

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Pengertian Sungai

Sungai adalah aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus - menerus dari hulu (sumber) menuju hilir (muara). Sungai memiliki beberapa jenis menurut jumlah airnya (Syarifuddin, 2000) :

1. Sungai permanen yaitu sungai yang debit airnya sepanjang tahun relatif tetap. Biasanya sungai tipe ini ada di Kalimantan dan Sumatera contohnya Sungai Kapuas, sungai Kahayan, Sungai Barito, Sungai Mahakam (Kalimantan), dan Sungai Musi, sungai Indragiri (Sumatera).
2. Sungai periodik yaitu sungai yang pada waktu musim hujan airnya banyak, sedangkan pada musim kemarau airnya sedikit. Contohnya Sungai Progo, Sungai Code, Sungai Opak.
3. Sungai Intermittent atau sungai episodik yaitu sungai yang mengalirkan airnya pada musim penghujan, sedangkan pada musim kemarau airnya kering. Contohnya sungai Bayem.
4. Sungai ephemeral yaitu sungai yang ada airnya hanya pada saat musim hujan. Contohnya sungai Bayem.

Sungai Winongo adalah salah satu sungai di Daerah Istimewa Yogyakarta. Sungai Winongo merupakan anak Sungai Opak dengan panjang 43,75 km yang mengalir melintasi Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul. Pada kawasan perkotaan di bantaran Sungai Winongo penggunaan lahan yang dominan adalah pemukiman, perkantoran, fasilitas umum dan industri. Kondisi ini sangat bertentangan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Nasional yang menyebutkan bahwa kawasan tepian sungai merupakan kawasan perlindungan setempat. Tingginya kepadatan bangunan dan kepadatan penduduk meningkatkan aktivitas pembangunan bangunan di pinggir Sungai Winongo. Sepanjang Sungai Winongo terdapat pemukiman yang masyarakatnya tidak hanya menggunakan airnya untuk keperluan sehari - hari, tetapi juga sebaliknya banyak masyarakat yang membuang

limbah domestik berupa air buangan toilet dan sampah dapur ke badan air. Selain itu, limbah juga berasal dari industri batik, rumah pemotongan hewan, binatu, restoran, rumah sakit, hotel dan lain-lain. Hal itu dapat mengakibatkan kualitas air Sungai Winongo menurun yang tentunya akan berimbas pada kualitas air di daerah hilir. Hal inilah yang akan berpengaruh terhadap kualitas air. Sungai Winongo ini menurut jumlah airnya merupakan jenis sungai periodik. Sungai periodik yaitu sungai yang pada waktu musim hujan airnya banyak sedangkan pada musim kemarau airnya sedikit. Sedangkan menurut Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 20 Tahun 2008 Tentang Baku Mutu Air di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, klasifikasi mutu air Sungai Winongo masuk dalam klasifikasi mutu air kelas tiga. Air kelas tiga adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

B. Kualitas Air

Kualitas air adalah karakteristik mutu yang dibutuhkan untuk pemanfaatan tertentu dari sumber - sumber air. Kriteria mutu air merupakan satu dasar baku mutu air, di samping 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 di tentukan oleh konsentrasi bahan kimia yang terlarut dalam air. Permasalahan kualitas air dapat ditimbulkan oleh proses alamiah maupun ulah manusia. Sedangkan menurut Ismail (1999) ada beberapa parameter kualitas air bersih seperti kaitanya dengan pengaruh terhadap erosi, sedimentasi, suhu air, kimia, dan biologi. Suryani (1992) menyatakan jika kualitas air tidak dipenuhi maka, air dapat menjadi penyebab timbulnya penyakit. 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. Berikut penjelasan tentang standar kualitas air dan faktor - faktor yang mempengaruhi :

1. Standar kualitas air

Standar kualitas air dapat diartikan sebagai ketentuan - ketentuan yang biasanya dituangkan dalam bentuk pernyataan atau angka yang menunjukkan persyaratan - persyaratan yang harus dipenuhi agar air tersebut tidak menimbulkan gangguan kesehatan, gangguan teknis dan gangguan dari segi estetika. Syarat mutlak yang harus dipenuhi agar air dapat digunakan sebagai air minum adalah mutu dan kualitas air minum yang ditetapkan dalam KEPMENKES RI No 907/MENKES/SK/2002 tentang syarat - syarat pengawasan kualitas air bersih.

