air tanah dalam.

2.3 Kebutuhan Air

Semua makhluk hidup memerlukan air agar dapat bertahan hidup. Jumlah dan kualitas air yang dibutuhkan oleh tiap makhluk hidup pun berbeda-beda. Pemenuhan kebutuhan air akan sangat penting sehingga segala cara dilakukan untuk mendapatkan air agar dapat bertahan hidup. Diperkirakan bahwa beberapa tahun ke depan, perebutan sumber daya air akan menjadi penyebab peperangan.

Kebutuhan air yang utama bagi manusia adalah untuk minum agar tubuh selalu mendapatkan cairan untuk menjaga metabolisme tubuh. Air merupakan komponen utama dari tubuh, rata-rata tiap orang memiliki 60% air dari berat tubuhnya. Semua sistem didalam tubuh tergantung oleh air. Selain untuk minum, air juga diperlukan pada hampir seluruh kegiatan manusia terutama untuk kebersihan dan kesehatan. Pemakaian air juga dilakukan untuk irigasi lahan pertanian bagi sumber makanan manusia dan pada proses produksi yang menghasilkan barang-barang pemenuh kebutuhan hidup manusia.

2.3.1 Standar Kebutuhan Air

Pemakaian air bersih di perkotaan mempunyai dua macam standar kebutuhan air, yaitu kebutuhan air yaitu, standar kebutuhan air domestik dan standar kebutuhan air non domestik.

2.3.1.1 Standar Kebutuhan Air Domestik

Standar kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air yang digunakan pada tempat tempat hunian pribadi untuk

memenuhi keperluan sehari-hari seperti memasak, minum, mencuci dan keperluan rumah tangga lainnya. Pemakaian air pada jenis ini bervariasi sesuai dengan tingkat ekonomi pengguna, yakni berkisar 50 liter sampai 250 liter per orang tiap hari (*Tri Yayuk Susana, 2012*).

2.3.1.2 Standar Kebutuhan Air Non Domestik

Standar kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih diluar keperluan rumah tangga. Kebutuhan air non domestik antara lain :

- Penggunaan Komersil dan Industri

Yaitu penggunaan air oleh badan-badan komersil dan industri, seperti pabrik, kantor dan pusat perbelanjaan. Jumlah air yang dibutuhkan untuk keperluan industri dan perdagangan berhubungan dengan beberapa faktor, seperti unit produksi, jumlah tenaga kerja, atau luas lantai yang dibangun.

- Penggunaan Umum

Yaitu penggunaan air untuk bangunan-bangunan pemerintah, rumah sakit, sekolah dan tempat-tempat ibadah.

Kebutuhan air non domestik untuk kota dapat dibagi dalam beberapa kategori antara lain :

- Kota kategori I (Metropolitan)
- Kota kategori II (Kota besar)
- Kota kategori III (Kota sedang)
- Kota kategori IV (Kota kecil)
- Kota kategori V (Desa)

Tabel 1. Kategori Kebutuhan Air Non Domestik. (Sumber : Ditjen Cipta Karya; 2000).

| No | Uraian | Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Jiwa | | | | |
|----|--|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------|
| | | >1.000.000 | 500.000 s/d 1.000.000 | 100.000 s/d 500.000 | 20.000 s/d 100.000 | <20.000 |
| | | Metropolitan | Besar | Sedang | Kecil | Desa |
| 1 | Konsumsi unit sambungan rumah (SR) l/o/h | 190 | 170 | 130 | 100 | 80 |
| 2 | Konsumsi unit hidran umum (HU) l/o/h | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 3 | Konsumsi unit non domestik l/o/h (%) | 20-30 | 20-30 | 20-30 | 20-30 | 20-30 |
| 4 | Kehilangan air (%) | 20-30 | 20-30 | 20-30 | 20-30 | 20-30 |
| 5 | Faktor hari maksimum | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| 6 | Faktor jam puncak | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 7 | Jumlah jiwa per SR | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 8 | Jumlah jiwa per HU | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 9 | Sisa tekan dipenyediaan distribusi (mka) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | Jam operasi | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| 11 | Volume reservoir (% max day demand) | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 12 | SR : HR | 50:50 s/d 80:20 | 50:50 s/d 80:20 | 80:20 | 70:30 | 70:30 |
| 13 | Cakupan pelayanan (%) | *) 90 | 90 | 90 | 90 | **) 70 |

*) 60% perpipaan, 30% non perpipaan

***) 25 % perpipaan, 45% non perpipaan

Kebutuhan air bersih non domestik untuk kategori I sampai dengan V dan beberapa sektor lain adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Kebutuhan Air Non Domestik Kota Kategori I, II, III dan IV. (Sumber : Ditjen Cipta Karya Dep PU).

