

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA & LANDASAN TEORI**

#### **A. Pengertian Hidrologi**

Hidrologi merupakan cabang ilmu geografi yang mempelajari seputar pergerakan, distribusi, dan kualitas air yang ada di bumi. Hidrologi adalah ilmu yang membahas karakteristik menurut waktu dan ruang tentang kuantitas dan kualitas air di bumi termasuk proses hidrologi, pergerakan, penyebaran, sirkulasi tampungan, eksplorasi, pengembangan dan manajemen. (Soewarno, 1991).

Orang yang mempelajari hidrologi disebut Hydrologist. Para ahli Hydrologist memberi masukan informasi yang diperlukan untuk menemukan persediaan air bersih yang cukup, termasuk juga mempelajari banjir dan pencemaran air.

Ketika kumpulan air sudah menjadi berat air jatuh menjadi hujan atau juga berbentuk salju. Kebanyakan hujan dan salju mengalir ke laut tetapi ada yang terserap dan tersimpan di dalam tanah. Ada dua sumber air bersih utama: (1) air permukaan (*surface water*) dan (2) air tanah (*ground water*). Air Permukaan mengalir di atas permukaan menuju ke danau, sungai, dan laut. Air tanah meresap sampai atau melalui sela pori-pori kecil batu karang. Sebagian air tanah mengalir lewat aliran air atau sungai bawah tanah.

Hydrologist mempelajari semua itu untuk mendapatkan persediaan sumber air bersih. Mereka membantu memilih lokasi yang terbaik untuk pengeboran sumur-sumur untuk menemukan air tanah di area padang pasir. Para Hydrologist mencoba untuk mencegah atau mengurangi pencemaran air. Mereka mempelajari efek pencemaran dalam pergerakan air sampai terjadinya suatu siklus. Ilmu hidrologi menyediakan informasi cara untuk mengendalikan dan memprediksi terjadinya banjir. ([pengertian-definisi.blogspot.co.id](http://pengertian-definisi.blogspot.co.id)).

## B. Siklus Hidrologi

Ketersediaan air di daratan bumi dapat tetap terjaga karena adanya hujan. Hujan dapat tercipta karena adanya suatu mekanisme alam yang berlangsung secara siklus dan terus menerus. Dalam pengaturan penyebaran air di daratan bumi, mekanisme alam yang dimaksud tersebut dikenal dengan istilah siklus hidrologi atau siklus air.

Siklus hidrologi adalah salah satu dari 6 siklus biogeokimia yang berlangsung di bumi. Siklus hidrologi adalah suatu siklus atau sirkulasi air dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi yang berlangsung secara terus menerus. Siklus hidrologi memegang peran penting bagi kelangsungan hidup organisme bumi. Melalui siklus ini, ketersediaan air di daratan bumi dapat tetap terjaga, mengingat teraturnya suhu lingkungan, cuaca, hujan, dan keseimbangan ekosistem bumi dapat tercipta karena proses siklus hidrologi ini. ([www.ebiologi.com](http://www.ebiologi.com)).

Adapun pada praktiknya proses terjadinya siklus hidrologi. Tahapan proses terjadinya siklus hidrologi tersebut antara lain evaporasi, transpirasi, evapotranspirasi, sublimasi, kondensasi, adveksi, presipitasi, *run off*, dan infiltrasi.

## C. Air Hujan

Air hujan merupakan hasil penyubliman awan atau uap air murni yang ketika turun dan melalui udara akan melarutkan benda-benda yang terdapat di udara. Diantara benda-benda yang terlarut di udara tersebut adalah gas ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$  dan lain-lain), jasad renik dan debu.

Kelarutan gas  $CO_2$  di dalam air hujan akan membentuk asam bikarbonat ( $H_2CO_3$ ) yang akan menjadi air hujan bersifat asam. Beberapa macam gas oksida dapat berada pula di dalam udara, diantaranya yang penting adalah oksida belerang ( $SO_2$ ) dan oksida nitrogen ( $NO_2$ ). Kedua oksida ini bersama-sama dengan air hujan akan membentuk larutan asam sulfat dan larutan asam nitrat ( $H_2SO_4$  dan  $H_2NO_4$ ). ([repository.unimus.ac.id](http://repository.unimus.ac.id)).

## Macam-Macam Air Hujan

Hujan itu sendiri dapat dibedakan menjadi beberapa macam, antara lain :

### 1) Berdasarkan Ukuran Butirnya

- Hujan gerimis (*drizzle*), diameter butirannya kurang dari 0,5 mm.
- Hujan salju (*snow*), terdiri atas kristal-kristal es yang temperatur udaranya berada di bawah titik beku.
- Hujan batu es, merupakan curahan batu es yang turun di dalam cuaca panas dari awan yang temperaturnya di bawah titik beku.
- hujan deras (*rain*), yaitu curahan air yang turun dari awan yang temperatur nya di atas titik beku dan diameter butirannya kurang lebih 7 mm.