Dari segi kualitas air harus memenuhi persyaratan antara lain:

a. Fisik

tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, air harus jernih, suhu air di bawah suhu udara.

b. Kimia

air minum tidak boleh mengandung racun, zat-zat racun tertentu dalam jumlah melampaui batas - batas yang telah ditentukan.

c. Bakteriologi

air minum tidak boleh mengandung bakteri penyakit sama sekali dan tidak boleh mengandung golongan coli melebihi batas - batas yang telah ditentukan.

2. Faktor - Faktor yang Berpengaruh Terhadap Kualitas Air

Kualitas air bagi suatu peruntukan ditentukan oleh sifat fisik, kimia, dan kandungan bakteri di dalamnya. Kualitas air dapat berubah ubah karena pengaruh aktivitas manusia. Menurut Utaya (1990/1991) ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas air, diantaranya adalah iklim.

Unsur unsur iklim yang mempengaruhi terhadap kualitas air secara langsung misalnya curah hujan, tekanan udara, penguapan (evaporasi), dan temperatur. Hujan yang jatuh di permukaan bumi, ketika masih di udara kadang - kadang

sudah bercampur dengan gas-gas di atmosfer seperti N_2 , O_2 , CO_2 dan CL (dalam Nurfatin, 2008).

C. Air Bersih

Air bersih adalah salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan bisa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau dalam melakukan aktifitas mereka sehari - hari termasuk diantaranya sanitasi. Untuk dikonsumsi air minum menurut departemen kesehatan, syarat - syarat air minum dan air bersih adalah tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna dan tidak mengandung logam berat. Walaupun air dari sumber alam dapat diminum oleh manusia, terdapat resiko tercemar oleh bakteri. Berikut ini adalah ciri air bersih, syarat fisik yaitu tampilan harus jernih dan tidak keruh, tidak berwarna apapun, tidak berasa apapun, tidak berbau apapun, suhu antara 10 - 25 C (sejuk), Tidak meninggalkan endapan. Syarat kimiawi yaitu tidak mengandung bahan kimiawi yang mengandung racun, tidak mengandung zat-zat kimiawi yang berlebihan, cukup yodium, dan pH air antara 6,5–8,5. Syarat mikrobiologi yaitu tidak mengandung kuman-kuman penyakit seperti disentri, tipus, kolera, dan bakteri patogen penyebab penyakit.

Indikator - indikator lain yang dipakai dalam menentukan kualitas air bersih dan parameter - parameter yang akan diteliti untuk mengetahui kadar yang terkandung didalam air sungai, adapun sebagai berikut:

1. Kandungan lumpur dan suspensi (Kekeruhan).

Lumpur adalah campuran cair atau semi cair antara lain air dan tanah. Penetapan kadar lumpur penting dalam mengevaluasi tingkat kekuatan pencemaran suatu limbah domestik atau industri. Penetapan ini umumnya menggunakan kerucut *imhoff* dan dilakukan dalam ruangan, dimana sinar matahari tidak mengganggu pengendapan lumpur.

2. pH

pH adalah tingkatan asam basa suatu larutan yang diukur dengan skala 0 - 14. Tinggi rendahnya pH air sangat dipengaruhi oleh kandungan mineral lain yang terdapat dalam air. Nilai PH air yang normal adalah sekitar netral, yaitu pH

= 7, sedangkan pH air yang terpolusi, seperti air buangan nilai pHnya berbeda - berbeda tergantung dan jenis buangnya. Air dibawah 6,5 itu disebut asam sedangkan diatas 8,5 itu disebut basa. pH tubuh manusia adalah 7, banyak ahli mengatakan bahwa tubuh yang berkali dapat mencegah berbagai macam penyakit degeneratif, termasuk sel-sel kanker, yang dapat terbentuk mudah di dalam tubuh yang bersifat asam.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/MENKES/PER/IV/2010, air dikatakan bersih apabila pH =6,5-8,5.

