

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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 bermata air di lereng Gunung Merapi, pada kawasan perkotaan di bantaran Sungai Winongo penggunaan lahan yang dominan adalah pemukiman, perkantoran, fasilitas umum dan industri. Muara Sungai Winongo berada di Sungai Opak.

Sungai Winongo sendiri memiliki 3 hulu yaitu sungai Deggung, Sungai Doso dan Sungai Duren yang keberadaannya di wilayah kecamatan Turi dan baru menjadi 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

2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh pemisah topografis dan berfungsi sebagai pengumpul dan penyalur air melalui suatu sistem sungai. Batas DAS merupakan kondisi dimana suatu topografi memisahkan suatu sistem aliran dengan yang lain. DAS terdiri dari dua bagian, yang utama yaitu daerah tadah (*catchment area*) yang membentuk daerah hulu, dan daerah penyalur air yang berada dibawah daerah tadah tersebut (Fuady, 2008).

2.3 Parameter Fisika

Parameter fisika merupakan parameter yang dapat diukur secara fisik pada suatu perairan antara lain pH, suhu air, kekeruhan, warna, rasa, *Total Dissolved Solid* (TDS), *Total Suspended Solid* (TSS) dan lain sebagainya. Suhu adalah ukuran panas atau dinginnya suatu benda, dalam hal ini perairan. Distribusi suhu yang ada di atmosfer berhubungan erat dengan radiasi matahari. Hal ini menyebabkan terjadinya fluktuasi suhu setiap waktunya (Fadholi, 2013). Suhu air akan mempengaruhi kecepatan reaksi kimia serta tata kehidupan dalam air.

Perubahan suhu memperlihatkan aktivitas kimiawi biologis pada benda padat dan gas dalam air

Air dengan kualitas bagus biasanya memiliki pH dengan rentang 6,5-7,5. Air yang bersifat asam atau basa tergantung pada tinggi rendahnya pH atau banyak atau tidaknya konsentrasi hidrogen didalam air. Air yang memiliki pH lebih kecil dari pH normal akan bersifat asam, sedangkan air yang memiliki pH lebih besar dari pH normal akan bersifat basa. Air limbah dari air buangan industri yang dibuang ke perairan berotensi untuk mengubah pH menjadi tidak normal (Susana, 2009)

2.3.1 Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) atau muatan padatan tersuspensi adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter $> 1 \mu\text{m}$) yang tertahan pada saringan miliopore dengan diameter pori $0.45 \mu\text{m}$. TSS terdiri dari lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik. Penyebab TSS di perairan yang utama adalah kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Konsentrasi TSS apabila terlalu tinggi akan menghambat penetrasi cahaya ke dalam air dan mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis (Jiyah *et al*, 2017).

2.3.2 pH

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai $\text{pH} < 7$ menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaaan tertinggi. Umumnya indikator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah

2.4 Parameter Kimia

Parameter Kimia air merupakan senyawa kimia baik organik maupun inorganik yang berada di perairan. Bahan pencemar kimia organik berupa limbah

yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme. Jika jumlah bahan organik dalam air sedikit, maka bakteri aerob mudah memecahkannya tanpa mengganggu kadar oksigen terlarut. Jika jumlah bahan organik dalam air banyak, maka bakteri pengurai dapat berlipat ganda akibat banyaknya pasokan makanan dan hal ini akan menyebabkan penurunan tingkat oksigen terlarut dalam air.

2.4.1 *Biological Oxygen Demand(BOD)*

BOD adalah kebutuhan oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi Aerobik. Melalui tes BOD dapat diketahui kebutuhan oksigen biokimia yang menunjukkan jumlah oksigen yang digunakan dalam reaksi oksidasi oleh bakteri (Santoso, 2018).

2.4.2 *Chemical Oxygen Demand(COD)*

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah ukuran oksigen yang dikonsumsi selama dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan kimia anorganik seperti amonia dan nitrit. Chemical Oxygen Demand merupakan parameter kualitas air yang penting karena, mirip dengan BOD, ia dapat menilai dampak effluen air limbah yang nantinya akan dibuang pada lingkungan penerima (badan air). Tingkat COD tinggi menandakan banyaknya jumlah bahan organik yang teroksidasi pada sampel, yang akan mengurangi tingkat oksigen terlarut (Santoso, 2018).

2.5 Kualitas Air

Kualitas adalah karakteristik mutu yang diperlukan untuk pemanfaatan tertentu dari berbagai sumber air. Kreteria mutu air merupakan suatu dasar baku mengenai syaratat kualitas air yang dapat dimanfaatkan. Baku mutu air adalah suatu peraturan yang disiapkan oleh suatu negara atau suatu daerah yang bersangkutan.

