

TUGAS AKHIR

**Indeks Pencemaran pada Parameter Fisika-Kimia: Studi Kasus
terhadap Pengaruh Curah Hujan di Sungai Code**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



**MULYANI ZAHRA PARAMATA
14513178**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2018

TUGAS AKHIR

**Indeks Pencemaran pada Parameter Fisika-Kimia: Studi Kasus
terhadap Pengaruh Curah Hujan di Sungai Code**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



Disusun Oleh :
Mulyani Zahra Paramata
14513178
Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Any Juliani, ST., M.Sc. (Res.Eng)
Tanggal : 26/06/2018

Dr. Joni Aldilla Fajari, ST., M.eng
Tanggal : 26/06/2018



Mengetahui
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII
Eko Siswoyo, ST., M.Sc., ES., Ph.D.
Tanggal: 28-6-2018

TUGAS AKHIR

**Indeks Pencemaran pada Parameter Fisika-Kimia: Studi Kasus
terhadap Pengaruh Curah Hujan di Sungai Code**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



Disusun Oleh :

Mulyani Zahra Paramata
14513178

Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Dosen Penguji 1

Any Juliani, ST., M.Sc. (Res.Eng)

Tanggal : 26/06/2018

Dosen Penguji 2

Dr. Joni Aldilla Fajri, ST., M.eng

Tanggal: 26/06/2018

Dosen Penguji 3

Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

Tanggal: 26/06/2018

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia. (*apabila menggunakan software khusus*)
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta,

2018

Yang membuat pernyataan,

A green 5000 Rupiah stamp with a signature and handwritten text. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA' and '5000 RUPIAH'. The signature is written in black ink over the stamp. Below the stamp, the name 'Mulyani Zahra Paramita' and the NIM number '14513178' are handwritten in black ink.

Mulyani Zahra Paramita
NIM : 14513178

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “**Indeks Pencemaran pada Parameter Fisika-Kimia: Studi Kasus terhadap Pengaruh Curah Hujan di Sungai Code**”. Shalawat serta salam juga senantiasa tercurahkan kepada baginda besar Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Pada kesempatan kali ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan motivasi dalam proses penyelesaian laporan tugas akhir ini. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis tujukan kepada:

1. Keluargaku, Papa tercinta Prof. Dr. Yoseph Paramata M.Pd dan Mama tercinta Prof. Dr. Astin Lukum M.Si yang selalu mendoakan dan mendukungku untuk penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Eko Siswoyo ST., M.Sc., ES., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, yang telah banyak memberikan inspirasi, ilmu dan pegalamannya.
3. Bapak Dr. Joni Aldilla Fajri, ST., M.eng M.Si., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan waktu arahan dan bimbingan selama penyusunan tugas akhir ini
4. Ibu Any Juliani ST., M.Sc. (Res.Eng) selaku Dosen Pembimbing, terima kasih atas bimbingan dan arahannya selama penyusunan tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen dan staff Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII, terima kasih atas pelajaran, pengalaman, dan bantuan yang diberikan. Semoga ilmu dan pengalaman ini dapat bermanfaat bagi diri kami dan orang lain.
6. Mas Iwan, Pak Tas, Mbak Nuri, Mbak Diah, dan Mbak Rina yang telah membantu dan memberi masukan selama pengerjaan tugas akhir di Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII.

7. Kakak-kakakku tersayang, Arfiani Rizki Paramata S.Pi., M.Si, Adhayani Mentari Paramata SE., MM., serta kakak-kakak iparku Arief Marcel Djafar dan Rahmat Ismail Datau atas segala dukungan dan doa untuk saya agar cepat menyelesaikan tugas akhir ini. Tidak lupa pula teruntuk ponakanku tercinta, Arsakha Zabdan Djafar serta Alhanan Ikhlasul Datau, terimakasih telah mewarnai hari-hariku dalam penyusunan tugas akhir ini.
8. Terimakasih kepada Spartan Jogja semuanya khususnya Fadila Beu dan Theo Sabubu yang telah membantu mendengar segala keluh kesahku dan menjadi teman dalam pembuatan tugas akhir ini. Tidak lupa untuk Risti Badu dan Adha Evelyn yang selalu menyemangatiku serta seluruh Spartan Jakal.
9. Sahabat-sahabatku Geng Macan (Putri, Safira, Shinta, Winda, Erdina, Intan dan Husna), terima kasih untuk semangat dan motivasinya serta bimbingan dalam melakukan penelitian.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam proses pengerjaan dan penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, baik karena keterbatasan ilmu yang dimiliki maupun karena penulis tidak luput dari salah dan khilaf. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kemajuan dan kebaikan bersama bagi penulis khususnya dan bagi pembaca. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta,

2017

Mulyani Zahra Paramata

ABSTRACT

One of the factors that influence the river water quality is the rainfall. This study aims to study about the impact of rainfall to the river water quality of the organic chemical parameters (BOD, COD, and Ammonia) and make a comparison to the Pollution Index (PI) that consists of chemical and physical parameters. In this study, Code River was divided to 6 main segment from the upstream to the downstream. The sampling was held on December 2017 until March 2018. This study used Pearson Correlation Coefficient and Regression Analysis comparison to know the relationship between rainfall and river water quality. The concentration result of the chemical-physical parameters and PI value was being compared to the rainfall data from BMKG for every sampling time. Furthermore, the Pollution Index showed that Code River was categorized as a slightly polluted river. The result of Pearson correlation coefficient showed that there were strong until very strong correlation between those 2 variables. Based on the regression analysis comparison between linear, exponential, and polynomial, the correlation patterns of those 2 variables could be explained by polynomial regression because it has determinant coefficient (R^2) near 1 value.

Keywords : river, code river, rainfall, water quality, index pollution, Pearson correlation coefficient, regression analysis

ABSTRAK

Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas air sungai adalah curah hujan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh curah hujan terhadap parameter kimia organik (BOD, COD, Amonia) di Sungai Code serta membandingkannya dengan Status Mutu Air, dalam hal ini Indeks Pencemaran (IP), yang terdiri dari parameter kimia organik dan fisika. Pada penelitian ini Sungai Code dibagi menjadi 6 segmen utama yang waktu samplangnya dilakukan dari Bulan Desember 2017 hingga bulan Maret 2018. Metode yang digunakan dalam penentuan hubungan curah hujan dengan kualitas air sungai menggunakan Koefisien Korelasi Pearson dan perbandingan Analisis Regresi. Nilai konsentrasi baik parameter fisika maupun kimia serta angka IP kemudian dibandingkan dengan curah hujan setiap pengambilan sampling yang didapatkan dari data sekunder. Adapun nilai Indeks Pencemaran menyimpulkan bahwa sungai code termasuk dalam kategori tercemar ringan berdasarkan parameter fisik dan kimianya. Sementara itu Hasil dari koefisien korelasi pearson (r) mengindikasikan bahwa adanya hubungan bersifat positif yang kuat hingga sangat kuat antara curah hujan sebagai variabel bebas terhadap konsentrasi polutan sebagai variabel terikat. Berdasarkan hasil analisis regresi yang terdiri dari regresi linier, eksponensial, dan polinomial, pola hubungan yang paling mendekati untuk menggambarkan pengaruh curah hujan terhadap kualitas air sungai code adalah regresi polinomial. Hal ini didasarkan pada nilai koefisien determinasi (R^2) pada analisis regresi tersebut yang paling mendekati angka 1 dibandingkan hasil lainnya.

Kata Kunci: sungai, Sungai Code, curah hujan, kualitas air, indeks pencemaran, koefisien korelasi pearson, analisis regresi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	vi
DAFTAR NOTASI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sungai	4
2.2 Sungai Code	4
2.3 Parameter Fisika	5
2.4 Parameter Kimia	7
2.5 Baku Mutu Kualitas Air Sungai	9
2.6 <i>Water Quality Index</i> (WQI)	10
2.7 Hubungan Kualitas Air Sungai dan Curah Hujan	12
BAB III	14
METODE PENELITIAN	14
3.7 Tahapan Penelitian	14
3.1.1 Pengambilan Sampel Air Sungai	16
3.1.2 Pengujian Parameter Fisika	25
3.1.3 Pengujian Parameter Kimia	25
3.1.4 Analisis <i>Water Quality Index</i> (WQI) Metode Indeks Pencemaran	25
3.1.5 Analisis Hubungan Curah Hujan terhadap Kualitas Air Sungai Code	26

BAB IV	31
HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Analisis Curah Hujan dan Debit Air Sungai Code.....	31
4.1.1 Curah Hujan	31
4.1.2 Debit.....	32
4.2 Kualitas Air Sungai Code.....	33
4.2.1 Parameter Kimia Organik	33
4.2.2 Parameter Fisika	39
4.3 <i>Water Quality Index</i> (Indeks Pencemaran)	45
4.4 Analisis Pengaruh Curah Hujan Terhadap Kualitas Air Sungai Code	47
4.4.1 Analisis Regresi dan Koefisien Determinasi.....	52
4.4.2 Koefisien Korelasi dan Uji t-distribusi	55
4.5 Perbandingan Data Primer Penelitian dengan Data Sekunder	58
BAB V	63
KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	65

DAFTAR NOTASI

PI_j	= Indeks pencemaran untuk peruntukan j
C_i	= Konsentrasi parameter kualitas air i
L_{ij}	= Konsentrasi parameter kualitas air i yang tercantum dalam baku mutu peruntukan air j
M	= Nilai maksimum
R	= Nilai rerata
r	= Koefisien korelasi
N	= Jumlah data
X	= Skor variabel X (bebas)
Y	= Skor variabel Y (terikat)
t	= Distribusi <i>t-student</i>
y	= Persamaan regresi linier
R^2	= Koefisien Determinasi

DAFTAR TABEL

<i>Tabel 2.1 Skor Setiap Parameter untuk Metode Storet.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabel 3.1 Gambaran Lokasi Site Sampling.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabel 3.2 Alat dan Metode untuk Pengukuran Parameter Fisika</i>	<i>25</i>
<i>Tabel 3.3 Alat dan Metode untuk Pengukuran Parameter Kimia.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabel 3.4 Tabel distribusi t</i>	<i>29</i>
<i>Tabel 4.1 Contoh Perhitungan Nilai IP</i>	<i>46</i>
<i>Tabel 4.2 Perbandingan Regresi Linier dan Non Linier Curah Hujan terhadap Konsentrasi Pencemar Sungai Code.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabel 4.3 Nilai Koefisien Korelasi Pearson</i>	<i>56</i>

DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 3.1 Tahapan Penelitian</i>	15
<i>Gambar 3.2 Lokasi Site Sampling</i>	16
<i>Gambar 3.3 Lokasi dan Pengambilan Sampel Air di Site 1</i>	18
<i>Gambar 3.4 Lokasi dan Pengambilan Sampel Air di Site 2</i>	19
<i>Gambar 3.5 Lokasi dan Pengambilan Sampel Air di Site 3</i>	20
<i>Gambar 3.6 Lokasi dan Pengambilan Sampel Air di Site 4</i>	21
<i>Gambar 3.7 Lokasi dan Pengambilan Sampel Air di Site 5</i>	22
<i>Gambar 3.8 Lokasi dan Pengambilan Sampel Air di Site 6</i>	23
<i>Gambar 3.9 Lokasi dan Pengambilan Sampel Air di Site 7</i>	24
<i>Gambar 4.1 Diagram Curah Hujan DIY</i>	31
<i>Gambar 4. 2 Diagram Boxplot Debit Air Sungai Code terhadap Waktu Sampling</i>	32
<i>Gambar 4. 3 Diagram Boxplot Debit Air Sungai Code terhadap Site</i>	32
<i>Gambar 4.4 Diagram Boxplot DO Air Sungai Code</i>	34
<i>Gambar 4. 5 Diagram Boxplot COD Air Sungai Code</i>	36
<i>Gambar 4.6 Diagram Boxplot BOD Air Sungai Code</i>	37
<i>Gambar 4.7 Diagram Boxplot Amonia</i>	38
<i>Gambar 4.8 Diagram Boxplot Suhu Air Sungai Code</i>	40
<i>Gambar 4.9 Diagram pH Air Sungai Code</i>	41
<i>Gambar 4.10 Diagram Boxplot TSS Air Sungai Code</i>	42
<i>Gambar 4.11 Diagram Boxplot TDS Air Sungai Code</i>	44
<i>Gambar 4.12 Diagram Boxplot Index Pencemaran</i>	47
<i>Gambar 4.13 Diagram Boxplot Curah Hujan Terhadap Konsentrasi COD di</i> <i>Sepanjang Sungai Code</i>	48
<i>Gambar 4.14 Diagram Boxplot Curah Hujan Terhadap Konsentrasi BOD di</i> <i>Sepanjang Sungai Code</i>	49
<i>Gambar 4.15 Diagram Boxplot Curah Hujan Terhadap Konsentrasi Amonia di</i> <i>Sepanjang Sungai Code</i>	49
<i>Gambar 4. 16 Diagram Boxplot Curah Hujan terhadap Indeks Pencemaran</i> <i>Sungai Code</i>	50

<i>Gambar 4.17 Perbandingan Regresi Linier dan Non-linier Curah Hujan terhadap Konsentrasi COD Sungai Code</i>	<i>52</i>
<i>Gambar 4.18 Perbandingan Regresi Linier dan Non-linier Curah Hujan terhadap Konsentrasi BOD Sungai Code.....</i>	<i>53</i>
<i>Gambar 4.19 Perbandingan Regresi Linier dan Non-linier Curah Hujan terhadap Konsentrasi BOD Sungai Code.....</i>	<i>53</i>
<i>Gambar 4.20 Perbandingan Regresi Linier dan Non-linier Curah Hujan terhadap Indeks Pencemaran Sungai Code.....</i>	<i>54</i>
<i>Gambar 4.21 Perbandingan Konsentrasi COD Air Sungai Code Tahun 2015-2017 dan Data Primer</i>	<i>58</i>
<i>Gambar 4.22 Perbandingan Konsentrasi BOD Air Sungai Code Tahun 2015-2017 dan Data Primer</i>	<i>59</i>
<i>Gambar 4.23 Perbandingan Konsentrasi Amonia Air Sungai Code Tahun 2015-2017 dan Data Primer</i>	<i>59</i>
<i>Gambar 4.24 Perbandingan Kualitas Air Sungai Code Musim Kemarau dan Penghujan</i>	<i>61</i>

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Hasil Kurva Kalibrasi Larutan Standar dan Absorbansi COD dan Amonia
- Lampiran 2 : Tabel Perhitungan Absorbansi dan Konsentrasi COD dan Amonia serta Volume dan Konsentrasi BOD
- Lampiran 3 : Tabel Hasil Konsentrasi Parameter Kimia Organik Sungai Code
- Lampiran 4 : Hasil Konsentrasi Parameter Fisika Sungai Code
- Lampiran 5 : Tabel Perhitungan Koefisien Korelasi dan Koefisien Determinasi
- Lampiran 6 : Hasil Analisis Statistik Koefisien Korelasi Pearson dengan Aplikasi Excel
- Lampiran 7 : Kurva Hasil Koefisien Determinasi dengan Aplikasi Excel
- Lampiran 8 : Perhitungan Indeks Pencemaran
- Lampiran 9 : Data SLHD 2015
- Lampiran 10 : Data IKPLHD 2016
- Lampiran 11 : Data IKPLHD 2017
- Lampiran 12 : Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008
- Lampiran 13 : Dokumentas

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan sumber air yang memiliki banyak fungsi dan peran terhadap keberlangsungan hidup manusia. Soemarwoto (2003) mengatakan bahwa fungsi sungai digunakan untuk berbagai hal seperti untuk sumber air minum, sarana transportasi, irigasi, budidaya perikanan, dan masih banyak lagi. Air sungai perlu untuk diuji apakah layak dan memenuhi standar baku mutu sesuai dengan peruntukannya sebelum digunakan oleh masyarakat.

Parameter kualitas air sungai dapat dinilai melalui tiga aspek yakni aspek fisik, aspek kimia, dan aspek biologis. Parameter fisika adalah parameter yang dapat diketahui terlihat secara fisik tanpa harus melakukan penelitian laboratorium lebih lanjut seperti suhu, pH, TSS, TDS, Debit air, dan lain lain. Sementara itu parameter kimiawi adalah parameter yang harus diuji dalam laboratorium untuk mengetahui kadar zat yang ingin diketahui contohnya adalah BOD, COD, Amonia, dan lain lain. Terakhir adalah parameter biologis parameter ini merupakan parameter yang menyangkut mikroorganisme hidup yang ada di dalam air seperti virus, bakteri, ganggang, dan sebagainya.