3. DO

Oksigen Terlarut (OT) / *Dissolved Oxygen* (DO) adalah jumlah oksigen terlarut dalam air yang berasal dari fotosintesa dan absorpsi atmosfer / udara. Oksigen terlarut di suatu perairan sangat berperan dalam proses penyerapan makanan oleh makhluk hidup dalam air. Untuk mengetahui kualitas air dalam suatu perairan, dapat dilakukan dengan mengamati beberapa parameter kimia seperti oksigen terlarut (DO). Semakin banyak jumlah DO (*dissolved oxygen*) maka kualitas air semakin baik. jika kadar oksigen terlarut yang terlalu rendah akan menimbulkan bau yang tidak sedap akibat degradasi anaerobik yang mungkin saja terjadi. Satuan DO dinyatakan dalam persentase saturasi. Oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan – bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (SALMIN. 2000). Kecepatan difusi oksigen dari udara tergantung dari beberapa faktor seperti kekeruhan air, suhu, salinitas, pergerakan massa air dan udara seperti arus, gelombang dan pasang surut. ODUM (1971) menyatakan bahwa kadar oksigen dalam air laut akan bertambah dengan semakin rendahnya suhu dan berkurang dengan semakin tingginya salinitas. Pada lapisan permukaan, kadar oksigen akan lebih tinggi, karena adanya proses difusi antar air dengan udara bebas serta adanya proses fotosintesis. Dengan bertambahnya kedalaman akan

terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, karena proses fotosintesis semakin berkurang dan kadar oksigen yang ada banyak digunakan untuk pernapasan dan oksidasi bahan – bahan organik dan anorganik. Keadaan oksigen terlarut berlawanan dengan keadaan BOD, semakin tinggi BOD semakin rendah oksigen terlarut. Keperluan organisme terhadap oksigen relatif bervariasi tergantung pada lems, stadium dan aktifitasnya. Kebutuhan oksigen untuk ikan dalam keadaan diam relatif lebih sedikit dibandingkan dengan ikan pada saat bergerak. Kandungan oksigen terlarut (DO) minimum adalah 2 ppm dalam keadaan normal dan tidak tercemar oleh senyawa beracun. Idealnya, kandungan oksigen terlarut dan tidak boleh kurang dari 1,7 ppm selama waktu 8 jam dengan sedikitnya pada tingkat kejenuhan sebesar 70 % (HUET, 1970). KLH menetapkan bahwa kandungan oksigen terlarut adalah 5 ppm untuk kepentingan wisata bahari dan biota laut (ANONIMOUS,2004). Oksigen memegang peranan penting sebagai indikator kualitas perairan, karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Selain itu, oksigen juga menentukan biologik yang dilakukan oleh organisme aerobik dan anaerobik. Dalam kondisi aerobik, peranan oksigen adalah untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik dengan hasil akhirnya adalah nutrien yang ada pada akhirnya dapat memberikan kesuburan perairan. Dalam kondisi anaerobik oksigen yang dihasilkan akan mereduksi senyawa – senyawa kimia menjadi lebih sederhana dalam bentuk nutrien dan gas. Karena proses oksidasi dan reduksi inilah maka peranan oksigen terlarut sangat penting untuk membantu mengurangi beban pencemaran pada perairan secara alami maupun secara perlakuan aerobik yang ditujukan untuk memurnikan air buangan industri dan rumah tangga.

