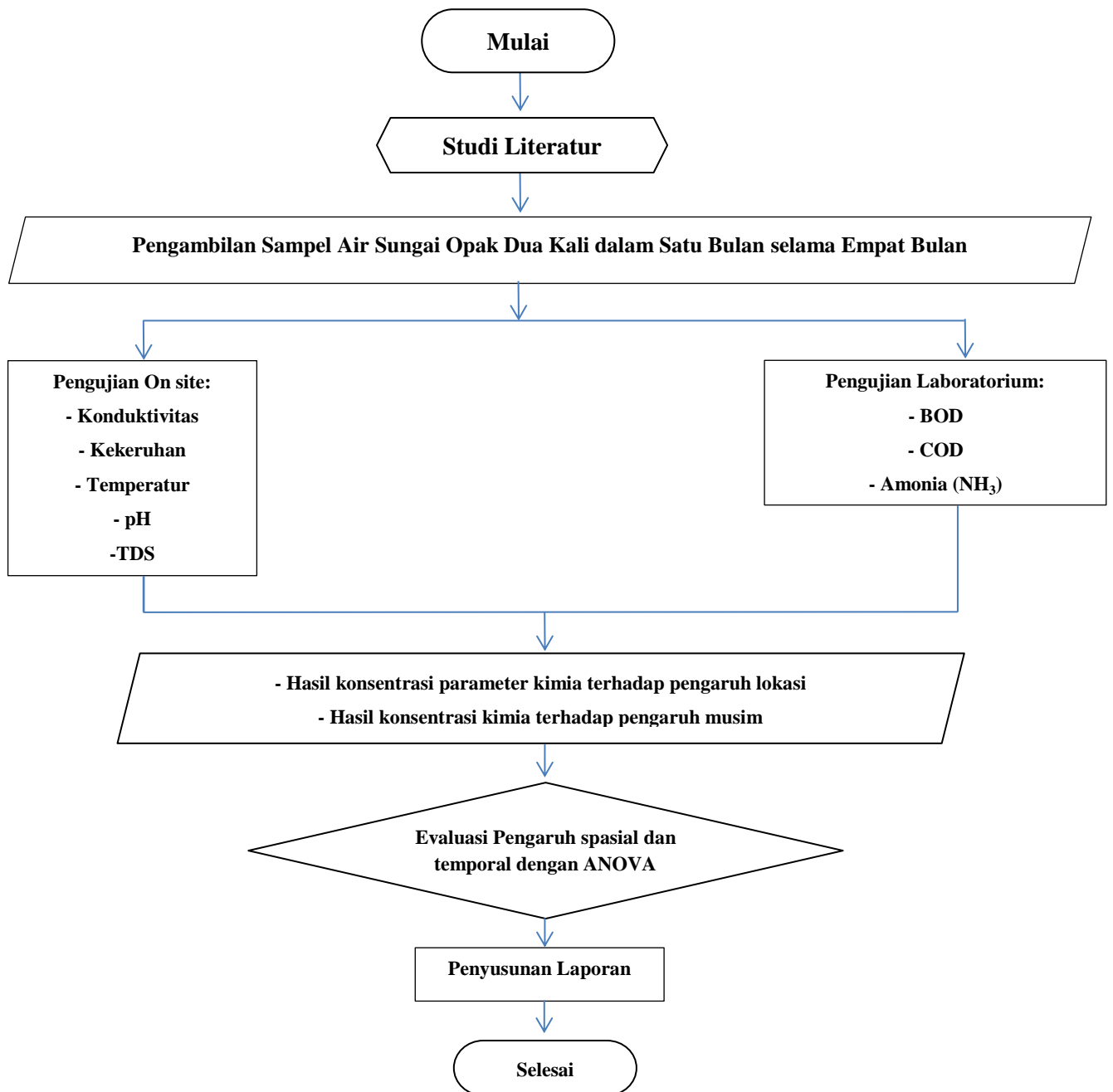


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti diagram alir di bawah ini :