Mutu air menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 adalah kondisi kualitas air yang diukur dan diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Status mutu air adalah tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air yang telah ditetapkan

Tinggi rendahnya kualitas air pada sungai sangat dipengaruhi oleh faktor perilaku manusia disekitar tempat tersebut. Hampir semua kegiatan manusia menghasilkan limbah cair yang nantinya dibuang ke badan air atau di gunakan kembali dan akan menimbulkan dampak pada berbagai aspek baik fisik, kimia,

maupun biologis. Kegiatan manusia yang mempengaruhi kualitas air juga bermacam-macam antara lain kegiatan rumah tangga pada pemukiman (mandi, mencuci, dan sebagainya), kegiatan industri, peternakan, hingga pertanian. Selain dipengaruhi oleh kegiatan manusia, kualitas air sungai dipengaruhi oleh musim penghujan yang ada di daerah sungai tersebut. Beberapa penelitian mengatakan bahwa musim penghujan memiliki dampak positif dan negatif bagi badan air. Dampak positifnya adalah peningkatan debit air yang dapat membantu pengenceran dan *self purification* dari sungai, sementara dampak negatifnya, berbagai macam polutan di permukaan tanah dapat terbawa air hujan masuk ke dalam sungai.

Sementara itu, salah satu sungai yang ada di Yogyakarta, yakni Sungai Code telah digolongkan sebagai salah satu sungai dengan kualitas air tercemar parah dan hal ini diakibatkan dari pembuangan limbah domestik dan industri di sekitar Sungai Code. Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui seberapa berpengaruh curah curah hujan pada kualitas air di Sungai Code, Yogyakarta. Penelitian ini akan menggunakan *Water Quality Index (WQI)* atau Indeks Kualitas Air (IKA) dengan metode Indeks Pencemaran. Parameter yang akan diuji antara lain adalah pH, *Total Dissolved Solid (TDS)*, *Total Suspended Solid (TSS)*, *Dissolved Oxygen (DO)*, *Biological Oxygen Demand (BOD)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)* dan *Ammoniak (NH₃)*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang tersebut diatas, maka permasalahan yang melatarbelakangi penelitian ini adalah selama ini curah hujan tidak di perhatikan sebagai salah satu faktor yang menyebabkan turunnya kualitas air sungai di Indonesia karena air hujan mampu menyapu semua kandungan dan kontaminan yang berada dipermukaan tanah, aspal, dalam drainase, pertanian dan perumahan ke sungai. Sehingga ini akan berdampak naiknya jumlah kontaminan dan zat pencemar di air sungai. Bagaimana pengaruh curah hujan terhadap kualitas air sungai dan Indeks Pencemaran yang ada di Sungai Code menjadi salah satu point pada penulisan tugas akhir ini.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis pengaruh curah hujan terhadap kualitas air parameter Kimia Organik di Sungai Code.
2. Mengetahui nilai *Water Quality Index* (WQI) dengan metode Indeks Pencemaran di Sungai Code dan hubungannya dengan curah hujan

1.4 Manfaat

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah

- a. Bagi masyarakat
Memberikan pengetahuan dan kesadaran untuk menjaga kualitas air Sungai Code dengan meminimalisir dan mengolah beban pencemar sebelum dibuang ke dalam sungai
- b. Bagi Pemerintah
Menjadi masukan bagi pemerintah daerah dalam membuat kebijakan di bidang pengendalian pencemaran air sungai

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah seagai berikut :

- 1.1 Penelitian ini akan menguji parameter Fisika yang meliputi *Total Suspended Solid* (TSS), *Total Dissolved Solid* (TDS), *pH*, dan suhu serta parameter kimia organik yang ada pada Sungai Code yang meliputi *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan Amonia (NH₃).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

Sungai menurut Junaidi (2014) adalah saluran terbuka yang terbentuk secara alami di permukaan bumi yang mengalir dari hulu ke hilir dan mengalirkan air dari daratan ke lautan. Sungai mengalir dari hulu yang biasanya lebih curam menuju ke hilir yang biasanya lebih landai dan rata. Sungai memiliki berbagai fungsi ekonomis kepada masyarakat sebagai sumber daya air minum, bahan baku, industri, pertanian, irigasi, budidaya perikanan hingga pembangkit tenaga listrik (Imroatushoolikhah, 2014). Fungsi utama sungai menurut Masduki dkk (2008) adalah untuk mengalirkan air dan mengangkat sedimen hasil erosi dari Daerah Aliran Sungai (DAS) dan alurnya (*self purification*).

Sungai sebagai air permukaan sangat rentan untuk tercemar polutan karena aksesnya limbah yang begitu mudah masuk ke badan air (Obaidy, 2014). Penurunan kualitas air sungai terjadi sebagai akibat dari pembuangan limbah yang tidak terkendali dari aktivitas pembangunan di sepanjang sungai sehingga tidak sesuai dengan daya dukung sungai.

2.2 Sungai Code

BPLHD Yogyakarta (2014) menyebutkan bahwa Sungai Code merupakan salah satu sungai yang melintasi tiga kabupaten di Provinsi Yogyakarta yakni Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul. Sungai Ini mengalir dari hulu bagian utara hingga hilir ke bagian selatan (Imroatushshoolikhah, 2013). Sungai Code memiliki panjang total sekitar 41 km, sedangkan panjang bagian tengah alur sungai yang melintas di Kota Yogyakarta adalah 8,73 km.

Sungai Code yang bermata air di kaki Gunung Merapi merupakan salah satu sungai yang memiliki arti sangat penting bagi penduduk daerah yang dilewati Sungai Code ini. Sungai ini dimanfaatkan untuk pengairan irigasi dan sumber air

minum di beberapa wilayah. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Imroatushshoolikhah dkk (2014) menunjukkan bahwa daya tampung Sungai Code pada bagian perkotaan dan bagian hilir Sungai Code sudah melebihi batas baku mutu, hal ini terlihat dari semakin menurunnya keanekaragaman organisme air (bentos) yang ada disekitar hilir Sungai Code.

Saat melakukan penelitian diketahui bahwa terdapat banyak sumber pencemar baik domestik maupun non domestik yang mengakibatkan penurunan kualitas air Sungai Code. Beberapa industri juga turut andil dalam penurunan kualitas air Sungai Code seperti perhotelan, percetakan, industri tekstil, dan rumah sakit. Limbah dari berbagai macam sumber diatas kemudian dibuang ke Sungai Code tanpa pengolahan terlebih dahulu dan mengakibatkan pencemaran air serta kerusakan biota air (Imroatushshoolikhah dkk, 2014). Parameter Kualitas Fisika–Kimia pada Air Sungai

Untuk menentukan kualitas suatu air sungai dibutuhkan penilaian parameter fisika, kimia, dan biologi. Ketiga parameter tersebut penting untuk dikaji dalam suatu perairan.

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 (Susanto, 2015)

Menurut SNI-06-6989.3-2004 mengenai pengujian TSS, TSS adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 μ m atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Suatu kenaikan yang mendadak dari padatan tersuspensi dapat ditafsirkan karena erosi tanah akibat

hujan lebat (Sastrawijaya, 2000). Bahan terlarut tersuspensi meliputi pasir, lumpur, tanah, dan bahan kimia organik dan anorganik (Darmono, 2001). TDS adalah bahan-bahan terlarut dengan diameter $<10^{-6}$ dan koloid dengan diameter $10^{-6} - 10^{-3}$ yang merupakan senyawa kimia dan partikel lainnya yang tidak dapat tersaring dengan kertas saring berdiameter 0,45 μm . TDS merupakan zat padat baik berupa ion, koloid, ataupun senyawa yang terlarut di dalam air (Effendi, 2003).

Pengukuran total TSS sering memakan waktu lama. Hal ini menyebabkan pengukuran TSS sering diperkirakan dengan mengukur tingkat kekeruhan air (turbiditas). Turbiditas diukur dengan alat turbidimeter yang mengukur kemampuan cahaya untuk melewati contoh air itu. Sementara untuk pengukuran total TDS relatif lebih cepat dibandingkan TSS apabila menggunakan pengukur daya hantar listrik suatu contoh air. Derajat konduktivitas air berbanding lurus dengan nilai total TDS dalam air itu (Sastrawijaya, 2000).

Padatan terlarut dan tersuspensi mempengaruhi ketransparanan dan warna dari perairan. Sifat ketransparanan berhubungan erat dengan produktivitas perairan. Apabila ketransparanan rendah maka mengindikasikan produktivitas yang tinggi. Cahaya tidak dapat menembus banyak jika konsentrasi bahan tersuspensi tinggi. Warna juga merupakan salah satu parameter kualitas air (Sastrawijaya, 2000).

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 berpotensi untuk mengubah pH menjadi tidak normal (Wardhana, 2001).

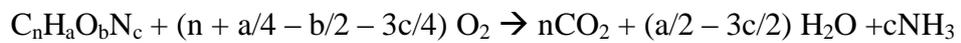
2.4 Parameter Kimia

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 (Sastrawijaya, 2000). Menurut Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008, bahan pencemar kimia anorganik meliputi *Dissolved Oxygen (DO)*, *Biological Oxygen Demand (BOD)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, dan Amonia (NH_3), Total fosfat sebagai P, Arsen, Kobalt, dan lain lain.

Oksigen adalah gas yang tidak memiliki bau, rasa, warna dan hanya terdapat dalam jumlah sedikit didalam air (Sastrawijaya, 2000). Oksigen terlarut atau DO dihasilkan oleh tanaman di dalam air dalam proses fotosintesisnya. Selain dari proses fotosintesis, DO juga dihasilkan dari proses difusi yang menembus ke permukaan air secara lambat. Oksigen terlarut dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain adalah jumlah koloidal yang melayang dalam air, suhu air, serta limbah yang terlarut dalam air. Secara umum, air yang telah tercemar oleh bahan pencemar memiliki oksigen terlarut yang rendah. Bahan buangan organik yang terdapat didalam air dapat bereaksi oksidasi dengan oksigen sehingga makin banyak kadar bahan organik didalam perairan maka semakin sedikit kadar oksigen. Bahan organik ini biasanya berasal dari industri kertas, industri penyamakan kulit, industri pengolahan bahan makanan, bahan buangan limbah domestik, bahan buangan limbah pertanian, kotoran hewan, kotoran manusia, dan lain sebagainya (Wardhana, 2001)

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

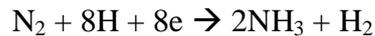
oksigen biokimia yang menunjukkan jumlah oksigen yang digunakan dalam reaksi oksidasi oleh bakteri (Susanto, 2015). Proses penguraian bahan buangan organik melalui proses oksidasi oleh mikroorganisme atau oleh bakteri aerobik adalah sebagai berikut (Wardhana, 2001) :



COD adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk mengoksidasi material organik menjadi karbon dioksida dan air. Pengoksidasi yang digunakan dalam pengujian COD ialah $K_2Cr_2O_7$ yang digunakan sebagai sumber oksigen. Perairan yang mengandung bahan pencemar organik biasanya berwarna kuning sebelum reaksi oksidasi. Kemudian larutan tersebut akan berubah menjadi warna hijau setelah dilakukan reaksi oksidasi. Jumlah oksigen yang dipakai pada reaksi oksidasi oleh bahan pencemar organik berbanding lurus dengan banyaknya kalium bikromat yang dipakai pada reaksi ini (Wardhana, 2001). Nilai dari COD biasanya lebih besar dari BOD, namun pengujian COD dapat dilakukan hanya dalam beberapa jam, sementara untuk BOD diperlukan sekitar 5 hari. Semakin tinggi nilai BOD dan COD yang terdapat dalam air menandakan semakin banyaknya zat organik yang terkandung dalam air (Susanto, 2015).

Nitrogen dalam air pada umumnya terdapat dalam bentuk organik dan oleh bakteri berubah menjadi nitrogen amonia. Amonia yang terukur di perairan berupa amonia total (NH_3 dan NH_4^+). Amonia merupakan hasil tambahan penguraian (pembusukan) protein tanaman atau hewan atau dalam kotorannya. Pupuk buatan juga mengandung amoniak dan senyawanya, sehingga hasil rembesan dari pupuk yang terbawa air dapat terurai dan berkemungkinan menambah kandungan amonia dalam air (Sastrawijaya, 2000).

Selain dari proses pembusukan, amonia juga dapat disebabkan oleh faktor alam akibat kandungan nitrogen yang ada di udara. Menurut Hastuti (2011), gas nitrogen di atmosfer dapat diubah melalui 5 siklus biogeokimia yakni amonifikasi, nitrifikasi, denitrifikasi dan fiksasi nitrogen. Salah satu proses yang mengubah nitrogen menjadi amonia (NH_3) dan nitrogen organik adalah fiksasi nitrogen yang dibantu oleh bakteri pengurai (seperti bakteri *rhizobium*) dengan reaksi sebagai berikut (Dong *et al*, 2008)



Senyawa NH_3 tersebut kemudian akan terbawa menuju daratan melalui air hujan. Amonia (NH_3) bersifat basa kemudian dapat berubah menjadi Amonium (NH_4) apabila terdapat reaksi asam. Zat Amonium kemudian dapat menjadi nitrit dan nitrat ada proses nitrifikasi. (Hastuti, 2011).

Konsentrasi amonia yang tinggi mengindikasikan banyaknya populasi rumah tangga di sekitar perairan (Sastrawijaya, 2000). Amonia bebas (NH_3) yang tidak terionisasi bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas amonia terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar DO, pH, dan suhu (Effendi, 2003). Amonia dalam perairan dengan konsentrasi 1-3 mg/L dapat meracuni ikan dan makhluk air lainnya, konsentrasi 400 – 700 mg/L akan memberikan efek jangka pendek atau akut, dan konsentrasi 5000 mg/L dapat menyebabkan kematian (Apriyanti, 2013)

2.5 Baku Mutu Kualitas Air Sungai

Menurut Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) Nomor 20 Tahun 2008, Mutu air adalah kondisi kualitas air yang dikur dan atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan. Sementara baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air.

Kelas air adalah peringkat kualitas air yang dinilai masih layak untuk dimanfaatkan bagi peruntukan tertentu. Berdasarkan tingkat kualitasnya, air dibagi menjadi empat kelas (Pergub DIY NO. 20 Tahun 2008) :

- a. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat dipergunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- b. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

- c. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut
- d. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi, pertanian, dan untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Sungai Code memiliki parameter DO, BOD, COD yang tidak memenuhi baku mutu kelas I di beberapa site lokasi, sedangkan parameter kekeruhan, sulfat, dan sulfida hampir di seluruh lokasi tidak memenuhi baku mutu air kelas I. Hal ini disebabkan oleh limbah yang masuk ke Sungai Code sudah cukup banyak. Menurut Imroatusshoolikhah dkk (2014), Sungai Code terbagi menjadi beberapa segmen yakni untuk Kabupaten Sleman tergolong baku mutu I, Kota Yogyakarta tergolong baku mutu 2, dan Kabupaten Bantul tergolong baku mutu III. Sementara menurut SLHD (2015), keseluruhan Sungai Code dikategorikan sebagai air peruntukan untuk golongan II.

2.6 Water Quality Index (WQI)

Water Quality Index (WQI) pertama kali dikenalkan oleh Horton dan Brown hingga akhirnya mengalami banyak perkembangan di berbagai negara. Terdapat beberapa metode WQI yang sering digunakan dalam berbagai penelitian antara lain metode *Minister of Nature and Environment (MNE) of Mongolia* tentang *Surface Water Quality Index (SWQI)* di Sungai Tuul, Mongolia (Altansukh dan Davaa, 2011). Penelitian lain menggunakan metode *Canadian Council of Ministers of The Environment Water Quality Index (CCMEWQI)* hingga *US National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSFWQI)* yang paling banyak digunakan di seluruh dunia (Sener dkk, 2017). Banyak ilmuwan yang kemudian mengembangkan metode menyederhanakan parameter kualitas air yang banyak menjadi suatu nilai tunggal indeks. Hal ini dikarenakan penggunaan indeks lebih memudahkan untuk mengevaluasi suatu perairan secara menyeluruh. Setiap negara biasanya memiliki indeks standar untuk mengevaluasi status air, di

Indonesia indeks kualitas air atau yang biasa disebut status mutu air yang sering digunakan adalah Metode Storet dan Indeks Pencemaran (IP) (Saraswati, 2014).

