

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Landasan Teori

#### 1. Pertumbuhan penduduk

Pertumbuhan penduduk yang begitu pesat, mengakibatkan sumber daya air di dunia telah menjadi salah satu kekayaan yang sangat penting. Kualitas airtanah sangat berhubungan erat untuk kesehatan manusia, begitupula kuantitasnya karena permintaan air bersih terus meningkat (Peiyue *et al*, 2013). Air merupakan hal pokok bagi konsumsi dan sanitasi umat manusia, untuk produksi barang industri, serta untuk produksi makanan dan kain. Air tidak tersebar merata di atas permukaan bumi, sehingga ketersediaannya disuatu tempat akan sangat bervariasi menurut waktu (Linsty, 1989 : 76).

Pertumbuhan populasi di Kota Yogyakarta mencapai 1,04% per tahun pada tahun 2000 - 2000 dan diproyeksikan meningkat menjadi 1,07% per tahun (37.084 orang per tahun) pada tahun 2010 - 2020 (BPS, 2015; Bappeda D.I. Yogyakarta, 2016). Kondisi ini memperburuk pencemaran nitrat pada airtanah akibat sistem sanitasi yang buruk di Yogyakarta (Putra, 2007; 2010; 2011). Penelitian sebelumnya oleh Sudarmadji (1991) menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat di Kota Yogyakarta pada tahun 1985 tergolong baik, sekitar 2,8 mg/l. Menurut Putra (2007), konsentrasi nitrat di Yogyakarta meningkat hampir sepuluh kali lipat, menjadi 31,5 mg/l. Fathmawati et al. (2018) menyatakan bahwa pada tahun 2017 konsentrasi nitrat pada akuifer dangkal di Kota Yogyakarta meningkat sebanyak 20 kali lipat (56,5 mg/l) dari tahun 1985.

Jumlah penduduk (manusia) ada kaitannya dengan penurunan kualitas lingkungan hidup. Penurunan kualitas lingkungan hidup oleh manusia terdiri atas 3 faktor yaitu jumlah manusia, jumlah sumberdaya alam yang dipergunakan oleh setiap manusia, dan dampak lingkungan dari sumberdaya alam dipergunakan (Miller, 1982).

Limbah rumah tangga yang masuk kedalam airtanah bisa mengakibatkan penurunan kualitas airtanah, ini diakibatkan karena limbah rumah tangga tidak dilakukan proses pengolahan air limbah. Air lindi dari limbah pertanian menyebabkan airtanah terkontaminasi logam seperti Fe, Pb dan Cu (Varghese, 2014).

Air juga merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat berharga, tanpa air tidak mungkin ada kehidupan di muka bumi ini baik airtanah, air

permukaan maupun air bawah tanah. Airtanah ditemukan pada zone geologi permeable (tembus air) yang dikenal dengan akuifer yang merupakan formasi pengikat air. Berdasarkan pada kondisi airtanah, airtanah diklasifikasikan dalam lima jenis antara lain airtanah dalam dataran alluvial, airtanah dalam kipas detrital, airtanah dilluvial, airtanah di kaki gunung api dan airtanah dalam zone batuan retak (Suyono, 1993 : 98).

Air juga mengalami sirkulasi yang disebut daur hidrologi, yaitu pola pendauran air yang umum dan terdiri susunan gerakan-gerakan air yang rumit dan transformasi- transformasinya (Lee, 1988 : 43).

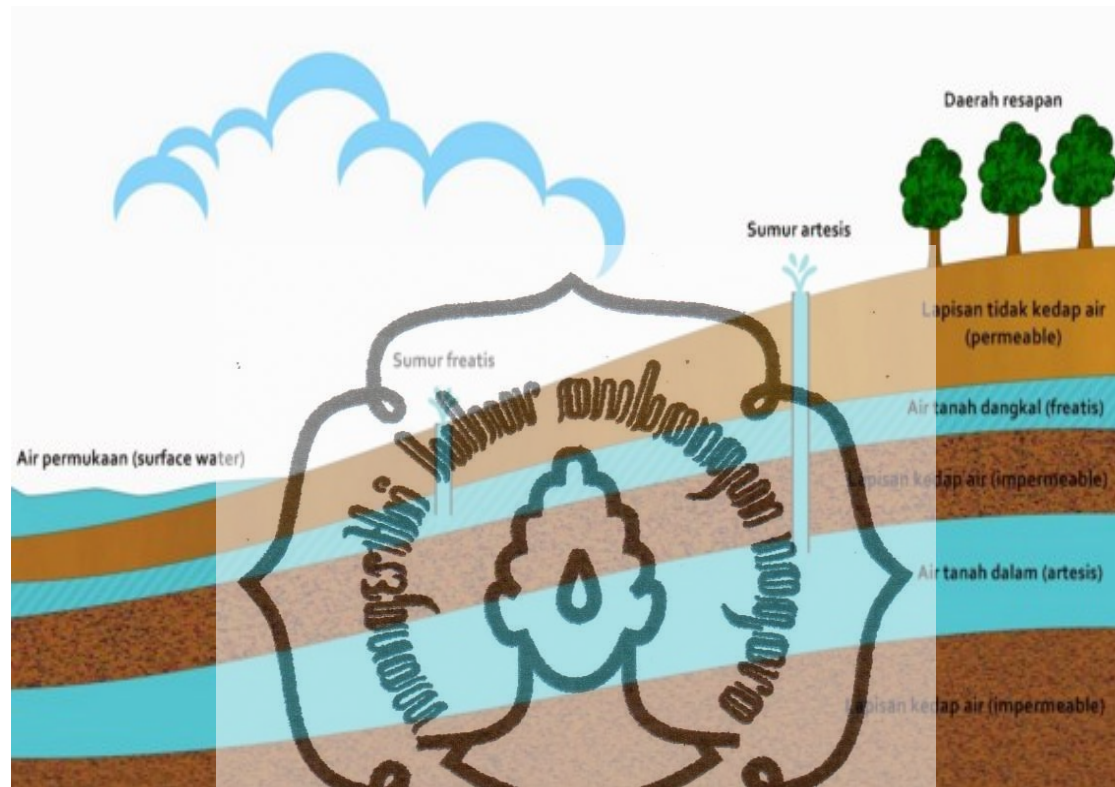
Proses ini berawal dari air di permukaan tanah dan laut yang menguap ke udara kemudian berubah menjadi titik - titik air yang mengumpul dan membentuk awan, kemudian uap air ini mengalami titik jenuh, dan jatuh ke bumi sebagai hujan dan salju. Air yang jatuh sebagian diserap tumbuhan, sebagian menguap lagi dan sebagian lainnya meresap ke dalam tanah. Air dari mata air, sumur, sungai, dan lain-lain sepiantas terlihat bersih kecuali ada pengaruh dari luar misalnya tercemar atau setelah hari hujan dan sebagainya, sehingga air tampak keruh.

## **2. Peresapan air ke dalam lapisan tanah/batuan**

Peresapan air di dalam tanah dari aliran air hujan akan dipengaruhi oleh tumbuh - tumbuhan dan beratnya air itu sendiri. Air hujan akan meresap ke dalam tanah yang akan terkumpul dalam badan air yang disebut airtanah dan yang masuk ke dalam sungai disebut air permukaan. Air hujan apabila meresap pada bagian kedap air maka akan dikembalikan lagi ke atmosfer oleh penguapan (*evaporasi*) dan transpirasi oleh tanaman, dengan demikian maka aliran kandungan air hujan dan airtanah mempunyai karakteristik kimia yang sesuai dengan batuan dan tanah yang dilalui sepanjang perjalanannya, sedangkan kandungan air sungai disamping dari airtanah yang mengalir kesungai juga dipengaruhi oleh vahan - bahan (limbah) yang dibuang kesungai.

