

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Sungai Winongo**

Salah satu sungai di Daerah Istimewa Yogyakarta adalah Sungai Winongo. Sungai Winongo merupakan anak Sungai Opak dengan panjang 43,75 km yang mengalir melintasi Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul. Sungai Winongo membelah perkotaan Yogyakarta (Kusuma 2014).

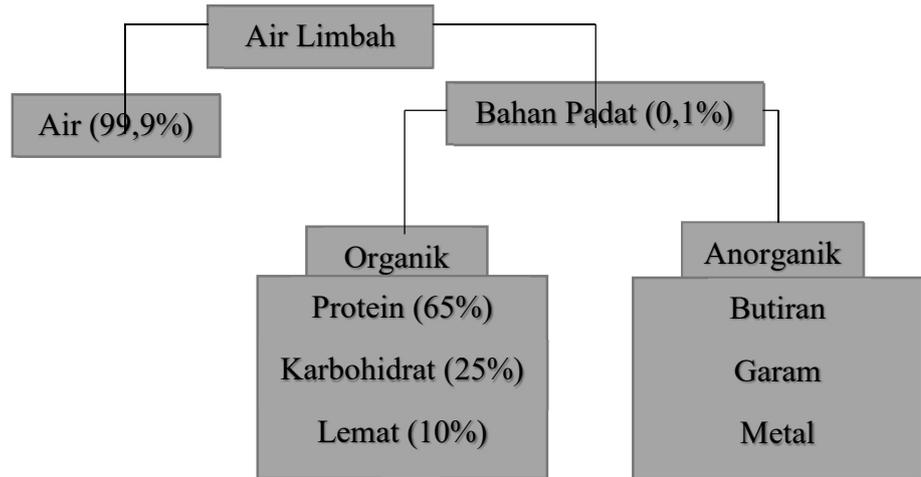
Sungai Winongo sendiri memiliki 3 hulu yaitu Sungai Denggung, Sungai Doso dan Sungai Duren yang keberadaannya di wilayah Kecamatan Turi dan baru nama Sungai Winongo ketika sudah memasuki Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman. Ditengah aliran sungai yang masuk ke kota ada aliran sungai kecil yang juga masuk ke Sungai Winongo yaitu Sungai Buntung.

Dari hasil penelitian sebelumnya tentang kualitas air yang diukur di Sungai Winongo, Angka TDS di Sungai Winongo menunjukkan bahwa hasil pengukuran masih di bawah baku mutu yang ditetapkan yaitu 1000 mg/L. Angka TSS pada sungai Winongo menunjukkan bahwa hasil pengukuran masih berada di range baku mutu yang ditetapkan yaitu 50 mg/L. Angka BOD pada sungai Winongo menunjukkan bahwa hasil pengukuran masih berada di range baku mutu maksimal yaitu 3 mg/L. Hal tersebut kemungkinan besar disebabkan karena banyaknya limbah industri maupun rumah tangga yang dibuang langsung ke sungai. Angka COD di Sungai Winongo menunjukkan bahwa hasil pengukuran tidak stabil , terkadang melebihi baku mutu maksimal yaitu 25 mg/L. Hal tersebut kemungkinan besar disebabkan karena banyaknya limbah *industry* maupun rumah tangga yang dibuang langsung ke sungai. Angka DO di sungai Winongo menunjukkan bahwa hasil pengukuran melebihi baku mutu maksimal yaitu 5 mg/L (BPLH, 2014).

#### **2.2. Definisi dan Karakteristik Air Limbah**

Menurut Metcalf & Eddy (1991), limbah cair adalah air bersih yang telah digunakan oleh masyarakat untuk berbagai macam keperluan. Di tinjau dari sudut tempat dihasilkannya, air buangan atau limbah dapat didefinisikan sebagai kombinasi cairan hasil buangan yang mengalir dari tempat pemukiman, institusi, komersial, dan bangunan industri, bersamaan dengan air tanah, air permukaan dan air hujan.

Menurut Sugiharto (2008) Komposisi Air Limbah dapat dikelompokkan dalam skema berikut ini :



Gambar 1 Skema pengelompokkan bahan yang terkandung di dalam air limbah

Menurut Sugiharto (2008), untuk mengetahui lebih luas tentang air limbah, maka perlu kiranya diketahui juga secara detail mengenai kandungan yang ada didalam juga sifat-sifatnya. Setelah diadakan analisis ternyata bahwa air limbah mempunyai sifat yang dapat menjadi tiga bagian besar di antaranya :

1. Sifat Fisik

Kualitas/ sifat fisik air buangan domestik pada umumnya dinyatakan dalam Suhu, Warna, Bau, Kekeruhan, Rasa dan lainnya. Untuk lebih jelasnya sifat-sifat tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Karakteristik fisik air limbah