Menurut KepMenLH Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, 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 bakumutu yang ditetapkan maka skor akan mengikuti tabel berikut

Tabel 2.1 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

Metode Indeks Pencemaran (*Pollutant Index*) adalah indeks yang berkaitan dengan zat pencemar yang bermakna untuk suatu peruntukan. Indeks pencemaran biasanya memiliki peruntukan khusus yang kemudian bisa dikembangkan ke beberapa peruntukan lainnya untuk bagian lain dari suatu sungai. Kualitas air yang didapat pada pengujian akan dibandingkan dengan baku mutu yang digunakan sesuai dengan peruntukannya. Semua parameter yang telah diuji akan

dihitung jumlah total indeks pencemarnya yang kemudian akan dievaluasi sesuai dengan rentang nilai dibawah ini (KepMenLH No. 115 Tahun 2003) :

$0 \leq PI_j \leq 1,0$ = memenuhi baku mutu (kondisi baik)

$1,0 \leq PI_j \leq 5,0$ = cemar ringan

$5,0 \leq PI_j \leq 10$ = cemar sedang

$PI_j \geq 10$ = cemar berat

Menurut Huboyo (2009) yang melakukan penelitian untuk membandingkan hasil antara metode storet dan indeks pencemaran, kedua metode tersebut memiliki persentase perbedaan sebesar 63,28% untuk Sungai Gung. Perbedaan ini disebabkan oleh adanya pemberian nilai skoring antara kedua metode tersebut yang berbeda. Metode storet ditujukan untuk penelitian jangka panjang yang membutuhkan data dari rentang waktu tertentu. Sementara metode Indeks Pencemaran dapat digunakan untuk menentukan status mutu air hanya dalam sekali pengambilan sampel. Kedua metode tersebut dapat digunakan sesuai dengan jenis penelitian yang akan dilakukan (Saraswati, 2014).

Pada penelitian yang dilakukan di Kota Shimoga, Karnataka, Metode WQI menunjukkan kualitas air dalam bentuk angka indeks dan memberikan representasi secara keseluruhan kualitas badan air di perkotaan Shimoga. Pada penelitiannya WQI digunakan untuk 13 parameter antara lain pH, Konduktivitas, *Total Dissolved Solid* (TDS), *Total Suspended Solid* (TSS), *Biological Oxygen Demand* (BOD), Nitrat, Sulfat, dan lain-lain (Yogendra dan Puttalah, 2008). Sementara untuk penelitian yang dilakukan Sungai Aksu, Turki (Sener dkk, 2017), Metode WQI ini digunakan untuk 24 parameter diantaranya *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan Amoniak (NH_3).

2.7 Hubungan Kualitas Air Sungai dan Curah Hujan

Indonesia memiliki dua musim, yakni musim kemarau dan musim penghujan. Kedua musim tersebut berpengaruh pada kualitas maupun kuantitas air sungai. Pada musim kemarau, kuantitas air akan menurun, hal ini menyebabkan sungai menjadi keruh akibat sedikitnya debit air. Sementara pada

musim penghujan, kuantitas air akan meningkat sehingga debit air pun ikut meningkat.

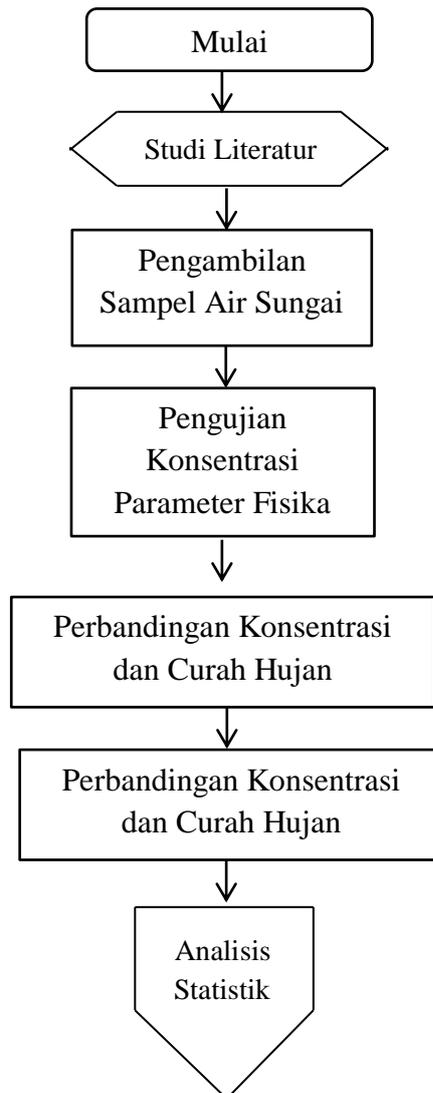
Peningkatan jumlah debit air sungai tidak serta merta menjadikan musim penghujan sebagai keuntungan bagi kualitas sungai, karena berbagai limbah dan sampah yang tidak diinginkan dari permukaan tanah dapat terbawa oleh hujan menuju sungai, sehingga terjadi penurunan kualitas air sungai. Salah satu contoh parameter yang terpengaruh oleh musim penghujan adalah TSS dan TDS. Sehabis hujan, biasanya air akan berubah warna menjadi kecoklatan, hal ini karena banyak banyak partikel tersuspensi yang terbawa masuk ke dalam perairan. Sementara saat musim kemarau, perairan biasanya terlihat berwarna kehijauan karena banyak ganggang yang tumbuh. Perubahan warna ini akibat bahan tersuspensi dan terlarut. Menurut penelitian yang dilakukan di Sungai Hwang, Korea, musim penghujan yang terjadi dengan curah hujan 30 mm dapat mengakibatkan penambahan polutan di badan air. Musim penghujan yang terjadi setelah kemarau panjang mempercepat penurunan kualitas air pada sungai (Bae, 2013)

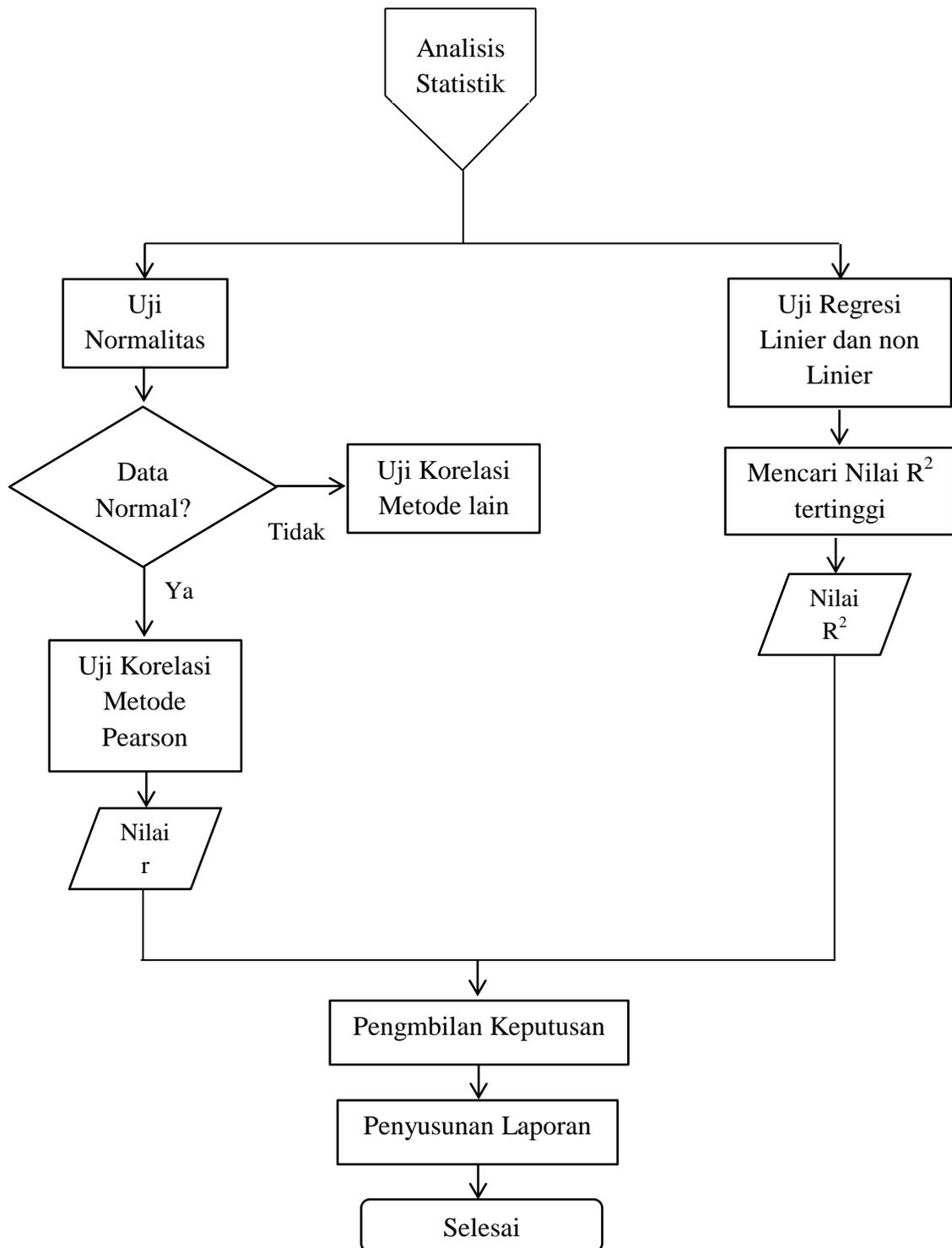
Pada penelitian di Kota Shimoga (Yogendra dan Puttalah, 2008), parameter kualitas badan airnya yang digambarkan dalam angka WQI untuk musim kemarau lebih tinggi dibandingkan musim penghujan. Hal yang sama juga terjadi pada penelitian di Sungai Aksu, Turki (Senner dkk, 2017) yang mendapat hasil WQI pada musim kemarau lebih tinggi dibandingkan musim penghujan. Menurut Darmono (2001), pencemaran air berhubungan erat dengan pencemaran udara serta penggunaan lahan tanah atau daratan. Ketika udara telah tercemar dan terjadi hujan, maka air hujan tersebut juga telah tercemar. Beberapa jenis kimia untuk pupuk dan pestisida pada lahan pertanian juga akan terbawa oleh air hujan menuju daerah sekitarnya sehingga dapat menurunkan kualitas air permukaan di daerah tersebut.

BAB III METODE PENELITIAN

3.7 Tahapan Penelitian

Pada tahapan ini akan dijelaskan alur pelaksanaan penelitian secara umum. Sebelum penelitian dimulai, dilakukan studi literatur terlebih dahulu. Setelah itu dilakukan persiapan terhadap alat dan bahan-bahan yang diperlukan dan yang akan digunakan selama penelitian. Secara umum alur pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut

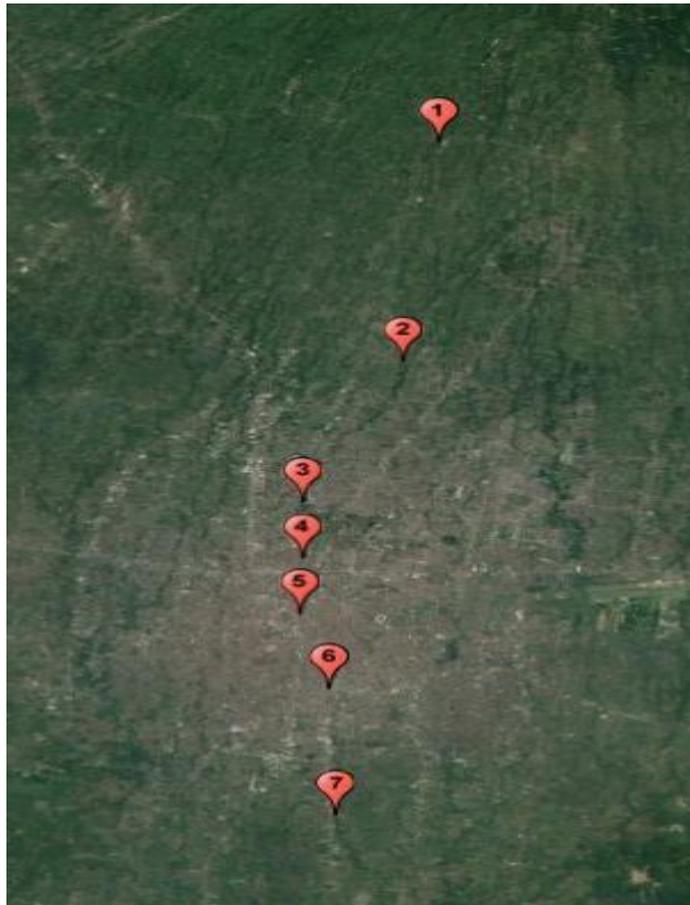




Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

3.1.1 Pengambilan Sampel Air Sungai

Pada pengambilan sampel air sungai, penelitian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.57:2008 tentang metoda pengambilan contoh air permukaan. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *grab sampling* yakni metode pengambilan sampel yang diambil langsung pada site tertentu. Pengambilan sampel air sungai ini dilakukan dua kali per bulan dari Desember 2017 hingga Maret 2018.



Gambar 3.2 Lokasi Site Sampling

Penelitian ini dilakukan pada 7 site sampling. Site sampling yang diambil berdasarkan pengaruh input *non point* source seperti wilayah pemukiman, pertanian dan industri terhadap kualitas air Sungai Code. Adapun keterangan dari setiap site adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Gambaran Lokasi Site Sampling

Site	Lokasi	Lintang	Bujur	Kondisi Lingkungan Sekitar
1	Jembatan Boyong, Purwobinangun, Pakem	Garis Lintang 7°36'58.61"S	Garis Bujur 110°24'55.24"T	Lokasi ini minim pemukiman dan didominasi oleh pertanian/persawahan
2	Jembatan Ngentak, Jl. Kapten Haryadi	Garis Lintang 7°43'21.43"S	Garis Bujur 110°23'21.39"T	Lokasi ini dekat dengan persawahan dan pemukiman warga
3	Jembatan Pogung, Jl. Jembatan Baru UGM	Garis Lintang 7°45'44.53"S	Garis Bujur 110°22'14.39"T	Lokasi ini dekat dengan pemukiman warga, penginapan, dan ruko toko dan restaurant
4	Jembatan Sarjito, Jl. Professor Doktor Sardjito	Garis Lintang 7°46'42.48"S	Garis Bujur 110°22'13.51"T	Lokasi ini dekat dengan rumah sakit, universitas, pemukiman warga, dan hotel
5	Jembatan Jambu, Jl Mas Suharto	Garis Lintang 110°22'13.51"T	Garis Bujur 110°22'11.03"T	Lokasi ini dekat dengan pemukiman warga, hotel/motel, dan pusat perbelanjaan
6	Jembatan Dewa Bronto, Jl. Kolonel Sugiono	Garis Lintang 7°48'55.78"S	Garis Bujur 110°22'28.76"T	Lokasi ini dekat dengan pom bensin, pemukiman warga, dan berbagai jenis ruko
7	Jembatan Imogiri Barat, Jl. Imogiri Barat	Garis Lintang 7°51'5.43"S	Garis Bujur 7°51'5.43"S	Lokasi ini dekat dengan pemukiman warga, persawahan, dan pabrik tahu

a. Jembatan Gantung Boyong

Jembatan Gantung Boyong terletak di Desa Purowbinangun, Kecamatan Pakem, Sleman dengan Garis Lintang $7^{\circ}36'58.61''S$ dan Garis Bujur $110^{\circ}24'55.24''T$. Jembatan ini dipilih sebagai site hulu pada penelitian ini. Site ini digunakan pembandingan dengan site lainnya karena kondisi lingkungan dari lokasi ini yang minim penduduk dan dikelilingi pertanian dan persawahan. Pengambilan sampel air pada site ini dimulai pada pertengahan Februari 2018. Kondisi pengambilan sampel air pada site ini dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 3 3 Lokasi dan Pengambilan Sampel Air di Site 1

b. Jembatan Ngentak

Jembatan Ngentak yang dipilih sebagai site dua terletak di Jl. Kapten Haryadi, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman dengan Garis Lintang $7^{\circ}43'21.43''S$ dan Garis Bujur $110^{\circ}23'21.39''T$. Site ini ditentukan sebagai site 2 dari penelitian ini. Adapun kondisi lingkungan dari site ini dipenuhi oleh sedikit pemukiman serta banyak pertanian sehingga sumber pencemar dari site ini adalah aliran drainase dari pemukiman serta pertanian yang mengalir ke badan sungai. Kondisi keadaan air Sungai Code saat pengambilan sampel di jembatan ini terlihat pada gambar berikut