| No | Sektor | Nilai | Satuan |
|----|--------------------|---------|-------------------------|
| 1 | Sekolah | 10 | Liter/murid/hari |
| 2 | Rumah sakit | 200 | Liter/bed/hari |
| 3 | Puskesmas | 2.000 | Liter/hari |
| 4 | Masjid | 3.000 | Liter/hari |
| 5 | Kantor | 10 | Liter/pegawai/hari |
| 6 | Pasar | 12.000 | Liter/hektar/hari |
| 7 | Hotel | 150 | Liter/bed/hari |
| 8 | Rumah makan | 100 | Liter/tempat duduk/hari |
| 9 | Kompleks militer | 60 | Liter/orang/hari |
| 10 | Kawasan industry | 0,2-0,8 | Liter/detik/hari |
| 11 | Kawasan pariwisata | 0,1-0,3 | Liter/detik/hari |

Tabel 3. Kebutuhan Air Bersih Kategori V. (Sumber : Ditjen Cipta Karya Dep PU).

| No | Sektor | Nilai | Satuan |
|----|--------------------|-------|------------------|
| 1 | Sekolah | 5 | Liter/murid/hari |
| 2 | Rumah sakit | 200 | Liter/bed/hari |
| 3 | Puskesmas | 1.200 | Liter/hari |
| 4 | Hotel/losmen | 90 | Liter/hari |
| 5 | Komersial/industri | 10 | Liter/hari |

Tabel 4. Kebutuhan Air Bersih Domestik Kategori Lain. (Sumber : Ditjen Cipta Karya Dep PU).

| No | Sektor | Nilai | Satuan |
|----|--------------------------|-------|--------------|
| 1 | Lapangan terbang | 10 | Liter/det |
| 2 | Pelabuhan | 50 | Liter/det |
| 3 | Stasiun KA- Terminal bus | 1.200 | Liter/det |
| 4 | Kawasan industri | 0,75 | Liter/det/ha |

2.4 Kualitas Air

Kualitas air adalah kondisi kualitatif air yang diukur atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Pasal 1 keputusan Menteri Negara

Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003). Kualitas air dapat dinyatakan dengan parameter kualitas air. Parameter ini meliputi parameter fisik, kimia, dan mikrobiologis (*Masduqi, 2009*).

Kualitas air dapat diketahui dengan melakukan pengujian tertentu terhadap air tersebut. Pengujian yang dilakukan adalah uji kimia, fisik, biologi, atau uji kenampakan (bau dan warna). Pengelolaan kualitas air adalah upaya pemeliharaan air sehingga tercapai kualitas air yang diinginkan sesuai peruntukannya untuk menjamin agar kondisi air tetap dalam kondisi alamiahnya (*Acehpedia, 2010*).

2.4.1 Angka Standar Kualitas Air Bersih dan Limbah

Air bersih mempunyai kriteria kualitas yang dapat digunakan sebagai air minum, perikanan, peternakan, pertanian, industri tenaga listrik air dan lintas air. Jika air bersih sudah tidak dapat digunakan maka bisa menjadi air limbah.

Tabel 5. Kriteria Kualitas Air yang dapat digunakan sebagai Air Minum. (Sumber: Kriteria dan Standard kualitas air nasional, 1981).

| Parameter | Satuan | Maksimum yang Dianjurkan | Maksimum yang Dibolehkan | Keterangan |
|---------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| Fisika | | | | |
| Temperatur | °C | Temperatur air alam | Temperatur air alam | |
| Warna | mg Pt-Co/l | 5 | 50 | |
| Bau | | Tidak berbau | Tidak berbau | |
| Rasa | | Tidak berasa | Tidak berasa | |
| Kekeruhan | mg SiO ₂ /l | 5 | 25 | |
| Residu terlarut | mg/l | 500 | 1500 | |
| Daya hantar listrik | micromholan | 400 | 1250 | |
| Kimia | | | | |
| pH | | 6,5 - 8,5 | 6,5 - 8,5 | nilai antara (range) |
| Kalsium (Ca) | mg/l | 75 | 200 | |

Tabel 5 (lanjutan).