Secara fisiografis, wilayah penelitian terletak di dataran Yogyakarta yang merupakan bagian dari Zona Solo (Bemmelen, 1949). Secara hidrogeologis, wilayah di DAS Code adalah bagian dari Cekungan Airtanah (CAT) Yogyakarta - Sleman (Keputusan Presiden Republik Indonesia No.26, 2011). Menurut Hendrayana & Vicente (2013), hidrostratigrafi akuifer di daerah ini dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu

akuifer bebas, akuifer semi tertekan, dan non - akuifer. Jenis batuan pada lapisan non - akuifer terdiri dari endapan Merapi tua yang berupa breksi dan lahar (Warsono, 1990).



sumber : Widiyanto, 2015

Gambar 1. Skema lapisan airtanah

### 3. Karakteristik airtanah

Air mempunyai yang ada di alam baik itu airtanah maupun air permukaan mempunyai tiga sifat karakteristik yaitu:

#### a. Karakteristik fisis

##### 1) Suhu

Pada dasarnya suhu sangat penting sehubungan dengan pengaruhnya terhadap parameter - parameter atau sifat - sifat lainnya misalnya kecepatan reaksi kimia, pengaruhnya terhadap kelarutan suatu gas, bau, rasa dan sebagainya (Chatib, 1994).

##### 2) Rasa dan bau

Seringkali rasa dan bau disebabkan oleh material - material terlarut berupa zat - zat organis yang telah membusuk, misalnya *asam humus* yang larut dalam air. Bau dan rasa merupakan sifat air yang sangat subyektif dan karena itu sulit diatur.

*commit to user*

### 3) Warna

Air dikatakan selalu berwarna meskipun murni, yaitu biru - hijau muda apabila volume air cukup banyak. Warna kuning alami air pada air yang berasal dari daerah penangkap air bagian atas ( pegunungan ) adalah berasal dari asam - asam organik yang berbahaya bagi kesehatan dan warna ini bisa disamakan dengan warna asam tanik yang terdapat pada air teh (Chatib, 1994).

### 4) Kekeruhan

Hadirnya material berupa koloid menyebabkan air menjadi tampak keruh yang secara estetis kurang menarik dan mungkin bisa berbahaya bagi kesehatan. Kekeruhan dapat pula disebabkan oleh partikel - partikel tanah liat, lempung, atau akibat buangan limbah industri maupun limbah rumah tangga.

### 5) solids

Solids dalam air dibagi menjadi dua yaitu total dissolved solids (TDS) dan total suspended solids (TSS). Total dissolved solids atau residu terlarut adalah bahan yang tertinggal sebagai residu pada penguapan dan pengeringan pada suhu  $103^{\circ} - 105^{\circ} \text{C}$ , bahan ini terutama berasal dari garam anorganik. Besarnya kandungan residu terlarut merupakan pertimbangan dalam menentukan sesuai atau tidaknya air untuk keperluan penggunaan rumah tangga. Pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan pada penyimpangan standart kualitas air minum dalam hal residu terlarut bahwa air akan memberi rasa yang tidak enak pada lidah, rasa mual terutama yang disebabkan karena natrium sulfat dan magnesium sulfat, terjadinya *cardiac disease* serta toxaemia pada wanita yang sedang hamil.

Solid hadir dalam air berupa zat - zat tersuspensi atau terlarut yang dapat dibedakan dalam bentuk organik atau anorganik. Total solid terlarut adalah jumlah solid yang berasal dari material - material terlarut, sedangkan solid tersuspensi dalam partikel - partikel tersuspensi yang dapat diukur dengan menggunakan kertas saring halus.

### 6) Konduktivitas

Konduktivitas atau daya hantar listrik adalah kemampuan untuk menghantarkan listrik tiap satuan waktu. Daya hantar listrik adalah suatu index yang menyatakan kemudahan listrik mengalir. Apabila daya konduktivitas tinggi maka air yang mengandung kadar garam-garam atau ion - ion yang terlarut dalam air, kurang lebih



akan sebanding dengan TDS (*total dissolved solid*). Konduktivitas air tergantung pada jumlah garam terlarut, untuk larutan yang encer konduktivitasnya akan rendah.

#### b. Karakteristik Kimiawi

Karakteristik kimiawi cenderung lebih khusus sifatnya dibandingkan dengan karakteristik fisis dan oleh karena itu lebih cepat dan tepat untuk menilai sifat - sifat air dari suatu sampel. Kandungan unsur kimia dalam air harus mempunyai kadar dan tingkat konsentrasi tertentu yang tidak membahayakan terhadap kesehatan manusia dan tidak menimbulkan kerusakan pada instalasi sistem penyediaan air bersih. Dalam hubungannya masalah karakteristik kimiawi tersebut di atas pada dasarnya unsur - unsur kimia yang terdapat dalam air dapat dibedakan menjadi empat golongan (Chatib,1994) :

Unsur - unsur yang bersifat racun,

- Unsur - unsur tertentu yang dapat mengganggu kesehatan.
- Unsur-unsur yang dapat menimbulkan gangguan pada sistem ataupun pada penggunaannya untuk keperluan dan aktivitas manusia.
- Unsur - unsur yang merupakan indikator pengotoran.

Karakteristik kimia meliputi:

##### 1) pH (derajat keasaman)

Parameter pH adalah merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa sesuatu larutan. pH merupakan juga satu cara untuk menyatakan konsentrasi ion  $H^+$ . Derajat keasaman (pH) merupakan satu faktor yang harus dipertimbangkan mengingat bahwa derajat keasaman dari air akan sangat mempengaruhi aktivitas pengolahan yang akan dilakukan, misalnya dalam melakukan koagulasi kimiawi, desinfeksi, pelunakan air (water softening) dan dalam pencegahan korosi. Parameter pH Penting dalam proses penjernihan air karena keasaman air pada umumnya disebabkan gas oksida yang larut dalam air terutama karbondioksida. Pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan pada penyimpangan standar kualitas air minum bahwa pH yang lebih kecil dari 6,5 dan lebih besar dari 9,2 akan dapat menyebabkan korosi pada pipa - pipa air, dan dapat menyebabkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang mengganggu kesehatan.

##### 2) Kesadahan

Kesadahan adalah merupakan sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion

(kation) logam valensi dua. Ion - ion semacam ini mampu bereaksi dengan sabun membentuk kerak air. Kation penyebab utama dari kesadahan adalah kalsium, magnesium, strontium, besi dan mangan. Anion - anion yang sering dijumpai dalam air adalah  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{SiO}_3^{2-}$ . Kesadahan dalam air sebagian besar berasal dari kontak dengan tanah dan pembentukan batuan. Air sadah berasal dari daerah yang mempunyai lapisan tanah atas (*top Soil*) tebal, dan ada pembentukan batu kapur. Air lunak berasal dari daerah yang mempunyai lapisan tanah atas tipis dan pembentukan batu kapur jarang atau tidak ada. Efek kesadahan secara ekonomis maupun terhadap kesehatan yaitu berupa timbul lapisan kerak pada ketel - ketel pemanas air, pada perpipaan, dan menurunnya efektivitas dari kerja sabun. Air sadah mempunyai unsur kalsium dalam air sangat diperlukan untuk dapat memenuhi kebutuhan akan unsur tersebut yaitu pertumbuhan tulang dan gigi.