Gambar 3.4 Lokasi dan Pengambilan Sampel Air di Site 2

c. Jembatan Pogung

Jembatan Pogung yang kemudian dipilih sebagai site 3 pada penelitian ini merupakan segmen sungai utama dari Sungai Code. Site ini terletak di Jl. Jembatan Baru UGM, Kabupaten Sleman dengan Garis Lintang $7^{\circ}45'44.53''S$ dan Garis Bujur $110^{\circ}22'14.39''T$. Kondisi lingkungan di site ini didominasi oleh pemukiman warga, ruko toko, restaurant, dan terdapat semacam gedung rusunawa tepat di sebelah jembatan ini. Pada site ini terdapat output drainase yang berwarna keruh sehingga site ini dibagi menjadi 2 site yakni site 3a dan 3b untuk melihat pengaruh output drainase pada konsentrasi fisika dan kimia di Sungai Code. Pembagian site 3 ini dilakukan pada pertengahan penelitian yakni tanggal 29 Januari 2018. Kondisi site 3 saat pengambilan sampel air terdapat pada gambar berikut



Gambar 3.5 Lokasi dan Pengambilan Sampel Air di Site 3

d. Jembatan Sarjito

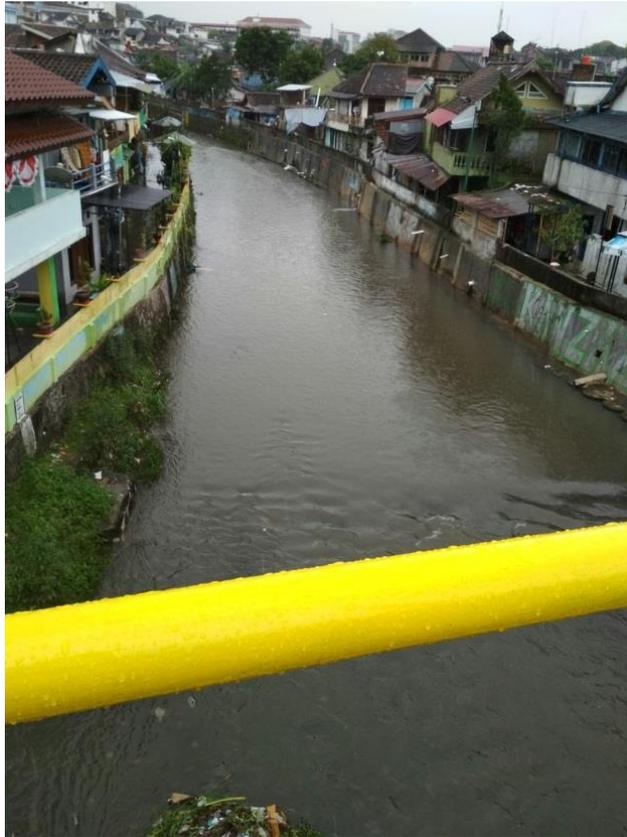
Jembatan Sarjito ditentukan sebagai site 4 pada penelitian ini. Jembatan ini berada pada Jl. Professor Doktor Sardjito, Kota Yogyakarta dengan Garis Lintang $7^{\circ}46'42.48''S$ dan Garis Bujur terletak pada $110^{\circ}22'13.51''T$. Lokasi ini didominasi oleh pemukiman warga dan penginapan. Terdapat pula universitas serta rumah sakit di sekitar jembatan ini. Berikut adalah lokasi Jembatan Sarjito saat pengambilan sampel air



Gambar 3.6 Lokasi dan Pengambilan Sampel Air di Site 4

e. Jembatan Jambu

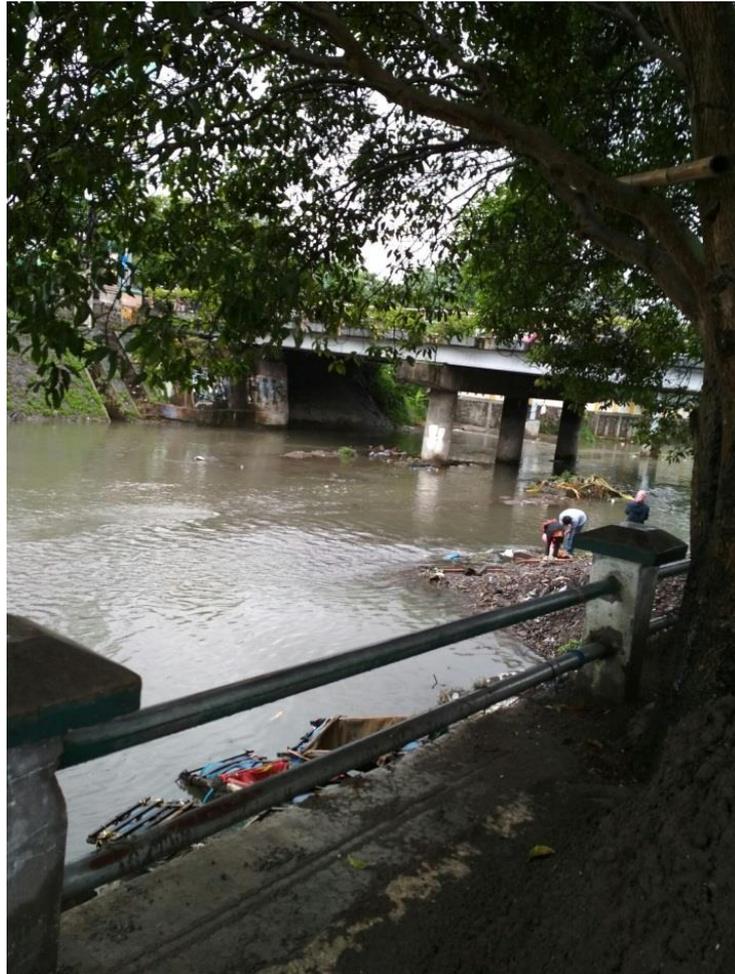
Jembatan Jambu yang dipilih sebagai site 5 pada penelitian ini terletak di Jl. Mas Suharto, Kota Yogyakarta. Site 4 terletak pada Garis Lintang $110^{\circ}22'13.51''T$ dan Garis Bujur $110^{\circ}22'11.03''T$. Lokasi ini didominasi oleh pemukiman warga, industri hotel, motel, ruko/toko, serta pusat pembelanjaan. Banyaknya input dari aktivitas manusia di sekitar site ini memungkinkan tingginya konsentrasi pencemar di site ini. Ditambah dengan terlihat banyak sampah yang terdapat pada sungai site ini. Lokasi jembatan ini dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 3.7 Lokasi dan Pengambilan Sampel Air di Site 5

f. Jembatan Dewa Bronto

Site 6 pada penelitian ini terletak pada Jembatan Dewa Bronto, di Jl. Kolonel Sugiono dengan Garis Lintang $7^{\circ}48'55.78\text{S}$ dan garis Bujur $110^{\circ}22'28.76''\text{T}$. Site ini didominasi oleh pemukiman warga, dan berbagai jenis industri serta ruko/toko. Tepat di sebelah dari site ini terdapat pom bensin beroperasi. Hal ini memungkinkan penambahan input beban pencemar pada Sungai Code. Selain itu juga di site sungai ini terdapat banyak sampah yang dibuang sembarangan oleh penduduk sekitar. Adapun lokasi dari pengambilan sampel pada site ini terdapat pada gambar berikut



Gambar 3.8 Lokasi dan Pengambilan Sampel Air di Site 6

g. Jembatan Imogiri Barat

Jembatan Imogiri Barat yang berada di Kabupaten Bantul terletak di hilir dari Sungai Code. Jembatan ini ditentukan sebagai site 7 untuk penelitian yang dilakukan. Site 7 terletak pada Garis Lintang $7^{\circ}51'5.43''S$ dan Garis Bujur $7^{\circ}51'5.43''S$. Adapun aktivitas manusia yang mendominasi pada site ini adalah pemukiman warga, pertanian, serta ada pabrik tahu di sekitar jembatan. Selain menjadi site hilir yang berarti menampung beban pencemar dari keseluruhan site, pabrik tahu yang ada di dekat jembatan serta banyaknya sampah yang dibuang sembarangan juga dapat memungkinkan menjadi faktor dalam penambahan konsentrasi pencemar pada site 7. Lokasi jembatan imogiri dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 3.9 Lokasi dan Pengambilan Sampel Air di Site 7

Sampel air yang diambil kemudian dilakukan pengujian lapangan dengan parameter Suhu, pH, *Total Dissolved Solid* (TDS), dan kekeruhan. Sementara pengujian parameter DO, BOD, COD, dan Amoniak dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Fakultas Teknis Sipil dan Perencanaan.

3.1.2 Pengujian Parameter Fisika

Parameter fisika seperti Debit, pH, Suhu, TDS, dan TSS dilakukan di lapangan dan di laboratorium dengan menggunakan alat dan metode sebagai berikut

Tabel 3.2 Alat dan Metode untuk Pengukuran Parameter Fisika

Parameter	Alat/Metode
Debit	Currentmeter
pH	pH meter Merk Hanna
Suhu	Probe TDS Merk Hanna
TDS	
TSS	SNI-06-6989.3-2004

3.1.3 Pengujian Parameter Kimia

Parameter Kimia seperti *Dissolved Oxygen* (DO), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan Amonia (NH₃) diuji di laboratorium dengan metode sebagai berikut

Tabel 3.3 Alat dan Metode untuk Pengukuran Parameter Kimia

Parameter	Alat/Metode
DO	SNI-06-6989.14-2004
COD	SNI-6989.2-2009
BOD	SNI-6989.72-2009
Amonia	SNI-6989.30-2005

Parameter BOD, COD, dan Amonia perlu untuk diuji karena nilai dari ketiga parameter tersebut berperan sebagai penduga ada atau tidaknya pencemaran dari pemukiman serta pengaruhnya terhadap oksigen terlarut dalam air (Boyd, 1998).

3.1.4 Analisis *Water Quality Index* (WQI) Metode Indeks Pencemaran

Analisis WQI pada penelitian ini menggunakan Metode Indeks Pencemaran. Penggunaan metode ini dikarenakan penelitian ini akan membandingkan kualitas air dengan curah hujan yang berbeda-beda sehingga membutuhkan satu indeks untuk setiap pengambilan sampel. Adapun langkah menentukan indeks kualitas air dalam metode ini adalah membandingkan nilai

parameter yang diuji dengan nilai baku mutu sesuai kelas peruntukannya. Metode IP (KepMenLH No. 115 Tahun 2003) digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air dengan rumus sebagai berikut :

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})^2_M + (C_i/L_{ij})^2_R}{2}} \dots\dots\dots (3.1)$$

PI_j = indeks pencemaran untuk peruntukan j

C_i = konsentrasi parameter kualitas air i

L_{ij} = konsentrasi parameter kualitas air i yang tercantum dalam baku mutu peruntukan air j

M = maksimum

R = rerata

Nilai C_i/L_{ij} adalah skor untuk suatu parameter yang diharapkan tidak melebihi angka 1. Apabila nilai ini melebihi angka 1 hal ini berarti parameter tersebut melebihi baku mutu sesuai peruntukannya dan diharapkan untuk dapat menyisihkan parameter tersebut. Apabila nilai C_i/L_{ij} melebihi angka 1, maka diharuskan untuk mengganti nilainya menjadi C_i/L_{ij} baru dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C_i/L_{ij} \text{ baru} = 1 + P \cdot \text{Log}(C_i/L_{ij})_{\text{hasil pengukuran}} \dots\dots\dots (3.2)$$

P = konstanta dan nilainya ditentukan dengan bebas dan disesuaikan dengan hasil pengamatan lingkungan dan atau persyaratan yang dikehendaki untuk suatu peruntukan (biasanya digunakan nilai 5)

3.1.5 Analisis Hubungan Curah Hujan terhadap Kualitas Air Sungai Code

Pada tahapan ini akan dikaji dengan metode kuantitatif mengenai hubungan antara curah hujan yang didapatkan datanya dari BMKG Yogyakarta dengan nilai kualitas air pada parameter fisika dan kimia dari Sungai Code yang telah didapatkan pada tahap sebelumnya. Dalam mencari pengaruh curah hujan terhadap kualitas air parameter kimia dan Indeks Pencemaran di Sungai Code digunakan analisis regresi dan koefisien korelasi.

3.1.5.1 Analisis Regresi dan Koefisien Determinasi

Analisis regresi digunakan untuk mengetahui pola keterkaitan antar variabel bebas dan variabel terikat (Wibowo, 2001). Pada penerapannya, metode ini dilakukan dengan memplotkan hasil konsentrasi dari data hasil penelitian untuk melihat asumsi yang dapat digunakan bagi analisis regresi. Selanjutnya ditarik satu garis yang tepat untuk mewakili nilai tersebut (Yusi, 2009). Terdapat tiga analisis regresi yang akan digunakan pada penelitian ini yakni regresi linier, regresi eksponensial dan regresi polinomial. Persamaan yang akan digunakan pada regresi linier sederhana adalah sebagai berikut

$$y = a + bX \dots\dots\dots (3.3)$$

Regresi eksponensial digunakan untuk menentukan fungsi eksponensial yang paling sesuai dengan kumpulan data yang ada. Regresi eksponensial merupakan pengembangan dari regresi linier dengan memanfaatkan fungsi logaritmatik seperti berikut (Sajati, 2015)

$$y = ae^{bx} \dots\dots\dots (3.4)$$

Regresi polinomial merupakan regresi linier berganda yang dibentuk dengan menjumlahkan variabel prediktor (x) yang dipangkatkan secara meningkat sampai orde ke-k (Malensang dkk, 2012). Penelitian ini menggunakan orde 2 untuk regresi polinomial seperti pada rumus berikut ini

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 \dots\dots\dots (3.5)$$

Berdasarkan ketiga analisis regresi tersebut kemudian akan dilakukan perbandingan nilai koefisien determinasi dari masing-masing persamaan untuk menentukan pola keterkaitan antar curah hujan dan zat polutan dalam Sungai Code. Koefisien determinasi (R^2) merupakan berapa banyak variasi yang dapat digambarkan dalam suatu model. Berikut adalah persamaan yang biasa digunakan untuk menjadi koefisien determinasi (Sinambela, 2014)

$$R^2 = \frac{[a(\sum X) + b(\sum XY) - n(Y_m)^2]}{[\sum(Y^2 - n(Y_m)^2)]} \dots\dots (3.6)$$

3.1.5.2 Koefisien Korelasi dan Uji distribusi-t

Koefisien korelasi bertujuan untuk mengetahui kekuatan keterkaitan antar variabel bebas dan variabel terikat (Wibowo, 2001). Sementara itu koefisien korelasi menurut Goodwin (2006) digunakan untuk mempelajari hubungan konseptual, baik yang diinterpretasikan dalam angka maupun arah, dari 2 variabel terkait. Koefisien korelasi terbagi menjadi beberapa bagian sesuai dengan jenis data dan analisis yang akan dilakukan seperti *product moment (pearson)*, korelasi *point biserial*, korelasi *spearman* dan korelasi *Phi* (Gunawan, 2015). Penelitian ini menggunakan metode *pearson* untuk menganalisis korelasi curah hujan dan indeks kualitas air.