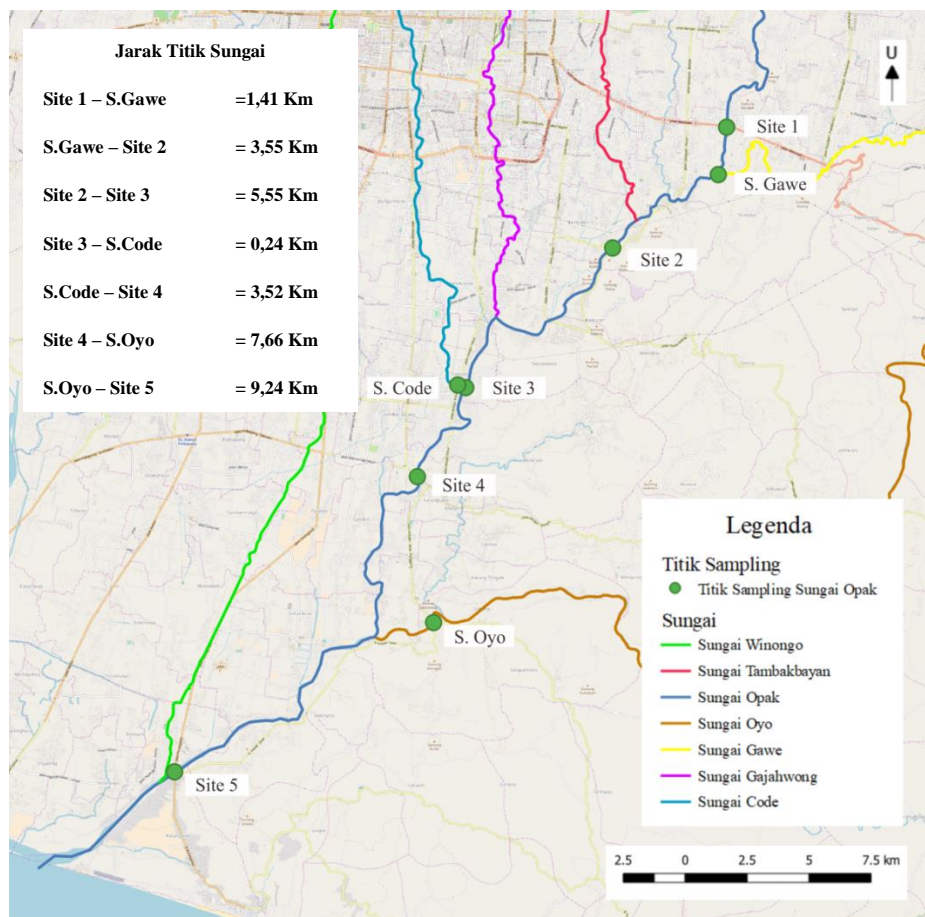


Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

3.2. Sampling dan Analisis

3.2.1 Sampling Air Sungai

Pada pengambilan sampel air sungai, penelitian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.57:2008 tentang metode pengambilan contoh air permukaan. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *grab sampling* yakni metode pengambilan sampel yang diambil langsung pada suatu titik yang dianggap bisa menjadi perwakilan kualitas sungai di daerah tersebut seperti pertemuan antar sungai, topografi dan karakter area di sekitar daerah aliran sungai, dan industri dan *home industry* di sepanjang aliran sungai. Tempat sampling dilakukan dari atas jembatan yang membelah sungai agar lebih mudah dalam pengambilan sampel. Pengambilan sampel air sungai ini dilakukan dua kali per bulan dari bulan April 2018 hingga Juli 2018 untuk melihat variasi kualitas air sungai dalam bulan tersebut.



