

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Hidrologi

Studi tentang air dirasakan semakin penting, terutama di negara-negara berkembang yang masih mempunyai masalah budaya dan teknologi dalam pengelolaan air yang sesuai dengan lingkungannya. Cabang ilmu yang mempelajari tentang air tersebut adalah Hidrologi. Secara etimologi, berasal dari dua kata, yaitu hidro = air, dan logos = ilmu. Dengan demikian secara umum hidrologi dapat berarti ilmu yang mempelajari tentang air. Konsep yang umum itu, kini telah berkembang sehingga cakupan obyek hidrologi menjadi lebih jelas. Menurut Marta dan Adidarma (1983), hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang terjadinya pergerakan dan distribusi air di bumi, baik di atas maupun di bawah permukaan bumi, tentang sifat fisik, kimia air serta reaksinya terhadap lingkungan dan hubungannya dengan kehidupan.

Hidrologi merupakan suatu ilmu yang mengkaji tentang kehadiran dan gerakan air di alam. Studi hidrologi meliputi berbagai bentuk air serta menyangkut perubahan-perubahannya, antara lain dalam keadaan cair, padat, gas, dalam atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah, distribusinya, penyebarannya gerakannya dan lain sebagainya.

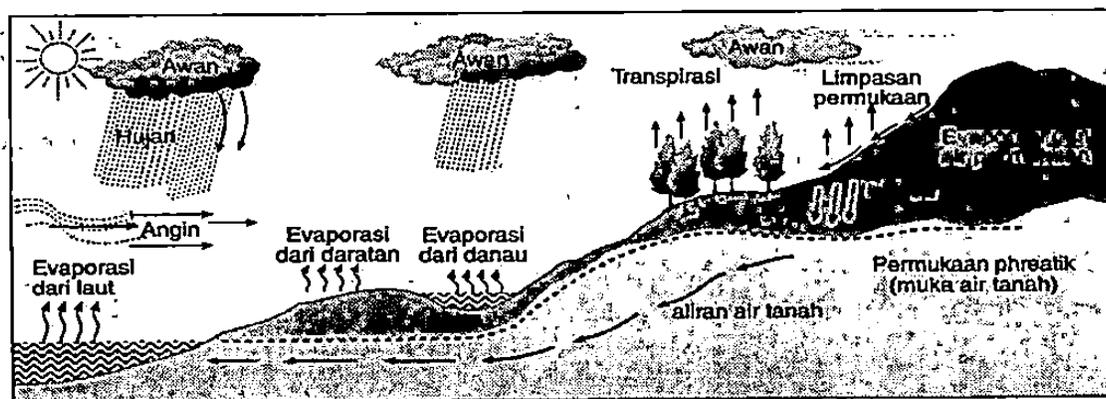
Secara meteorologis, air merupakan unsur pokok paling penting dalam atmosfer bumi. Air terdapat sampai pada ketinggian 12.000 hingga 14.000 meter, dalam jumlah yang kisarannya mulai dari nol di atas beberapa gunung serta gurun sampai empat persen di atas samudra dan laut. Bila seluruh uap air berkondensasi (tetap

mengembun) menjadi cairan, maka seluruh permukaan bumi akan tertutup dengan curah hujan kira-kira sebanyak 2,5 cm.

B. Siklus Hidrologi

Air laut yang menguap ke udara akan membentuk awan dan turun ke permukaan bumi sebagai hujan dan akhirnya mengalir ke laut lagi. Siklus ini disebut daur hidrologi seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.1 (Soemarto, 1986 dalam Santoso, 2004).

Uap air hasil penguapan ini pada ketinggian tertentu akan menjadi awan, kemudian beberapa sebab awan akan berkondensasi menjadi presipitasi (presipitasi = yang diendapkan atau dijatuhkan), bias dalam bentuk salju, hujan es, hujan, dan embun. Air hujan kadang-kadang tertahan oleh tajuk (ujung-ujung daun), oleh daunnya sendiri atau oleh bangunan dan sebagainya. Hal ini diberi istilah *intersepsi*.