| | | | | |
|------------------------------|-------------------------|--------|-------|-------------|
| Magnesium (Mg) | mg/l | 30 | 150 | |
| Kesadahan | mg/l | 350 | - | minimum 10 |
| Barium (Ba) | mg/l | Nihil | 0,05 | |
| Besi (Fe) | mg/l | 0,1 | 1 | |
| Mangan (Mn) | mg/l | 0,05 | 0,5 | |
| Tembaga (Cu) | mg/l | Nihil | 1 | |
| Seng (Zn) | mg/l | 1 | 15 | |
| Krom heksavalen (Cr(VI)) | mg/l | Nihil | 0,05 | |
| Kadmium (Cd) | mg/l | Nihil | 0,01 | |
| Raksa Total (Hg) | mg/l | 0,0005 | 0,001 | |
| Timbal (pb) | mg/l | 0,05 | 0,1 | |
| Arsen (As) | mg/l | Nihil | 0,05 | |
| Salenium (Se) | mg/l | Nihil | 0,01 | |
| Sianida (CN) | mg/l | Nihil | 0,05 | |
| Sulfida (S) | mg/l | Nihil | Nihil | |
| Florida (F) | mg/l | - | 1,5 | minimum 0,5 |
| Klorida (Cl) | mg/l | 200 | 600 | |
| Sulfat (SO ₄) | mg/l | 200 | 400 | |
| Fosfor (P) | mg/l | 0,3 | 2 | |
| Amoniak (NH ₃ -N) | mg/l | Nihil | Nihil | |
| Nitrat (NO ₃ -N) | mg/l | 5 | 10 | |
| Nitrit (NO ₂ -N) | mg/l | Nihil | Nihil | |
| Nilai Permanganat | mg KMnO ₄ /l | Nihil | 10 | |
| Senyawa Aktif biru metilen | mg/l | Nihil | 0,5 | |
| Fenol | mg/l | 0,001 | 0,002 | |
| Miyak dan Lemak | mg/l | Nihil | Nihil | |
| Karbon Kloroform Ekstrak | mg/l | 0,04 | 0,5 | |
| PBC | mg/l | Nihil | Nihil | |
| Bakteriologi | | | | |
| Coliform total | MPN/100 ml | Nihil | Nihil | |
| Coliform total | MPN/100 ml | 5 | Nihil | |
| Coli total | MPN/100 ml | Nihil | Nihil | |
| Kuman patogenik/parasitic | Nihil | Nihil | Nihil | |
| Radioaktifitas | | | | |
| Aktivitas beta total | pCi/l | - | 100 | |
| Strontium – 90 | pCi/l | - | 2 | |
| Radium – 226 | pCi/l | - | 1 | |
| Pestisida | mg/l | Nihil | Nihil | |

Tabel 6. Kriteria Kualitas Air yang Baik untuk Perikanan dan Peternakan.
(Sumber: Kriteria dan Standard kualitas air nasional, 1981).

| Parameter | Satuan | Kadar Maksimum | Keterangan |
|------------------------------------|--------|---------------------------|--|
| Fisika | | | |
| Temperatur | °C | Temperatur air alam + 4°C | |
| Residu terlarut | mg/l | 2000 | |
| Kimia | | | |
| pH | | 6 – 9 | |
| Tembaga (Cu) | mg/l | 0,02 | |
| Seng (Zn) | mg/l | 0,02 | |
| Krom heksavalen (Cr(VI)) | mg/l | 0,05 | |
| Kadmium (Cd) | mg/l | 0,01 | |
| Raksa Total (Hg) | mg/l | 0,002 | |
| Timbal (pb) | mg/l | 0,03 | |
| Arsen (As) | mg/l | 1 | |
| Salenium (Se) | mg/l | 0,005 | |
| Sianida (CN) | mg/l | 0,02 | |
| Sulfida (S) | mg/l | 0,002 | |
| Fluorida (F) | mg/l | 1,5 | |
| Amoniak bebas (NH ₃ -N) | mg/l | 0,016 | |
| Nitrit (NO ₂ -N) | mg/l | 0,06 | |
| Klor aktif (Cl ₂) | mg/l | 0,03 | |
| Oksigen Terlarut (DO) | mg/l | - | Disyaratkan lebih besar dari 3. Diperbolehkan sama dengan 3, maksimum 8 jam dalam 1 hari |
| Senyawa aktif biru metilen | mg/l | 0,2 | |
| Fenol | mg/l | 0,001 | |
| Minyak & Lemak | mg/l | 1 | |
| Radioaktifitas | | | |
| Aktifitas beta total | pCi/l | 1000 | Aktifitas tanpa adanya Sr-90 dan Ra-226 |
| Strontium – 90 | pCi/l | 10 | |
| Radium – 226 | pCi/l | 3 | |
| Pestisida | | | |
| DDT | mg/l | 0,002 | |
| Endrine | mg/l | 0,004 | |
| BHC | mg/l | 0,21 | |
| Methyl Parathion | mg/l | 0,10 | |
| Malathion | mg/l | 0,16 | |