D. Filtrasi Air Bersih

Filtrasi air bersih adalah pembersih partikel padat dari suatu fluida dengan melewatkannya pada medium penyaringan, atau septum yang di atasnya padatan akan terendapkan. Adapun beberapa proses filtrasi yang dilakukan sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat - alat yang akan digunakan seperti paralon berukuran 4 inchi, tutup paralon, kran air, gergaji dan lem.
2. Menyiapkan bahan - bahan yang akan digunakan dalam proses filtrasi, yaitu:
 - a. Pasir

Pasir merupakan media penyaringan yang baik untuk proses penjernihan air, karena pasir sifatnya yang berupa butiran bebas, butiran pasir mampu menyerap dan menahan partikel dalam air. Selain itu butiran pasir juga berfungsi menyaring kotoran dan air, pemisah sisa - sisa flok serta pemisah partikel besi yang terbentuk setelah kontak dengan udara. Selama penyaringan koloid suspensi dalam air akan ditahan dalam media *poroust* sehingga kualitas air akan meningkat (Kusnaedi, 1995). Seperti pasir yang digunakan dalam uji adalah pasir kuarsa, pasir kuarsa atau yang sering juga disebut pasir silika yang di ambil dari senyawa kimianya *Silicon Dioxide* atau Silika Dioksida (SiO_2). Pasir kuarsa memiliki komposisi gabungan dari: SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO dan K_2O . Pasir yang digunakan pada percobaan ini dibersihkan dan dicuci sampai bersih. Semakin tebal pasir yang digunakan maka kadar Do semakin meningkat dan kadar kekeruhan berkurang.

- b. Zeolit

Zeolit adalah senyawa zat kimia alumino - silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium. Mineral utama yang terdapat di dalam Zeolit ialah *clinoptilolite* yang merupakan silikat kalsium, potassium, magnesium dan alumino dan memiliki kadar penukaran cation (CEC) +120 meq./100g. Secara umum, Zeolit memiliki molekul sruktur yang unik, di mana atom silikon dikelilingi oleh 4 atom oksigen sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur. Di beberapa tempat di jaringan ini, atom Silicon digantikan degan atom Aluminium, yang hanya terkoordinasi dengan 3 atom oksigen. Atom Aluminium ini hanya memiliki muatan 3+, sedangkan silicon sendiri memiliki muatan 4+. Keberadaan atom Aluminium ini

secara keseluruhan akan menyebabkan Zeolit memiliki muatan negatif. Muatan negatif inilah yang menyebabkan Zeolit mampu mengikat kation. Zeolit berfungsi untuk menjernihkan air dan menghilangkan bau. Zeolit juga sering disebut sebagai '*molecular sieve / molecular mesh*' (saringan molekuler) karena zeolit memiliki pori-pori berukuran molekuler sehingga mampu memisahkan / menyaring molekul dengan ukuran tertentu. Zeolit mempunyai beberapa sifat antara lain: mudah melepas air akibat pemanasan, tetapi juga mudah mengikat kembali molekul air dalam udara lembab. Oleh sebab sifatnya tersebut maka zeolit banyak digunakan sebagai bahan pengering. Disamping itu zeolit juga mudah melepas kation dan diganti dengan kation lainnya, misal zeolit melepas natrium dan digantikan dengan mengikat kalsium atau magnesium. Sifat ini pula menyebabkan zeolit dimanfaatkan untuk melunakkan air. Zeolit dengan ukuran rongga tertentu digunakan pula sebagai katalis untuk mengubah alkohol menjadi hidrokarbon sehingga alkohol dapat digunakan sebagai bensin. Zeolit di alam banyak ditemukan di India, Siprus, Jerman dan Amerika Serikat. Dalam sistem penjernih air sederhana ini, fungsi zeolit adalah untuk menghilangkan kandungan Ca_2^+ dan Mg_2^+ . Air yang mengandung Ca_2^+ dan Mg_2^+ berlebih menyebabkan kualitas air menurun, atau dengan bahasa sederhana biasa disebut dengan "*Air Sadah*". Air sadah biasanya berbau dan rasanya seperti kapur.