Gambar 2.1. Siklus Hidrologi (Soemarto, 1986 dalam Santoso, 2004)

Sirkulasi air yang berpola siklus itu tidak berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi. Pemanasan air samudera oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara kontinu. Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan es dan salju (*sleet*), hujan gerimis atau

kabut. Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontinu dalam tiga cara berbeda:

1. Evaporasi & transpirasi - Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dsb. kemudian akan menguap ke angkasa dan kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air itu akan menjadi bintik-bintik air yang selanjutnya akan turun (*precipitation*) dalam bentuk hujan, salju, es. Ketika air dipanaskan oleh sinar matahari, permukaan molekul-molekul air memiliki cukup energi untuk melepaskan ikatan molekul air tersebut dan kemudian terlepas dan mengembang sebagai uap air yang tidak terlihat di atmosfer. Sekitar 95.000 mil kubik air menguap ke angkasa setiap tahunnya. Hampir 80.000 mil kubik menguapnya dari lautan. Hanya 15.000 mil kubik berasal dari daratan, danau, sungai, dan lahan yang basah, dan yang paling penting juga berasal dari transpirasi oleh daun tanaman yang hidup. Proses semuanya itu disebut Evapotranspirasi.
2. Infiltrasi dan Perkolasi -- infiltrasi yaitu Air yang bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Perkolasi yaitu 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 diatas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau; makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat

biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan disekitar daerah aliran sungai menuju laut.

Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir ke laut. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang membentuk sisten Daerah Aliran Sungai (DAS). Jumlah air di bumi secara keseluruhan relatif tetap, yang berubah adalah wujud dan tempatnya.

Menurut Sugiharto (1985) dalam Anthonio (2004), sumber air menurut asalnya dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu:

1. Air angkasa

Berasal dari air salju, air hujan. Air angkasa merupakan hasil penguapan oleh alam, tetapi dapat menjadi kotor oleh debu dan macam-macam gas ketika partikel hujan turun kebumi.

2. Air permukaan

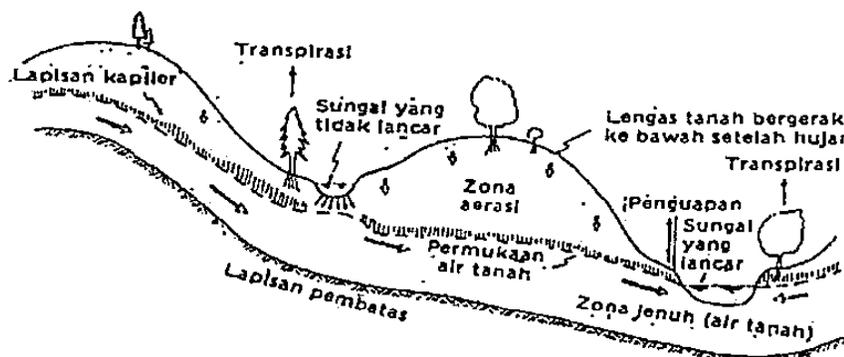
Air yang asal pengambilannya berasal dari permukaan tanah seperti air sungai, air telaga, air laut dan perairan terbuka lainnya.

3. Air tanah

Air yang terkandung di bawah permukaan tanah seperti sumur dangkal, sumur

C. Air Tanah

Menurut Herlambang (1996) air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang antar butir-butir tanah yang meresap ke dalam tanah dan bergabung membentuk lapisan tanah yang disebut akuifer. Lapisan yang mudah dilalui oleh air tanah disebut lapisan permeabel, seperti lapisan yang terdapat pada pasir atau kerikil, sedangkan lapisan yang sulit dilalui air tanah disebut lapisan impermeabel, seperti lapisan lempung.



Gambar 2.2 Posisi Air Tanah (Sumber: Linsley dan Franzini, 1989)

Hal-hal pokok yang perlu dipahami tentang asal-usul dan sifat-sifat air tanah adalah :

1. Pembentukan Air Tanah

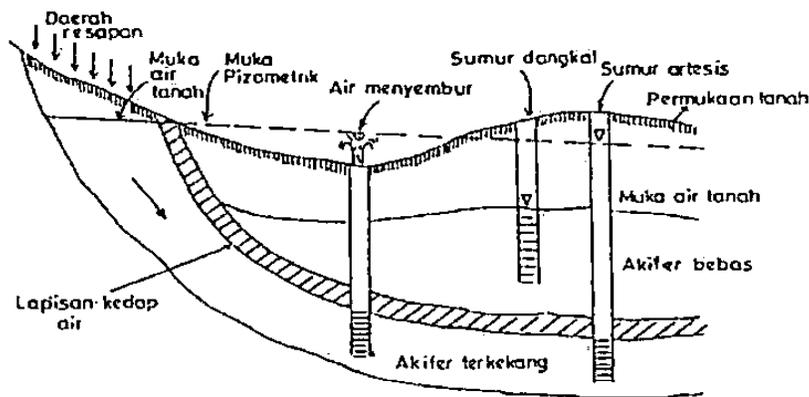
Air tanah adalah semua air yang terdapat di bawah permukaan tanah pada lajur/zona jenuh air (*zone of saturation*). Air tanah terbentuk berasal dari air hujan dan air permukaan yang meresap (*infiltrate*) mula-mula ke zone tak

jenuh (*zone of aeration*) dan kemudian meresap makin dalam (*percolate*) hingga mencapai zona jenuh air dan menjadi air tanah.