### 2) Berdasarkan Proses Terjadinya

- Hujan zenithal, hujan zenithal terjadi karena massa udara yang banyak mengandung uap air naik ke atas secara vertikal (angin mendorongnya ke atas). Akibatnya terjadilah penurunan suhu (semakin naik, suhu berkurang) sehingga terjadi peristiwa kondensasi (pengembunan) dan membentuk awan konveksi. Adapun tanda-tanda hujan Zenith yaitu butir-butir airnya kasar, jatuhnya jarang dan turunnya tiba-tiba, serta berhenti lebih cepat.
- Hujan frontal, hujan frontal terjadi di daerah pertemuan antara massa udara panas dan massa udara dingin. Massa udara panas yang kurang padat akan naik ke atas sedangkan massa udara dingin yang lebih padat akan turun ke bawah. Tempat pertemuan antara kedua massa itu disebut bidang front. Hujan terjadi di daerah front karena massa udara

panas yang lembap bertemu dengan massa udara dingin sehingga terjadi kondensasi. Kemudian, terbentuklah awan pada akhirnya turun hujan.

- Hujan Orografis, hujan orografis, terjadi karena massa udara yang mengandung uap air dipaksa bergerak menaiki lereng gunung atau pegunungan. Oleh karena itu, massa udara tersebut terus mengalami penurunan suhu sehingga mengalami kondensasi menjadi titik-titik air. Akhirnya, titik-titik air turun di sekitar lereng pegunungan. Fenomena itulah yang dinamakan hujan orografis (Hartono, 2007).

#### **D. Air Permukaan**

Air permukaan adalah air yang terkumpul di atas tanah atau di mata air, sungai danau, lahan basah, atau laut. Air permukaan berhubungan dengan air bawah tanah atau air atmosfer. Air permukaan merupakan sumber terbesar untuk air bersih.

Air permukaan secara alami terisi melalui presipitasi dan secara alami berkurang melalui penguapan dan rembesan ke bawah permukaan sehingga menjadi air bawah tanah. Meskipun ada sumber lainnya untuk air bawah tanah, yakni air jebak dan air magma, presipitasi merupakan faktor utama dan air bawah tanah yang berasal dari proses ini disebut air meteor. ([id.wikipedia.org](http://id.wikipedia.org)).

Air tawar yang ada di darat terbagi menjadi air permukaan dan air bawah permukaan. Air permukaan merupakan air yang memiliki daerah aliran dan peredaran di permukaan daratan.

Adapun air bawah permukaan merupakan air yang beredar di dalam tanah karena terserap oleh pori-pori tanah dan akar tumbuhan. Seperti halnya air permukaan, air bawah permukaan juga memiliki daerah aliran, namun berada di bawah tanah.

## **Macam-macam air permukaan**

Pada bagian-bagian tertentu, permukaan tanah dapat menampung air. Bentuk-bentuk tertampungnya air berbeda beda. Namun secara umum, ada tiga bentuk penampung air tawar di permukaan bumi, yakni sungai, danau, dan rawa. ([www.berpendidikan.com](http://www.berpendidikan.com)).

### 1) Sungai

Secara umum sungai adalah kumpulan air yang bergerak pada saluran-saluran yang terbentuk secara alami dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah hingga akhirnya sampai ke laut.

Hulu sungai biasanya merupakan mata air yang memancarkan air yang makin lama menyatu dan membentuk sungai. Daerah hulu sungai biasanya tidak terlalu dalam dan arus pada daerah ini biasanya deras.

### 2) Danau

Danau adalah genangan air yang tertampung oleh cekungan bumi dengan volume yang besar. Air danau dapat bersumber dari aliran sungai, hujan, atau mata air yang memancar dari dalam tanah. Selain itu, danau juga dapat dibentuk oleh manusia dengan cara membendung aliran air atau sungai. Danau bendungan ini biasanya disebut bendungan atau waduk.

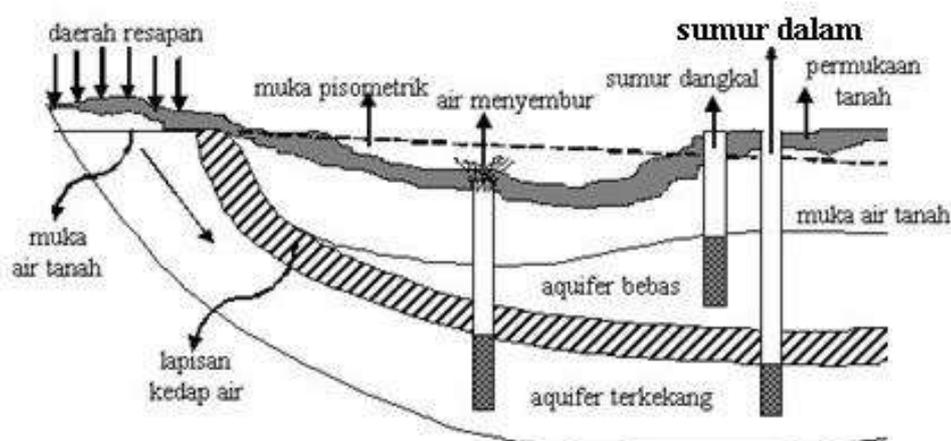
### 3) Rawa

Kawasan di daratan yang tergenang air dengan kedalaman yang lebih dangkal bila dibandingkan dengan danau disebut rawa. Rawa biasanya ditumbuhi berbagai tanaman air. Di daerah sekitar pantai rawa-rawa banyak ditumbuhi hutan bakau (mangrove).