Gambar 3.2 Lokasi Titik Sampling

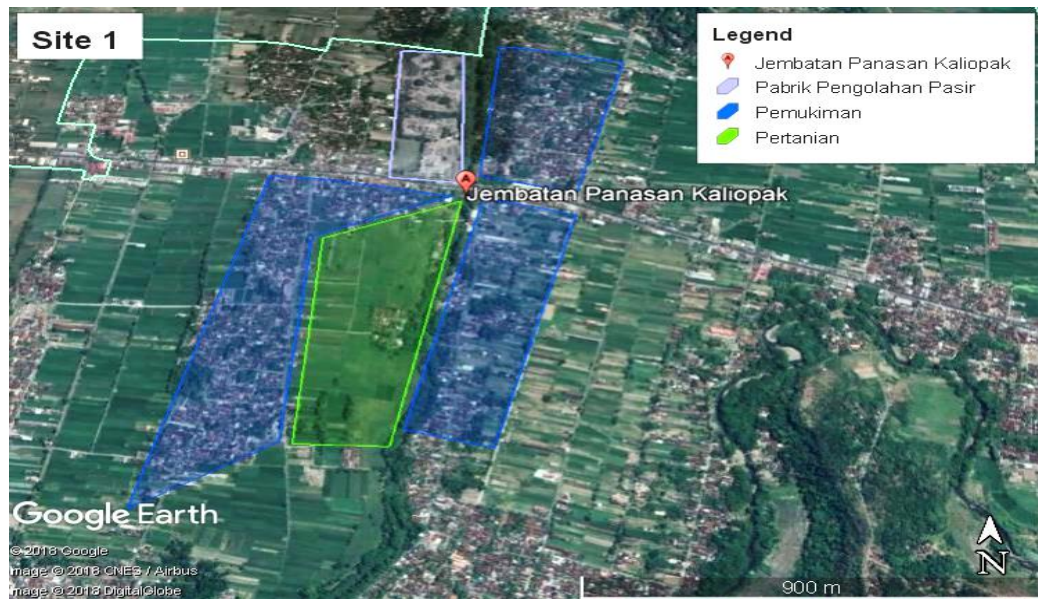
Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan pada 8 titik berdasarkan pengaruh input *non point source* seperti wilayah pemukiman, pertanian dan industri terhadap kualitas air Sungai Opak. Berikut merupakan informasi titik pengambilan sampel air:

a. Jembatan Panas Kaliopak (Site 1)

Jembatan Panas Kaliopak terletak di Kelurahan Srimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul dengan Garis Lintang $7^{\circ}49'22.98''S$ dan Garis Bujur $110^{\circ}27'20.28'' E$. Pengambilan sampel air pada site ini dimulai pada tanggal 17 April 2018. Lokasi site pengambilan sampel ini dekat dengan pemukiman warga, pekarangan, dan pengolahan pasir. Dari kondisi lokasi pengambilan sampel tersebut, adanya indikasi input dari pengolahan pasir yang berada di tepi sungai. Site ini memiliki lebar dan kedalaman rata-rata yaitu 20,21 m dan 0,56 m. Kondisi sungai pada site ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.3 Site 1 (Jembatan Panas Kaliopak)



Gambar 3.4 Area yang Berpotensi Menghasilkan Beban Pencemar ke Site 1

b. Jembatan Bintaran Kulon (S.Gawe)

Jembatan Bintaran Kulon terletak di Kelurahan Srimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul dengan Garis Lintang $7^{\circ}50'10.31''\text{S}$ dan Garis Bujur $110^{\circ}27'07.48''\text{E}$. Site ini memiliki lebar dan kedalaman rata-rata yaitu sebesar 20,21 m dan 0,67 m. Lokasi site pengambilan sampel ini dekat dengan pekarangan, persawahan dan perumahan warga. Site ini adalah lokasi bertemunya Sungai Gawe dan Sungai Opak, sehingga memungkinkan adanya bahan pencemar dari Sungai Gawe masuk ke aliran Sungai Opak. Kondisi sungai pada site ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.5 Site S.Gawe (Jembatan Bintaran Kulon)



Gambar 3.6 Area yang Berpotensi Menghasilkan Beban Pencemar ke S.Gawe

c. Jembatan Ngablak (Site 2)