Sifat-sifat	Penyebab	Pengaruh
Suhu	Kondisi udara sekitarnya, air panas yang dibuang ke saluran dari rumah maupun dari industri	Mempengaruhi kehidupan biologis kelarutan oksigen/gas lain. Juga kerapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan
Kekeruhan	Benda-benda tercampur seperti limbah padat, garam tanah liat, bahan organik yang halus dari buah-buahan asli, algae, organisme kecil	Memantulkan sinar, jadi mengurangi produksi oksigen yang dihasilkan tanaman. Mengotori pemandangan dan mengganggu kehidupan
Warna Bau	benda terlarut seperti sisa bahan organik dari daun dan tanaman (kulit, gula, besa), buangan industri	Umumnya tidak berbahaya dan berpengaruh terhadap kualitas keindahan air
Rasa	Bahan penghasil bau, benda terlarut dan beberapa ion	Mempengaruhi kualitas keindahan air
Benda Padat	Benda organik dan anorganik yang terlarut ataupun tercampur	Mempengaruhi jumlah organik padat, garam, juga merupakan petunjuk pencemaran atau kepekatan limbah meningkat

Sumber : Sugiharto (2008)

2. Sifat Kimia

Kualitas/sifat kimiawi dari air buangan domestik biasanya dinyatakan dalam bentuk organik dan anorganik dan biasanya dengan

perbandingan 50% zat organik dan 50% zat anorganik. Komposisi tipikal dari air buangan domestik dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2. Karakteristik kimiawi air limbah

Parameter (mg/L)	Konsentrasi		
	Kuat	Medium	Lemah
Total zat padat (TS)	1200	720	350
- Zat padat terlarut (DS)	850	500	250
- Zat padat tersuspensi (SS)	350	220	100
BOD5	400	220	110
TOC	290	160	80
COD	1000	500	250
N Total	85	40	20
P Total	15	8	4
Cl	100	50	30
Alkalinity (CaCO <sub>3</sub> )	200	100	50
Lemak	150	100	50

Sumber : Kodoatie dan Sjarief (2008)

### 3. Sifat Biologis

Menurut Sugiharto (2008), pemeriksaan biologis di dalam air dan air limbah untuk memisahkan apakah ada bakteri-bakteri patogen berada di dalam air limbah. Keterangan biologis ini diperlukan untuk mengukur kualitas air terutama air yang akan dipergunakan sebagai air minum serta untuk keperluan kolam renang. Selain itu untuk menaksir tingkat kekotoran air limbah sebelum dibuang ke badan air. Sebagai gambaran maka berikut ini adalah pembagian kelompok berikut anggota spesiesnya :

Tabel 3. Klasifikasi Mikroorganisme yang ada di dalam air limbah

Kelompok Besar	Anggota
Binatang	Bertulang Belakang ( <i>Rotifers</i> )
	Kerang-Kerangan ( <i>Crustaceans</i> )
	Kutu dan Larva ( <i>Worm and Larvae</i> )
Tumbuh-tumbuhan	Lumut ( <i>Mosses</i> )
	Pakis/Paku ( <i>Ferns</i> )
Protista	Bakteri
	Ganggang ( <i>Algae</i> )
	Jamur ( <i>Fungi</i> )
	Hewan Bersel Satu ( <i>Protozoa</i> )

Sumber : Sugiharto (2008)

### 2.3. Air Limbah Domestik

Menurut Nurmayanti (2002), limbah domestik adalah semua bahan limbah yang berasal dari kamar mandi, kakus, dapur, tempat cuci pakaian dan cuci peralatan rumah tangga. Keputusan Meneg LH No 112 Tahun 2003, pasal 1 ayat 1 menyebutkan bahwa air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama.

Menurut Yudo (2010) Air limbah domestik menghasilkan senyawa organik berupa protein, karbohidrat, lemak dan asam nukleat. Pada musim kemarau saat debit air sungai turun hingga 300% maka masukan bahan organik kedalam badan air aka mengakibatkan penurunan kualitas air. Beberapa kondisi badan sungai saat musim kemarau antara lain:

1. Badan air memerlukan oksigen ekstra guna mengurai ikatan dalam senyawa organik (dekomposisi), akibatnya akan membuat sungai miskin oksigen, membuat jatah oksigen bagi biota air lainnya berkurang jumlahnya. Pengurangan kadar oksigen dalam air ini sering mengakibatkan peristiwa ikan mati masal akibat kekurangan oksigen.
2. Limbah organik mengandung padatan terlarut yang tinggi sehingga menimbulkan kekeruhan dan mengurangi penetrasi cahaya matahari bagi biota fotosintetik.
3. Puluhan ton padatan terlarut yang dibuang hampir lebih dari 3 juta orang akan mengendap dan merubah karakteristik dasar sungai, akibatnya beberapa biota yang menetap didasar sungai akan tereleminasi atau bahkan punah

### 2.4. Air Limbah Industri

Limbah industri bersumber dari kegiatan industri baik karena proses secara langsung maupun proses secara tidak langsung. Limbah yang bersumber langsung dari kegiatan industri yaitu limbah yang terproduksi bersamaan dengan proses produksi sedang berlangsung, dimana produk dan limbah hadir pada saat yang sama. Sedangkan limbah tidak langsung terproduksi sebelum proses maupun sesudah proses produksi (Ginting, 2007).