## E. Air Tanah

Air Tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah dan terletak pada zona jenuh air. Di bawah permukaan tanah, pori-pori tanah terisi air dan udara dalam jumlah yang berbeda. Air hujan bergerak ke bawah melalui zona aerasi. Sejumlah air beredar dalam tanah dan ditahan oleh gaya-gaya kapiler pada pori-pori yang kecil atau tarikan molekuler di sekeliling partikel tanah. Air pada lapisan atas zona aerasi dikenal sebagai lengas tanah. Bila daya tahan tanah terhadap air terlampaui, air turun ke zona jenuh. Di atas zona jenuh terdapat zona kapiler, dimana pori-pori kecil berisi air yang diangkut oleh kegiatan kapiler. (Supadi, 2005)

Air tanah (*ground water*) merupakan air yang berada di bawah permukaan tanah pada daerah *aquifer*. Karakteristik utama yang membedakan air tanah dari air permukaan adalah pergerakan yang sangat lambat dan waktu tinggal yang sangat lama, dapat mencapai puluhan bahkan ratusan tahun. Karena pergerakan yang sangat lambat dan waktu tinggal yang lama tersebut, air tanah akan sulit untuk pulih kembali jika mengalami pencemaran. Penampang melintang dan posisi air tanah dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1. Penampang Melintang Tanah dan Posisi Air Tanah. (Ircham, 1992)

Daerah di bawah tanah yang terisi air disebut daerah saturasi (*zone of saturation*). Pada daerah saturasi, setiap pori tanah dan batuan terisi oleh air, yang merupakan air tanah (*ground water*). Batas atas daerah saturasi disebut *water table*, yang merupakan peralihan antara daerah saturasi yang banyak mengandung air dan daerah belum saturasi/jenuh (*unsaturated/vadose zone*) yang masih mampu menyerap air. Jadi, daerah saturasi berada di bawah daerah saturasi jenuh (*saturated*). (Ircham, 1992).

### **Macam-macam akifer**

#### 1) Akifer Bebas (*Unconfined Aquifer*)

Akifer bebas merupakan lapisan lolos air yang hanya sebagian terisi oleh air dan berada di atas lapisan kedap air. Permukaan tanah pada aquifer ini disebut dengan *water table*, yaitu permukaan air yang mempunyai tekanan hidrostatik sama dengan atmosfer. Dalam akifer bebas ada air tanah yaitu Air tanah dangkal yang merupakan air tanah yang berada pada daerah *unconfined aquifer*/air tanah bebas/tidak terkekang. Air tanah dangkal terjadi karena proses peresapan dari permukaan tanah. Air tanah dangkal dapat dimanfaatkan sebagai air minum melalui sumur dangkal yang didapat pada kedalaman yang tergantung pada kontur geografis masing-masing daerah, tergantung *unconfined aquifer* nya berada pada kedalaman berapa. (Herlambang, 1996).

Sebagai sumber air bersih, air tanah dangkal ini ditinjau dari segi kualitas cukup baik, tetapi dari segi kuantitas kurang baik karena banyak tergantung pada musim. Ada beberapa sumur yang kedalamannya pada daerah air tanah dangkal, yaitu :

- Sumur Gali

Bangunan penyadap air atau pengumpul air tanah dengan cara menggali. Kedalaman sumur bervariasi antara 4 m – 15 m dari permukaan tanah tergantung pada kedudukan muka air tanah setempat dan juga morfologi daerah. (Maya, 2012).

- Sumur Bor Sederhana

Dengan garis tengah hingga 10 cm dan kedalaman hingga 5 m - 7 m. Dapat dibuat pada tanah yang tidak padat dengan menggunakan pipa besi berlubang yang ujung bawahnya diruncingkan untuk menancapkan kedalam tanah.

- Sumur Dangkal

Sumur yang kedalamannya pada daerah *unconfined aquifer*/ air tanah bebas/ tidak terkekang.

## 2) Akifer Tertekan (*Confined Aquifer*)

Akifer Tertekan merupakan akifer yang seluruh jumlahnya air yang dibatasi oleh lapisan kedap air, baik yang di atas maupun di bawah, serta mempunyai tekanan jenuh lebih besar dari pada tekanan atmosfer. Dalam akifer tertekan ada air tanah yaitu :

- Air tanah dalam

Air tanah yang berada pada daerah *confined aquifer*/air tanah terkekang. Kedalamannya tergantung kontur geografis masing-masing daerah, tergantung *confined aquifer* nya berada pada kedalaman berapa.