Air tanah adalah salah satu fase dalam daur hidrologi, yakni suatu peristiwa yang selalu berulang dari urutan tahap yang dilalui air dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer, penguapan dari darat atau laut atau air pedalaman, pengembunan membentuk awan, pencurahan, dan penguapan kembali (Kamus Hidrologi, 1987 dalam Nurfatin, 2008). Dari daur hidrologi tersebut dapat dipahami bahwa air tanah berinteraksi dengan air permukaan serta komponen-komponen lain yang terlibat dalam daur hidrologi termasuk bentuk topografi, jenis batuan penutup, penggunaan lahan, tetumbuhan penutup, serta manusia yang berada di permukaan.

2. Wadah Air Tanah

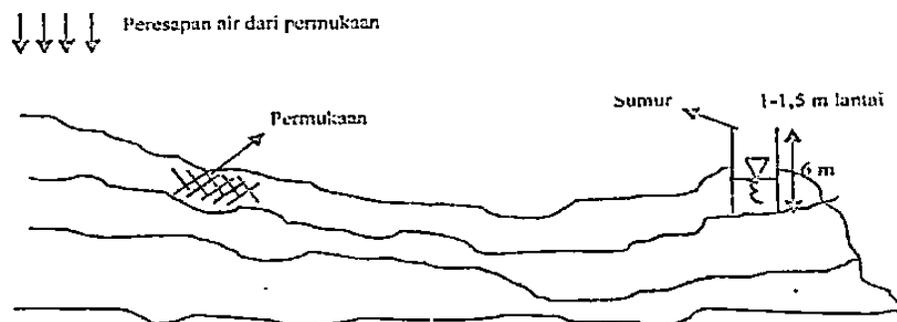
Suatu formasi geologi yang mempunyai kemampuan untuk menyimpan dan melalukan air tanah dalam jumlah berarti ke sumur-sumur atau mata air – mata air disebut akuifer. Lapisan pasir atau kerikil adalah salah satu formasi geologi yang dapat bertindak sebagai akuifer. Wadah air tanah yang disebut akuifer tersebut dialasi oleh lapisan batuan dengan daya meluluskan air yang rendah, misalnya lempung, dikenal sebagai akuitard. Lapisan yang sama dapat juga menutupi akuifer, yang menjadikan air tanah dalam akuifer tersebut di bawah tekanan (*confined aquifer*). Di beberapa daerah yang sesuai, pengeboran yang menyadap air tanah tertekan tersebut menjadikan air tanah muncul ke permukaan tanpa membutuhkan pemompaan. Sementara akuifer tanpa lapisan penutup di atasnya, air tanah di dalamnya tanpa tekanan (*unconfined aquifer*) sama dengan tekanan udara luar.



Gambar 2.3 Gerakan air tanah dan jenis lapisannya (Asdak, 1995)

Ditinjau dari kedudukannya terhadap permukaan, air tanah dapat disebut:

- a. Air tanah dangkal (*phreatic*), umumnya berasosiasi dengan akuifer tak tertekan, yakni yang tersimpan dalam akuifer dekat permukaan hingga kedalaman tergantung kesepakatan 15 sampai 40 m. Air tanah dangkal umumnya dimanfaatkan oleh masyarakat (miskin) dengan membuat sumur gali.



Gambar 2.4 Air Tanah dangkal (Wahyudi, 2003)

Hal-hal yang perlu diketahui dalam pembuatan sumur dangkal adalah :

- 1) Sumur harus diberi tembok rapat kurang lebih dari 3 meter dari

untuk mencegah pencemaran air permukaan dapat dihindarkan

- 2) Sekeliling sumur harus diberi lantai rapat air selebar 1 sampai 1,5 meter untuk mencegah pengotoran dari luar.
 - 3) Pada lantai sekelilingnya diberi saluran pembuangan air kotor, agar air kotor dapat disalurkan dan tidak akan mengotori sumur.
 - 4) Pengambilan air sebaiknya dengan pipa kemudian air dipompa keluar.
 - 5) Pada bibir sumur sebaiknya diberi tembok pengaman setinggi 1 meter.
- b. Air tanah dalam, umumnya berasosiasi dengan akuifer tertekan, yakni tersimpan dalam akuifer pada kedalaman lebih dari 40 m (apabila kesepakan air tanah dangkal hingga kedalaman 40 m).
- c. Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah.