Menurut Mulia (2005), air limbah industri umumnya terjadi sebagai akibat adanya pemakaian air dalam proses produksi. Di industri, air umumnya memiliki beberapa fungsi berikut:

1. Sebagai air pendingin, untuk memindahkan panas yang terjadi dari proses *industry*
2. Untuk mentransportasikan produk atau bahan baku
3. Sebagai air proses, misalnya sebagai umpan *boiler* pada pabrik minuman dan sebagainya
4. Untuk mencuci dan membilas produk dan/atau gedung serta instalasi

Jumlah aliran air limbah yang berasal dari industri sangat bervariasi tergantung dari jenis dan besar-kecilnya industri, pengawasan pada proses industri, derajat penggunaan air, derajat pengolahan air limbah yang ada. Puncak tertinggi aliran selalu tidak akan dilewati apabila menggunakan tangki penahan dan bak pengaman. Untuk memperkirakan jumlah air limbah yang

dihasilkan oleh industri yang tidak menggunakan proses basah diperkirakan sekitar 50 m<sup>3</sup>/ha/hari. Sebagai patokan dapat dipergunakan pertimbangan bahwa 85 – 95% dari jumlah air yang digunakan adalah berupa air limbah apabila industri tersebut tidak menggunakan kembali air limbah. Apabila industri tersebut memanfaatkan kembali air limbahnya, maka jumlahnya akan lebih kecil lagi (Sugiharto, 2008).

## 2.5. Pencemaran Air

Perubahan kondisi kualitas air disebabkan oleh penggunaan lahan, litologi, waktu, curah hujan dan aktivitas manusia yang mengakibatkan pencemaran air sungai, baik fisik, kimia, maupun biologik (Kusuma, 2005).

Penyebab pencemaran air berdasarkan sumbernya secara umum dapat dikategorikan sebagai sumber kontaminan langsung dan tidak langsung. Sumber langsung meliputi efluen yang keluar dari industri, TPA (Tempat Pembuangan Akhir Sampah), dan sebagainya. Sumber tidak langsung yaitu kontaminan yang memasuki badan air dari tanah, air tanah, atau atmosfer berupa hujan. Tanah dan air tanah mengandung mengandung sisa dari aktivitas pertanian seperti pupuk dan pestisida. Kontaminan dari atmosfer juga berasal dari aktivitas manusia yaitu pencemaran udara yang menghasilkan hujan asam. Penyebab pencemaran air dapat juga digolongkan berdasarkan aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya, yaitu limbah yang berasal dari industri, rumah tangga, dan pertanian (Suriawiria, 1996).

Pembuangan air limbah ke badan sungai tidak selalu terus menerus sepanjang hari. Limbah yang dibuang baik kuantitas, kualitas maupun waktu pembuangannya berkaitan erat dengan kegiatan yang dilakukan baik oleh rumah tangga secara individu, tempat-tempat pelayanan dan fasilitas umum maupun oleh pabrik yang menghasilkan limbah tersebut. Air limbah dari sektor rumah tangga umumnya dibuang pada pagi hari hingga sore hari dan mencapai puncaknya pada sekitar pukul 07.00 – 10.00 dan 16.00 – 20.00 sehingga komposisi air limbah tidak akan konstan sepanjang waktu. Sekitar 60% - 80% dari total air yang digunakan dalam rumah tangga dibuang sebagai limbah cair. Limbah tersebut secara langsung maupun tidak akan mencapai badan air (air tanah, sungai, danau) sehingga mempengaruhi kualitas badan air (Nurmayanti, 2002).

Pencemaran air ada sungai dan badan air lain yang berada di kawasan perkotaan, terutama disebabkan oleh sector domestik, berupa limbah cair dari rumah tangga dan industri rumah tangga. Pada beberapa kota besar di Indonesia, khususnya di Jawa, pencemaran air kian meningkat seiring dengan pertumbuhan industri.

Demikian pula kelemahan dalam penyediaan infrastruktur pengolah limbah untuk sektor domestik akan menyebabkan limbah rumah tanga (baik cair maupun padat) memasuki perairan secara langsung. Dengan demikian, keadaan tersebut dapat merusak kualitas air permukaan. Penurunan kualitas air permukaan, secara keseluruhan berpengaruh pada kelayakan sistem perairan Indonesia (Sunaryo dkk, 2007).

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air sumber pencemar air

berdasarkan karakteristik limbahnya diklasifikasikan menjadi dua kelompok besar seperti pada tabel 1 ini:

Tabel 4. Klasifikasi Sumber Pencemar Air

Karakteristik Limbah	Sumber Tertentu ( <i>Point Sources</i> )	Sumber Tak Tentu ( <i>Diffuse Sources</i> )
Limbah Domestik	Aliran limbah urban dalam sistem saluran dan sistem pembuangan limbah domestik terpadu	Aliran limbah daerah pemukiman di Indonesia pada Umumnya
Limbah Non-Domestik	Aliran limbah industri, pertambangan	Aliran limbah pertanian, peternakan, dan kegiatan usaha kecil-menengah

Perlakuan kelompok limbah baik itu domestik maupun non-domestik sebagai sumber pencemar air tertentu dan tak tentu lebih sering ditentukan berdasarkan skala inventarisasi. Adakalanya untuk skala yang relatif kecil seperti ruas anak sungai tertentu/kota kecil.