Jembatan Ngablak terletak di Kelurahan Jambidan, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul dengan Garis Lintang $7^{\circ}51'09.97''\text{S}$ dan Garis Bujur $110^{\circ}25'31.35''\text{E}$. Lokasi pengambilan sampel ini memiliki lebar dan

kedalaman sungai rata-rata sebesar 14,2 m dan 1,54 m. Lokasi site ini dekat dengan TPST Piyungan yaitu sejauh 1,6 km, sehingga sungai ini memiliki potensi konsentrasi pencemar yang tinggi karena air lindi yang dihasilkan dari TPST Piyungan. Kondisi sungai pada site ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.7 TPST Piyungan



Gambar 3.8 Site 2 (Jembatan Ngablak)



Gambar 3.9 Area yang Berpotensi Menghasilkan Beban Pencemar ke Site 2

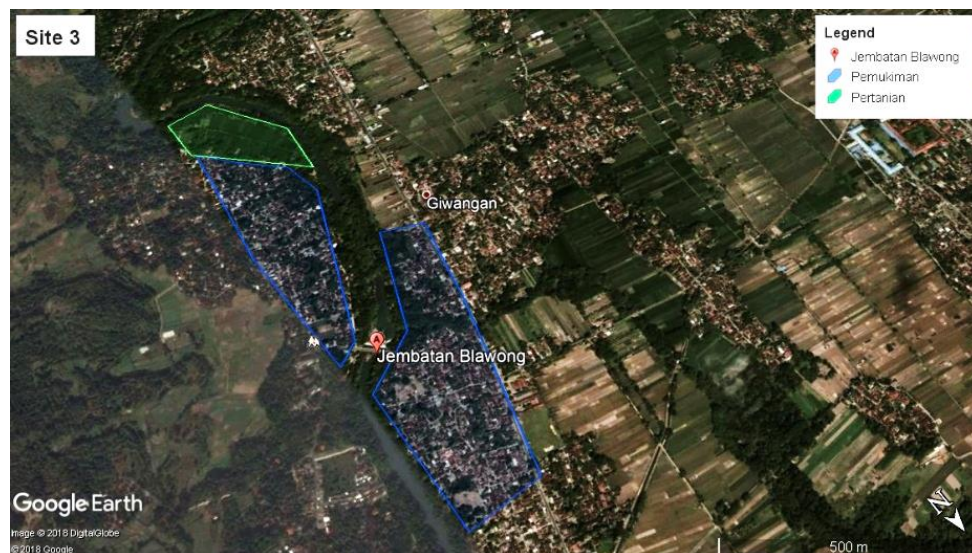
d. Jembatan Blawong (Site 3)

Jembatan Blawong terletak pada Kelurahan Trimulyo, Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul dengan Garis Lintang $7^{\circ}52'37.71''\text{S}$ dan Garis Bujur $110^{\circ}23'36.76''\text{E}$. Site ini memiliki lebar dan kedalaman rata-rata yaitu sebesar 30,62 m dan 1,39 m. Kondisi eksisting site ini didominasi oleh pekarangan, persawahan dan pemukiman warga. Selain itu, terdapat *input* dari buangan limbah domestik yang mengindikasikan masuknya polutan. Kondisi sungai pada site ini dapat dilihat pada gambar berikut:





Gambar 3.10 Site 3 (Jembatan Blawong)