Kesadahan ada dua macam yaitu kesadahan sementara dan kesadahan nonkarbonat (permanen). Kesadahan sementara akibat keberadaan kalsium dan magnesium bikarbonat yang dihilangkan dengan memanaskan air hingga mendidih atau menambahkan kapur dalam air. Kesadahan nonkarbonat (permanen) disebabkan oleh sulfat, karbonat, klorida, nitrat, magnesium, kalsium, besi dan aluminium.

Konsentrasi kalsium dalam air minum yang lebih rendah dari 75 mg/l dapat menyebabkan penyakit tulang rapuh, sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi dari 200 mg/l dapat menyebabkan korosifitas pada pipa - pipa air. Magnesium dalam jumlah yang kecil dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan tulang, akan tetapi dalam jumlah yang lebih besar 150 mg/l dapat menyebabkan rasa mual.

### 3) Besi

Air yang mengandung banyak besi akan berwarna kuning dan menyebabkan rasa logam besi dalam air, serta menimbulkan korosi pada bahan yang terbuat dari metal. Besi merupakan salah satu unsur yang merupakan hasil pelapukan batuan induk yang banyak ditemukan di perairan umum. Unsur besi dalam air diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan unsur tersebut. Zat besi merupakan suatu yang penting dan berguna untuk metabolisme tubuh. Tubuh membutuhkan zat besi 7 - 35 mg unsur tersebut perhari, yang tidak hanya diperoleh dari air. Konsentrasi unsur ini dalam air yang melebihi  $\pm 2$  mg/l akan menimbulkan noda-noda pada peralatan dan bahan - bahan yang berwarna putih, adanya unsur ini dapat pula menimbulkan bau dan

warna putih. Zat besi dapat pula menimbulkan bau dan warna pada air minum, dan warna koloid pada air. Selain itu, konsentrasi yang lebih besar dari 1 mg/l dapat menyebabkan warna air menjadi kemerah-merahan, memberi rasa yang tidak enak pada minuman, kecuali dapat membentuk endapan pada pipa-pipa logam dan bahan cucian. Zat besi dalam jumlah kecil diperlukan tubuh untuk pembentukan sel - sel darah merah.

#### 5) Zat organik

Larutan zat organik yang bersifat kompleks ini dapat berupa unsur hara makanan maupun sumber energi lainnya bagi flora dan fauna yang hidup di perairan yang merupakan pembusukan baik dari flora maupun fauna.

#### 6) Sulfat

Kandungan sulfat yang berlebihan dalam air dapat mengakibatkan kerak air yang keras pada alat merebus air (panci/ketel) selain mengakibatkan bau dan korosi pada pipa. Sering dihubungkan dengan penanganan dan pengolahan air bekas. Ion sulfat adalah salah satu anion yang banyak terjadi pada air alam, ion ini merupakan sesuatu yang penting dalam penyediaan air untuk umum. Efek laksatif pada sulfat dapat menimbulkan pada konsentrasi 600 - 1000 mg/l, apabila  $Mg^{+2}$  dan  $Na^{+}$  merupakan kation yang bergabung dengan sulfat, efek laksatif yang ditimbulkan oleh terbentuknya  $Na_2SO_4$  atau  $MgSO_4$  ini adalah berupa timbul rasa mual dan ingin muntah.

#### 7) Nitrat dan nitrit

Sumber dari nitrit sebetulnya tidak jauh berbeda dengan sumber nitrat, sebab nitrit merupakan salah satu bentuk dari reduksi nitrat dan nitrat merupakan oksidasi dari nitrit. Nitrit merupakan zat kimia toksik terutama pada bayi. Nitrit dapat menonaktifkan haemoglobin, menyebabkan suatu keadaan yang dikenal dengan sebutan methemoglobinemia atau bayi biru.

Nitrat dapat terjadi baik dari  $NO_2^{-}$  atmosfer maupun dari pupuk - pupuk yang digunakan dan dari oksidasi  $NO_2^{-}$  oleh bakteri dari kelompok nitrobacter. Jumlah nitrat yang lebih besar dalam usus cenderung untuk berubah menjadi nitrit yang dapat bereaksi langsung dengan hemoglobine dalam daerah membentuk methaemoglobine yang dapat menghalang perjalanan oksigen di dalam tubuh.

## 8) Klorida

Sumber ion klorida adalah air laut, air hujan, pencemaran dan dari batuan. Khusus yang berasal dari batuan beku berupa *feldspatoid sodalite*, mineral fosfat dan apatit, sedangkan yang berasal dari batuan sedimen terutama adalah yang disebabkan oleh penguapan. Ion klorida pada tingkat sedang relatif mempunyai pengaruh kecil terhadap sifat-sifat kimia atau biologi perairan. Kation dari garam - garam klorida dalam air dalam terdapat dalam keadaan mudah larut dan ion klorida umumnya tidak membentuk senyawa kompleks yang kuat dengan ion-ion logam dalam air, dalam konsentrasi yang layak, tidak berbahaya bagi manusia. Klorida dalam jumlah kecil dibutuhkan untuk desinfektan namun apabila berlebihan dan berinteraksi dengan ion  $\text{Na}^+$  dapat menyebabkan rasa asin dan korosi pada pipa air.

## 9) COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Untuk mengukur tingkat pencemaran bahan organik dilakukan pengukuran COD. *Chemical Oksigen Demand* didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat - zat organik (Santika, 1987). Bakteri menggunakan bahan organik terurai sebagai makanan. Energi untuk menguraikan didapat dari proses oksidasi. Nilai COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat - zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air.

*Chemical oksigen demand* merupakan parameter yang menunjukkan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat organik dan anorganik dalam suatu larutan. Bahan organik jika terlarut merupakan bahan organik tahan urai dan sangat lambat mengalami proses penghancuran akan dicirikan oleh nilai COD yang tinggi dan nilai BOD yang rendah.

COD yaitu suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan misalnya kalium dikromat untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat dalam air (Nurdijanto, 2000 : 15). Apabila nilai COD melebihi batas dianjurkan, maka kualitas air tersebut buruk.

## 10) BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD adalah jumlah zat terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah bahan - bahan buangan di dalam air (Nurdijanto, 2000 : 15). Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya tetapi hanya



mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan. Penggunaan oksigen yang rendah menunjukkan kemungkinan air jernih, mikroorganisme tidak tertarik menggunakan bahan organik makin rendah BOD maka kualitas air minum tersebut semakin baik.

#### a. Karakteristik Biologis

##### Bakteri Coly

Air minum tidak boleh mengandung bakteri - bakteri penyakit (patogen) maupun mengandung bakteri coly melebihi batas - batas yang telah ditentukan, dalam persyaratan ini ditentukan batasan tentang jumlah bakteri. Bakteri atau kuman yang dapat menimbulkan penyakit, seperti bakteri golongan coly beberapa standar menentukan pula frekuensi pemeriksaan bakteriologis berdasarkan pada jumlah penduduk yang dilayani baik untuk air yang diolah maupun air yang tidak diolah. Mikroorganisme biasa terdapat pada air permukaan, tapi pada umumnya tidak terdapat pada kebanyakan air tanah. Jenis - jenis organisme mikro yang mungkin terdapat di dalam air di antaranya binatang, tumbuhan protista (Sasongko, 1991).

#### 4. Sumber air minum

Suatu proses alam yang berlanjut dan berputar akan keberadaan air di bumi adalah merupakan bagian dari siklus hidrologi. Hujan yang turun ke bumi membawa gas dan bahan - bahan partikel dari atmosfer. Air hujan jatuh di permukaan tanah, air tersebut meresap ke dalam tanah dan sebagian ke sungai bersama bahan-bahan lain larut menjadi air permukaan. Air hujan yang telah jatuh kadang - kadang tertahan oleh tajuk daun itu sendiri atau pada bangunan yang disebut intersepsi, sedang air hujan yang jatuh dipermukaan bumi, di daerah sebagian akan meresap ke dalam tanah (*infiltrasi*) dan sebagi lagi mengalir di permukaan tanah sebagai *run off* (Yoyc, 1983).