Pengambilan air tanah dalam tak semudah pada air tanah dangkal. Ada beberapa sumur yang kedalamannya pada daerah air tanah dalam :

✓ Sumur Dalam

Sumur yang kedalamannya pada daerah *confined aquifer*/air tanah terkekang.

✓ Sumur Artesis

Sumur yang kedalamannya pada daerah *confined aquifer* dan karena tekanan air pada *confined aquifer* lebih besar dari permukaan maka air dapat keluar dengan sendirinya.

✓ Sumur Bor Besar

Dibuat dengan cara melakukan pengeboran pada tanah yang tidak padat dengan alat bor besar.

- Mata air

Air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan keadaan air tanah dalam.

## F. Kualitas Air

Kualitas air adalah karakteristik mutu yang dibutuhkan untuk pemanfaatan dari sumber-sumber air. Kriteria mutu air merupakan satu dasar baku mutu air, disamping faktor-faktor lain. Baku mutu air adalah persyaratan mutu air yang disiapkan oleh suatu negara atau daerah yang bersangkutan.

Manusia memerlukan air tidak hanya dari segi kuantitasnya saja, tetapi juga dari kualitasnya. Satu orang dalam satu hari membutuhkan air kurang lebih 200 liter. Menurut Syamsuri (1993), kualitas air ditentukan oleh konsentrasi bahan kimia yang terlarut dalam air. Permasalahan kualitas air dapat ditimbulkan oleh proses alamiah maupun ulah manusia.

Air yang kotor sangat berbahaya bagi tubuh manusia. Bila air sudah tercemar dengan bahan kimia, maka hampir dapat dipastikan berbagai jenis organisme penyebab penyakit dapat ditentukan dalam air tersebut. Kualitas air adalah karakteristik mutu yang dibutuhkan untuk pemanfaatan tertentu dari sumber-sumber air.

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.

#### **G. Standar kualitas air**

Standar Kualitas Air adalah Karakteristik mutu yang dibutuhkan untuk pemanfaatan tertentu dari sumber – sumber air. Dengan adanya standar kualitas air, orang dapat mengukur kualitas dari berbagai macam air. Setiap jenis air dapat diukur konsentrasi kandungan unsur yang tercantum didalam standard kualitas, dengan demikian dapat diketahui syarat kualitasnya, dengan kata lain standar kualitas dapat digunakan sebagai tolak ukur.

Standar kualitas air bersih dapat diartikan sebagai ketentuan-ketentuan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air yang biasanya dituangkan dalam bentuk pernyataan atau angka yang menunjukkan persyaratan – persyaratan yang harus dipenuhi agar air tersebut tidak menimbulkan gangguan kesehatan, penyakit, gangguan teknis, serta gangguan dalam segi estetika.

Peraturan ini dibuat dengan maksud bahwa air bersih yang memenuhi syarat kesehatan mempunyai peranan penting dalam rangka pemeliharaan, perlindungan serta mempertinggi derajat kesehatan masyarakat. Dengan peraturan ini telah diperoleh landasan hukum dan landasan teknis dalam hal pengawasan kualitas air bersih. Demikian pula halnya dengan air yang digunakan sebagai kebutuhan air bersih sehari-hari, sebaiknya air tersebut tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, jernih, dan mempunyai suhu yang sesuai dengan standar yang ditetapkan sehingga menimbulkan rasa nyaman.

Syarat mutlak yang harus dipenuhi agar air dapat digunakan sebagai air bersih adalah mutu dan kualitas air bersih yang ditetapkan dalam PERMENKES RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air.

## **H. Pengolahan Air**

Pengolahan air bersih merupakan usaha teknis yang dilakukan untuk menghasilkan produk air bersih sesuai standar kualitas air yang layak konsumsi. Untuk memenuhi standar tersebut perlu melewati tiga pengolahan, yaitu secara fisika, kimia, dan biologi. Pengolahan air dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain :

### **1. Adsorpsi dan Absorpsi**

Adsorpsi atau penyerapan adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida, cairan maupun gas, terikat kepada suatu padatan atau cairan (zat penyerap, adsorben) dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis atau film (zat terserap, adsorbat) pada permukaannya. Berbeda dengan absorpsi yang merupakan penyerapan fluida oleh fluida lainnya dengan membentuk suatu larutan.

Adsorpsi secara umum adalah proses penggumpalan substansi terlarut (*soluble*) yang ada dalam larutan, oleh permukaan zat atau benda penyerap, di mana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dengan penyerapnya.

Definisi lain menyatakan adsorpsi sebagai suatu peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan atau antar fasa, di mana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorpsi atau adsorben.