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, maka berlaku baku mutu air limbah domestik secara nasional sebagai berikut

Tabel 1 Baku Mutu Air Limbah Domestik Pergub DIY No7 Tahun 2016

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
BOD	mg/L	3
COD	mg/L	25
TSS	mg/L	50
Minyak dan Lemak	mg/L	10
pH	mg/L	6-9

Sumber : Pergub DIY No 7 tahun 2016

2.6 Klasifikasi Sumber Pencemar

Menurut Pemen LH Nomor 1 tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air, Klasifikasi sumber pencemar air terbagi menjadi 2, yaitu :

a. Sumber Pencemar Tertentu (*Point Sources*)

Sumber pencemar yang dimaksud yaitu sumber pencemar yang dapat diketahui secara pasti suatu titik lokasi yang menghasilkan pencemar dan jumlah limbah yang dibuang dapat ditentukan dengan berbagai cara seperti pengukuran langsung, perhitungan neraca massa, dan estimasi lainnya. Contoh dari sumber pencemar *point sources* yaitu pipa air limbah dari suatu industri yang berpotensi menjadi sumber pencemar

b. Sumber Pencemar Tak Tentu (*Diffuse Sources*)

Merupakan sumber pencemar yang lokasinya tidak dapat diketahui secara pasti, sumber pencemar ini dapat berasal dari bakumulasi dari sumber pencemar lainnya yang relatif kecil, kemudian mencemar lingkungan disekitarnya. Contoh dari jenis pencemaran ini yaitu dari sektor pertanian, peternakan, dan pemukiman.

2.7 Perkiraan Perhitungan Beban Pencemar

Beban pencemar merupakan jumlah suatu unsur pencemar dalam air atau air limbah. 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).

a. Penentuan Besaran Pencemar *Point Source*

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. Kemudian estimasi beban pencemar sumber tertentu dihitung dengan metode sebagai berikut:

$$\text{Beban Pencemar} = Q \times C \dots \dots \dots (2.1)$$

Q : Debit (m^3/s)

C : Konsentrasi air limbah (mg/L)

Selain persamaan diatas, terdapat persamaan lain untuk mendapatkan nilai beban pencemar dengan menggunakan nilai faktor emisi sektor industri yang didapatkan

$$\text{Beban Pencemar} = \text{Debit } (\text{m}^3/\text{s}) \times \text{Faktor Emisi} \dots \dots (2.2)$$

Potensi beban pencemar untuk hotel/penginapan dan rumah sakit dapat dihitung dengan mengalikan jumlah tempat tidur dengan faktor emisi. Perhitungan ini mengacu pada Irianto, Iskandar, 2004 dalam Puslitbang SDA, 2015.

$$\text{Beban Pencemar} = \text{Jumlah Tempat tidur} \times \text{Faktor Emisi} \dots (2.3)$$

Tabel 2 Faktor Emisi Rumah Sakit dan Hotel

Sumber Pencemar	Faktor Emisi (gr/hari)		
Rumah Sakit(per tempat tidur)	123	169,125	116,85
Hotel (perkamar)	55	75,625	52,25

Sumber : BLK-PSDA 2015

b. Penentuan Besaran Pencemar *Diffuse Source*

Metode alternatif untuk menghitung perkiraan untuk sumber pencemar dari limbah domestik dan penggunaan barang konsumsi adalah mengalikan faktor emisi secara langsung dengan luas wilayah menggantikan jumlah penduduk.

Tabel 3 Faktor Emisi Diffuse sources

Sumber Pencemar	Faktor Emisi		
	BOD ₅	COD	TSS
Peternakan	gr/ekor/hari		
1. Sapi	292	716	-
2. Domba	55.68	136.23	-
3. Ayam	2.36	5.59	-
4. Bebek	0.88	2.22	-
Pertanian	kg/ha		
1. Sawah	18	-	0.04
2. Palawija	9	-	2.4
3. Perkebunan lain	9	-	1.6

Sumber : BLK-PSDA 2015

Menurut Irianto, Iskandar, 2004 dalam Puslitbang SDA, 2015. Potensi beban pencemar yang berasal dari limbah domestik pemukiman dapat dihitung dengan persamaan

$$\text{Potensi Beban Pencemar} = \alpha \times \text{Jumlah penduduk} \times \text{faktor emisi} \times \text{REK}$$

(2.4)

Keterangan :

α = Koefisien runoff

REK = Rasio Ekvivalen Kota

$\alpha = 1$ untuk jarak 0-100 meter dari sungai

Kota = 1

$\alpha = 0,85$ untuk jarak 100-500 meter dari sungai

Pinggiran Kota = 0,8125

$\alpha = 0,3$ untuk jarak 100-500 meter dari sungai Pedalaman = 0,652

Untuk Perkiraan perhitungan *diffuse sources* persawahan juga mengacu pada Irianto, Iskandar, 2004 dalam Puslitbang SDA, 2015.