Penggunaan korelasi *pearson* pada penelitian ini dikarenakan data yang akan dianalisis merupakan data yang berdistribusi normal dan memiliki skala rasio. Selain itu data pada penelitian ini juga bersifat kontinu dari Desember 2017 hingga Maret 2018. Persamaan yang digunakan dalam metode korelasi ini adalah sebagai berikut (Gunawan, 2015) :

$$r = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\{N\sum X^2 - (\sum X)^2\}\{N\sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \dots\dots\dots (3.7)$$

- r = koefisien korelasi
- N = jumlah data
- X = skor variabel X (bebas)
- Y = skor variabel Y (terikat)

Nilai Koefisien korelasi (r) dapat bervariasi antara -1 sampai dengan +1. Apabila nilai koefisien korelasi mendekati atau sama dengan 1 menunjukkan adanya hubungan positif antara kedua variabel, sebaliknya jika koefisien korelasi mendekati -1 menunjukkan adanya hubungan negatif antar variabel (Yusi, 2009). Interpretasi dari koefisien diatas adalah sebagai berikut :

- 0,000 – 0,199 = sangat rendah
- 0,200 – 0,399 = rendah
- 0,400 – 0,599 = sedang
- 0,600 – 0,799 = kuat
- 0,800 – 1,00 = sangat kuat

Setelah mendapat hasil koefisien korelasi, maka signifikansi dari hasil data analisis juga harus diuji. Penelitian ini menggunakan uji T yang dikenal dengan “*student t distribution*”. Uji ini menunjukkan bahwa koefisien korelasi yang didapatkan dapat dianggap berarti atau signifikan (Gunawan, 2015). Adapun persamaan yang digunakan untuk uji *t-student* adalah sebagai berikut :

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}} \dots\dots\dots (3.8)$$

t = distribusi *t-student*

r = koefisien korelasi

N = jumlah data

Nilai dari persamaan diatas akan dibandingkan dengan nilai tabel *t-distribution* dengan memperhitungkan nilai kepercayaan dan jumlah data yang telah dianalisis seperti yang terlampir pada tabel berikut

Tabel 3.4 Tabel distribusi t

	<i>α untuk uji dua pihak (two tailed)</i>					
	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
	<i>α untuk uji satu pihak (one tailed)</i>					
db	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
1	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	0,765	1,638	2,253	3,182	4,541	5,841
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	0,727	1,486	2,015	2,571	3,365	4,032
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,165

Sumber: Gunawan, 2015

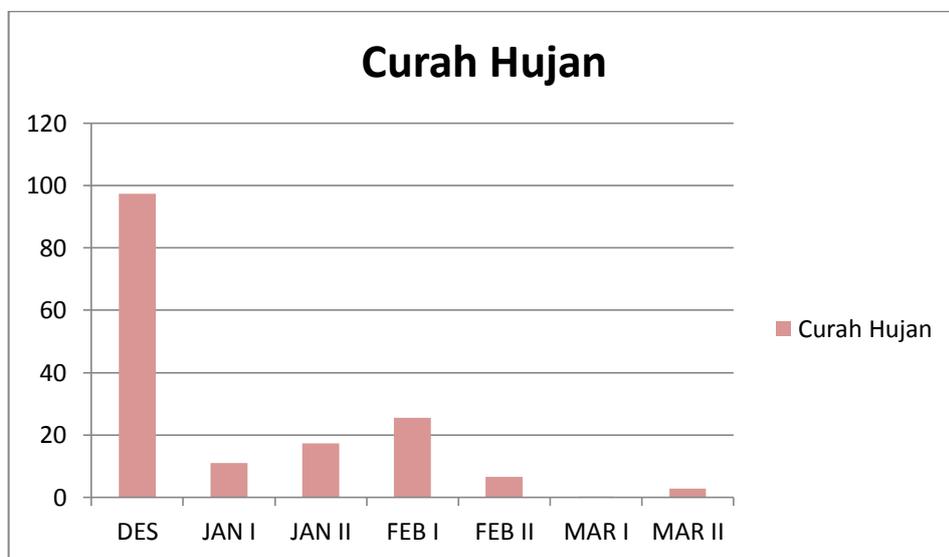
Penelitian yang menggunakan uji dua pihak (*two tailed*) ini menggunakan data dari Desember 2017 hingga Maret 2018 yang berjumlah 7 sampel sehingga nilai db adalah $=7-2 = 5$. Sementara untuk tingkat kepercayaan (α) yang digunakan adalah sebesar 95% yang berarti tingkat kesalahannya sebesar 5% atau 0,05. Berdasarkan ketentuan-ketentuan yang telah dijabarkan tersebut, maka dapat ditentukan bahwa nilai t_{tabel} adalah 2,571.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Curah Hujan dan Debit Air Sungai Code

4.1.1 Curah Hujan

Menurut Arifin (2010), curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh pada permukaan tanah pada suatu site tertentu yang diukur dalam satuan tinggi mm. Jumlah air yang dimaksud tidak termasuk penghilangan oleh peresapan, pengaliran, dan penghilangan pada proses evaporasi. Data curah hujan yang didapatkan dari Data BMKG online pada hari sekitar waktu sampling terdapat pada gambar 4.1 sebagai berikut:

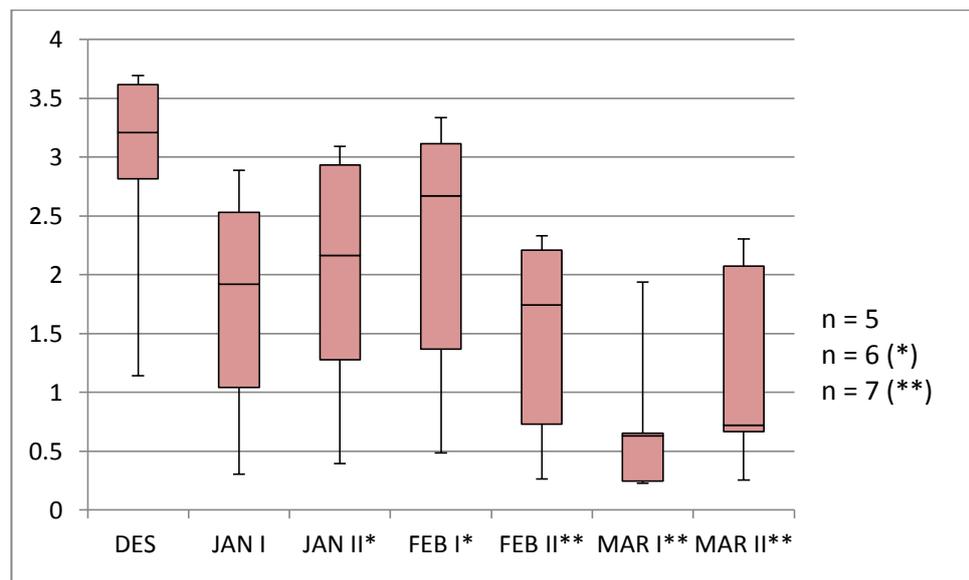


Gambar 4.1 Diagram Curah Hujan DIY

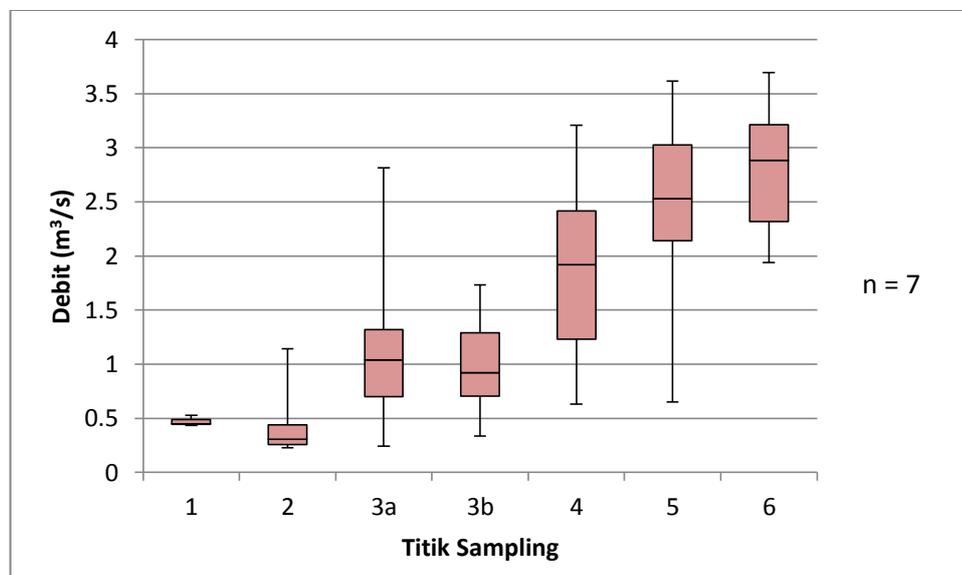
Berdasarkan data yang didapatkan, terlihat bahwa curah hujan tertinggi terdapat di pengambilan sampel air pada tanggal 11 Desember 2017 dengan curah hujan 97,4 mm. Pada tanggal 09 dan 29 Januari 2018 nilai curah hujan berturut-turut adalah 11 mm dan 17,4 mm. Curah hujan tanggal 13 Februari dan 20 Februari 2018 sebesar 25,5 mm. Sementara itu curah hujan terendah jatuh pada dua waktu pengambilan sampel terakhir yakni 16 Maret 2018 dan 30 Maret 2018 dengan curah hujan sebesar 0 mm dan 2,75 mm.

4.1.2 Debit

Data debit pada penelitian ini didapatkan secara langsung dari lapangan dengan menghitung kecepatan, kedalaman, dan lebar dari site Sungai Code. Khusus site sampling 6 tidak didapatkan data dari debit sungai akibat susahnya akses untuk turun dan menghitung kecepatannya dan kedalamannya. Data debit dari Bulan Desember hingga Maret dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 4. 2 Diagram Boxplot Debit Air Sungai Code terhadap Waktu Sampling



Gambar 4. 3 Diagram Boxplot Debit Air Sungai Code terhadap Site

Berdasarkan gambar 4.2 diatas, debit sungai code untuk setiap pengambilan sampel berfluktuatif. Rata-rata nilai debit pada tanggal 11 Desember 2017 adalah 3,209 m³/s, untuk Bulan Januari berturut-turut adalah 1,920 m³/s dan 2,162 m³/s, untuk Bulan Februari sebesar 2,668 m³/s dan 1,744 m³/s serta untuk Bulan Maret sebesar 0,630 m³/s dan 0,722 m³/s. Dari data tersebut diketahui bahwa nilai debit tertinggi terdapat pada Bulan Desember 2017 dan nilai debit terendah terdapat pada 16 Maret 2018.

Sementara itu pada gambar 4.3, debit rata-rata yang didapatkan selama penelitian untuk *site* 1 hingga *site* 7 berturut turut adalah 0,470 m³/s, 0,439 m³/s, 1,163 m³/s, 0,996 m³/s, 1,865 m³/s, 2,447 m³/s dan 2,796 m³/s. Debit rata-rata tertinggi terdapat pada *site* 6 dan terendah terdapat pada *site* 2. Debit Sungai Code yang didapatkan dari sampling lapangan dari Bulan Desember 2017 hingga Maret 2018 cukup berfluktuasi.

Menurut Wahid (2009), Fluktuasi debit sungai ini diakibatkan oleh beberapa faktor seperti topografi, jenis tanah, hutan, non hutan, serta curah hujan. Hal ini dapat dilihat dari gambar 4.2 yang memperlihatkan bahwa ketinggian curah hujan mempengaruhi input air dalam sungai sehingga debit menjadi semakin tinggi. Selain itu, kenaikan pada debit dapat disebabkan oleh adanya air tanah, mata air maupun *outlet drainase* yang masuk ke badan sungai dan penurunan debit dapat disebabkan oleh rembesan air sungai serta proses sedimentasi yang berlangsung pada sungai (Salmin, 2005). Hal ini dapat dilihat pada perbedaan debit di *site* 3a dan 3b dimana pada 3b cenderung lebih tinggi dari 3a karena adanya input drainase yang masuk ke dalam sungai.

4.2 Kualitas Air Sungai Code

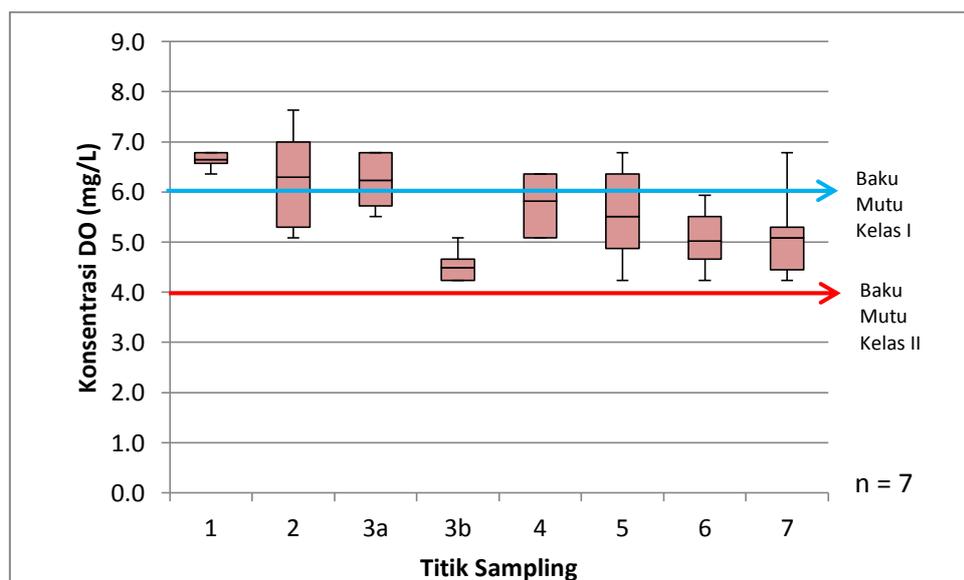
4.2.1 Parameter Kimia Organik

Pada penelitian ini digunakan empat parameter utama kimia yakni *Dissolved Oxygen* (DO), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), dan Amonia (NH₃). Pemilihan parameter DO pada penelitian ini karena fluktuasi oksigen dapat mempengaruhi parameter kimia yang lain, terutama saat kondisi tanpa oksigen, yang dapat mempengaruhi sifat kelarutan

beberapa unsur kimia di air (Effendi, 2003). Parameter BOD dan COD diambil dalam penelitian ini dikarenakan kedua parameter tersebut dasar pendugaan ada atau tidaknya pencemar organik dari aktivitas antropogenik serta pengaruhnya terhadap oksigen terlarut dalam air karena oksigen terlarut penting bagi kehidupan biota perairan serta ekosistem air (Boyd, 1998). Sementara pemilihan parameter amoniak karena parameter ini dapat menjadi indikasi adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, industri, dan pertanian (Effendi, 2003)

4.2.1.1 Dissolved Oxygen (DO)

Dissolved Oxygen (DO) atau oksigen terlarut adalah parameter penting pada perairan karena parameter inilah yang membuat organisme di air tetap bisa melakukan proses respirasi. Sumber oksigen di air adalah tumbuhan yang hidup di perairan, tetapi selama proses fotosintetis, oksigen di air dapat berkurang ketika air sudah tercemar. Masuknya zat organik ke dalam badan air menyebabkan penurunan oksigen terlarut dalam air (Abowei, 2010). Berikut adalah data pengukuran nilai DO pada penelitian ini :



Gambar 4.4 Diagram Boxplot DO Air Sungai Code

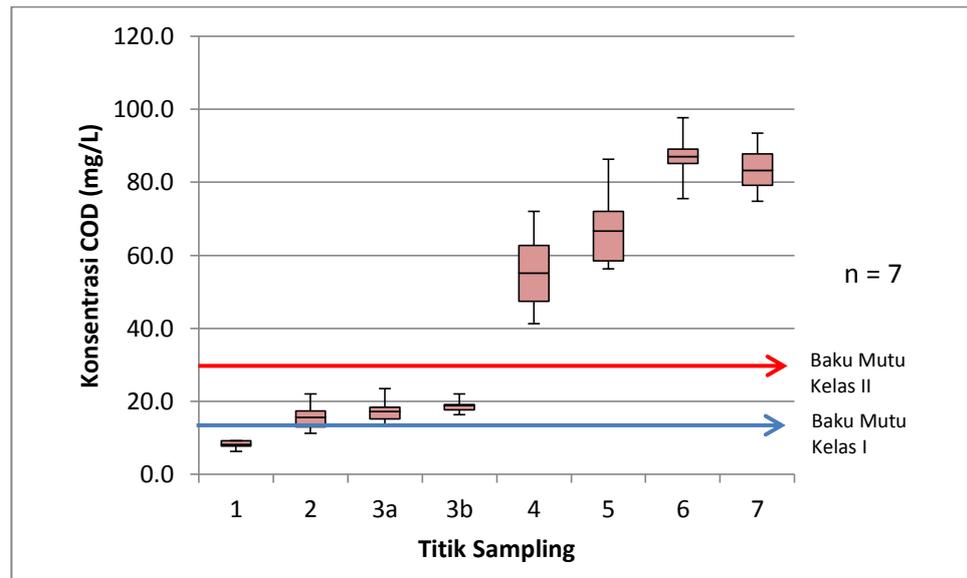
Berdasarkan hasil pengukuran diatas, DO rata-rata untuk site 1 adalah 6,640 mg/L. untuk site 2 DO rata-rata setiap bulannya adalah 6,296 mg/L, site 3a adalah 6,236 mg/L, untuk site 3b adalah 4,492 mg/L, site 4, 5, 6 dan 7 berturut-

turut adalah 5,812 mg/L, 5,509 mg/L, 5,025 mg/L dan 5,085 mg/L. Pada diagram terlihat bahwa dari hulu ke hilir sungai jumlah oksigen terlarut mengalami penurunan. Oksigen terlarut terendah berada pada site 3b, hal ini akibat tepat sebelum lokasi pengambilan sampel air terdapat outlet drainase yang secara kasat mata terlihat cukup tinggi kekeruhannya yang mengindikasikan tingginya nilai TSS serta TDS pada lokasi ini. Kecepatan dekomposisi zat organik dan konsumsi oksigen terlarut dipengaruhi oleh suhu. Kecepatan dekomposisi meningkat pada suhu sekitar 5°C-35°C (Abowei, 2010).