Adsorpsi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu adsorpsi fisika (disebabkan oleh gaya Van Der Waals (penyebab terjadinya kondensasi gas untuk membentuk cairan) yang ada pada permukaan adsorben) dan adsorpsi kimia (terjadi reaksi antara zat yang diserap dengan adsorben, banyaknya zat yang teradsorpsi tergantung pada sifat khas zat padatnya yang merupakan fungsi tekanan dan suhu).

Absorpsi atau penyerapan adalah suatu fenomena fisik atau kimiawi atau suatu proses sewaktu atom, molekul, atau ion memasuki suatu fase limbak (*bulk*) lain yang bisa berupa gas, cairan, ataupun padatan. Proses ini berbeda dengan adsorpsi karena pengikatan molekul dilakukan melalui volume dan bukan permukaan. Salah satu contoh penyerapan lainnya adalah penukaran ion di mana terjadi proses pertukaran ion antara dua elektrolit atau antara larutan elektrolit dan senyawa kompleks. ([id.wikipedia.org](https://id.wikipedia.org)).

## 2. Filtrasi

Filtrasi atau penyaringan merupakan pemisahan antara padatan atau koloid dengan cairan. Proses penyaringan air melalui pengaliran air pada media butiran. Secara alami penyaringan air terjadi pada permukaan yang mengalami peresapan pada lapisan tanah. Bakteri dapat dihilangkan secara efektif melalui proses penyaringan demikian pula dengan warna, keruhan, dan besi.

Pada proses penyaringan, partikel-partikel yang cukup besar akan tersaring pada media pasir, sedangkan bakteri dan bahan koloid yang berukuran lebih kecil tidak tersaring seluruhnya. Ruang antara butiran berfungsi sebagai sedimentasi dimana butiran terlarut mengendap. Bahan-bahan koloid yang terlarut kemungkinan akan ditangkap karena adanya gaya elektrokinetik. Banyak bahan-bahan yang terlarut tidak dapat membentuk flok dan pengendapan gumpalan-gumpalan masuk ke dalam filter dan tersaring.

Jenis saringan pasir yang sering digunakan :

- Saringan Pasir Lambat

Saringan pasir lambat adalah saringan pasir yang mempunyai kerja mengolah air baku secara gravitasi melalui lapisan pasir sebagai media penyaringan. Kecepatan penyaringan berkisar antara 0,1 – 0,4 m<sup>3</sup>/jam. Proses penyaringan dapat berjalan baik apabila tinggi pasir penyaring minimal 70 cm, karena aktifitas mikroorganisme terjadi di lapisan sampai 30 – 40 cm di bawah permukaan. Mikroorganisme ini berfungsi memakan dengan menghancurkan zat organik sewaktu air mengalir lewat pasir tersebut. Ketebalan pasir di bawahnya lagi berfungsi sebagai saringan zat kimia, karena disini terjadi proses kimiawi. Diameter pasir berkisar antara 0,2 -0,3 mm, dapat menyaring telur cacing, kista amoeba, larva cacing, dan bakteri.

- Saringan Pasir Cepat

Saringan pasir cepat juga bekerja atas dasar gaya gravitasi melalui pasir berdiameter 0,2 – 2,0 mm, dan kerikil berdiameter 25 – 50 mm, kecepatan filtrasi 100-125 m/hari. Tebal pasir efektif sekitar 80 – 120 cm. Saringan pasir cepat ini dapat menyaring telur cacing, kista amoeba, larva cacing. Pasir cepat ini juga bisa digunakan untuk mengurangi Fe dan Mn.

Faktor–faktor yang mempengaruhi filtrasi, yaitu :

- Debit Filtrasi

Debit yang terlalu besar akan menyebabkan tidak berfungsinya filter secara efisien. Sehingga proses filtrasi tidak dapat terjadi dengan sempurna, akibat adanya aliran air yang terlalu cepat dalam melewati rongga diantara butiran media pasir. Hal ini menyebabkan berkurangnya waktu kontak antara permukaan butiran media penyaring dengan air yang akan disaring. Kecepatan aliran yang terlalu tinggi saat melewati rongga antar butiran menyebabkan partikel–partikel yang terlalu halus yang tersaring akan lolos.

- Konsentrasi Kekeruhan

Konsentrasi kekeruhan sangat mempengaruhi efisiensi dari filtrasi. Konsentrasi kekeruhan air baku yang sangat tinggi akan menyebabkan tersumbatnya lubang pori dari media atau akan terjadi *clogging*. Sehingga dalam melakukan filtrasi sering dibatasi seberapa besar konsentrasi kekeruhan dari air baku (konsentrasi air influen) yang boleh masuk. Jika konsentrasi kekeruhan yang terlalu tinggi, harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu, seperti misalnya dilakukan proses koagulasi flokulasi dan sedimentasi.

- Temperatur

Adanya perubahan suhu atau temperatur dari air yang akan difiltrasi, menyebabkan massa jenis (*density*), viskositas absolut, dan viskositas kinematis dari air akan mengalami perubahan. Selain itu juga akan mempengaruhi daya tarik menarik diantara partikel halus penyebab kekeruhan, sehingga terjadi perbedaan dalam ukuran besar partikel yang akan disaring. Akibat ini juga akan mempengaruhi daya adsorpsi. Akibat dari keduanya ini, akan mempengaruhi terhadap efisiensi daya saring filter.