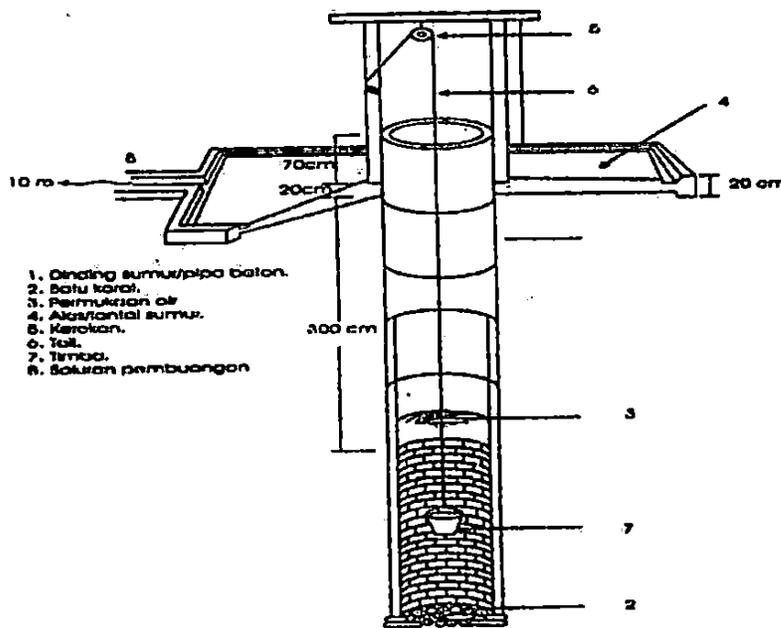
D. Sumur Sebagai Sumber Air

1. Sumur gali

Sumur gali merupakan pengambilan air tanah yang banyak digunakan atau diterapkan di daerah pedesaan. Hal ini karena mudah dalam pembuatannya dan dapat dilakukan masyarakat sendiri dengan biaya murah dan peralatan yang sederhana. Apabila tanahnya merupakan tanah pasir maka dalam pembuatan sumur gali diperlukan penahanan.

Pemberian rapat air sedalam 3 meter dari permukaan tanah untuk menjaga dari pengotoran yang berasal dari luar serta pembuatan bibir sumur

sumur dari sumber pencemaran 10 meter. Ditinjau dari segi kesehatan sumur gali kurang baik apabila pembuatannya dan letaknya kurang tepat, sehingga kemungkinan terkena pencemar sangat besar.



Gambar 2.5 Sumur Gali (Ircham,1992 dalam Santoso, 2004)

2. Sumur Bor

Dibuat dengan cara melakukan pengeboran pada tanah yang tidak dapat dengan alat bor besar. Metode ini paling sering digunakan untuk sumur-sumur dangkal yang garis tengahnya hingga 12 inci (30 cm). Sumur semacam ini berguna untuk penyediaan air sementara.

3. Sumur Pancang

Dengan garis tengah hingga 3 inci (7,5 cm) dan kedalaman hingga 60 ft (20 cm) dapat dibuat pada tanah yang tidak padat menggunakan sumur hisap (*well point*). Sumur hisap adalah suatu bagian dari pipa berlubang yang ujung bawahnya diruncingkan untuk menancapkan ke dalam tanah. Alat ini dapat dipancangkan dengan palu atau alat pancang. Sumur pancang biasanya tidak digunakan untuk proyek-proyek penyediaan air yang besar kecuali dibuat dalam jumlah yang banyak, sumur ini berguna untuk pencarian air, dan untuk penyediaan air rumah tangga (Idris, 2005).