Gambar 3.1 Zeolit

Zeolit menaikkan kadar DO karena zeolit mempunyai kemampuan cukup baik untuk menyerap Fe dan Mn dalam air. Tampak juga, waktu kontak dan laju filtrasi mempengaruhi penurunan Fe dan Mn. Semakin perlahan sampel air mengalir dalam kolom, semakin efektif penurunan konsentrasi Fe dan Mn. Namun, waktu kontak yang dibutuhkan zeolit untuk menurunkan. Zeolit yang digunakan pada percobaan ini dibersihkan, dicuci dan dijemur.

c. Arang Batok

Arang adalah residu hitam berisi karbon tidak murni yang dihasilkan dengan menghilangkan kandungan air dan komponen volatil dari hewan atau tumbuhan. Arang umumnya didapatkan dengan memanaskan kayu, gula, tulang, dan benda lain. Arang yang hitam, ringan, mudah hancur, dan meyerupai batu bara ini terdiri dari 85% sampai 98% karbon, sisanya adalah abu atau benda kimia lainnya. Arang tempurung kelapa termasuk sebagai material karbon. Karbon merupakan bahan yang sering digunakan dalam filter - adsorbers yang bertindak baik untuk menyaring partikel maupun untuk adsorpsi. Sifat fisik yang mempengaruhi efektifitas penggunaan material karbon sebagai media filter adalah kekerasan dan ukuran partikel. Tingkat kekerasan akan mempengaruhi kerugian akibat pengausan selama operasional, perawatan dan regenerasi media. Material yang lebih keras akan lebih tahan terhadap pengausan tersebut. Sedangkan ukuran partikel akan mengontrol besarnya volume pengangkutan yang terjadi di dalam material karbon tersebut. Material dengan ukuran partikel yang lebih kecil akan menyediakan pori - pori makro lebih besar ketika terjadi peningkatan luas permukaan eksternal per satuan massa, sehingga akan meningkatkan volume pengangkutan massa yang terjadi. Selain itu ukuran partikel juga mempengaruhi besarnya *head loss* aliran yang melewati media karbon tersebut, sama seperti yang terjadi pada media berpori lainnya. Arang tempurung kelapa dapat menyaring senyawa - senyawa organik berupa *volatile* organik,

benzene, *gasoline* dan *trihalomethan* serta beberapa logam berat. Arang batok yang digunakan dicuci sampai bersih sehingga warna air dari arang tersebut bersih dan tidak hitam.

- Melakukan proses filtrasi dari masing - masing bahan yang telah dipersiapkan untuk selanjutnya diuji kedalam laboratorium.

E. Regresi Linier

Regresi linier adalah metode statistika yang digunakan untuk membentuk model hubungan antara variabel terikat (dependen; respon; Y) dengan satu variabel bebas (independen, prediktor, X). Apabila banyaknya variabel bebas hanya ada satu, disebut sebagai regresi linier sederhana, sedangkan apabila terdapat lebih dari 1 variabel bebas, disebut sebagai regresi linier berganda. (Kurniawan, 2008)

Rumus umum regresi linier sederhana :

$$Y = bx \pm a \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana Y : Nilai regresi

b : Kemiringan (*slope*)

a : Konstanta

Ada 2 macam koefisien dalam regresi linier sederhana :

- Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi adalah mengukur suai (*goodness of fit*) dari persamaan regresi; yaitu memberikan proporsi atau presentase variasi total dalam variabel terkait yang dijelaskan oleh variabel bebas. Nilai R^2 terletak antara $0 < R^2 < 1$, dan kecocokan model dikatakan lebih baik kalau R^2 semakin mendekati 1. (Junaidi, 2008)

- Koefisien Korelasi (r)

Koefisien Korelasi adalah suatu ukuran untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linier antara variabel terikat dengan variabel bebas. Pada kasus dua variabel (satu variabel teikat dan satu variabel bebas), besaran r biasa dituliskan dengan huruf kecil untuk dua variabel dapat bernilai positif maupun negatif (antara -1 – 1). Nilai koefisien korelasi berkisar antara $-1,0 < r < 1$. (Soewarno,1995)