Tabel 7. Kriteria Kualitas Air yang Baik untuk Pertanian, Industri Listrik Tenaga Air dan Lintas Air. (Sumber: Kriteria dan Standard kualitas air nasional, 1981).

| Parameter | Satuan | Kadar Maksimum | Keterangan |
|--------------------------------|--------------------|-------------------|---|
| Fisika | | | |
| Temperatur | °C | Temperatur normal | Sesuai dengan kondisi setempat |
| Residu terlarut | mg/l | 1000 – 2000 | |
| Daya hantar listrik | micro mho/cm (25C) | 1750 – 2250 | 1750 untuk tanaman peka |
| Kimia | | | |
| pH | | 5 – 9 | |
| Mangan (Mn) | mg/l | 2 | |
| Tembaga (Cu) | mg/l | 0,02 | |
| Seng (Zn) | mg/l | 5 | |
| Krom heksavalen (Cr(VI)) | mg/l | 5 | |
| Kadmium (Cd) | mg/l | 0,01 | |
| Raksa Total (Hg) | mg/l | 0,005 | |
| Timbal (pb) | mg/l | 5 | |
| Arsen (As) | mg/l | 1 | |
| Salenium (Se) | mg/l | 0,05 | |
| Nikel (Ni) | mg/l | 0,5 | |
| Kobalt (Co) | mg/l | 0,2 | |
| Bor (B) | mg/l | 1 | |
| g Na (g garam alkali) | mg/l | 60 | |
| Sodium Absorption Ratio (SAR) | | 10 – 18 | Maksimum 10 untuk tanaman peka, Maximum 18 untuk yang kurang peka |
| Residual Sodium Carbonat (RSC) | | 1,25 - 2,5 | Maksimum 1,25 untuk tanaman peka, Maksimum 2,5 untuk yang kurang peka |
| Radioaktifitas | | | |
| Aktifitas beta total | pCi/l | 1000 | Aktifitas tanpa adanya Sr-90 dan Ra-226 |
| Strontium – 90 | pCi/l | 10 | |
| Radium – 226 | pCi/l | 3 | |

Tabel 8. Kriteria Standar Kualitas Air Limbah. (Sumber: Kriteria dan Standard kualitas air nasional, 1981).

| Parameter | Satuan Mutu Air | I | II | III | IV |
|------------------------------------|-----------------|--------------|--------|-----------|---------------|
| | | Baik | Sedang | Kurang | Kurang Sekali |
| Fisika | | | | | |
| Temperatur | oC | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Residu terlarut | mg/1 | 1000 | 3000 | 3000 | 50.000 |
| Residu terlarut | mg/1 | 100 | 200 | 400 | 500 |
| Kimia | | | | | |
| pH | | 6 – 9 | 5 - 9 | 4,5 - 9,5 | 4,0 – 10 |
| Besi (Fe) | mg/1 | 5 | 7 | 9 | 10 |
| Mangan (Mn) | mg/1 | 0,5 | 1 | 3 | 5 |
| Tembaga (Cu) | mg/1 | 0,5 | 2 | 3 | 5 |
| Seng (Zn) | mg/1 | 5 | 7 | 10 | 15 |
| Krom heksavalen (Cr(VI)) | mg/1 | 0,1 | 1 | 3 | 5 |
| Kadmium (Cd) | mg/1 | 0,01 | 0,1 | 0,5 | 1 |
| Raksa Total (Hg) | mg/1 | 0,005 | 0,01 | 0,05 | 0,1 |
| Timbal (pb) | mg/1 | 0,1 | 0,5 | 1 | 5 |
| Arsen (As) | mg/1 | 0,05 | 0,3 | 0,7 | 1 |
| Selenium (Se) | mg/1 | 0,01 | 0,05 | 0,5 | 1 |
| Sianida (CN) | mg/1 | 0,02 | 0,05 | 0,5 | 1 |
| Sulfida (S) | mg/1 | 0,01 | 0,05 | 0,1 | 1 |
| Fluorida (F) | mg/1 | 1,5 | 2 | 3 | 5 |
| Klor aktif (Cl ₂) | mg/1 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| Klorida (Cl) | mg/1 | 600 | 1000 | 1500 | 2000 |
| Sulfat (SO ₄) | mg/1 | 400 | 600 | 800 | 1000 |
| N - Kjeldahl (N) | mg/1 | 7 | - | - | 80 |
| Amoniak Bebas (NH ₃ -N) | mg/1 | 0,5 | 1 | 2 | 5 |
| Nitrat (NO ₃ -N) | mg/1 | 10 | 20 | 30 | 50 |
| Nitrit (NO ₂ -N) | mg/1 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| Kebutuhan Oksigen (BOD) | mg/1 | 20 | 100 | 300 | 500 |
| Biologi | | | | | |
| Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD) | mg/1 | 40 | 200 | 500 | 1000 |
| Parameter | Satuan | I | II | III | IV |
| | | Berat Sekali | Berat | Sedang | Ringan |
| Senyawa aktif biru metilen | mg/1 | 0,5 | 1 | 3 | 5 |
| Fenol | mg/1 | 0,002 | 0,05 | 0,5 | 1 |
| Minyak nabati | mg/1 | 10 | 30 | 70 | 100 |
| Minyak mineral radioaktif | mg/1 | 10 | 30 | 70 | 100 |