Gambar 3.11 Area yang Berpotensi Menghasilkan Beban Pencemar ke Site 3

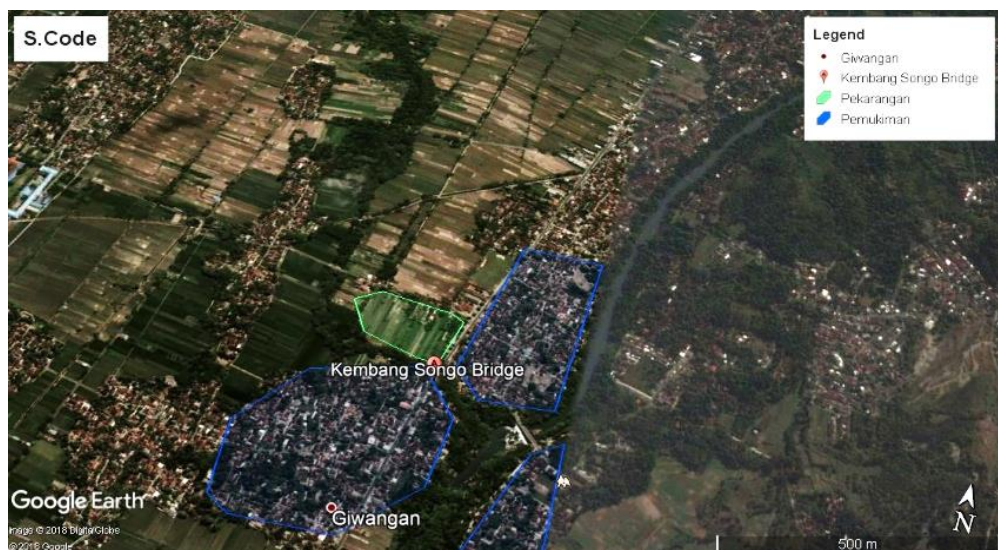
e. Jembatan Kembang Songo (S.Code)

Jembatan Kembang Songo terletak di Kelurahan Trimulyo, Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul dengan Garis Lintang $7^{\circ}53'13.74''S$ dan Garis Bujur $110^{\circ}23'11.49'' E$. Lokasi pengambilan sampel ini memiliki lebar dan kedalaman sungai rata-rata sebesar 30 m dan 0,54 m. Keadaan lingkungan sekitar site pengambilan sampling didominasi dengan pemukiman warga. Terdapat beberapa saluran pembuangan air limbah domestik yang langsung masuk ke Sungai Opak. Lokasi pengambilan sampel ini merupakan tempat pertemuan dari Sungai Code dan Sungai Opak, sehingga pada site ini

memungkinkan adanya akumulasi bahan pencemar dari Sungai Code yang dikelilingi pemukiman di perkotaan dan mengalir ke Sungai Opak. Kondisi sungai pada site ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.12 S.Code (Jembatan Kembang Songo)



Gambar 3.13 Area yang Berpotensi Menghasilkan Beban Pencemar ke

S.Code

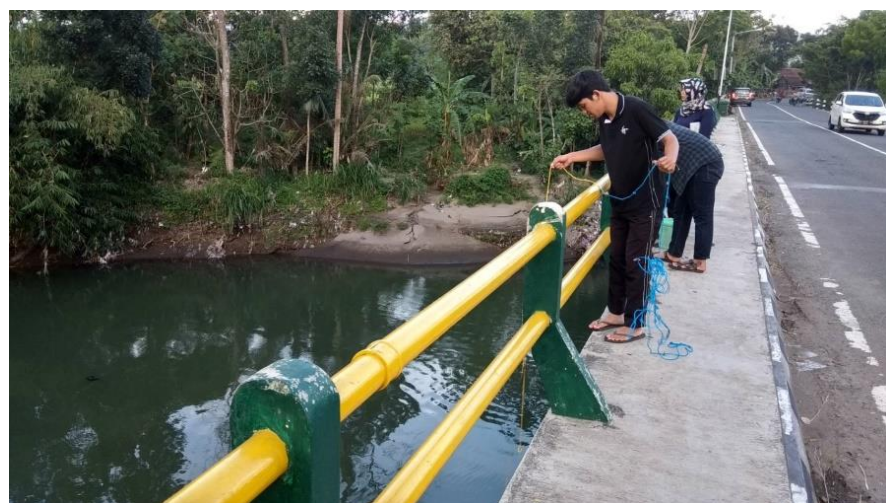
f. Jembatan Barongan (Site 4)

Jembatan Barongan terletak di Kelurahan Sumberagung, Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul dengan Garis Lintang $7^{\circ}54'35.46''S$ dan Garis Bujur

110°22'40.11" E. Site ini memiliki lebar dan kedalaman rata-rata yaitu 23,75 m dan 0,59 m. Kondisi sekitar lokasi sampling didominasi dengan persawahan, pekarangan dan pemukiman warga. Pada tepi sungai terdapat tumpukan sampah yang sudah menimbulkan bau sehingga berpotensi sebagai salah satu faktor tingginya konsentrasi pencemar. Selain itu warna air sungai keruh mengindikasikan tingginya kandungan kadar TSS. Kondisi sungai pada site ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.14 Sampah pada tepi sungai