Pada Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008 dinyatakan bahwa baku mutu air untuk golongan kelas I dan II adalah 6 mg/L dan 4 mg/L. Bila data oksigen terlarut dibandingkan dengan peraturan tersebut, maka untuk site 1 masih memenuhi standar baku mutu kelas I sementara untuk site 2 dan 3a juga masih memenuhi standar baku mutu kelas II sedangkan untuk site 3b hingga site 7 kadar oksigen terlarutnya telah memenuhi standar baku mutu yang ditentukan untuk kelas II.

4.2.1.2 Chemical Oxygen Demand (COD)

Menurut Boyd (1998), COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk menguraikan seluruh bahan organik di dalam air secara kimiawi dengan menggunakan oksidator kuat. Berikut adalah hasil pengukuran COD di Laboratorium



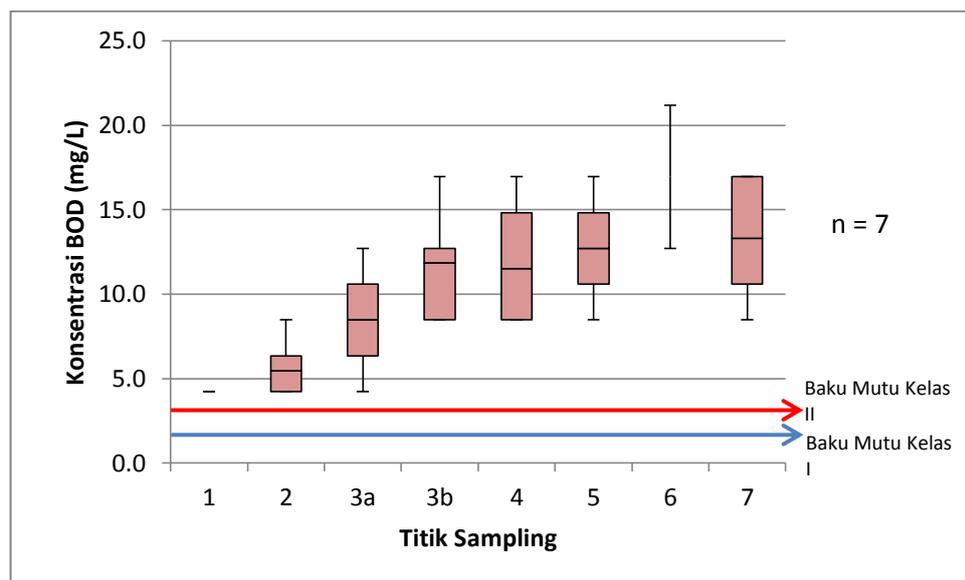
Gambar 4. 5 Diagram Boxplot COD Air Sungai Code

Berdasarkan data diatas, nilai COD rata-rata untuk site 1 adalah 8,191 mg/L, untuk site 2 sebesar 15,571 mg/L, untuk site 3a dan 3b adalah 17,204 mg/L dan 18,857 mg/L. Sementara nilai COD rata-rata untuk site 4, 5, 6 dan 7 berturut-turut adalah 55,061 mg/L, 66,694 mg/L, 87,102 mg/L, dan 83,327 mg/L. Data diatas menunjukkan adanya kenaikan signifikan nilai COD dari hulu ke hilir sungai. Konsentrasi COD rata-rata tertinggi terdapat pada site 6 dan disusul oleh site 7. Hal ini disebabkan oleh pada daerah perkotaan (site 2, 3, 4, dan 5) banyak terdapat kawasan domestik dan industri sehingga kadar zat organik terakumulasi pada site 6 dan site 7. Menurut Susana (2009), konsentrasi bahan organik yang tinggi menunjukkan terjadinya proses oksidasi yang dalam reaksinya menggunakan jumlah oksigen yang besar dan menghasilkan amonia.

Data oksigen terlarut yang telah didapatkan kemudian dibandingkan dengan Peraturan Gubernur DIY No 20 Tahun 2008 untuk golongan kelas I dan kelas II yakni 10 mg/L dan 25 mg/L. Berdasarkan perbandingan tersebut diketahui bahwa rata-rata konsentrasi COD di Site 1 masih memenuhi standar baku mutu kelas I. Sementara untuk site 2 hingga 3b masih dibawah baku mutu air kelas II namun untuk site 3 hingga 7 yang masih tergolong kelas II tidak memenuhi standar baku mutu karena nilainya melebihi 25 mg/L.

4.2.1.3 Biological Oxygen Demand (BOD)

BOD dapat dikatakan sebagai laju konsumsi oksigen terlarut oleh plankton ataupun bakteri untuk mengoksidasi kandungan zat organik dalam air. Semakin tinggi nilai BOD maka semakin tinggi kandungan organik dalam air (Boyd, 1998). Diagram berikut menampilkan data BOD yang didapatkan pada penelitian di Laboratorium :



Gambar 4.6 Diagram Boxplot BOD Air Sungai Code

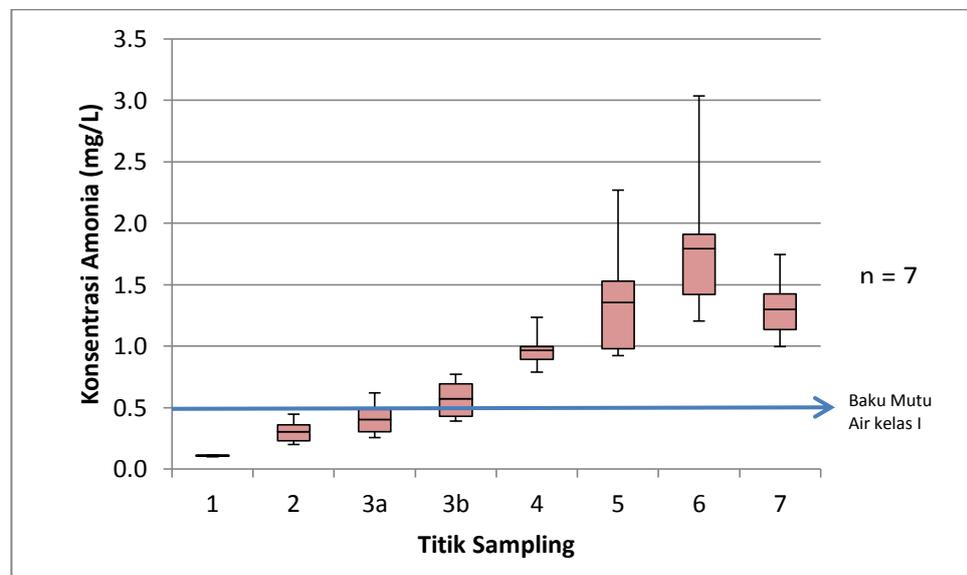
Berdasarkan data hasil analisis diatas terlihat bahwa konsentrasi rata-rata untuk setiap site dari 1 hingga 7 berturut turut sebesar 4,240 mg/L, 5,449 mg/L, 8,476 mg/L, 11,866 mg/L, 11,503 mg/L, 12,713 mg/L, 16,951 mg/L dan 13,924 mg/L. Kecilnya nilai konsentrasi BOD pada site 1 dikarenakan pada lokasi ini kawasan industri masih jarang dan hanya didominasi oleh kawasan domestik serta pertanian dan persawahan, sementara pada site 5 yang memiliki nilai rata-rata tertinggi terdapat banyak kawasan industri serta pemukiman penduduk. Sementara itu perbedaan antara site 3a dan 3b mengindikasikan bahwa outlet drainase yang terdapat tepat sebelum lokasi site 3b berkontribusi atas naiknya konsentrasi kimia, termasuk BOD. Berdasarkan ketiga gambar 4.4, gambar 4.5 dan gambar 4.6 terlihat bahwa memang ada hubungan antara DO dan jumlah bahan organik dalam air yang digambarkan dengan nilai COD dan BOD dimana dari site 3 hingga site 7

terjadi penurunan DO yang cukup signifikan dari nilai 6 mg/L menjadi sekitar 4mg/L. Hal ini sejalan dengan konsentrasi COD dan BOD yang pada dari site 3b hingga 7 terlihat meningkat drastis. Hasil ini juga didukung penelitian yang dilakukan oleh Imroatusolikhah (2014) yang menyatakan bahwa beban tampung polutan pada bagian tengah dan hilir sungai code telah melebihi batas baku mutu.

Menurut Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008, baku mutu BOD yang dianjurkan untuk kelas I dan kelas II adalah 2 mg/L dan 3 mg/L Baku mutu yang telah ditetapkan tersebut apabila dibandingkan dengan data hasil pengukuran konsentrasi BOD rata-rata untuk setiap sitenya dari site 1 hingga site 7 terbilang melampaui batas baku mutu baik untuk baku mutu I maupun baku mutu II. Hal ini mengindikasikan terjadinya pencemaran pada badan air Sungai Code.

4.2.1.4 Amonia (NH₃)

Amonia (NH₃) di dalam perairan bersifat toksik bagi biota air. Amonia dengan konsentrasi 1 mg/L pada suatu perairan dapat mematikan ikan akibat dari penurunan oksigen (Hibban, 2016). Banyaknya kadar amonia tidak dapat ditoleransi oleh ikan karena mengganggu proses pengikatan oksigen oleh darah hingga terjadi sufokasi (Effendi, 2003). Adapun nilai amonia yang didapatkan selama penelitian ini tercantum pada diagram dibawah :



Gambar 4.7 Diagram Boxplot Amonia

Berdasarkan data hasil pengukuran, pada site 1 hingga site 7, kadar amonia rata-rata terendah terdapat pada 16 Maret 2018 sementara kadar amonia tertinggi terdapat pada 11 Desember 2017. Sementara itu konsentrasi amonia rata-rata tertinggi ada pada site 6 dengan 1,795 mg/L sementara konsentrasi terendah ada pada site 1 yakni 0,108 mg/L. Tingginya kadar mikroba pada beberapa site diakibatkan oleh banyaknya kandungan bahan organik dan proses perubahan N-Amino menjadi N-Amonia yang berasal dari pemecahan zat organik oleh mikroba (Azizah, 2015). Konsentrasi amonia yang tinggi pada beberapa site menyebabkan penurunan oksigen dalam air dan menyebabkan ikan di perairan mati lemas.

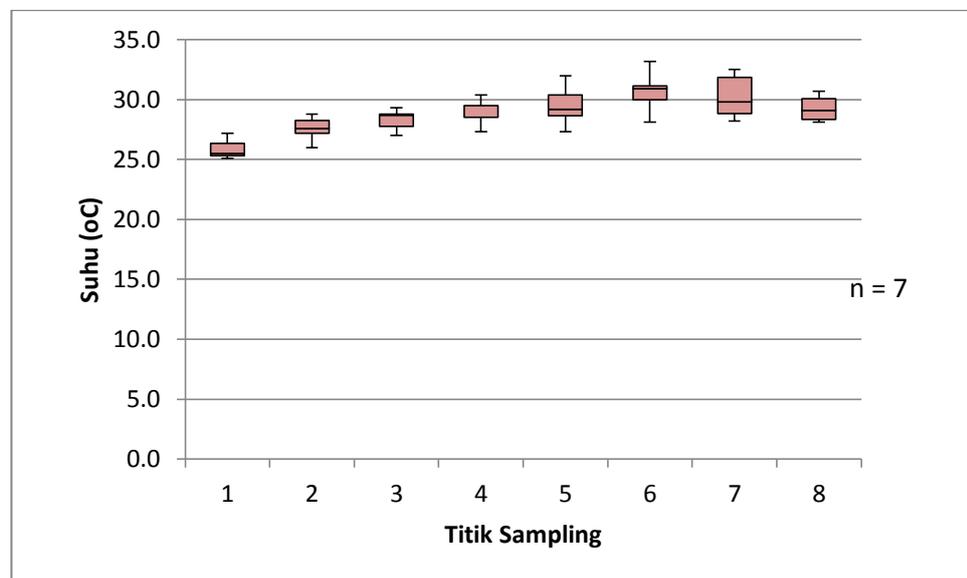
Dalam peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008, baku mutu konsentrasi amonia untuk golongan air kelas I adalah 0,5 mg/L sementara baku mutu untuk golongan air kelas II, III, dan IV tidak ditentukan hal ini dikarenakan air yang digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain tidak memiliki ambang batas konsentrasi amonia. Sehingga hasil pengukuran amonia tidak dapat dibandingkan dengan Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008 golongan kelas II. Namun apabila dibandingkan dengan baku mutu amonia golongan I yakni 0,5 mg/L maka hanya site 1,2 dan 3a yang masih memenuhi standar, sementara site lainnya sudah melebihi baku mutu. Kadar amonia pada site 3-6 berkisar antara 1-3 mg/L, hal ini berpengaruh pada kehidupan ikan dan biota air lainnya (Apriyanti, 2013). Walaupun tidak adanya baku mutu untuk parameter amonia di kelas II hingga IV, seluruh elemen masyarakat yang ada tetap harus menjaga agar konsentrasu amonia tidak berlebih di dalam air.

4.2.2 Parameter Fisika

4.2.2.1 Suhu

Ketinggian suhu air sungai (Marlina, 2017) diakibatkan oleh intensitas sinar matahari yang secara langsung terpapar ke badan sungai. Sinar matahari juga dipengaruhi vegetasi sekitar sungai yang berfungsi sebagai stabilisator temperatur sehingga terjadi perubahan suhu. Kenaikan suhu air dapat menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut sehingga menyebabkan sulitnya proses

respirasi oleh organisme dalam air. Suhu air ideal untuk organisme dapat melakukan proses respirasi berkisar antara 24°C-27°C (Sinambela, 2015). Berdasarkan hasil sampling yang telah dilakukan temperatur Sungai Code terdapat pada gambar dibawah ini



Gambar 4.8 Diagram Boxplot Suhu Air Sungai Code

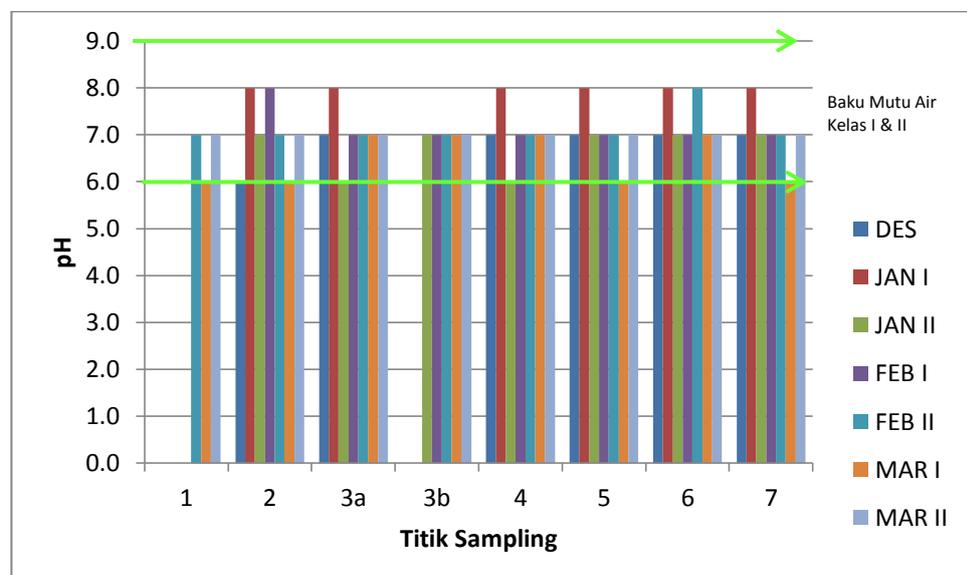
Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa suhu sungai dari waktu *sampling* tanggal 20 Februari 2018 hingga 30 Maret 2018 pada site 1 berkisar antara 25,1°C-27,1°C. Sementara *sampling* dari awal hingga akhir pada site 2 berkisar antara 26°C-28,8°C dengan suhu minimum pada 11 Desember 2017 dan maksimum pada 30 Maret 2018, site 3a berkisar antara 27°C-29,3°C dengan suhu minimum pada 29 Januari 2018 dan maksimum pada 16 Maret 2018, pada site 3b berkisar antara 27,3°C-30,4°C dengan suhu terendah pada 29 Januari 2018 dan tertinggi pada 30 Maret 2018. Sementara untuk site 4 berkisar antara 27,3°C-32°C dengan suhu minimum pada 29 Januari 2018 dan maksimum pada 30 Maret 2018, site 5 berkisar antara 28,1°C-33,2°C dengan suhu minimum pada 11 Desember 2017 dan suhu maksimum pada 30 Maret 2018, site 6 berkisar antara 28,2°C-32,5°C dengan suhu minimum pada 11 Desember 2017 dan maksimum pada 20 Februari 2018, serta site 7 berkisar antara 28,1°C-30,7 °C dengan suhu minimum pada 29 Januari 2018 dan maksimum pada tanggal 20 Februari 2018.