E. Hasil Studi Peneliti Terdahulu

Beberapa hasil studi terdahulu adalah sebagai berikut :

1. Wahyudi (2003) dengan judul uji fisik *water treatment* sederhana dengan media *aerasi* dan filtrasi untuk pengolahan air sumur (studi kasus air dari sumur perpustakaan UMY). Tujuan menganalisis kualitas air tanah pada sumur perpustakaan UMY(parameter Fe, DO, pH), menganalisis kemampuan penurunan kadar Fe dan kenaikan kadar DO, menganalisis hubungan antara jarak ketinggian *aerasi* dengan kadar Fe dan kadar DO. Hasil analisisnya sebagai berikut : Fe sebesar 0,8 mg/l diturunkan sebesar 0,19 mg/l, *effisiensi* penurunan sebesar 78,89%, DO sebesar 5,4 mg/l dinaikan sebesar 7,4 mg/l, *effisiensi* kenaikan sebesar 37,04%.
2. Santoso (2004) dengan judul uji model fisik *water treatment* sederhana untuk pengolahan air sumur, studi kasus air sumur di Desa Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kemampuan alat uji *water treatment* dalam menurunkan kadar pencemaran sampai ambang

batas baku mutu Permenkes no. 416/menkes/per/LX/1990 dan mengetahui efisiensi penurunan kandungan zat padat dari parameter. Parameter yang dipakai adalah Mn, Fe, TSS, DO, kesadahan, warna. Media yang dipakai adalah *aerasi* sekat-sekat bertingkat dan filtrasi dengan bahan pasir aktif, arang aktif, zeolit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa water treatment dapat menurunkan kandungan kadar pencemaran zat padat sebesar 68,456%.

3. Anthonio (2004) dengan judul uji model fisik *water treatment* system filtrasi dan aerasi dengan kombinasi pasir aktif, karbon aktif dan zeolit, (studi kasus sumur gali daerah gandekan lor GT II, Yogyakarta). Tujuan penelitian adalah mengukur kemampuan system filtrasi dan aerasi untuk menetralsir zat pencemar sampai ambang batas baku mutu, menguji *efisiensi* penurunan kadar pencemar. Hasil yang didapat dari penelitian tersebut adalah dapat menurunkan kadar TSS, kadar pencemar Mn Fe warna E Coli tidak dapat diturunkan sehingga tidak sesuai standar baku mutu. Bentuk alat aquarium.
4. Idris (2005) dengan judul uji model fisik pengolahan air *water treatment* sederhana dengan media *aerasi* dan filtrasi untuk pengolahan air sumur (studi kasus air dari sumur perpustakaan UMY). Tujuan untuk mengetahui kualitas air tanah dari sumur perpustakaan UMY, mengetahui kemampuan alat uji pengolahan air sederhana dalam menurunkan kadar pencemar serta untuk mengetahui persentase penurunan kadar Fe dan kadar DO setelah diolah dengan alat uji pengolahan air sederhana apakah sesuai dengan peruntukannya sebagai air sehat atau tidak, mengetahui hubungan antara ketebalan filtrasi dengan kadar Fe dan ketebalan filtrasi dengan kadar DO. Hasil yang didapat adalah sebagai berikut : Fe 0,0 mg/l, penurunan 0,53 mg/l, *effisiensi*

penurunannya sebesar 37%, DO 6 mg/l kenaikannya 7,2 mg/l *effisiensi* kenaikannya sebesar 5,48%.

5. Hendra (2007) dengan judul uji model fisik *water treatment* dengan media aerasi baling-baling bentuk plat, studi kasus buangan air limbah rumah tangga ke Sungai Winongo, Serangan, Yogyakarta. Tujuan yang ingin dicapai adalah menganalisis peningkatan kadar DO, *effisiensi* penurunan kadar TSS, menentukan hubungan jarak baling-baling dengan *effisiensi* penurunan kadar TSS dan kadar Fe. Media yang dipakai adalah *aerasi* dan filtrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Fe dapat diturunkan mencapai 0,05 mg/l, menurunkan kadar TSS mencapai 76,6%, peningkatan kadar DO mencapai 57,1%.
6. Kuncoro (2007) dengan judul uji model fisik *water treatment system aerasi* dan filtrasi dengan media zeolit. Tujuan menganalisis kadar Fe dan *effisiensi* penurunannya, menganalisis kadar DO dan *effisiensi* kenaikannya, menganalisis kadar pH, hasil yang didapat adalah sebagai berikut : kadar Fe diturunkan hingga 0,1 mg/l, *effisiensi* penurunan 71,43%, kadar DO dinaikan hingga 8 mg/l, *effisiensi* DO 100%, pH terendah 6,14 pH tertinggi 6,92, tidak sesuai dengan ambang baku mutu air minum yaitu antara 6-8,5