- Kedalaman media, Ukuran, dan Material

Pemilihan media dan ukuran merupakan keputusan penting dalam perencanaan bangunan filter. Tebal tipisnya media akan menentukan lamanya pengaliran dan daya saring. Media yang terlalu tebal biasanya mempunyai daya saring yang sangat tinggi, tetapi membutuhkan waktu pengaliran yang lama. Keadaan media yang terlalu kasar atau terlalu halus akan menimbulkan variasi dalam ukuran rongga antar butir. Ukuran pori sendiri menentukan besarnya tingkat porositas dan kemampuan menyaring partikel halus yang terdapat dalam air baku. Lubang pori yang terlalu besar akan meningkatkan rate dari filtrasi dan juga akan menyebabkan lolosnya partikel–partikel halus yang akan disaring. Sebaliknya lubang pori yang terlalu halus akan meningkatkan kemampuan menyaring partikel dan juga dapat menyebabkan *clogging* (penyumbatan lubang pori oleh partikel–partikel halus yang tertahan) yang terlalu cepat.

- Tinggi Muka Air Di Atas Media dan Kehilangan Tekanan

Keadaan tinggi muka air di atas media berpengaruh terhadap besarnya debit atau laju filtrasi dalam media. Tersedianya muka air yang cukup tinggi diatas media akan meningkatkan daya tekan air untuk masuk kedalam pori. Dengan muka air yang tinggi akan meningkatkan laju filtrasi (bila filter dalam keadaan bersih). Muka air diatas media akan naik bila lubang pori tersumbat (terjadi *clogging*) terjadi pada saat filter dalam keadaan kotor. ([id.shvoong.com](http://id.shvoong.com))

### 3. Aerasi

Aerasi adalah proses pemasukan udara kedalam air. Aerator adalah alat yang digunakan untuk memasukkan udara kedalam air. Aerasi alami terjadi ketika air yang menabrak bebatuan atau kayu di daerah aliran sungai.

DO (Dissolved Oxygen) menunjukkan kandungan oksigen yang terlarut dalam air. Banyak sedikitnya kandungan oksigen dapat dipakai untuk menunjukkan banyak sedikitnya kandungan bahan organik dalam air. Angka DO yang kecil menunjukkan bahwa banyak pengotor (bahan organik) dalam air, dan sebaliknya. Air dikatakan tidak tercemar apabila kandungan  $O_2 \geq 4$  mg/l. (Agus, 2003).

### 4. Koagulasi dan Flokulasi

Proses koagulasi dan flokulasi adalah konversi dari polutan-polutan yang tersuspensi koloid yang sangat halus didalam air limbah, menjadi gumpalan-gumpalan yang dapat diendapkan, disaring, atau diapungkan.

Partikel koloid sangat sulit diendapkan dan merupakan bagian yang besar dalam polutan serta menyebabkan kekeruhan. Untuk memisahkannya, koloid harus diubah menjadi partikel yang berukuran lebih besar melalui proses koagulasi dan flokulasi.

Koagulasi dan flokulasi dapat dilakukan melalui beberapa tahapan proses, yaitu:

- Penambahan koagulan/flokulan disertai pengadukan dengan kecepatan tinggi dalam waktu singkat.
- Destabilisasi dari system koloid.
- Penggumpalan partikel yang telah mengalami destabilisasi sehingga terbentuk microfloc.
- Penggumpalan lanjutan untuk menghasilkan macrofloc yang dapat diendapkan, disaring, dan diapungkan.

Destabilisasi biasanya dilakukan dengan penambahan bahan-bahan kimia yang dapat mengurangi daya penolakan karena mekanisme pengikatan dan absorpsi. Berkurangnya daya penolakan biasanya akan diikuti dengan penggumpalan koloid yang telah netral secara elektrostatik, yang akan menghasilkan berbagai gaya yang bekerja di antara partikel hingga terjadi kontak satu sama lain.

Koagulasi bertujuan untuk membuat gumpalan-gumpalan yang lebih besar dengan penambahan bahan-bahan kimia, misalnya  $Al_2SO_4$ ,  $Fe_2Cl_3$ ,  $Fe_2SO_4$ , PAC, dan sebagainya.

Flokulasi bertujuan untuk membuat gumpalan yang lebih besar dan pada gumpalan terbentuk selama koagulasi dengan penambahan polimer, misalnya polimer kationik dan anionic yang beredar dipasar dengan nama – nama alliwid koloid, praestol, kurifloc, dan diafloc. ([ans-olahlimbah.blogspot.co.id](http://ans-olahlimbah.blogspot.co.id)).