2.5 Pengertian Hujan

Air hujan adalah uap air yang sudah mengalami kondensasi, kemudian jatuh ke bumi berbentuk air. Proses kondensasi (perubahan uap air menjadi tetes air yang sangat kecil) berbentuk tetes air. Pada waktu terbentuk uap air terjadi proses transformasi (pengangkutan uap air oleh angin menuju daerah tertentu yang akan terjadi hujan. Air hujan juga merupakan sumber air baku untuk keperluan rumah tangga, pertanian dan lain-lain. Air hujan dapat diperoleh dengan cara menampung air hujan yang jatuh dari atap rumah.

2.5.1 Kualitas Air Hujan

Air hujan hampir tidak mengandung kontaminasi. 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 penampungan air hujan, maka air tersebut akan membawa kontaminasi baik fisik, kimia maupun mikrobiologi.

Batas nilai rata-rata pH air hujan adalah 5,6 merupakan nilai yang dianggap normal atau hujan alami seperti yang telah disepakati secara internasional oleh badan dunia WMO (*World Meteorological Organization*). Apabila pH air hujan lebih rendah dari 5,6 maka hujan bersifat asam atau sering disebut dengan hujan asam dan apabila pH air hujan lebih besar 5,6 maka hujan bersifat basa.

Dampak hujan yang bersifat asam dapat mengikis bangunan/gedung atau bersifat korosif terhadap bahan bangunan, merusak kehidupan biota di danau-danau dan aliran sungai (Aryanti, 2004). Sifat hujan yang agak asam disebabkan karena terlarutnya asam karbonat (H_2CO_3) yang terbentuk dari gas CO_2 di dalam air hujan. Asam karbonat itu bersifat asam yang lemah sehingga pH air hujan tidak rendah. Apabila air hujan tercemar oleh asam yang kuat, pH air hujan turun di bawah 5,6 hujan demikian disebut hujan asam.

2.6 Pengertian Pemanenan Air Hujan

Pemanenan air hujan (*Rainwater Harvesting* atau RWH) adalah metode kuno yang dipopulerkan kembali dengan menampung air hujan untuk kemudian dapat dimanfaatkan kembali. Pertimbangan untuk menggunakan air hujan adalah air hujan yang memiliki pH yang mendekati netral dan relatif bebas dari bahan pencemar.

Pemanenan air hujan adalah proses memanfaatkan air hujan dengan cara ditampung dan dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Air hujan biasanya dikumpulkan atau dipanen dari bubungan atap, lantai beton di pekarangan rumah, jalan, dan permukaan yang kedap air lainnya. Air hujan kemudian mengalir sepanjang jalan (*gutter*), dan masuk ke dalam suatu tangki pengumpul. Pemanenan hujan sangat membantu mengurangi aliran permukaan (*runoff*) yang berasal dari hujan (Nurayni, 2013).

Pemanenan air hujan ditujukan untuk memanfaatkan *runoff*. *Runoff* dapat ditangkap dan dikumpulkan dari cucuran atap atau dari permukaan lahan atau dari sungai-sungai musiman. Sistem pemanenan air yang memanen *runoff* dari atap bangunan atau dari permukaan lahan termasuk dalam kategori pemanenan air hujan.

Keuntungan-keuntungan dari panen air hujan adalah sebagai berikut (*Tri Yayuk Susana, 2012*):

- Air merupakan benda bebas; satu-satunya biaya adalah hanya untuk pengumpulan dan penggunaan.
- Tidak dibutuhkan sistem distribusi yang rumit dan mahal.
- Air hujan dapat menjadi sumber air alternatif ketika air tanah tidak tersedia atau tidak dapat digunakan.
- Panen air hujan mengurangi arus ke aliran limpasan permukaan dan juga mengurangi polusi.
- Panen air hujan mengurangi permintaan kebutuhan air puncak musim kemarau.
- Panen air hujan mengurangi biaya penggunaan listrik dan PAM.