### 2.5.1. Pencemaran yang di Uji

#### a. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

*Biological Oxygen Demand* (BOD) atau kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme selama penghancuran bahan organik dalam waktu tertentu pada suhu 20° C.

Pengujian BOD menggunakan metode Winkler-Alkali iodida azida, adalah penetapan BOD yang dilakukan dengan cara mengukur berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam sampel yang disimpan dalam botol tertutup rapat, diinkubasi selama 5 hari pada temperatur kamar, dalam metode Winkler digunakan larutan pengencer MgSO<sub>4</sub>, FeCl<sub>3</sub>, CaCl<sub>2</sub> dan buffer fosfat. Kemudian dilanjutkan dengan metode Alkali iodida azida yaitu dengan cara titrasi, dalam penetapan kadar oksigen terlarut digunakan pereaksi MnSO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan alkali iodida azida. Sampel dititrasi dengan natrium thiosulfat memakai indikator amilum (Alaerts dan Santika, 1984).

#### b. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

*Chemical oxygen demand* (COD) merupakan jumlah oksigen (mg/L) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam sejumlah sampel. Oksidator yang paling umum digunakan adalah K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (Alaerts dan Santika, 1984). Nilai COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses kimiawi. Maka, semakin tinggi COD maka semakin tinggi kadar oksigen terlarut untuk oksidasi dan oksigen yang tersedia untuk biota perairan semakin rendah.

c. *Total Suspended Solid (TSS)*

Dalam metode analisis zat padat pengertian Zat Padat Total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana. Bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat Padat Total terdiri dari Zat Padat Terlarut dan Zat Padat Tersuspensi yang dapat bersifat organik dan anorganik. TSS adalah zat padat tersuspensi dimana sampel disaring dengan kertas filter, filter yang mengandung zat tersuspensi dikeringkan pada suhu 105°C selama 2 jam (Alaerts dan Santika, 1984).

d. pH

Derajat keasaman lebih dikenal dengan istilah pH. PH (*puissance negative de H*), yaitu logaritma dari kepekatan ion-ion H (hidrogen) yang terlepas dalam suatu cairan. Derajat keasaman atau pH air menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (dalam mol perliter) pada suhu tertentu (Ghufran dan Khordi, 2011).

e. Suhu

Suhu merupakan faktor fisik lingkungan yang cukup jelas dan mudah diukur. Suhu merupakan derajat panas yang dinyatakan dalam satuan panas derajat Celcius (C°) atau derajat Fahrenheit (F°). Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (latitude), ketinggian dari permukaan laut (altitude), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran, serta kedalaman badan air (Effendi, 2003).

## 2.6. Klasifikasi Mutu Air

Menurut Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air tentang klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) yaitu :

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang memper-syaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
3. Kelas tiga, 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;
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Di Yogyakarta sudah mengatur klasifikasi mutu sungai pada Peraturan Gubernur No 22 Tahun 2007 yang untuk Sungai Winongo terdiri dari :

1. Sungai Winongo mulai dari bagian hulu kearah hilir sampai Dusun Mraen, Sendangadi, Mlati, Sleman menurut peruntukaannya sebagai sungai kelas satu

2. Sungai Winongo mulai Dusun Mraen, Sendangadi, Mlati, Sleman kearah hilir sampai pertemuan dengan Sungai Opak di Dusun Gadingdaton, Donotrito, Kretek, Bantul menurut peruntukannya sebagai sugai kelas dua

## 2.7. Kualitas Air

Kualitas air secara umum menunjukkan mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu. Dengan demikian kualitas air akan berbeda dari suatu kegiatan ke kegiatan lain, sebagai contoh kualitas air untuk keperluan irigasi berbeda dengan kualitas air untuk keperluan air minum (Kodoatie dkk, 2008).

Menurut Effendi (2003), kualitas air erat kaitannya dengan baku mutu air limbah yang merupakan ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke air permukaan dari suatu usaha dan/atau kegiatan, dalam hal ini kegiatan rumah tangga. Parameter pencemar untuk limbah domestik dapat diketahui dari nilai BOD, COD TSS, pH serta Minyak dan Lemak yang telah ditetapkan dalam peraturan, untuk baku mutu air limbah domestik ditetapkan dengan Peraturan Daerah Provinsi dengan ketentuan sama atau lebih ketat dan apabila baku mutu air limbah domestik daerah belum ditetapkan yang akan dijelaskan pada Tabel 5.