Gambar 3.15 Site 4 (Jembatan Barongan)



Gambar 3.16 Area yang Berpotensi Menghasilkan Beban Pencemar ke Site 4

g. Jembatan Siluk (S.Oyo)

Jembatan Siluk terletak di Kelurahan Sriharjo, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul dengan Garis Lintang $7^{\circ}56'47.26''S$ dan Garis Bujur $110^{\circ}22'55.14'' E$. Lokasi pengambilan sampel ini memiliki lebar dan kedalaman sungai rata-rata sebesar 28,12 m dan 3,08 m. Pada lokasi pengambilan sampling ini kondisi eksisting keadaan sekitar didominasi dengan persawahan, pekarangan, dan pemukiman warga. Lokasi sampling ini merupakan pertemuan antara Sungai Opak dan Sungai Oyo. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Murtiono dan Rahardyan (2011), kondisi sekitar Sungai Oyo yaitu berupa pertanian, pemukiman, dan pekarangan. Kondisi air di Sungai Oyo tercemar oleh pupuk yang digunakan oleh petani di lahan pertanian ataupun pencemaran dari pemukiman, sehingga pada site ini memungkinkan adanya akumulasi bahan pencemar dari Sungai Oyo mengalir ke Sungai Opak. Kondisi sungai pada site ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.17 S.Oyo (Jembatan Siluk)



Gambar 3.18 Area yang Berpotensi Menghasilkan Beban Pencemar ke
S.Oyo

h. Jembatan Kretek (Site 5)

Jembatan Kretek terletak di Kelurahan Donotirto, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul dengan Garis Lintang $7^{\circ}59'09.24''\text{S}$ dan Garis Bujur $110^{\circ}18'53.15''\text{E}$. Lokasi pengambilan sampel ini memiliki lebar dan kedalaman sungai rata-rata sebesar 103,57 m dan 6,9 m. Rata lebar sungai pada site ini dihitung dengan menggunakan aplikasi *Google Earth*, karena sulitnya akses dan keterbatasan alat untuk mengukur lebar sungai secara langsung. Kondisi lingkungan site ini didominasi oleh persawahan dan pekarangan. Site ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.19 Site 5 (Jembatan Kretek)



Gambar 3.20 Area yang Berpotensi Menghasilkan Beban Pencemar ke Site 5

3.2.2 Analisis Parameter Fisika

Parameter fisika yang diuji yaitu *Dissolved Oxygen* (DO), pH, TDS, TSS, konduktivitas, turbiditas, dan temperatur air. Untuk parameter DO, pH, TDS, konduktivitas, turbiditas, dan temperatur dilakukan pengujian di lapangan dengan menggunakan DO meter, pH meter, *conductivity* meter, *turbidity* meter. Sedangkan parameter TSS dilakukan pengujian di laboratorium dengan metode *gravimetri*.

3.2.3 Analisis Parameter Kimia

Berikut adalah parameter yang diujikan beserta standar uji yang digunakan:

Tabel 3.1 Standar Uji Parameter Kimia

Parameter Kimia	Standar Uji	Metode
<i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD)	SNI-6989.72-2009	Titrimetri
<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	SNI 6989.2:2009	Refluks Tertutup secara Spektrofotometri
Amoniak (NH ₃)	SNI 6989.30:2005	Spektrometer secara Fenat

Pengambilan sampel untuk pengujian parameter BOD, COD, dan amoniak (NH_3) yaitu menggunakan *water sampler* setelah itu sampel disimpan di botol sampel plastik dan kaca setelah itu dimasukkan pada *cool box*. Berikut adalah tabel cara pengawetan dan penyimpanan contoh sampel:

Tabel 3.2 Cara pengawetan dan penyimpanan contoh sampel

No	Parameter	Wadah Penyimpanan	Minimum jumlah contoh yang diperlukan (mL)	Pengawetan	Lama penyimpanan maksimum yang dianjurkan	Lama penyimpanan maksimum menurut EPA
1	COD	P,G	100	Analisa secepatnya atau Tambahkan H_2SO_4 sampai pH <2, didinginkan	7 hari	28 hari
2	Amonia	P,G	500			
3	BOD	G botol BOD	300	Titrasi dapat ditunda setelah contoh diasamkan	8 jam	8 jam

3.3. Evaluasi Data

3.3.1 Pengaruh Lokasi Sampling

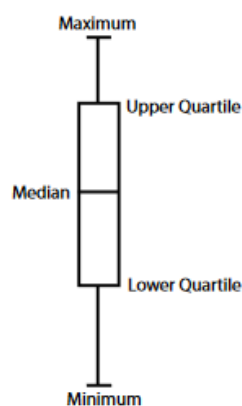
Pada tahapan ini akan dikaji pengaruh pemukiman, daerah aliran sungai (DAS) dan sistem drainase yang berada di sekitar lokasi Sungai Opak.

3.3.2 Pengaruh Musim

Pada tahapan ini akan dikaji dengan metode kuantitatif mengenai hubungan antara curah hujan perbulan dalam satu tahun yang didapatkan datanya dari BMKG Yogyakarta dengan nilai WQI metode storet dari Sungai Opak.

3.3.3 Box Plot

Pada analisis data penelitian ini menggunakan diagram *Box Plot*. Diagram *box plot* menampilkan 5 nilai secara ringkas yang terdiri dari rentang nilai minimum dan maksimum, quartil atas dan bawah, serta median. Nilai quartil 1 (Q1) memiliki bobot nilai 25% dari data terendah, Q2 memiliki bobot nilai 50% dari keseluruhan data, dan Q3 memiliki bobot nilai 25% dari data tertinggi. Berikut adalah penjelasan bagian-bagian dari boxplot:



Gambar 3.3 Box Plot

3.3.4 Water Quality Index

Analisis WQI pada penelitian ini menggunakan Metode Storet dan Indeks Pencemaran (IP). Metode ini digunakan karena penelitian ini membutuhkan data parameter dari waktu ke waktu untuk menentukan pengaruh curah hujan terhadap parameter kimia. Langkah penentuan indeks kualitas air dalam metode yaitu dengan membandingkan nilai parameter yang diuji dengan nilai baku mutu sesuai kelas peruntukannya. Berikut adalah menentukan status air dengan Metode STORET:

Penentuan status mutu air dengan metode storet menggunakan data nilai minimum, maksimum, dan rerata dalam rentang waktu tertentu. Apabila hasil memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan sesuai peruntukannya, maka skor yang diberikan = 0, sedangkan apabila hasil tidak memenuhi baku mutu yang ditetapkan maka skor akan mengikuti tabel berikut:

Tabel 3. 4 Skor Setiap Parameter untuk Metode Storet

Jumlah Parameter	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
<10	Min	-1	-2	-3
	Maks	-1	-2	-3
	Rerata	-3	-6	-9
≥10	Min	-2	-4	-6
	Maks	-2	-4	-6
	Rerata	-6	-12	-18

Semua parameter yang diuji akan dihitung total jumlah negatifnya dan skor akhir akan berupa nilai yang dapat diklasifikasikan dalam 4 Kelas (KepMenLH No. 115 Tahun 2003);

Kelas A : baik sekali, skor = 0 → memenuhi baku mutu

Kelas B : baik, skor = -1 sd -10 → cemar ringan

Kelas C : sedang, skor = -11 sd -30 → cemar sedang

Kelas D : buruk, skor = ≥-31 → cemar berat

Penggunaan metode Indeks Pencemaran (IP) yaitu untuk memberi saran pada pengambilan keputusan untuk penilaian kualitas air untuk suatu peruntukannya. Metode ini juga digunakan untuk menghubungkan tingkat pencemaran dengan penggunaan air untuk peruntukannya dengan nilai parameter tertentu. Berikut adalah rumus untuk menentukan nilai Indeks Pencemaran (IP):

$$PI_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2 M + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2 R}{2}}$$