2.7 Perkembangan Pemanenan Air Hujan

Di beberapa negara ternyata pemanenan air hujan sudah lama dilakukan dan sampai sekarang masih terus dikembangkan. Bukti arkeologis mengungkapkan konsep penampungan air hujan kemungkinan telah ada sejak 6000 tahun lalu di Cina. Reruntuhan bangunan penampung air yang dibangun sejak 2000 SM untuk menyimpan limpasan air dari lereng bukit

guna keperluan agrikultur dan kegiatan rumah tangga, masih berdiri di Israel (*Tri Yayuk Susana, 2012*).

Kegiatan pemanenan hujan tersebut tersebar di banyak lokasi seperti di Filipina, India, Srilangka, Bangladesh, Amerika Serikat dan negara-negara lain. Di Amerika Serikat kegiatan pemanenan air hujan masih terus dikembangkan di Hawaii dan California. Air hujan dari atap rumah yang ditampung dalam suatu bak dapat dijadikan sumber air utama bagi keperluan rumah tangga. Bahkan terdapat peraturan bahwa pembangunan rumah baru tidak akan diberi izin jika tidak ada rencana penampungan air hujan dari atapnya. Bandar udara Changi di Singapura juga menggunakan sistem pemanenan air hujan dari atap dengan total penggunaan antara 28 sampai 30% dari air yang digunakan. Hasilnya sistem ini dapat menghemat kira-kira S\$ 390.000 per tahunnya. Di negara-negara lain seperti Jerman, Jepang, Malaysia, Thailand, China dan Afrika juga diterapkan sistem pemanenan air hujan tersebut.

Pemanenan air hujan yang tertua dikenal dalam sejarah Indonesia adalah sebagai penadah air hujan untuk kebutuhan minum, mandi dan sanitasi. Penggunaan air hujan pun semakin beragam di kemudian hari. Dalam perkembangannya yang lebih baru yaitu muncul kreasi-kreasi untuk memanen air hujan secara lebih modern. Untuk keperluan air domestik digunakan kolam-kolam atau bak penampungan yang kemudian dapat memberikan air secara gravitasi atau menggunakan pompa dengan ukuran yang cukup besar untuk persediaan dalam jangka waktu yang lebih lama.

2.8 Komponen Pemanenan Air Hujan

Konstruksi untuk pemanenan air hujan dapat dibuat dengan cepat karena cukup sederhana dan mudah dalam pembuatannya. Namun secara umum, sistem panen air hujan memiliki lima komponen dasar, yaitu:

2.8.1 Permukaan Daerah Tangkapan Air Hujan

Atap bangunan merupakan pilihan sebagai area penangkapan hujan. Jumlah air yang dapat ditampung dari sebuah atap tergantung dari material atap tersebut, dimana semakin baik jika permukaan semakin halus.

2.8.2 Talang dan Pipa *Downspout*

Talang dan pipa *downspout* berfungsi menangkap dan menyalurkan air hujan yang melimpas dari atap menuju penampungan. Material yang biasanya digunakan pada unit ini adalah PVC, vynil dan *galvanized steel*.

2.8.3 Saringan Daun

Saringan daun atau saluran pengelontor air hujan pertama (*first flush diverters*), dan pencuci atap merupakan komponen penghilang kotoran dari air yang ditangkap oleh permukaan penangkap sebelum menuju penampungan. Sebelum air hujan masuk kedalam penampungan air hujan yang pertama kali turun dialirkan terlebih dahulu melalui saluran pengelontor air hujan pertama (*first flush diverters*). Karena air hujan yang pertama kali jatuh membasahi atap membawa berbagai kotoran, zat kimia

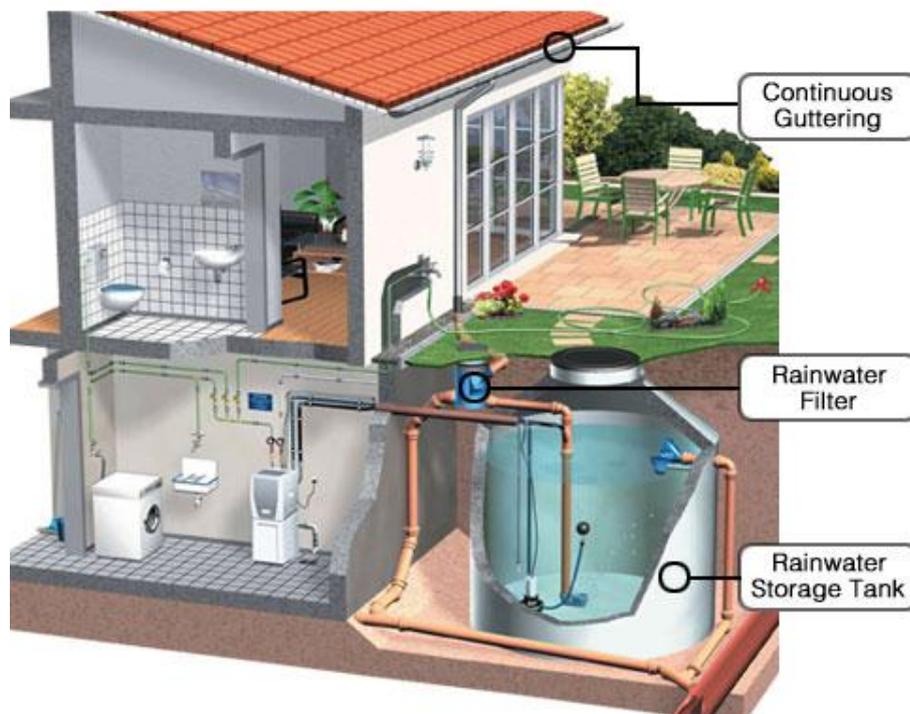
berbahaya dan beberapa jenis bakteri yang berasal dari sisa organisme.