Tabel 5. Baku Mutu Air Sungai (Daerah Yogyakarta)

<b>Parameter</b>	<b>Satuan</b>	<b>Kadar Maksimum</b>
<b>BOD</b>	mg/L	3
<b>COD</b>	mg/L	25
<b>TSS</b>	mg/L	50
<b>pH</b>		6-9
<b>Suhu</b>	°C	>3

Sumber : Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008

Untuk Effluent Standart sudah diatur dalam Peraturan Daerah DI Yogyakarta No 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah yang mana sudah mengatur baku mutu tiap industri maupun domestik. Baku mutu air limbah domestik akan dijelaskan pada Tabel 6.

Tabel 6. Baku Mutu Air Limbah Domestik

<b>Parameter</b>	<b>Satuan</b>	<b>Kadar Maksimum</b>
<b>BOD</b>	mg/L	75
<b>COD</b>	mg/L	200
<b>TSS</b>	mg/L	75
<b>pH</b>		6-9
<b>Suhu</b>		>3

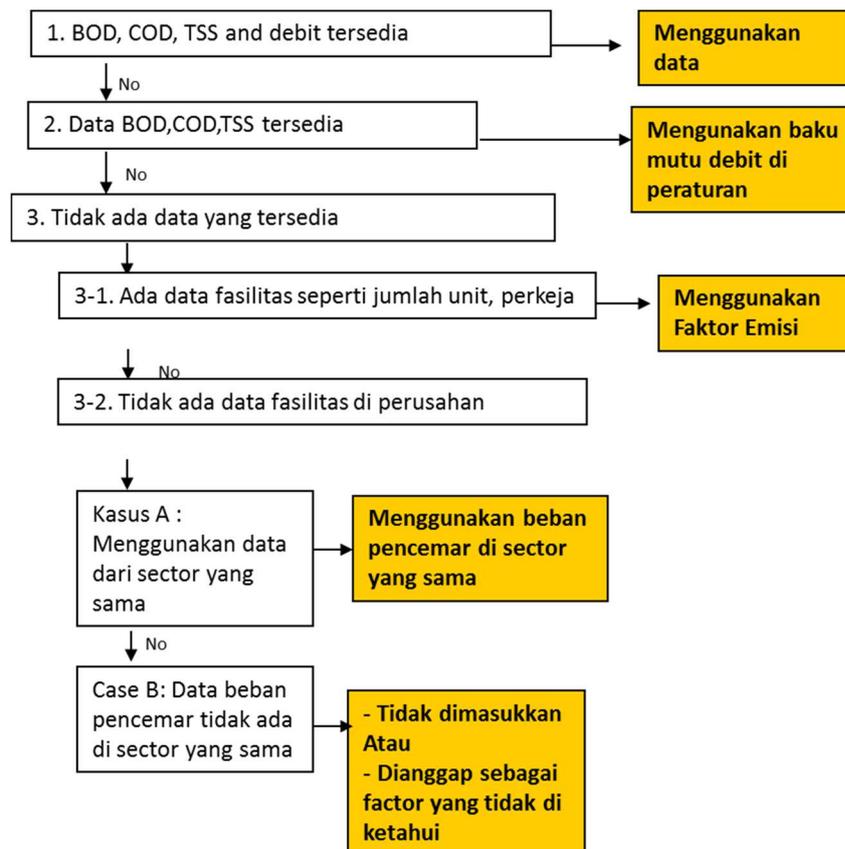
Sumber : Peraturan Daerah DIY No 7 Tahun 2016

## 2.8.Perhitungan Estimasi Estimasi beban pencemar

Beban pencemar merupakan jumlah suatu unsur pencemar dalam air atau air limbah. Keberadaan beban pencemar di perairan dipengaruhi oleh kadar oksigen terlarut yang tinggi di perairan, apabila terdapat beban pencemaran yang masuk ke dalam sungai maka akan ada 4 tahap yang dialami selama self purification yaitu, zona degradasi, zona dekomposisi aktif, zona pemulihan dan zona air bersih (Razif, 2004)

Metode yang digunakan dalam menentukan perkiraan besaran pencemar air yang berasal dari sumber point source berbeda dengan penentuan besar pencemar air diffuse source. Keduanya memiliki tingkat keakuratan yang bergantung pada ketersediaan data dan informasi yang mendukung. Oleh karena itu sangat penting menetapkan prioritas sumber data yang akan digunakan dalam menentukan perkiraan. Jenis data dan informasi yang ada akan sangat menentukan prosedur penentuan perkiraan besaran untuk setiap pencemar air yang diinventarisasi berdasarkan sumbernya (Permen LH No. 01 tahun 2010).

Metode untuk perhitungan estimasi beban pencemar menurut Kementerian Negara Lingkungan Hidup di jelaskan dalam gambar 2. dibawah ini



Gambar 2 Langkah-langkah perhitungan estimasi beban pencemar

**a. Penentuan Besaran Pencemar *Point Source***

Menurut Syahril (2016), sumber pencemaran titik merupakan sumber pencemaran yang berasal dari titik-titik tertentu di sepanjang badan air penerima (sungai). Sumber-sumber pencemar ini berasal dari rumah sakit, rumah makan, hotel, dan berbagai *industry*.