Air mempunyai sifat unik yang dipengaruhi oleh interaksi dengan material yang dialaminya pada waktu menjalani daur hidrologi, sifat - sifat ini mempunyai daya larut, daya urai dan kejernihan. Dari daur hidrologi tersebut maka air berasal dari dari beberapa sumber:

##### a. Air hujan

Air hujan untuk dijadikan sebagai air minum hendaknya pada waktu menampung air hujan mulai turun, karena masih mengandung banyak kotoran. Air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa - pipa penyalur maupun bak -

bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi atau karatan, mempunyai sifat lunak, sehingga akan boros terhadap pemakaian sabun. Pada umumnya kualitas air ini cukup bagus (kandungan ion - ionnya rendah) namun dapat mengakibatkan kerusakan logam yaitu dengan tumbuhnya karat karena mengandung CO<sub>2</sub> agresif. Air hujan dari segi bakteriologis relatif bersih tergantung tempat penampungannya, selain itu khusus untuk daerah perkotaan, umumnya air hujan telah terpolusi oleh debu - debu, asap kendaraan bermotor ataupun asap pabrik.

Karakteristik air hujan ( Anisa, 2005) adalah :

- 1) Bersifat lunak (*soft water*), karena tidak atau kurang mengandung larutan garam dan mineral sehingga terasa kurang segar.
- 2) Mengandung beberapa zat yang ada di udara seperti NH<sub>3</sub> dan CO<sub>2</sub> agresif sehingga bersifat korosif.
- 3) Secara mikrobiologis relatif lebih bersih tergantung dari tempat penampungannya.

#### b. Air permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi, pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang - batang kayu, daun - daun, kotoran industri dan lainnya. Air permukaan ada dua macam yaitu air sungai dan air rawa. Air sungai apabila digunakan sebagai air minum, seharusnya melalui pengolahan yang sempurna, mengingat bahwa air sungai ini pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi. Debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan akan air minum pada umumnya dapat mencukupi. Air rawa kebanyakan berwarna disebabkan oleh adanya zat - zat organik yang telah membusuk, yang menyebabkan warna kuning coklat, sehingga untuk pengambilan air sebaiknya dilakukan pada kedalaman tertentu di tengah - tengah.

#### c. Airtanah

Airtanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah di dalam zone jenuh dimana tekanan hidrostatiknya sama atau lebih besar dari tekanan atmosfer (Suyono,1993:1).

Airtanah merupakan sumber air dalam bentuk mata air dan sumur, baik berbentuk sumur gali, sumur pompa dalam maupun sumur pompa dangkal. Menurut Winarno (1986 ), airtanah terbagi atas : *commit to user*

### 1) Airtanah dangkal (Airtanah bebas)

Airtanah dangkal adalah airtanah sampai kedalaman 15 m. Dinamakan juga airtanah bebas karena lapisan air tersebut tidak berada di dalam tekanan. Profil permukaan airtanah dangkal tergantung dari profil permukaan tanah dan lapisan tanah sendiri (Surbakti, 1987 : 4). Muka airtanah dangkal disebut muka phreatik (*Water table*).

Pemanfaatan airtanah dangkal untuk memenuhi keperluan rumah tangga akan air bersih dan air untuk industri sudah banyak dilakukan. Air yang berada di daerah dataran rendah umumnya yang ada adalah airtanah dangkal, bila tidak ada sumber air minum lainnya airtanah dangkal merupakan sumber utama dan sebagian besar dieksploitasi dengan jalan membuat sumur. Air sumur merupakan sumber air yang penting maka dari itu lingkungan sumur maupun konstruksinya harus diperhatikan (Surbakti, 1989 : 53).

### 2) Airtanah dalam (airtanah tertekan).

Air bawah tanah merupakan sumber air yang banyak dan hampir terdapat di mana - mana untuk memenuhi kebutuhan air dari segala kebutuhan (Soltan, 1999). Terdapat setelah rapat air yang pertama. Pengambilan airtanah dalam, tak semudah pada airtanah dangkal. Pengambilan airtanah dalam harus digunakan bor dan memasukan pipa kedalamnya sehingga sampai suatu kedalaman (biasanya antara 100 - 300 m ) akan didapatkan suatu lapisan air, jika tekanan airtanah ini besar, maka air dapat menyembur keluar dan dalam keadaan ini, sumur ini disebut sumur *artesis*, jika air tak dapat keluar maka muka airtanah dari sumur artesis tersebut naik mendekati permukaan tanah hingga beberapa meter dibawah muka tanah. Muka airtanah dalam disebut muka piezometric (*piezometric surface*). Airtanah lebih baik dari air dangkal, karena penyaringannya lebih sempurna dan bebas dari bakteri. Akhir - akhir ini bakteri resisten antibiotik mengalami peningkatan dalam lingkungan dan menciptakan dampak pada kesehatan masyarakat di dunia (Al Badaii, 2014)

Susunan unsur - unsur kimia tergantung pada lapis-lapis tanah yang dilalui. Jika melalui tanah kapur, maka air itu akan menjadi sadah, karena mengandung  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  dan  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ . Airtanah jika melalui batuan granit, maka air itu lunak dan agresif karena mengandung gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$ .

*commit to user*

### 3) Mata air.

Mata air adalah airtanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari airtanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas/kuantitasnya sama dengan airtanah dalam. Mata air ini ada yang dimanfaatkan sebagai air minum dan ada yang mengalir ke sungai. Airtanah yang keluar/muncul ke permukaan tanah langsung disebut mata air (*Spring*), sedang yang keluarnya berupa tetesan disebut rembesan (*seepages*)

### d. Air Laut

Mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3 % dengan keadaan ini maka air laut tidak memenuhi syarat untuk diminum.

## 5. Kebutuhan air bersih

Kebutuhan air bersih adalah banyaknya air yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air dalam kegiatan sehari - hari misalnya mandi, mencuci, memasak, menyiram tanaman dan terus berkembang penggunaannya seperti industri lain sebagainya yang terus berkembang penggunaannya, ini sesuai dengan asas 5 yang berbunyi ada dua jenis sumber alam dasar, yaitu sumber alam yang pengadaannya dapat merangsang penggunaan seterusnya, dan yang tak mempunyai daya rangsang penggunaan lebih lanjut (Setyono, 2007). Sumber air bersih untuk kebutuhan hidup sehari-hari secara umum harus memenuhi standar kuantitas dan kualitas.

### a. Ditinjau dari segi kuantitas

Air adalah salah satu diantara kebutuhan hidup yang paling penting. Air termasuk dalam sumber alam yang dapat diperbaharui, karena secara terus menerus dipulihkan melalui siklus hidrologi yang berlangsung menurut kodrat. Air merupakan sumber alam yang lain dari pada yang lain dalam arti bahwa jumlah keseluruhan air yang bisa didapat di seluruh dunia adalah tetap, persediaan totalnya tidak dapat ditingkatkan atau dikurangi melalui upaya - upaya pengelolaan untuk mengubahnya. Persediaan total dapat diatur secara lokal dengan dibuatnya bendungan atau sarana - sarana lainnya.