2.8.4 Bak/Unit Penampungan

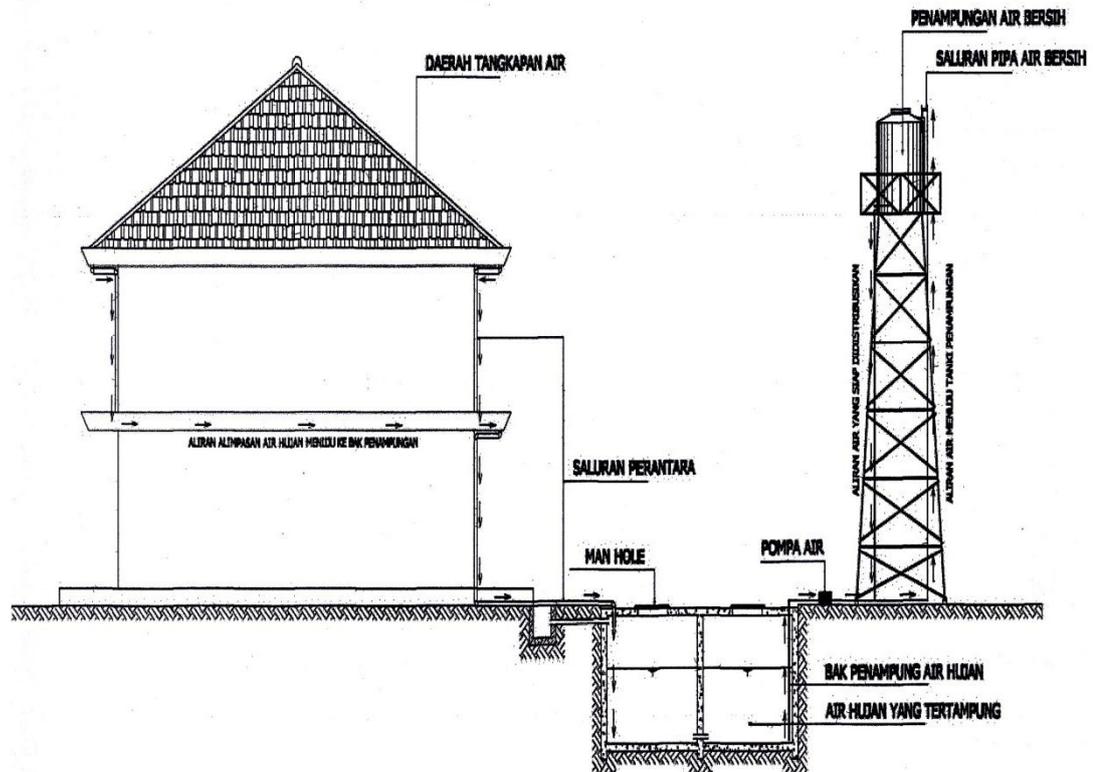
Bagian ini merupakan bagian termahal dalam sistem panen air hujan. Ukuran dari unit ini penampung ditentukan oleh berbagai faktor, antara lain: persediaan air hujan, permintaan kebutuhan air, lama musim kemarau, penampung area penangkap, dan dana yang tersedia.

2.8.5 Pemurnian dan Penyaringan Air

Komponen ini hanya dipakai pada sistem panen air hujan sebagai sumber air minum.



Gambar 1. Instalasi Sistem Pemanenan Air Hujan. (Sumber: Rollos, Hans. Tangki air hujan bambu semen. Bandung : Institut Teknologi Bandung).



Gambar 2. Skema Instalasi Pemanenan Air Hujan. (Sumber: Yuda Romdania dan Gatot Eko Susilo, 2012).