$$\text{Potensi Beban pencemar (kgBOD/hari)} = \frac{\text{Luas Lahan} \times \text{Faktor Emisi} \times \text{koef run off 10\%}}{\text{Musim Tanam (Hari)}} \dots (2.5)$$

Untuk perkiraan perhitungan *diffuse sources* persawahan juga mengacu pada Irianto, Iskandar, 2004 dalam Puslitbang SDA, 2015.

$$\text{Potensi Beban Pencemar Ternak (gBOD/hari)} = \text{Jumlah Ternak} \times \text{Faktor Emisi} \times 20\% \quad (2.6)$$

2.8 Inventarisasi Sumber Pencemar Sungai

Inventarisasi sumber pencemar merupakan pencatatan hasil dari observasi dan analisa yang dilakukan oleh peneliti. Kegiatan ini bertujuan untuk mengkarakteristikan aliran- aliran pencemar dalam lingkungan wilayahnya berdasarkan kegiatan. Inventarisasi sumber pencemar *point source* dilakukan pada sumber pencemar yang berasal dari titik- titik tertentu yang dapat diketahui dengan jelas. Sumber ini umumnya berasal dari industri yang berada dibadan sungai. Sedangkan inventarisasi sumber pencemar *diffuse source* dilakukan untuk sumber pencemar seperti pertanian dan daerah pedesan.

2.9 Sistem Informasi Geografi

Sistem informasi geografi merupakan sistem yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, memanggil kembali, mengolah, menganalisa, dan menghasilkan data bereferensi geografis, untuk mendukung pengambilan keputusan dalam suatu perencanaan. Dengan menggunakan ini diharapkan akan lebih mudah untuk melakukan pemetaan (Maharani *et al* , 2017).

Geographic Information System (GIS) adalah sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Sistem informasi geografis adalah bentuk sistem informasi yang menyajikan

informasi dalam bentuk grafis dengan menggunakan peta sebagai antar muka. SIG tersusun atas konsep beberapa lapisan (layer) dan relasi (Wibowo, 2015).

Salah satu software untuk mengolah data spasial yaitu QuantumGIS (QGIS). QGIS merupakan perangkat lunak untuk sistem informasi geografis yang bersifat *open source sehingga dapat dimiliki secara gratis*. Secara garis besar, tahapan utama dalam penerapan SIG adalah sebagai berikut :

1. Tahap Input Data, tahap input data ini juga meliputi proses perencanaan, penentuan tujuan, pengumpulan data, serta memasukkannya ke dalam computer.
2. Tahap Pengolahan Data, tahap ini meliputi kegiatan klasifikasi dan stratifikasi data, komplisi, serta *geoprosesing (clip, merge, dissolve)*.
3. Tahap Analisis Data, pada tahapan ini dilakukan berbagai macam analisis keruangan, seperti *buffer, overlay*, dan lain-lain.
4. Tahap Output, tahap ini merupakan fase akhir, dimana ini akan berkaitan dengan penyajian hasil analisis yang telah dilakukan, apakah disajikan dalam bentuk peta *hardcopy*, tabulasi data, CD sistem informasi, maupun dalam bentuk situs *web site*.

2.10 Kondisi Administratif Sungai Winongo

Sungai Winongo melewati 3 Kabupaten/Kota dengan total 14 Kecamatan dan 25 Desa/Kelurahan, melewati Kabupaten Sleman hingga Kabupaten Bantul. Rincian kondisi administratif yang dilewati Sungai Winongo dapat dilihat dari table berikut :

Tabel 4 Kondisi Administrasi Sungai Winongo

Nomor	Kabupaten/kota	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Km ²)	Jumlah Penduduk
1	Sleman	Turi	GiriKerto	13,07	7.582
			Donokerto	7,41	8.889
		Sleman	Pandowoharjo	7,27	12.019
			Tridadi	5,04	15.136
		Mlati	Sendangadi	5,36	17.212
			Sinduadi	5,36	33.385
2	Yogyakarta	Tegalrejo	Kricak	0,82	13.041
			Bener	0,57	4.851

Nomor	Kabupaten/kota	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas (Km ²)	Jumlah Penduduk		
	Yogyakarta	Gedongtengen	Tegalrejo	0,82	9.124		
			Pringgokusuman	0,46	12.762		
		Mantrijeron	Gedong Kiwo	0,9	13.992		
			Mantrijeron	0,85	10.200		
		Wirobrajan	Wirobrajan	0,67	9.247		
			Patangpuluhan	0,44	6.172		
		Keraton	Panembahan	0,66	9.206		
		3	Bantul	Kasih	Tirtonirmolo	5,13	2.734
				Sewon	Panggunharjo	5,61	36.156
					Pendowoharjo	6,98	24.845
Timbulharjo	7,78				23.121		
Jetis	Sumberagung			6,35	11.588		
	patalan			5,65	14.539		
Kretek	Donotirto			4,7	8.319		
Bambanglipuro	Sidomulyo			8,05	12.710		
	Mulyodadi			6,45	10.959		
Pundong	Panjangrejo			5,71	1.570		
Jumlah				112,11	329.359		