Kebutuhan dasar air bersih adalah jumlah air bersih minimal yang perlu disediakan agar manusia dapat hidup secara layak yaitu dapat memperoleh air yang diperlukan untuk melakukan aktivitas dasar sehari - hari. Ditinjau dari segi kuantitas,



kebutuhan air rumah tangga menurut Sunjaya adalah:

- Kebutuhan air untuk minum dan mengolah makanan 5 liter / orang perhari.
- Kebutuhan air untuk higien yaitu untuk mandi dan membersihkan dirinya 25 - 30 liter / orang perhari.
- Kebutuhan air untuk mencuci pakaian dan peralatan 25 - 30 liter/ orang perhari.
- Kebutuhan air untuk menunjang pengoperasian dan pemeliharaan fasilitas sanitasi atau pembuangan kotoran 4 - 6 liter/orang perhari, sehingga total pemakaian perorang adalah 60 - 70 liter/hari di kota.

Air yang dipakai tiap harinya untuk setiap rumah tangga berlainan, selain pemakaian air tiap harinya tidak tetap banyak keperluan air bagi tiap orang atau setiap rumah tangga itu masih tergantung dari beberapa faktor diantaranya adalah pemakaian air di daerah panas akan lebih banyak dari pada di daerah dingin, kebiasaan hidup dalam rumah tangga misalnya ingin rumah dalam keadaan bersih selalu dengan mengepel lantai dan menyiram halaman, keadaan sosial rumah tangga semakin mampu atau semakin tinggi tingkat sosial kehidupannya semakin banyak menggunakan air serta pemakaian air dimusim panas akan lebih banyak dari pada dimusim hujan.

b. Ditinjau dari segi kualitas (mutu) air

Pencemaran baik secara langsung atau tidak langsung akan berpengaruh terhadap kualitas air. Sesuai dengan dasar pertimbangan penetapan kualitas air minum, usaha pengelolaan terhadap air yang digunakan oleh manusia sebagai air minum berpedoman pada standar kualitas air terutama dalam penilaian terhadap produk air minum yang dihasilkannya, maupun dalam merencanakan sistem dan proses yang akan dilakukan terhadap sumber daya air .

Kualitas airtanah dipengaruhi beberapa hal antara lain iklim, litologi, waktu dan aktivitas manusia adalah sebagai berikut:

- Iklim meliputi curah hujan dan temperatur. Perubahan temperatur berpengaruh terhadap pelarutan gas. Semakin rendah temperatur maka gas yang tertinggal sebagai larutan semakin banyak. Curah hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan melarutkan unsur - unsur kimia antara lain, oksigen, karbon dioksida, nitrogen, dan unsur lainnya.

*commit to user*

- Litologi yaitu jenis tanah dan batuan dimana air akan melarutkan unsure-unsur padat dalam batuan tersebut.
- Waktu yaitu semakin lama airtanah itu tinggal disuatu tempat akan semakin banyak unsur yang terlarut.
- Aktivitas manusia yaitu kepadatan penduduk berpengaruh negatif terhadap airtanah apabila kegiatannya tidak memperhatikan lingkungan seperti pembuangan sampah dan kotoran manusia (Suparmin, 2000 : 10 - 11 ).

## **6. Peranan air dalam kehidupan**

Air merupakan satu kebutuhan pokok yang tidak kita pisahkan dengan kehidupan sehari-hari makhluk hidup di dunia. Air merupakan bagian yang esensial bagi makhluk hidup baik hewan, tumbuhan, maupun manusia. Makhluk hidup semua memerlukan air bahkan tanpa air memungkinkan tidak ada kehidupan. Manusia mungkin dapat hidup selama beberapa hari tanpa makan tetapi tidak akan bertahan hidup selama beberapa hari tanpa minum. Tekanan potensi sumberdaya air dapat menyebabkan persediaan air tidak mencukupi, kualitas air memburuk dan aliran air permukaan rendah (Saimy dan Yusof, 2013).

## **7. Pencemaran limbah rumah tangga**

Pencemaran air adalah masuknya zat pencemar yang berupa padatan, cairan maupun gas ke dalam air, sehingga kualitas air turun sampai tingkatan tertentu yang menyebabkan air menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya, baik secara alamiah maupun akibat aktivitas dari manusia (limbah beracun sebagai akibat dari industri, penyemprotan hama tanaman, pemupukan tanaman, dan limbah rumah tangga). Pencemaran air pada batas-batas tertentu akan dapat mengganggu kehidupan manusia dan hewan. Menurut Amsyari (1997) apabila di dalam lingkungan manusia terjadi sesuatu yang mengancam ekosistem manusia yang disebabkan akibat perbuatannya, maka terjadilah apa yang dinamakan pencemaran lingkungan hidup.

Menurut Smith et al. (1999), limbah manusia dan hewan merupakan sumber utama dari polusi nitrat di desa-desa pada kawasan Asia. Di Pulau Jawa, Indonesia, konsentrasi nitrat di sebagian besar sumur yang digunakan untuk air minum telah melebihi standar yang ditetapkan oleh WHO, yaitu  $> 50 \text{ mg/L}$  (Wetselaar et al., 1993). Selanjutnya, pembangunan yang intensif juga dapat meningkatkan konsentrasi nitrat dalam airtanah, seperti yang terjadi di Yogyakarta, Indonesia.

Polusi air adalah perubahan sifat - sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya. Air yang terdapat dialam bukan dalam keadaan murni tetapi sudah mengandung ion - ion yang berasal dari alam. Air permukaan maupun airtanah biasanya mengandung ion - ion seperti Ca, Mg, Na, Fe, Cl, SO<sub>4</sub>, tergantung dari batuan yang dilewati. Air minum yang biasa diminum manusia setiap oleh manusia pun bukan merupakan air murni. Kebutuhan air untuk makhluk hidup sangat bervariasi maka polusi untuk berbagai air berbeda tergantung peruntukannya, misalnya syarat untuk air minum akan berbeda dengan air untuk irigasi. Air yang mengandung logam - logam seperti tersebut di atas dalam jumlah yang tinggi disebut air sadah. Air sadah ada dua macam yaitu sadah tetap dan sementara, untuk air sadah sementara maka cara menghilangkannya cukup dipanaskan sedang sadah tetap harus dengan proses.

Zat pada selalu terdapat dalam air dan kalau terlalu banyak tidak baik untuk air minum, banyaknya zat padat yang disyaratkan untuk air minum adalah kurang dari 500 mg/l. pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan dari pada penyimpangan kualitas air minum dalam hal total solids ini yaitu bahwa air akan memberikan rasa tidak enak pada lidah dan rasa mual. Baku mutu yang digunakan untuk mengukur pencemaran airtanah menggunakan Peraturan Menteri Kesehatan RI 32 tahun 2017 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Baku mutu air bersih

PARAMETER	Satuan	Baku Mutu Air Peraturan Menteri Kesehatan RI 32 tahun 2017 Lampiran II
<b>FISIKA</b>		
Bau	-	Tidak berbau
Rasa	-	Tidak berasa
Kekeruhan	FTU	25
TDS	mg/L	1000
Temperatur	°C	Deviasi 3
<b>KIMIA</b>		
Besi total (Fe)	mg/L	1.0
Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	500
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	10
Nitrit (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	1.0
pH	-	6.5 – 8.5
<b>BIOLOGI</b>		
Total Coliform	MPN/100 ml	50

sumber : Peraturan Menteri Kesehatan RI 32 tahun 2017

Baku mutu yang digunakan untuk mengetahui pencemaran air sungai menggunakan bakumutu air PP No 82/2001 kelas II disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Baku mutu air sungai

PARAMETER	Satuan	Baku Mutu Air PP No. 82/2001 Klas II
<b>FISIKA</b>		
TSS	mg/L	50
Temperatur	°C	Deviasi 3
<b>KIMIA</b>		
pH	--	6.0 – 9.0
Oksigen Terlarut (DO )	mg/L	4
B O D5	mg/L	3
Amoniak (NH <sub>3</sub> -N)	mg/L	-
Fospat ( PO <sub>4</sub> – P )	mg/L	0.2
Nitrat ( NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	10

sumber :

Peraturan Pemerintah No. 82/2001

Pencemaran air ini bisa disebabkan oleh adanya peningkatan kandungan nutrient yang terjadi pada air sehingga mengarah pada adanya eutrofikasi, pembuangan sampah organik yang biasanya dihasilkan oleh limbah rumah tangga, industri yang membuang limbahnya secara sembarangan ke dalam air, sampah buangan baik dari rumah tangga atau industri.