Berdasarkan gambar diatas diketahui bahwa suhu di hilir lebih besar dibandingkan di hulu. Data tersebut sama apabila dibandingkan dengan konsentrasi *Dissolved Oxygen* pada gambar 4.4 yang menunjukkan penurunan nilai DO dari hulu ke hilir. Hal ini diakibatkan oleh peningkatan proses oksidasi biologis yang bersamaan dengan peningkatan suhu perairan yang akhirnya menyebabkan peningkatan jumlah kebutuhan oksigen terlarut Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nelly (2017), Ridanovic (2010) serta Safran dan Anderson (1997).

4.2.2.2 pH

Derajat keasaman atau pH menunjukkan tingkat asam atau basa suatu perairan. Air sungai yang disukai oleh biota air biasanya memiliki pH antara 7-8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi reaksi biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi yang akan terhambat apabila pH air rendah dan berbagai zat toksik yang akan ditemukan apabila pH air tinggi. Tinggi rendahnya nilai pH dipengaruhi oleh beberapa hal, salah satunya adalah deterjen yang biasanya digunakan pada industri maupun rumah tangga (Susana, 2009). Hasil pengukuran derajat keasaman (pH)

Sungai Code pada Desember 2017 – Maret 2018 dapat dilihat pada diagram berikut

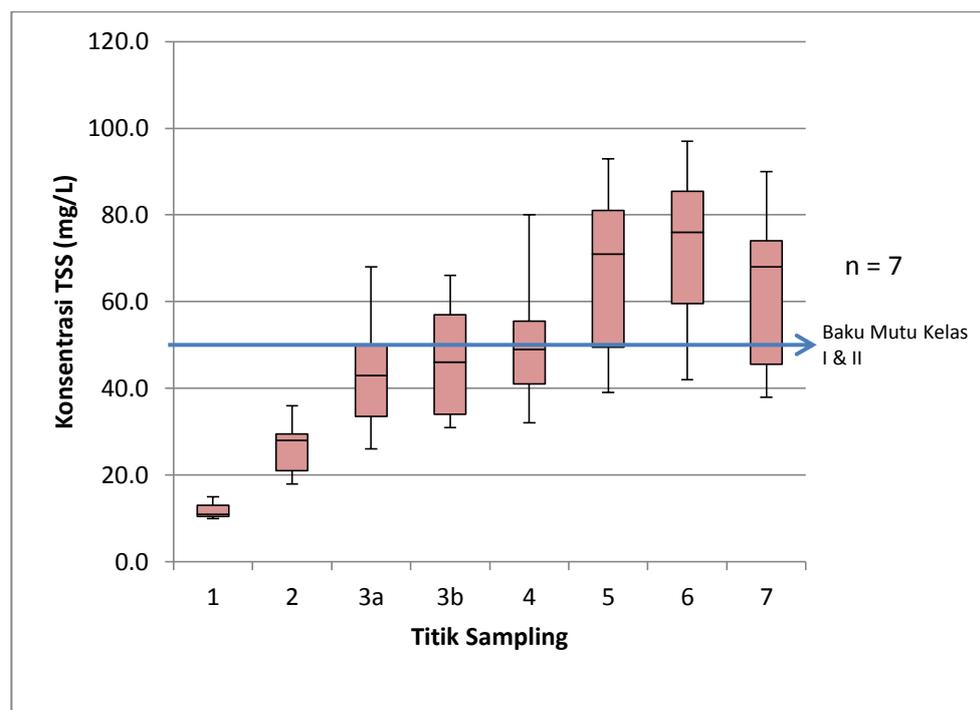


Gambar 4.9 Diagram pH Air Sungai Code

Berdasarkan gambar diatas terlihat bahwa data pH selama penelitian dari Desember 2017 hingga Maret 2018 pada site 1 hingga site 7 berkisar antara 6-8. Menurut Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008 baku mutu pH adalah 6-9 untuk air golongan kelas II. Hal ini apabila dibandingkan dengan nilai pH yang didapatkan pada hasil sampling semuanya memenuhi bakumutu.

4.2.2.3 Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) adalah bahan-bahan yang tersuspensi dalam air dengan diameter $>1 \mu\text{m}$ seperti pasir halus, lumpur, jasad renik, dan hasil pengikisan tanah (Effendi, 2003). Menurut Daphne (2011), semakin tinggi tingkat TSS dalam air, maka semakin tinggi pula tingkat kekeruhannya akibat pengaruh dari partikel yang menghambat penyebaran cahaya. Kekeruhan menunjukkan penurunan tingkat kejernihan air yang diakibatkan oleh berbagai zat-zat yang terlarut didalam air. Air yang keruh dapat dikatakan tidak baik untuk dikonsumsi oleh sebab itu kekeruhan air menjadi salah satu parameter dalam penentuan kualitas air bersih (Faisal, 2016). Pada penelitian ini TSS pada air Sungai Code selama waktu pengambilan sampel terdapat pada gambar berikut



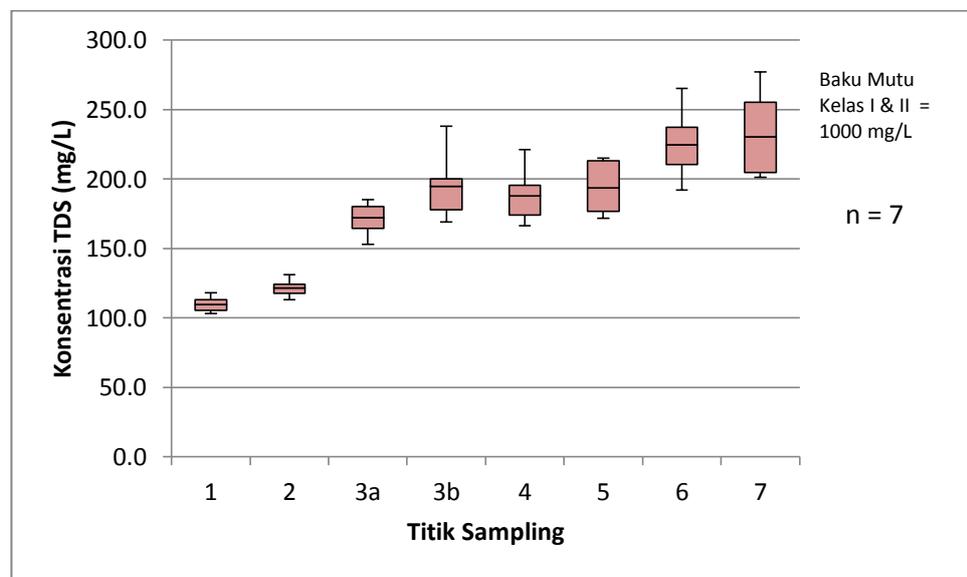
Gambar 4.10 Diagram Boxplot TSS Air Sungai Code

Berdasarkan data hasil penelitian dan diagram diatas, diketahui bahwa TSS sungai mengalami fluktuasi. Nilai TSS rata-rata untuk site 1 adalah 11 mg/L, untuk site 2 nilai rata-rata TSS adalah 28 mg/L, untuk site 3a dan 3b nilai TSS rata-rata adalah 43 mg/L dan 46 mg/L, untuk site 4 nilai TSS rata-rata adalah 49 mg/L, untuk site 5, 6 dan 7 nilai TSS rata-rata sebesar 71 mg/L, 76 mg/L dan 68 mg/L. Konsentrasi TSS rata-rata tertinggi berada pada site 5 dan disusul oleh site 4 dan rata-rata konsentrasi terendah ada pada site 1. TSS yang tinggi ini dapat berpengaruh pada ikan, zooplankton, dan makhluk hidup air lainnya akibat penyumbatan insang oleh partikel sehingga menghalangi proses respirasi (Tarigan, 2003). Kenaikan nilai TSS ini dapat dikarenakan kondisi dasar sungai yang berpasir dan menyebabkan partikel terbawa ke permukaan sungai. Selain itu saat pengambilan sampel air di lapangan, diketahui bahwa terdapat penambangan pasir di site 6 sehingga hal ini dapat menyebabkan tingginya konsentrasi TSS pada lokasi tersebut. Menurut Huda (2009), konsentrasi TSS yang tinggi menyebabkan terhambatnya sinar matahari untuk masuk ke dalam sungai sehingga dapat menghambat proses fotosintesis. Terhambatnya proses fotosintesis menyebabkan tanaman sekitar perairan tidak bisa menghasilkan oksigen sehingga konsentrasi oksigen terlarut dalam air menjadi minim. Hal ini dapat dilihat pada penelitian ini bahwa semakin rendahnya nilai TSS pada gambar 4.10 menunjukkan kerendahan konsentrasi DO pada gambar 4.4.

Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008 untuk baku mutu TSS dengan golongan air kelas I dan II adalah 50 mg/L. Site 1 yang merupakan wilayah hulu dari penelitian ini digolongkan sebagai air yang masih memenuhi standar baku mutu begitupun untuk site 2 hingga site 4 yang masih dibawah ambang batas yang ditentukan. Sementara itu untuk site 5 sampai 7 yang seluruh nilai rata-rata konsentrasinya tergolong melebihi ambang baku mutu yang telah ditentukan.

4.2.2.4 Total Dissolved Solid (TDS)

Menurut Effendi (2003), *Total Dissolved Solid* (TDS) adalah bahan-bahan terlarut dengan diameter $<10^{-6}$ dan koloid dengan diameter $10^{-6} - 10^{-3}$ yang merupakan senyawa kimia dan partikel lainnya yang tidak dapat tersaring dengan kertas saring berdiameter $0,45 \mu\text{m}$. Nilai TDS perairan dipengaruhi oleh limpasan dari tanah, pengikisan batuan sekitar sungai, serta input limbah baik domestik maupun non domestik. Adapun nilai TDS yang didapatkan pada pengukuran lapangan terdapat pada gambar berikut



Gambar 4.11 Diagram Boxplot TDS Air Sungai Code

Berdasarkan data diatas, nilai rata-rata TDS pada site 1 adalah 109,7 mg/L, untuk site 2 sebesar 121,3 mg/L, untuk site 3a dan 3b sebesar 172 mg/L dan 194 mg/L. Sementara itu untuk site 4, 5, 6 dan 7 berturut-turut nilai TDS rata-rata sebesar 187,6 mg/L, 193,4 mg/L, 224,6 mg/L, dan 230,4 mg/L. Nilai konsentrasi rata-rata TDS tertinggi terdapat pada site 5 dan terendah pada site 1. Kenaikan konsentrasi rata-rata TDS di site 5 dapat disebabkan oleh adanya pertambangan pasir di lokasi pengambilan sampel. Baik nilai TSS dan TDS saling berhubungan erat dan keduanya dapat meningkat apabila terjadinya hujan lebat karena adanya erosi sedimentasi (Mohamadi, 2015). Menurut Machdar (2018), Konsentrasi TDS

yang tinggi dapat menurunkan nilai oksigen terlarut dalam air yang akhirnya akan menghasilkan gas-gas yang tidak diinginkan. Berdasarkan Pergub DIY No. 20 Tahun 2008, baku mutu TDS untuk golongan air kelas II 1000 mg/L sehingga nilai TDS dalam hasil penelitian ini masih memenuhi standar baku mutu.

4.3 *Water Quality Index (Indeks Pencemaran)*

Metode *Water Quality Index* (WQI) yang digunakan pada penelitian ini adalah salah satu yang sering digunakan pada penelitian di Indonesia yakni Indeks Pencemaran (IP). Pemilihan metode ini dikarenakan angka indeks dapat diketahui pada saat sekali sampling sehingga lebih mudah untuk menganalisis pengaruh curah hujan terhadap angka indeks (Saraswati, 2014). Konsentrasi setiap parameter akan dibandingkan dengan baku mutu air sesuai peruntukannya, dalam hal ini code menggunakan baku mutu yang diatur oleh Pergub DIY untuk golongan air kelas II (SLHD, 2015) kemudian setiap hasil perbandingan dari parameter akan diakumulasikan menggunakan persamaan 3.1. Setelah mendapatkan angka indeks, kemudian hasil nilai tersebut akan dibandingkan dengan rentang yang telah ditentukan pada KepMenLH No. 115 Tahun 2003 seperti berikut :

$0 \leq PI_j \leq 1,0$ = memenuhi baku mutu (kondisi baik)

$1,0 \leq PI_j \leq 5,0$ = cemar ringan

$5,0 \leq PI_j \leq 10$ = cemar sedang

$PI_j \geq 10$ = cemar berat

Contoh perhitungan nilai Indeks Pencemaran (IP) pada bulan Desember site 2 dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini

Tabel 4.1 Contoh Perhitungan Nilai IP

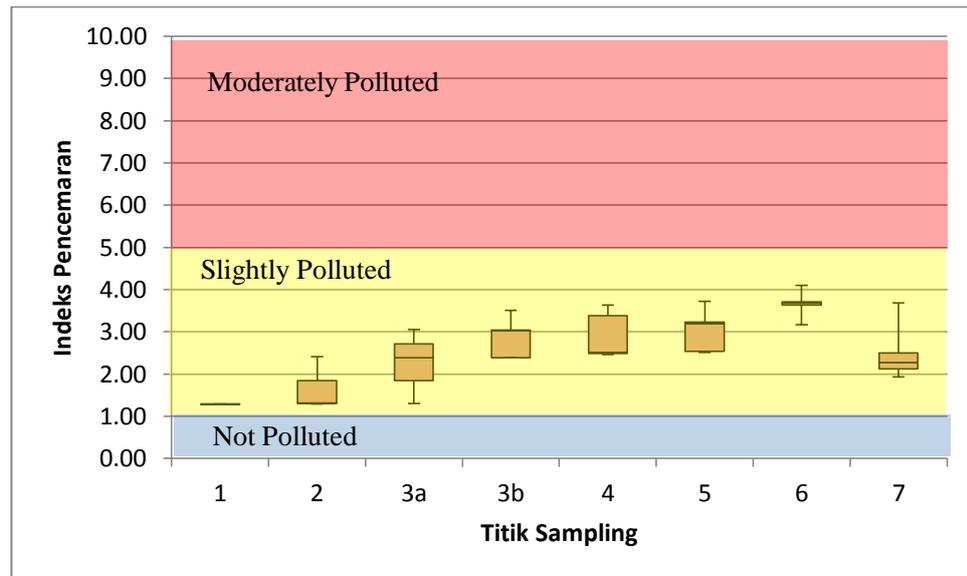
SITE 2	11-Des					
	Parameter	Ci	Lix	Satuan	Ci/Lix	Ci/Lix baru
	pH	6	6-9	-	1,00	1,00
	TSS	36	50	mg/L	0,72	0,72
	TDS	130,9	1000	mg/L	0,13	0,13
	DO	7,63	4	mg/L	0,01	0,01
	BOD	8,48	3	mg/L	2,83	3,26
	COD	22,00	25	mg/L	0,88	0,88
	Amoniak	0,45	0,5	mg/L	0,90	0,90
	Jumlah					6,89
Rata-rata					0,98	
Maksimum					3,26	
Pij					2,40	
Keterangan				Cemar Ringan		

Berdasarkan tabel perhitungan diatas nilai pH, TSS, TDS,DO dan Amonia masih memenuhi standar baku mutu yang sesuai dengan peruntukannya sehingga nilai C_i/L_{ix} tetap digunakan pada C_i/L_{ix} baru. Sementara itu untuk parameter BOD dan COD yang telah melewati standar baku mutu, nilai C_i/L_{ix} akan ditransformasi ke C_i/L_{ix} baru sesuai dengan persamaan 3.2 hingga perhitungan C_i/L_{ix} baru untuk BOD dan COD adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C_i/L_{ix} \text{ baru BOD} &= 1 + 5 \cdot \log(5,65) \\ &= 4,76 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_i/L_{ix} \text{ baru COD} &= 1 + 5 \cdot \log(2,88) \\ &= 3,30 \end{aligned}$$

Nilai perhitungan Indeks Pencemaran (IP) dari kualitas air Sungai Code dari site 2 hingga site 7 terdapat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.12 Diagram Boxplot Index Pencemaran