## 5. Pemanasan

Pemanasan merupakan cara sederhana untuk membunuh bakteri. Secara umum, bakteri dan kuman akan mati pada suhu  $100^{\circ}C$  atau setara dengan air yang mendidih. Pemanasan hanya digunakan untuk skala rumah tangga. Untuk skala industri, cara ini kurang efektif karena dibutuhkan peralatan, tempat dan energi yang sangat besar untuk menaikkan suhu air mencapai  $100^{\circ}C$ . Perlu diketahui juga, ada beberapa jenis bakteri yang tidak mati dengan cara pemanasan.

## 6. Penyinaran Sinar UV

Penggunaan sinar UV merupakan cara modern dalam membunuh bakteri. Proses desinfeksi pada pengolahan air minum dapat menggunakan sinar ultra violet (UV). Gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 200 nm – 300 nm (disebut UV-C) dapat membunuh bakteri, spora, dan virus. Panjang gelombang UV yang paling efektif dalam membunuh bakteri adalah 265 nm.

Salah satu alat yang memanfaatkan sinar UV yaitu SODIS, SODIS adalah kependekan dari *Solar Water Disinfection* atau “Pembasmian kuman dalam air dengan sinar matahari“. Proses pembasmian atau disinfeksi ini merupakan implementasi teknologi yang sangat sederhana, yaitu menggunakan sinergi yang terjadi antara radiasi sinar matahari (sinar ultraviolet) dan panas dari matahari untuk mematikan mikroorganisme yang terdapat dalam air.

SODIS pertama kali diperkenalkan oleh sebuah lembaga pengembangan Iptek di Swiss yang bernama EAWAG/SANDEC di beberapa negara termasuk di Asia. Di Indonesia lembaga ini bekerja sama dengan Yayasan Dian, Desa Yogyakarta mengembangkan SODIS di beberapa daerah antara lain Yogyakarta, NTT dan NTB.

Dari serangkaian uji laboratorium dan uji coba lapangan yang dilakukan oleh kedua lembaga tersebut diatas, terungkap bahwa sinergi yang dihasilkan dari kombinasi sinergi sinar ultra violet dan sinar matahari memberikan dampak yang signifikan terhadap penurunan angka kuman dan kematian mikroorganisme dalam air. Dengan demikian penggabungan kedua proses tersebut dapat dikembangkan sebagai cara terbaik dalam memanfaatkan energi surya untuk tujuan disinfeksi air. Uji lapangan memperlihatkan bahwa metode gabungan itu juga secara efektif mampu mematikan bakteri *Eschericia Coli*.

Bakteri pathogen manusia sangat rentan, tidak bisa berbiak dan mati jika berada di luar tubuh manusia. Penting untuk digaris bawahi bahwa SODIS tidak memproduksi air yang steril. Organisme selain bakteri pathogen seperti Algae atau jamur sangat bisa beradaptasi dengan baik dalam botol SODIS dan bahkan mungkin tumbuh dengan baik. Namun, organisme ini tidak terlalu membahayakan kesehatan manusia. ([yogas09.student.ipb.ac.id](mailto:yogas09.student.ipb.ac.id))

## 7. Chlorinasi

Klorinasi adalah proses desinfeksi dengan menggunakan Senyawa Klor pada pengolahan air bersih maupun air limbah. Proses klorinasi dimaksudkan untuk membunuh bakteri yang ada yang dapat membahayakan kesehatan kita.

Khlor merupakan unsur halogen dengan nomor atom 17. Khlor yang biasa digunakan dalam proses desinfeksi adalah klorin ( $\text{Cl}_2$ ), Kaporit ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ),  $\text{NaOCl}$ , dan asam hipoklorit. Klorin merupakan gas yang reaktif yang bisa mengoksidasi hampir semua senyawa. Khlor adalah bahan desinfektan yang efektif untuk air yang jernih dan pH tidak asam. Saat ini penggunaan klorin paling banyak digunakan dibandingkan desinfektan lainnya karena harganya yang murah dan cukup efektif. Selain itu klorin akan menyisakan residu yang akan menjamin air tetap steril selama proses distribusi. ([www.scribd.com](http://www.scribd.com)).

Beberapa alasan yang menyebabkan klorin sering digunakan sebagai disinfektan adalah sebagai berikut:

- Dapat dikemas dalam bentuk gas, larutan, dan bubuk.
- Relatif murah.
- Memiliki daya larut yang tinggi serta dapat larut pada kadar yang tinggi (7000mg/l).
- Residu klorin dalam bentuk larutan tidak berbahaya bagi manusia, jika terdapat dalam kadar yang tidak berlebihan.
- Bersifat sangat toksik bagi mikroorganisme, dengan cara menghambat aktivitas metabolisme mikroorganisme tersebut.

## I. Alat Pengolahan Air Skala Kecil

Penelitian Purwono dan Karbito dilakukan pembuatan tes uji kualitas air dengan menggugurkan alat pengolahan air yang masih sederhana dan dalam skala kecil, alat ini merupakan bentuk pengaplikasian metode pengolahan air yang dijelaskan di atas.