## PENCEMARAN AIR TANAH



sumber : Asadiya, 2018

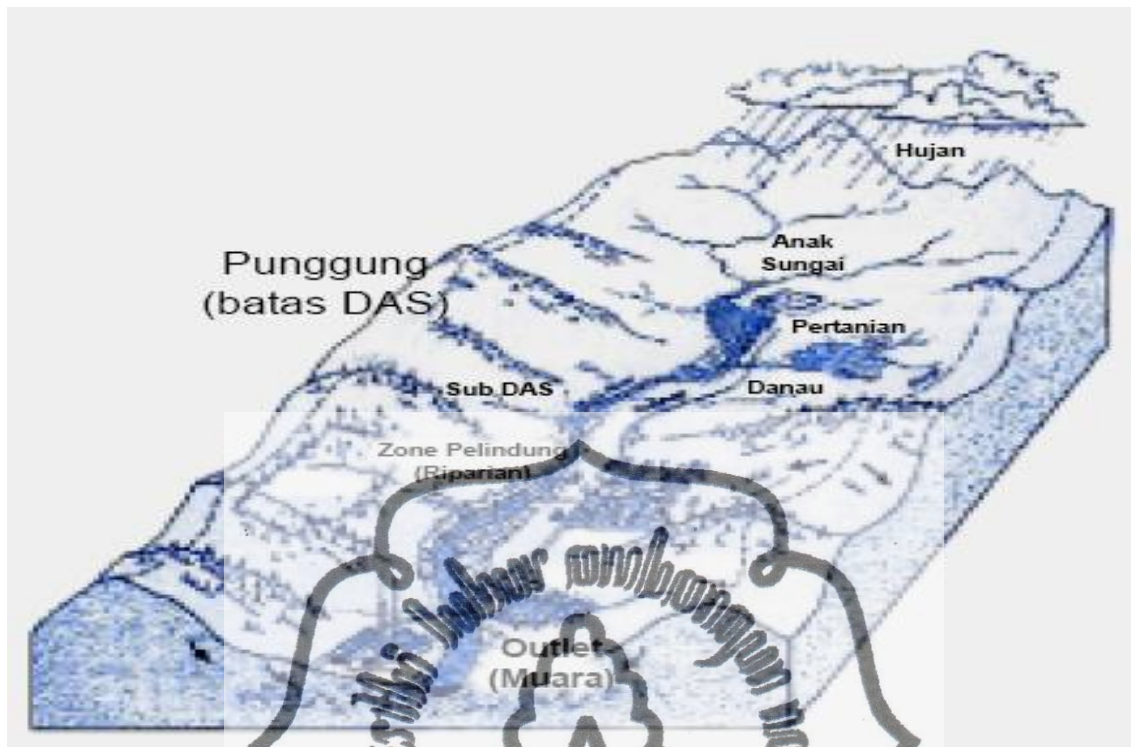
Gambar 2. Pencemaran airtanah

*commit to user*



## 8. Daerah aliran sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu daerah yang dibatasi oleh pemisah topografi yang menerima hujan, menampung dan mengalirkannya ke sungai atau laut (outlet tunggal) (Sarief, 1988). Menurut Lee (1980), suatu tangkapan air (*catchment area*) atau daerah aliran sungai diberi batasan dalam hubungannya dengan suatu titik tertentu, yaitu stasiun penakar (*gauging station*), sepanjang suatu sungai dimana debit air permukaan diukur sebagai aliran sungai. Daerah tangkapan air meliputi semua titik yang terletak di atas elevasi (ketinggian tempat) stasiun penakar dan di dalam batas topografi atau igir yang memisahkan daerah - daerah aliran sungai di dekatnya, dalam hubungannya dengan sistem hidrologi, DAS mempunyai karakteristik yang spesifik serta berkaitan erat dengan unsur utamanya seperti jenis tanah, tata guna lahan, topografi, kemiringan dan panjang lereng. Karakteristik DAS tersebut dalam merespons curah hujan yang jatuh di tempat tersebut dapat memberikan pengaruh terhadap besar kecilnya evapotranspirasi, infiltrasi, perkolasi, aliran permukaan, kandungan airtanah dan aliran sungai. Faktor - faktor yang berperan dalam menentukan sistem hidrologi tersebut, faktor tata guna lahan, kemiringan dan panjang lereng dapat direayasa oleh manusia. Faktor - faktor yang lain bersifat alamiah dan oleh karenanya tidak dapat dikontrol manusia, dengan demikian dalam merencanakan pengelolaan DAS, manipulasi tata guna lahan (perubahan dari hutan menjadi lahan pertanian atau bentuk tata guna lahan lainnya) dan pengaturan kemiringan dan panjang lereng (pembuatan teras) menjadi salah satu fokus aktivitas perencanaan (Asdak, 1995).



sumber : Widiyanto, 2015

Gambar 3. Daerah aliran sungai

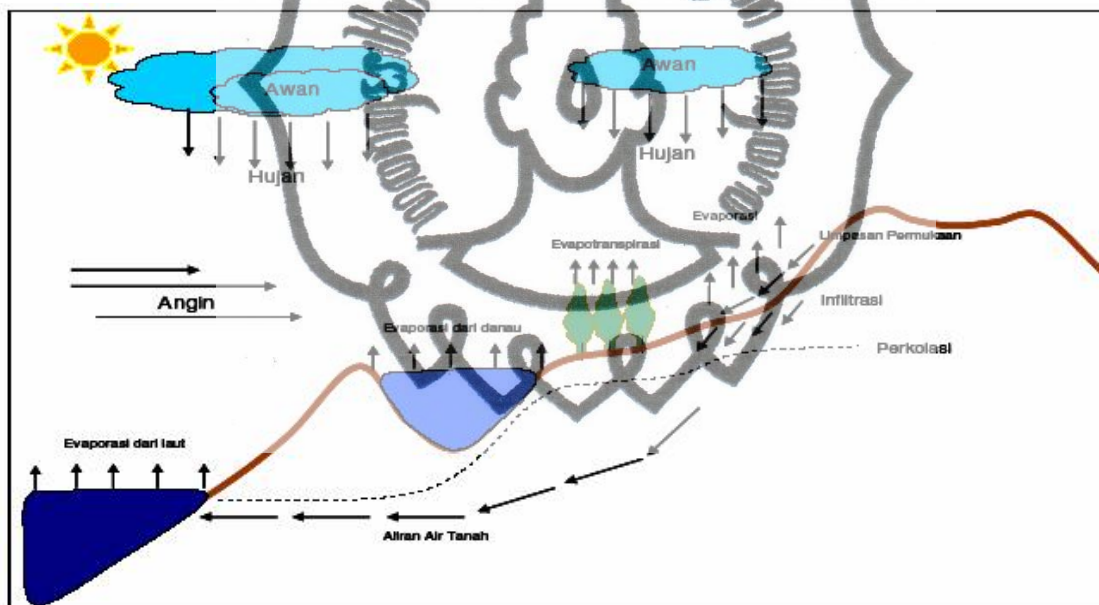
## 9. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan suatu perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut. Selama berlangsungnya siklus tersebut air akan tertahan (sementara) di sungai, danau atau waduk, dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh manusia dan makhluk lain (Asdak, 1995)