2.9 Perhitungan Instalasi Penampungan

Untuk mendesain satu instalasi penampungan air hujan memerlukan perhitungan debit tampungan air hujan, perhitungan kapasitas tampungan efektif, *inflow*, dan *outflow*.

2.9.1 Perhitungan Volume Air Hujan

Perhitungan volume air hujan dilakukan untuk mengetahui besarnya volume air yang ditampung di luas areal tangkapan.

Volume air pada tampungan menggunakan rumus:

$$V_{\text{tampungan}} = V_{\text{Inflow}} - V_{\text{outflow}}$$

Keterangan:

$$V_{\text{tampungan}} = \text{volume air hujan di dalam tampungan (m}^3\text{/hari)}$$

$$V_{\text{Inflow}} = \text{volume air hujan yang masuk ke dalam tampungan (m}^3\text{/hari)}$$

$$V_{\text{outflow}} = \text{volume air hujan yang digunakan (m}^3\text{/hari)}$$

2.9.2 Perhitungan Kapasitas Tampungan Efektif

Perhitungan kapasitas efektif tampungan dilakukan untuk mendapatkan dimensi yang sesuai sehingga tidak terjadi limpasan akibat *inflow* dan tidak terjadi kekosongan akibat *outflow*. Bentuk penampang tampungan bisa berbeda-beda sesuai lokasi dan keberadaan tampungan. Apabila bentuk penampang yang digunakan adalah penampang berbentuk kotak. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$V = P \times L \times T$$

Keterangan:

$$V = \text{volume tampungan (m}^3\text{)}$$

$$P = \text{panjang (m)}$$

L = lebar (m)

T = tinggi (m)

2.9.3 *Inflow* (Masukan)

Inflow (masukan) adalah volume air hujan yang ditampung dari beberapa rumah di perumahan yang dipilih sebagai pengumpul air hujan . Rumus untuk memperoleh *inflow* tersebut adalah sebagai berikut:

$$Q_{\text{Inflow}} = k \times f \times R \times A$$

Keterangan:

Q_{Inflow} = debit air hujan yang masuk ke dalam tampungan (m³/hari)

k = faktor konversi ($k = 1.10^{-3}$)

f = koefisien limpasan ($f = 0,75 - 0,9$)

R = curah hujan yang terjadi selama satu hari (mm)

A = luas atap rumah/luas tangkapan (m²)

2.9.4 *Outflow* (Pengeluaran)

Outflow (pengeluaran) adalah volume air yang terpakai oleh pemanfaat air hujan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti mandi, cuci, dan sanitasi. Besarnya *outflow* yang direncanakan ditentukan dengan rumus:

$$Q_{\text{outflow}} = j \times K$$

Keterangan:

Q_{outflow} = debit air hujan yang digunakan (m^3/hari)

j = jumlah pemanfaat (orang)

K = konsumsi air per hari (m^3)

2.10 Analisis Pembiayaan

Setiap proyek konstruksi selalu dimulai dengan proses perencanaan. Perencanaan mencakup penentuan berbagai cara yang memungkinkan kemudian menentukan salah satu cara yang tepat dengan mempertimbangkan semua kendala yang mungkin ditimbulkan.

Tahap-tahap yang sebaiknya dilakukan untuk menyusun anggaran biaya adalah sebagai berikut:

- Melakukan pengumpulan data tentang jenis, harga serta kemampuan pasar menyediakan bahan/material konstruksi secara kontinu.
- Melakukan pengumpulan data tentang upah kerja yang berlaku di daerah lokasi proyek dan atau upah pada umumnya jika pekerja didatangkan dari luar daerah lokasi proyek.
- Melakukan perhitungan analisa bahan dan upah dengan menggunakan analisa yang diyakini baik oleh si pembuat anggaran. Dalam penelitian ini, digunakan perhitungan berdasarkan analisa standar harga satuan pekerjaan (AHSP).

- Melakukan perhitungan harga satuan pekerjaan dengan memanfaatkan hasil analisa satuan pekerjaan dengan memanfaatkan hasil analisa satuan pekerjaan dan daftar kuantitas pekerjaan.
- Membuat rekapitulasi.

2.10.1 Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) bidang pekerjaan umum meliputi kegiatan pekerjaan Sumber Daya Air (bendung, pintu air dan hidromekanik, terowongan air, bangunan sungai, jaringan irigasi, bangunan lepas pantai, dll), Bina Marga (jalan jembatan, jalan layang, terowongan jalan, saluran tepi jalan, bahu jalan, trotoar, dll), dan Cipta Karya (bangunan gedung, perumahan, bangunan bawah tanah, dll).