Besaran pencemar yang berasal dari sumber tertentu ditentukan berdasarkan data-data primer yang telah diperoleh di lapangan atau data-data sekunder hasil pemantauan instansi berwenang. Parameter untuk tiap usaha yang berjalan sudah diatur dalam Peraturan Daerah DI Yogyakarta No 7 Tahun 2016 Tentang baku mutu air limbah. Kemudian estimasi estimasi beban pencemar sumber tertentu dihitung dengan metode sebagai berikut:

$$\text{Estimasi beban pencemar} = Q \times C \quad (..2.1)$$

Diketahui : Q = Debit (m<sup>3</sup>/s)

C = Konsentrasi Air Limbah (mg/L)

Untuk Hotel dan Sektor Kesehatan tipe rawat inap dalam penentuan rumus berdasarkan jumlah kamar yang rumus adalah :

$$\text{Estimasi beban pencemar Hotel} = \text{Jumlah kamar} \times \text{Faktor Emisi} \quad (..2.2)$$

$$\text{Estimasi beban pencemar Kesehatan} = \text{Jumlah Kamar} \times \text{Faktor Emisi} \quad (..2.3)$$

Dengan faktor emisi sebagai berikut :

Tabel 7. Faktor Emisi Kegiatan Penginapan dan Rumah Sakit

Sumber Pencemar	Faktor Emisi (gr/hari)		
	BOD	COD	TSS
Rumah Sakit (per tempat tidur)	123	169.13	116.85
Hotel (per kamar)	55	75.63	52.25

**b. Penentuan Besaran Pencemar *Diffuse Source***

Sumber tertentu ini dapat diketahui dengan jelas lokasi sumbernya. Sumber tak tentu (*diffuses source*) merupakan sumber pencemar yang tidak terlokalisasi secara *definitive* (Syahril, 2016). Sumber tak tentu ini berasal dari rumah-rumah, pertanian dan peternakan di sekitar badan sungai.

Besar sumber pencemar air tersebar diperkirakan dengan terlebih dahulu menentukan faktor emisi yang bersifat spesifik untuk masing-masing kategori kegiatan, mengingat keterbatasan dalam pengukuran langsung untuk setiap sumber pencemar air tak tentu dalam wilayah inventarisasi.

Penentuan perhitungan serta faktor emisi untuk air limbah domestik. Tingkat pencemaran dapat diperkirakan dengan mengalikan faktor emisi per jumlah penduduk dengan kepadatan populasi dan luas wilayah inventarisasi:

Faktor emisi untuk air limbah kegiatan domestik dijelaskan dalam tabel 8.

$$\text{Domestik} = \text{jumlah penduduk} \times \text{faktor emisi} \times \text{rek} \times \alpha \quad \dots(2.4)$$

Tabel 8. Faktor emisi air limbah domestik

No	Polutan	Faktor Emisi (gr/hr)
1	TSS	38
2	BOD	40
3	COD	55

Nilai  $\alpha$  ialah pola sanitasi yang dilakukan oleh masyarakat dalam pembuangan limbah ke badan sungai yang dijelaskan dalam tabel 9. dibawah ini.

Tabel 9. Nilai Koefisien Pola Sanitasi

No	Pola sanitasi	Nilai Koefisien ( $\alpha$ )
1	Pembuangan langsung ke sungai	1
2	Saluran terbuka	0,85
3	SeptikTank	0,3

Rasio *ekivalen* kota ialah penentuan sebuah daerah berdasarkan fungsi daerah yang dijelaskan dalam tabel 10.

Tabel 10. Penentuan Rasio *Ekivalen* Kota (REK)

No	Daerah	Rasio Ekivalen Kota (rek)
1	Kota	1
2	Pinggiran Kota	0,8125
3	Pedalaman	0,6250

Untuk kegiatan pertanian penentuan estimasi beban pencemar di ketahui dengan rumus dari Balai Lingkungan Keairan-puslitbang sumber daya air, 2004 dan faktor emisi dijelaskan dalam tabel 11

$$\text{Sawah per Musim Tanam} = \text{Luas Lahan} \times \text{Faktor emisi} \times 10 \quad \dots(2.5)$$

Tabel 11. Faktor Emisi Kegiatan Pertanian

No	Jenis Pertanian	Parameter Limbah Pertanian	
		BOD	TSS
kg/ha/musim			
1	Sawah	225	0.04

Kegiatan peternakan penentuan estimasi beban pencemar di rumuskan sebagai berikut :

$$\text{Peternakan} = \text{Jumlah Ternak} \times \text{Faktor Emisi} \times 20\% \quad (..2.6)$$

Faktor Emisi untuk peternakan dibedakan berdasarkan dengan hewan yang ada di daerah di analisis yang dijelaskan dalam tabel 12.