Siklus hidrologi adalah kunci utama keseimbangan alam antara daerah yang satu dengan yang lain. Jumlah air yang ada di bumi adalah tetap namun perannya dapat berubah melalui proses alam yang tidak dapat dikontrol oleh manusia. Perubahan tersebut sebagian besar disebabkan oleh manusia, seperti eksploitasi hutan secara berlebihan dalam suatu area dan perubahan penggunaan lahan (Tognetti *et al*, 2003). Di dalam siklus tersebut banyak dijumpai proses yang kompleks yang menyangkut perpindahan air sesuai dengan aliran masa dalam proses sirkulasi air di dalam atmosfer dan bumi. Keinginan atau kebutuhan manusia akan air dalam upaya kesinambungan hidupnya banyak berpengaruh pada siklus air. Siklus ini pada prinsipnya tidak

mempunyai awal dan akhir meskipun dalam mempermudah penjelasan dan pemahaman umumnya dimulai dari evaporasi yaitu perpindahan air dari bentuk cair di permukaan tanah dan lautan menjadi bentuk uap air di atmosfer (Sihite, 2001).

Bertambahnya jumlah penduduk di suatu daerah, maka akan meningkat pula aktivitas penduduk yang melakukan pembuangan limbah berbagai macam seperti limbah rumah tangga, industri maka akan terjadi penurunan kualitas air sungai yang akhirnya akan meresap kedalam tanah dan akan mencemari airtanah di suatu daerah merupakan akibat perubahan penggunaan lahan pertanian untuk berbagai macam pemanfaatan, bentuk penggunaan lahan di DAS Code tidaklah homogen melainkan bervariasi antara lain meliputi pertanian, perumahan, industri, setiap perubahan penggunaan lahan akan mengakibatkan perubahan kualitas air baik airtanah maupun air sungai.



(sumber : Widiyanto, 2015)

Gambar 4. Siklus Hidrologi

## 10. Pembuangan sampah dan limbah

Kerugian yang ditimbulkan akibat oleh cara pembuangan sampah ke sungai jika ditinjau dari segi keseimbangan lingkungan, kesehatan, keamanan, dan pencemaran antara lain : 1) Sampah dapat menimbulkan pencemaran udara dikarenakan mengandung gas - gas yang terjadi dan rombak sampah berupa bau yang tidak sedap, daerah becek dan terkadang berlumpur terutama ketika musim penghujan

datang; 2) Sampah yang bertumpuk dapat menimbulkan kondisi dari segi fisik dan kimia yang tidak sesuai dengan lingkungan normal, yang dapat mengganggu kehidupan disekitarnya; 3) Lingkungan di sekitar pembuangan sampah bisa terjadi kekurangan oksigen. Keadaan ini disebabkan karena proses perombakan sampah menjadi senyawa - senyawa sederhana di perlukan oksigen yang diambil dari udara disekitarnya. Karena kekurangan oksigen dapat menyebabkan kehidupan flora dan fauna menjadi terdesak; 4) Gas-gas yang di hasilkan selama degradasi (pembusukan) sampah dapat membahayakan karena kadang - kadang proses pembusukan ada mengeluarkan gas beracun; 5) Dapat menimbulkan berbagai penyakit, terutama yang dapat ditularkan oleh lalat atau serangga lainnya, binatang seperti tikus, anjing dan; 6) Secara estetika sampah tidak dapat di golongkan sebagai pemandangan yang nyaman untuk di nikmati.

Menurut Achmadi (2013: 122) perilaku yang berhubungan dengan lingkungan banyak hal yang dapat dilakukan disini, mulai dari perilaku membuang sampah, perilaku bersin, berkendara agar tidak menyebabkan pencemaran udara, 'membuang limbah rumah tangga, dan lain sebagainya. Kepribadian manusia itu sendiri dan situasi/keadaan lingkungan sekitar akan mempengaruhi perilaku lingkungan seseorang (Laurens, 2012).

Sedangkan menurut Sarwono (2011:9) Perilaku atau tingkah laku adalah perbuatan manusia baik terbuka (*Over Behavior*) maupun tidak terbuka (*Covert Behavior*). Perilaku atau tingkah laku merupakan tingkah laku yang dapat ditangkap secara langsung melalui indera misalnya membuang sampah serta mengambil sampah yang berserakan dan yang tidak dapat ditangkap secara langsung oleh indera misalnya Motivasi, Sikap, Minat, dan Perasaan. Menurut (Kusrini, 2015) perilaku membuang sampah tidak pada tempatnya tentunya akan berdampak pada manusia itu sendiri. Apabila manusia menyadari tindakan tersebut bahkan menjadi kebiasaan yang tidak terpikirkan dampaknya, maka akan bertambah kerusakan di bumi ini.

Menurut (Rizal, 2011) ketersediaan sarana prasarana dalam pengelolaan kebersihan dan persampahan merupakan suatu hal yang mutlak untuk dimiliki. Mengingat pengelolaan kebersihan dan persampahan suatu proses manajemen yang harus direncanakan, dilaksanakan dan dikontrol dengan baik.



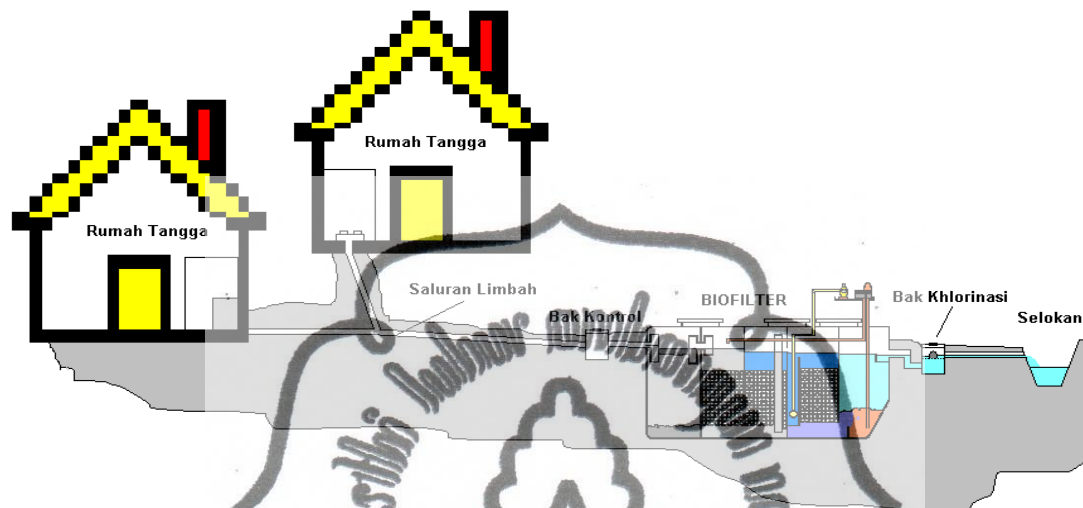
Pengetahuan lingkungan hidup dan informasi lingkungan hidup sangat diperlukan untuk mempengaruhi perilaku masyarakat (Wang dan Reisner, 2011). Nilai-nilai lingkungan mempunyai peran untuk mempengaruhi perilaku (Latif dkk., 2012).