Menurut (Purwono dan Karbito, 2012) ada beberapa cara untuk menghilangkan zat besi dan mangan dalam air salah satu diantaranya yakni dengan cara oksidasi, dengan cara koagulasi, cara elektrolitik, cara pertukaran ion, cara filtrasi kontak, proses soda lime, pengolahan dengan bakteri besi dan cara lainnya. Cara pengolahannya harus disesuaikan dengan bentuk senyawa besi dan mangan dalam air yang akan diolah.

Pada penelitian Purwono dan Karbito cara pengolahan air dengan mengkombinasikan cara koagulasi dan cara filtrasi. Unit pengolahan terdiri dari antara lain : bak penampung air baku, pompa air baku, alat saringan filter tunggal dengan kombinasi media filter pasir silika, mangan zeolit dan karbon aktif, dan bak penampung air bersih.

Proses pengolahan air yang dilakukan Purwono dan Karbito tergolong sederhana, hal ini dapat dilihat pada bagan berikut :



Gambar 2. 2. Bagan Proses Kerja Alat Pengolahan Air Minimalis.

(Purwono dan Karbito, 2012)

- **Input**

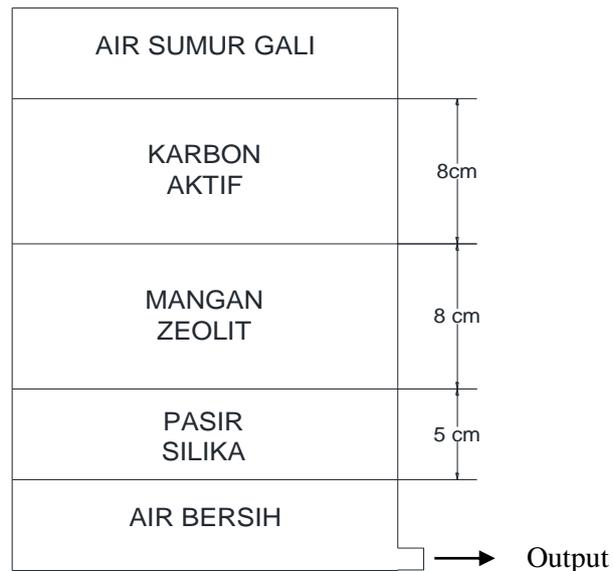
Proses ini merupakan proses masuknya air kedalam rangkaian pengolahan air.

- **Proses**

Tahap ini merupakan proses pengolahan air dengan metode filtrasi menggunakan kombinasi pasir silika, mangan zeolit dan karbon aktif.

- **Output**

Bagian ini merupakan proses keluarnya air yang direncanakan.



Gambar 2.3. Sketsa Penampang Filter dan Susunan Media Penyaring. (Purwono dan Karbito, 2012).

Menurut (Purwono dan Karbito, 2012) dengan debit input 12 liter/menit dan susunan media seperti diatas alat uji dapat menghasilkan presentase efektifitas penurunan sebagai berikut :

PARAMETER	KUALITAS AIR		PRESENTASE PENURUNAN
	SEBELUM	SESUDAH	
Kekeruhan	42,90	30,80	28,2
pH	6,80	6,87	+1,0
Besi (Fe)	3,45	2,40	30,4
Mangan (Mn)	0,92	0,56	29,1
Coliform	271	72	73,4

Tabel 2.1 Hasil Pemeriksaan Kualitas Air Baku. (Purwono dan Karbito, 2012).

Presentase penurunan efektif adalah persen yang dihasilkan dengan membagi (kualitas air yang masuk rangkaian pengolahan – kualitas air yang keluar rangkaian pengolahan) dibagi kualitas air yang masuk rangkaian pengolahan dan dikali seratus.

$$\text{penurunan efektif (\%)} = \frac{\text{in-out}}{\text{in}} \times 100\%$$

#### J. Kapasitas air

Kapasitas air adalah banyaknya air yang dapat ditampung. Semakin besar wadah/tampungan yang digunakan maka semakin besar pula kapasitas air yang dapat ditampung dan semakin besar pula debit air yang dihasilkan. Debit adalah banyaknya zat/partikel benda yang melewati suatu penampang tiap satuan waktu.

Rumus kapasitas	:	$Q = \text{Volume}$
Keterangan	:	$Q = \text{Kapasitas (m}^3\text{)}$ $\text{Volume} = \text{Volume wadah (m}^3\text{)}$
Rumus debit	:	$Q = \frac{\text{Volume air}}{\text{Waktu (t)}}$
Keterangan	:	$Q = \text{Debit (liter/jam)}$ $\text{Volume air} = \text{liter}$

#### K. Uji Laboratorium BPTKLPP

Parameter yang diteliti di Laboratorium PBBTKLPP Yogyakarta meliputi parameter biologi, dan kimia, fisika. Dari ketiga parameter tersebut masih terdapat sub parameter yang mengindikasikan air dari sampel Masjid K. H. Ahmad Dahlan UMY tidak sesuai dengan standar kualitas air bersih.