Tabel 12. Faktor Emisi Kegiatan Peternakan

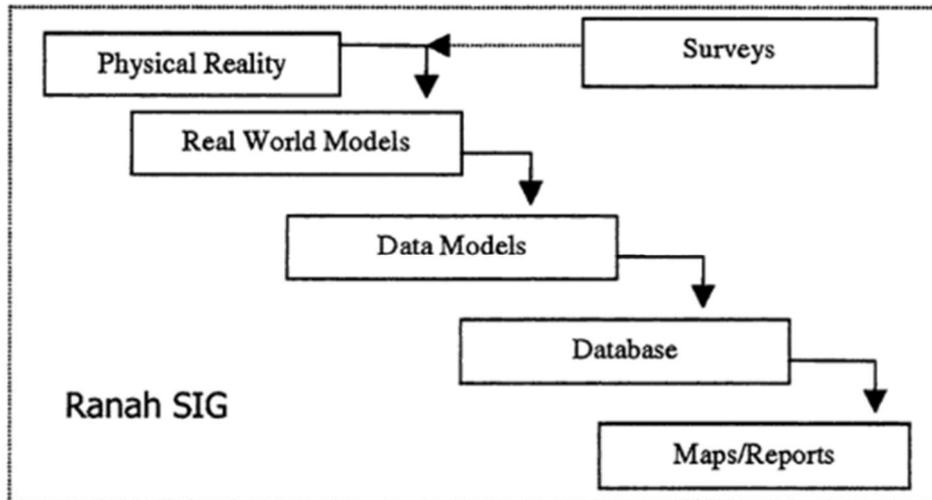
Parameter	Unit	Kerbau	Sapi	Kuda	Babi	Domba	Kambing	Ayam	Angsa	Bebek
BOD	gr/ekor	207	292	226	128	55.7	34.1	2.36	2.46	0.88
COD	/hari	530	717	558	362	136	92.9	5.59	6.67	2.22

## 2.9. Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Information Geografis (SIG) menurut Riyanto (2010) adalah kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografis, metode, dan personil yang dirancang secara efisien untuk memperoleh, menyimpan, memperbaharui, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan semua bentuk informasi yang berreferensi geografis.

SIG mempunyai kemampuan untuk menghubungkan berbagai data pada suatu titik tertentu di bumi, menggabungkannya, menganalisa dan akhirnya memetakan hasilnya. Data yang akan diolah pada SIG merupakan data spasial yaitu sebuah data yang berorientasi geografis dan merupakan lokasi yang memiliki sistem koordinat tertentu, sebagai dasar referensinya. Sehingga aplikasi SIG dapat menjawab beberapa pertanyaan seperti; lokasi, kondisi, trend, pola dan pemodelan. Kemampuan inilah yang membedakan SIG dari sistem informasi lainnya (Bhirowo,2010).

Data spasial dari penginderaan jauh dan survey terestrial tersimpan dalam basis data yang memanfaatkan teknologi computer digital untuk pengelolaan dan pengambilan keputusannya.



Gambar 3. Langkah Kerja SIG

Secara teknis SIG mengorganisasikan dan memanfaatkan data dari peta digital yang tersimpan dalam basis data. Dalam SIG, dunia nyata dijabarkan dalam data peta digital yang menggambarkan posisi dari ruang (*space*) dan klasifikasi, atribut data, dan hubungan antar item data. Kerincian data dalam SIG ditentukan oleh besarnya satuan pemetaan terkecil yang dihimpun dalam basis data. Dalam Bahasa pemetaan kerincian itu tergantung dari skala peta dan dasar acuan geografis yang disebut sebagai peta dasar (Budiyanto, 2002).

### 2.10. Segmentasi Sungai

Perubahan pola pemanfaatan lahan menjadi lahan pertanian, tegalan dan permukiman serta meningkatnya aktivitas industri akan memberikan dampak terhadap kondisi hidrologis dalam suatu Daerah Aliran Sungai. Selain itu, berbagai aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya yang berasal dari kegiatan industri, rumah tangga, dan pertanian akan menghasilkan limbah yang memberi sumbangan pada penurunan kualitas air sungai (Suriawiria, 1993).

Beberapa pertimbangan yang digunakan dalam penetapan lokasi sampel adalah : kemudahan akses, biaya, dan waktu sehingga ditentukan titik yang dianggap mewakili kualitas air sungai dari hulu ke hilir. Penentuan lokasi pengambilan sampling yaitu titik yang dianggap mewakili suatu kawasan yang ditinjau, bebas dari gangguan dan dipilih kawasan yang relatif belum tercemar (hulu sungai) sebagai pembanding (Priyambada *et al*, 2012)