### **11. Penanganan limbah domestik**

Pada saat ini kebutuhan air bersih menjadi masalah yang utama dan perlu mendapat perhatian khusus dan seksama. Manusia dalam mendapatkan air yang bersih yang sesuai dengan standar tertentu, saat ini menjadi barang yang mahal karena air sudah banyak tercemar oleh bermacam - macam limbah dari hasil kegiatan manusia, baik limbah dari kegiatan rumah tangga, limbah dari kegiatan industri dan kegiatan-kegiatan lainnya sehingga sangat susah untuk mendapatkannya maka perlu dilakukan penanganan bermacam - macam limbah ini. Ketergantungan manusia terhadap air pun semakin besar sejalan dengan perkembangan penduduk yang semakin meningkat dan semakin membutuhkan banyak air untuk kegiatan manusia baik untuk air minum , untuk mandi maupun untuk mencuci .

Komposisi limbah cair rata - rata di perkotaan sudah banyak mengandung bahan organik dan senyawa mineral yang berasal dari sisa makanan, urin, dan deterjen, disamping itu limbah rumah tangga berbentuk ada yang berbentuk padat, suspensi, lainnya dalam bentuk bahan terlarut. Pengolahan limbah cair juga dapat digunakan untuk penanggulangan dan dapat mengurangi tingkat pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah cair domestik, serta mempromosikan penggunaan limbah cair dari rumah tangga sebagai sumber air bersih yang baru bagi masyarakat. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003, air limbah domestik terdiri dari parameter BOD, TSS, pH, minyak dan lemak yang apabila keseluruhan parameter tersebut dibuang langsung ke badan penerima, maka akan mengakibatkan pencemaran air. Limbah domestik sebelum dibuang ke badan penerima air, terlebih dahulu harus diolah sehingga dapat memenuhi standar air yang baik. Upaya mengolah limbah domestik (greywater) dengan cara sederhana yaitu dengan pengolahan biofilter aerob menggunakan media bioball, pengolahan dengan biofilter aerob ini merupakan teknologi pengolahan air limbah rumah tangga yang murah, mudah operasinya serta hemat energi. Konsep teknologi pengolahan dengan biofilter aerob merupakan suatu istilah dari reaktor yang dikembangkan dengan prinsip mikroba tumbuh dan berkembang menempel pada suatu media filter dan membentuk biofilm (attached

growth). Pengolahan ini adalah pengolahan yang sangat mudah dan sangat murah dari segi operasional. Biofilter dapat digunakan untuk air limbah dengan beban BOD yang cukup besar dan dapat menghilangkan padatan tersuspensi (TSS) dengan baik. (Wijeyekoon et al, 2000)



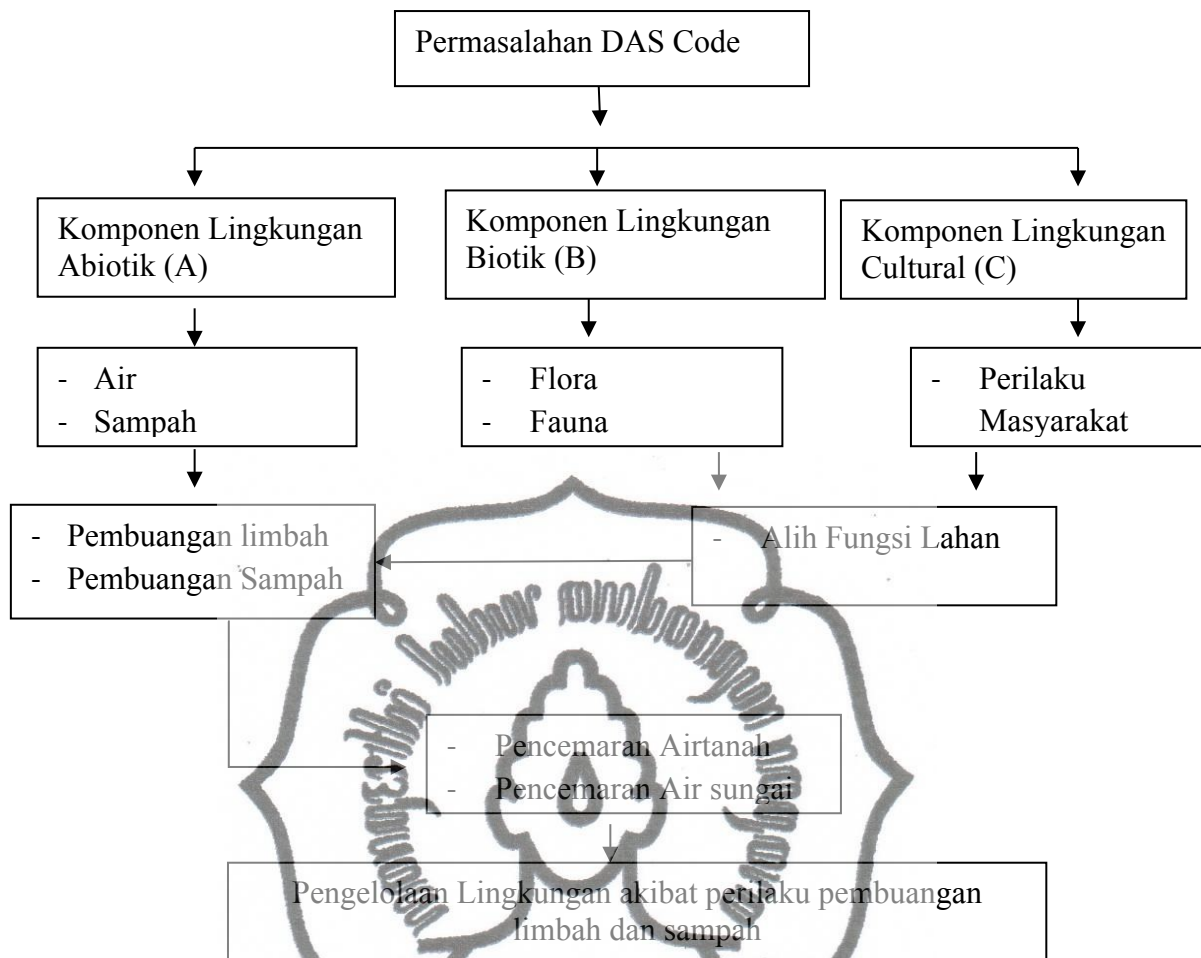
(sumber : Asadiya, 2018)

Gambar 5. Pengelolaan limbah domestik

## B. Kerangka Pemikiran Penelitian

Penelitian ini menganalisis pencemaran airtanah dan air sungai yang diakibatkan masalah perilaku masyarakat yang membuang limbah domestik kedalam tanah dan ke sungai di DAS Code. Pembuangan limbah domestik ke dalam tanah dan sungai, akan berakibat meningkatkan jumlah cemaran pada airtanah maupun air sungai.

Penentuan pencemaran air sungai maupun airtanah dilakukan analisa air sungai maupun airtanah di DAS Code. Penilaian pencemaran akan dilakukan dengan metode indek pencemaran sesuai Keputusan Menteri Lingkungan Hidup, Nomor KEP-115/MENLH/2003 yaitu metode index pencemaran. Sedangkan untuk bakumutu air yang digunakan Baku Mutu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 tahun 2017 untuk airtanah dan untuk air sungai menggunakan baku mutu PP No 82 tahun 2001. Setelah diketahui adanya pencemaran airtanah maupun air sungai maka direncanakan strategi pengelolaan lingkungan. Kerangka Pemikiran Penelitian disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Kerangka pemikiran penelitian