Keterangan:

C_i = Konsentrasi parameter kualitas air (i)

L_{ij} = Konsentrasi parameter kualitas air pada baku peruntukan air (j)

PI_j = Indeks Pencemaran/*Pollution Index* bagi peruntukan (j)

$(C_i / L_{ij}) M = (C_i / L_{ij})$ maksimum

$(C_i / L_{ij}) R = (C_i / L_{ij})$ rata-rata

Evaluasi terhadap nilai PI (*Pollution Index*)

$0 \leq PI_j \leq 1,0 \rightarrow$ Memenuhi baku mutu (kondisi baik)

$1,0 < PI_j \leq 5,0 \rightarrow$ Cemar ringan

$5,0 \leq PI_j \leq 10 \rightarrow$ Cemar sedang

$PI_j > 10 \rightarrow$ Cemar berat

3.3.5 Analysis of Variance (ANOVA)

Prosedur Uji Hipotesis Anova Satu Arah :

Tabel Analisis Ragam bagi Klasifikasi Satu-Arah

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	F Hitung
Perlakuan	JKA	k-1	$s1^2 = \frac{JKK}{k-1}$	$\frac{s1^2}{s2^2}$
Galat	JKG	N - k	$s2^2 = \frac{JKG}{N-k}$	
Total	JKT	N - 1		

Sumber: Walpole, Ronald E. (1995)

$$JKT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 - \frac{T^2}{nk}$$

$$JKA = \frac{\sum_{i=1}^k T_i^2}{n} - \frac{T^2}{nk}$$

$$JKG = JKT = JKA$$

Keterangan :

JKT : Jumlah Kuadrat Total

JKA : Jumlah Kuadrat Perlakuan

JKG : Jumlah Kuadrat Galat

❖ Menentukan Hipotesis (Ho dan H1)

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

Yaitu artinya, semua rata-rata (*mean*) populasi adalah sama Tidak ada efek faktor terhadap variabel respon

$$H_1 : \text{Tidak semua } \mu_i \text{ sama, } i = 1, 2, \dots, k$$

Yaitu artinya, minimal satu rata-rata populasi berbeda (yang lainnya sama)
Ada efek atau pengaruh faktor terhadap variabel respon, tidak berarti bahwa semua populasi berbeda

- ❖ Menentukan tingkat Signifikansi (α)
- ❖ Tentukan derajat kebebasan (df)

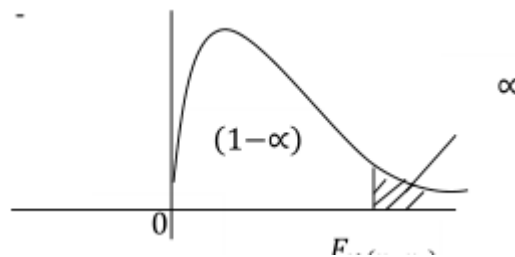
$$\text{df JKa} = k-1$$

$$\text{df JKd} = N-k$$

- ❖ Analisis dan Menentukan Fhitung dan Ftabel

$$F_{hitung} = \frac{Rka}{Rkd} > F_{k-1;n-k} \text{ atau Sig. (Pvalue)}$$

- ❖ Menentukan daerah kritis



- ❖ Menentukan kriteria pengujian H_0 diterima jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ H_a diterima jika $F_{hitung} > F_{tabel}$

$$H_0 \text{ diterima jika } F_{hitung} \leq F_{tabel}$$

$$H_a \text{ diterima jika } F_{hitung} > F_{tabel}$$

- ❖ Untuk menentukan H_0 atau H_a diterima maka ketentuan yang harus diikuti adalah :

- Bila F hitung sama atau lebih kecil dari F tabel maka H_0 diterima dan H_a ditolak.
- Bila F hitung lebih besar dari F tabel maka H_0 ditolak dan H_a diterima.
 - ❖ Keputusan
 - ❖ Pasca Anova (jika ada) atau pengujian *post hoc* dalam SPSS
 - ❖ Kesimpulan