## 2.11. Penelitian Terdahulu

Tabel 13. Penelitian Terdahulu

Tahun	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
2015	Ayu Kumala Novitasari	Analisis Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar Di Kali Surabaya	Pengumpulan data primer, sekunder, dan hasil sampling lalu dilakukan pengolahan data data tersebut.	Hasil inventarisasi sumber pencemar di Kali Surabaya sepanjang 42,3 Km ditemukan terdapat 225 titik sumber pencemar, yang terdiri dari 215 titik berupa saluran limbah pencemar yang berasal dari industri rumah tangga sedangkan sisanya 10 titik sumber pencemar yang berasal dari industri.
2017	Ristie Ermawati & Lono Hartanto	Pemetaan Sumber Pencemar Sungai Lamat Kabupaten Magelang	Pengumpulan data primer dan sekunder dilakukan pengolahan pemetaan pencemaran dari data data tersebut	Sumber pencemar Sungai Lamat berasal dari kegiatan rumah tangga masyarakat dan juga industri yang berupa limbah cair dan limbah padat & berdasarkan penentuan status mutu air menggunakan Metode Indeks Pencemaran, status mutu air Sungai Lamat dari tahun ke tahun bervariasi, dari baik hingga cemar ringan.
2011	Agus Priyono	Kajian Estimasi beban pencemaran Limbah Usaha Kecil di Sungai Ciliwung Segmen Kota Bogor	Data yang digunakan dalam kajian ini adalah data sekunder dan data primer. Data sekunder jenis-jenis industri sebagian diperoleh dari Dinas Perindustrian Kota Bogor serta data administrasi kecamatan/kelurahan dari Kantor Statistik Kota Bogor. Data primer	Kegiatan usaha kecil yang banyak berkembang di wilayah Kota Bogor sebagian besar menghasilkan limbah cair yang langsung dibuang ke sungai/anak sungai di DAS Ciliwung, sehingga memberikan masukan estimasi beban pencemaran yang besar bagi air Sungai Ciliwung. Industri kecil tersebut terutama adalah industri tahu, tempe, tepung tapioka dan peternakan sapi. Hasil perhitungan mendapatkan estimasi beban pencemaran total usaha kecil sebesar 605,5 ton/thn yang menyebabkan nilai BOD pada air Sungai Ciliwung 174,5 mg/l pada musim kemarau,

			<p>jenis-jenis dan sebaran industri kecil juga diperoleh dengan melakukan observasi dan wawancara langsung di lapangan.</p>	<p>dan 1,62 mg/lt pada musim penghujan, akibat perbedaan debit air sungai.</p>
2009	<p>M. Eisakhani, A. Pauzi, O. Karim, A. Malakhamad, S.R. Mohamed Kutty, M. H. Isa</p>	<p>GIS-based Non-point Sources of Pollution Simulation in Cameron Highlands, Malaysia</p>	<p>Identifikasi dari sumber polutan <i>non-source</i>, penggunaan lahan dan perhitungan <i>pollution loads</i> dan menghitung kualitas air. Studi ini dilakukan untuk mengidentifikasi penggunaan lahan, sumber polusi non-titik dan beban polusi mereka ke dalam sistem sungai Cameron Highlands menggunakan <i>ArcView GIS</i></p>	<p>Besar jumlah nitrogen, fosfor dan beban BOD diamati berdasarkan berbagai penggunaan lahan terutama kegiatan pertanian. Selain itu, ditemukan bahwa erosi karena perubahan penggunaan lahan dapat menyebabkan lebih banyak pelepasan fosfor ke badan air. Sementara simulasi polusi non-poin berbasis GIS telah menunjukkan kinerja yang baik untuk memperkirakan estimasi beban pencemaran yang berbeda, ditemukan sebagai metode yang cocok untuk wilayah cekungan kecil karena memantau kondisi penutupan lahan di sebagian besar wilayah bukanlah hal yang mudah. Oleh karena itu, dapat disarankan bahwa untuk area yang luas beberapa metode lain seperti metode penginderaan jauh lebih masuk akal. Akhirnya praktik manajemen terbaik termasuk metode struktural dan non-struktural akan dipraktikkan untuk mengurangi tingkat polusi di bidang studi.</p>

---

<p>2019</p>	<p>Jiajia Lina, John K. Böhlke b, Sheng Huanga , Miquel Gonzalez-Melerc, Neil C. Sturchioa</p>	<p>Seasonality of nitrate sources and isotopic composition in the Upper Illinois River</p>	<p>Pengumpulan Sampling yang akan diteliti sample-nya lalu akan dilakukan pengolahan data dari hasil sampling tersebut yang disajikan dalam bentuk peta</p>	<p>Sungai selama musim panas dan gugur ketika keduanya mengalir dan konsentrasi nitrat menurun. Pola isotop spasial dalam kondisi aliran rendah konsisten dengan reduksi nitrat yang substansial sebelum dibuang di DAS pertanian, serta setelah dibuang di dalam aliran koridor. Kami menemukan fluks nitrat menurun hingga &lt;50% dari ekspor musim semi selama musim gugur di sungai utama. Pengukuran konsentrasi nitrat dan komposisi isotop dalam air sungai merupakan indikator yang berguna untuk sumber nitrat, pencampuran, dan proses kehilangan aliran. Komposisi isotop nitrat dalam UIRB bervariasi dengan lokasi, penggunaan lahan, dan kondisi aliran musiman. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk model DAS kuantitatif untuk manajemen nitrat masa depan.</p>
-------------	--	--	---	---

---