2.11 Penelitian Terdahulu

Kegiatan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar sebelumnya telah memiliki studi-studi terdahulu. Hasil dari studi literatur sebelumnya antara lain:

Tabel 5 Sudi Literatur Sebelumnya

Penulis	Judul Penelitian	Hasil dan Pembahasan
Aditya Rahman, et.al, 2011	Inventarisasi dan Identifikasi Sumber Pencemar Air di Kota Banjarmasin	Metode penelitian dengan mengklasifikasikan sumber pencemar di Kota Banjarmasin menjadi 5 yaitu sumber pencemar limbah domestik, limbah hotel, limbah restoran, limbah industri, dan limbah rumah sakit. Pengumpulan data pencemar yang dilakukan yaitu meliputi pH, BOD, COD, TSS, Minyak & Lemak,

Penulis	Judul Penelitian	Hasil dan Pembahasan
		serta <i>Coliform</i> . Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut yaitu limbah cair yang dihasilkan oleh hotel, restoran, dan rumah sakit memiliki tingkat BOD dan COD yang melebihi baku mutu. Hal ini disebabkan karena belum adanya sistem pengolahan limbah
Agus Priyono, 2011	Kajian Beban Pencemaran Limbah Usaha Kecil Di Sungai Ciliwung Segmen Kota Bogor	Data yang digunakan dalam kajian ini adalah Data usaha kecil, yang dikumpulkan meliputi: jenis-jenis usaha kecil di DAS Ciliwung wilayah Kota Bogor, baik peternakan maupun pengolahan hasil pertanian termasuk bahan baku, kapasitas produksi, karakteristik & volume limbah cair dan padat, sistem pembuangan limbah. Data spasial yang terkumpul dikonversi dalam bentuk digital melalui proses <i>screen digitizing</i> menggunakan seperangkat komputer dengan <i>software ArcView GIS 9.3</i> . Hasilnya adalah peta rupa bumi digital. Data ini digunakan sebagai acuan penentuan wilayah penelitian dan acuan untuk koreksi geometrik, hasil dari penelitian ini ditemukan usaha tempe dan tapioka yang paling banyak menyumbang beban pencemar ke Sungai Ciliwung. Dampak beban pencemaran tersebut terhadap peningkatan pencemaran air Sungai Ciliwung terutama pada peningkatan konsentrasi BOD, COD, kekeruhan air, nitrat dan fosfat sebagai akibat dominasi limbah organik .

Penulis	Judul Penelitian	Hasil dan Pembahasan
Yan Jiang, 2011	<i>Application of GIS Network Analysis in Water Pollution Control og Huaihe River Basin</i>	Penelitian ini menerapkan teknologi SIG untuk pelacakan pencemaran di Sungai Huaihe dengan membentuk model jaringan sungai digital. Hasil dari penelitian ini berupa peta digital yang dapat disimulasikan untuk menelusuri aliran polutan yang ada di Sungai Huaihe.
Ding Xiaowen, 2010	<i>The Simulation Research on Agricultural Non-point Source Pollution in Yongding River in Hebei Province.</i>	Penelitian ini dilakukan dengan mengkonversi data yang berasal dari citra satelit berupa penggunaan lahan, batas wilayah sungai, dan peta sungai yang dimasukkan kedalam aplikasi ArcGIS. Dari hasil analisis didapatkan pencemar <i>non-point source</i> dari pertanian sangatlah tinggi, 80% pencemaran terjadi ketika musim hujan (Juni, Juli, dan Agustus) kerna pada bulan tersebut merupakan puncak musim hujan. Pencemar yang ada di wilayah pertanian tersebut terakumulasi ketika musim kemarau dan terbawa ke Sungai Hebei ketika musim hujan.
Hassan Mohammed Ali Alssgeer, et.al, 2012	<i>GIS-based Analysis of Water Quality Deterioration in the Nerus River, Kuala Terengganu, Malaysia.</i>	Pada Penelitian ini melakukan identifikasi hubungan antara penggunaan lahan dan kualitas air Sungai Nerus di musim kemarau dan musim hujan. Analisa kualitas air sungai tersebut menggunakan metode <i>Water Quality Index</i> yang nantinya akan visualisasikan menggunakan SIG untuk mempermudah analisis. Didapatkan hasil dari analisa menunjukkan signifikansi yang penggunaan lahan akibat urbaniasasi sangat berdampak pada kualitas air sungai dari segi parameter pH, DO, TSS, COD, dan BOD.