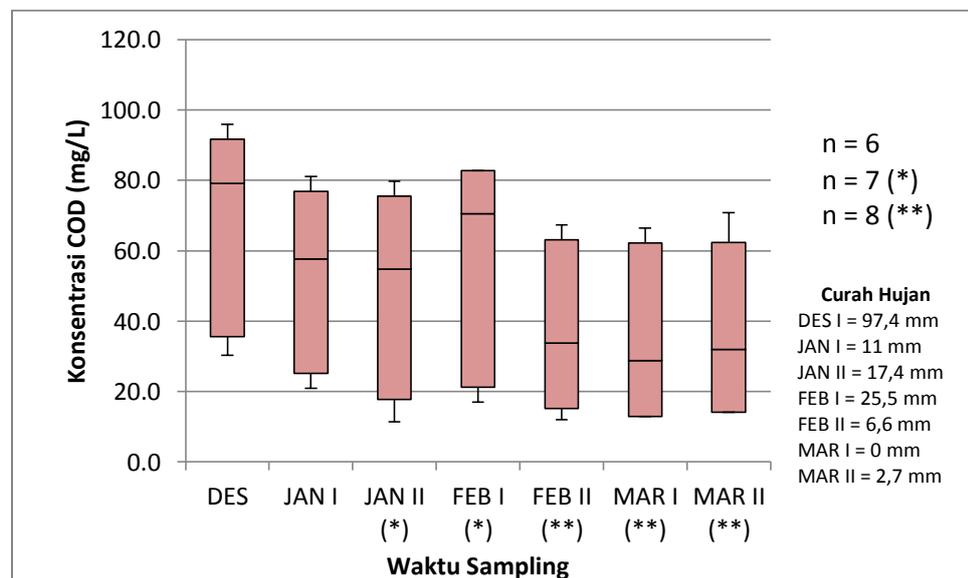
Berdasarkan gambar diatas Nilai IP rata-rata pada site 1 sebesar 1,6 kemudian disusul oleh site 2 dengan nilai rata-rata 1,61. Nilai IP untuk site 3a dan 3b berturut-turut adalah 3,27 dan 3,87. Selanjutnya nilai IP rata-rata untuk site 4, 5, 6 dan 7 berturut-turut sebesar 2,90, 2,99, 3,66 dan 2,44. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa nilai terendah dari indeks pencemaran dari seluruh titik sampling terdapat pada site 1 dan yang tertinggi ada pada site 5. Pada site 4,5 dan 6 nilai IP melonjak drastis hal ini dapat dilihat dari gambar 3.2 yang menunjukkan bahwa lokasi pada ketiga titik sampling tersebut didominasi oleh pemukiman. Selain itu daerah tersebut dapat dikatakan sebagai pusat Kota Yogyakarta, terutama untuk site 5, yang mana terdapat aktivitas manusia dan industri seperti restoran, hotel/penginapan, rumah makan, pusat perbelanjaan (mall dan pusat oleh-oleh Malioboro). Berdasarkan Keseluruhan nilai IP yang didapatkan dari site 1 hingga site 7, semuanya termasuk dalam kategori cemaran ringan. Perubahan nilai IP dari satu titik ke titik lainnya ini diakibatkan oleh beberapa parameter yang melebihi baku mutu pada saat pengambilan sampel.

4.4 Analisis Pengaruh Curah Hujan Terhadap Kualitas Air Sungai Code

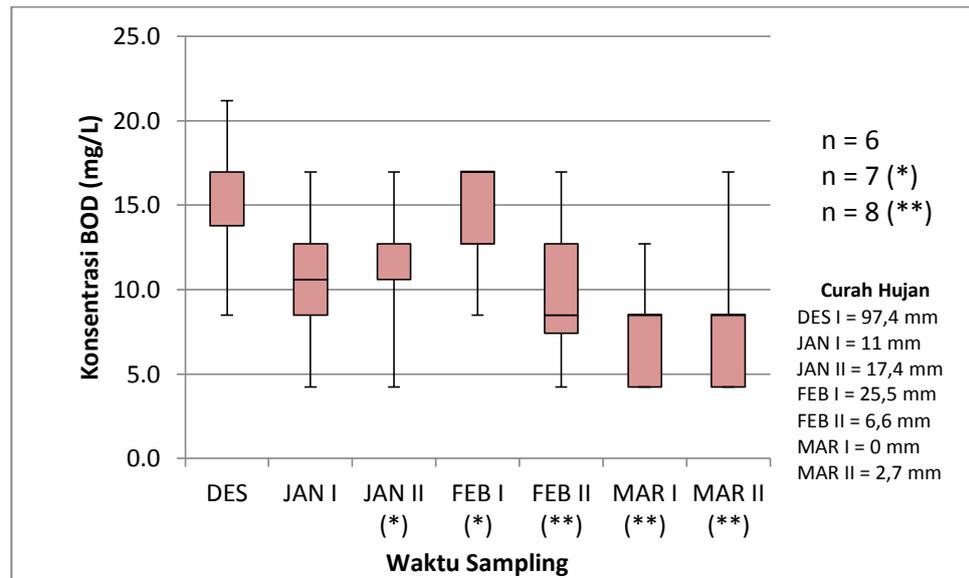
Pengaruh musim penghujan terhadap kualitas perairan dapat bersifat dua jenis yakni untuk mengencerkan bahan pencemar yang ada di sungai sehingga

konsentrasi pencemar di sungai menjadi sedikit atau bisa membawa limpasan air hujan yang telah terkontaminasi pencemar dari daratan menuju badan air. Terakumulasinya bahan pencemar ke dalam perairan baik secara langsung maupun tidak langsung akan menurunkan kualitas air baik secara fisik, kimia, maupun mikrobiologi (Sundra, 2006).

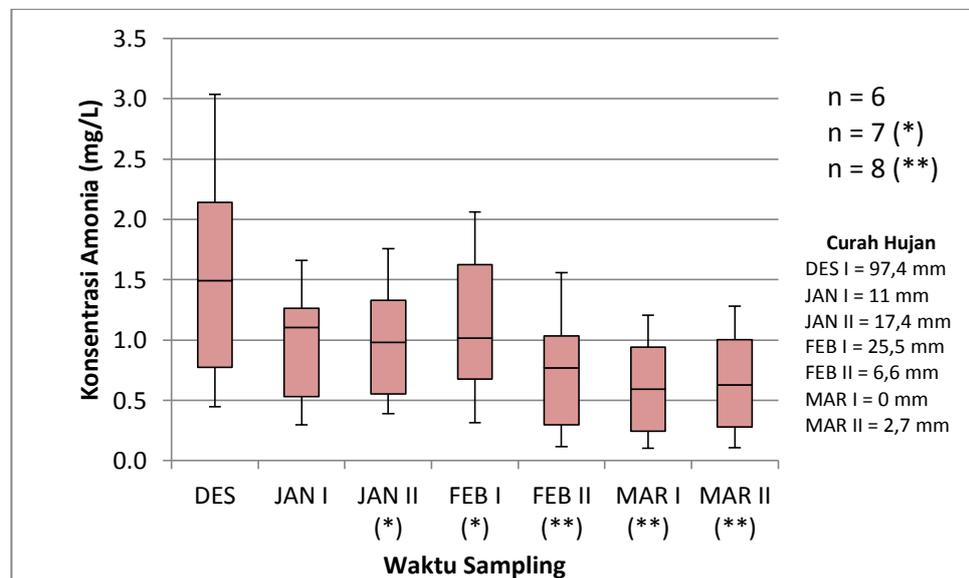
Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap curah hujan dari setiap waktu *sampling* terhadap kualitas air sungai parameter kimia organik yakni BOD, COD dan Amonia serta pengaruh curah hujan terhadap Indeks Pencemaran (IP). Diketahui bahwa curah hujan mengenai fluktuatif seperti yang terdapat pada *gambar 4.1* diatas. Berikut adalah diagram boxplot yang menggambarkan kualitas air sungai untuk parameter kimia organik dan indeks pencemaran dari keseluruhan parameter kimia dan fisika untuk setiap curah hujan pada waktu *sampling*



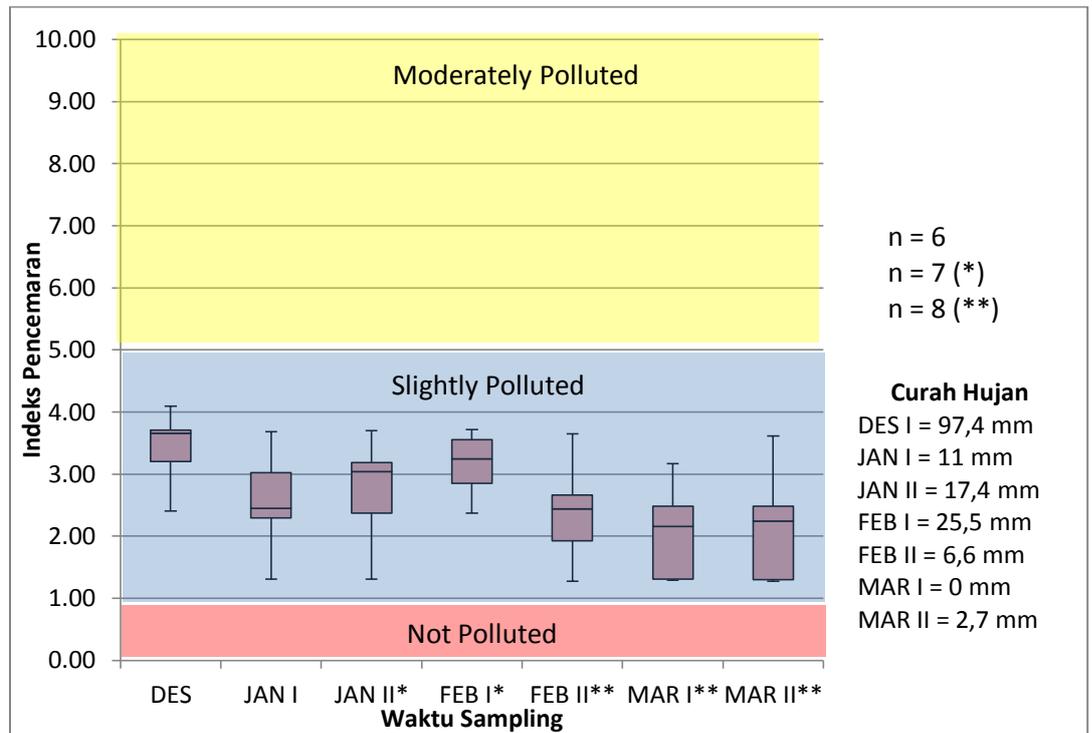
Gambar 4.13 Diagram Boxplot Curah Hujan Terhadap Konsentrasi COD di Sepanjang Sungai Code



Gambar 4.14 Diagram Boxplot Curah Hujan Terhadap Konsentrasi BOD di Sepanjang Sungai Code



Gambar 4.15 Diagram Boxplot Curah Hujan Terhadap Konsentrasi Amonia di Sepanjang Sungai Code



Gambar 4. 16 Diagram Boxplot Curah Hujan terhadap Indeks Pencemaran Sungai Code

Berdasarkan gambar 4.13 diatas, rata-rata konsentrasi COD pada saat curah hujan sebesar 0 mm adalah 49,50 mg/L, untuk curah hujan 2,75 mm adalah 50,57 mg/L, untuk curah hujan 6,6 mm, 11 mm, 17,4 mm, dan 25,5 mm berturut turut adalah 54,50 mg/L, 57,71 mg/L, 60,57 mg/L, dan 75,14 mg/L, terakhir untuk curah hujan 97,4 mm rata-rata konsentrasi COD adalah 79,14 mg/L. Data tersebut menunjukkan adanya perbedaan konsentrasi COD yang signifikan dari curah hujan terendah yakni 0 mm ke curah hujan tertinggi yaitu 97,4 mm.

Pada gambar 4.14 menunjukkan konsentrasi BOD untuk setiap curah hujan pengambilan sampel. Nilai konsentrasi BOD terbilang cukup seragam untuk setiap sitanya sehingga diagram tersebut memperlihatkan adanya beberapa kesamaan antara nilai rata-rata konsentrasi dan nilai minimum dan maksimum. Rata-rata konsentrasi BOD pada curah hujan 0 mm, 2,75 mm, dan 6,6 mm memiliki nilai yang sama yakni 8,48 mg/L, untuk curah hujan 11 mm dan 17 mm berturut-turut adalah 10,59 mg/L dan 12,71 mg/L, sedangkan untuk curah hujan

25,5 mm dan 97,4 mm, nilai rata-rata konsentrasi BOD adalah 14,83 mg/L dan 16,95 mg/L. Nilai diatas menunjukkan perbedaan curah hujan yang tidak signifikan tidak memberikan pengaruh besar pada nilai rata-rata konsentrasi BOD.

Gambar 4.15 menunjukkan nilai konsentrasi amonia pada setiap curah hujan pengambilan sampel air sungai. Pada gambar tersebut terlihat bahwa pada curah hujan 0 mm, nilai rata-rata konsentrasi amonia sebesar 0,86 mg/L. Nilai ini menjadi nilai minimum sepanjang pengambilan sampel air sungai. Konsentrasi rata-rata amonia untuk curah hujan 2,75 mm, 6,6 mm, 11 mm, 17,5 mm, dan 25,5 mm berturut-turut adalah 0,89 mg/L, 0,98 mg/L, 1,10 mg/L, 1,13 mg/L dan 1,29 mg/L. Sementara untuk konsentrasi rata-rata amonia pada curah hujan tertinggi yakni 97,4 mm adalah 1,49 mg/L dimana juga menjadi konsentrasi tertinggi dibandingkan yang lainnya. Ketinggian nilai amonia pada curah hujan yang tinggi dapat diakibatkan oleh banyak hal seperti limpasan dari limbah domestik maupun non domestik serta kandungan NH_3 yang memang terkandung dalam air hujan pada proses fiksasi nitrogen.

Pada gambar 4.16 terlihat bahwa nilai IP untuk setiap waktu sampel dikategorikan dalam cemar ringan. Nilai IP rata-rata di sepanjang sungai code tertinggi adalah 3,43 yang terdapat pada pengambilan sampel Bulan Desember dengan curah hujan tertinggi yakni 97,4 mm. Sementara itu pada pengambilan sampel Bulan Banuari nilai IP berturut-turut adalah 2,56 dan 2,74. Nilai IP di Bulan Februari minggu pertama dan minggu kedua sebesar 3,16 dan 2,35. Nilai terendah adalah 2,05 yang terdapat pada Bulan Maret di pengambilan sampel pertama dengan curah hujan 0 mm sementara untuk pengambilan sampel kedua di bulan maret diketahui memiliki nilai IP sebesar 2,12.

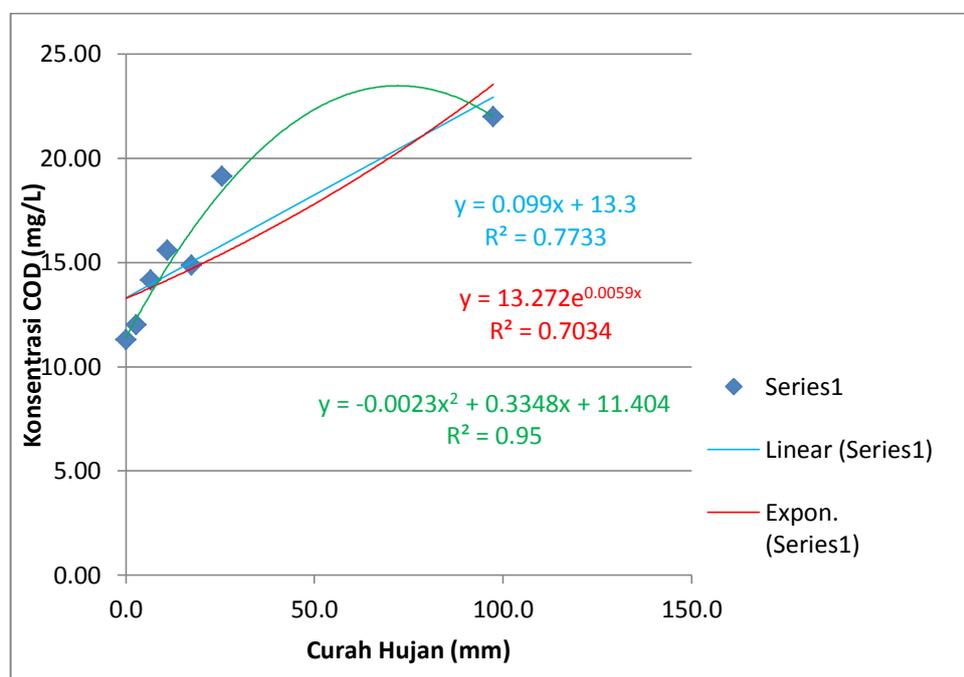
Pada penelitian ini hubungan antar curah hujan dan konsentrasi dari ketiga parameter dan nilai IP diatas akan dianalisis dengan metode statistik. Metode statistik adalah pengetahuan yang mengandung prinsip-prinsip dan metodologi tentang perencanaan penelitian, pengumpulan data, hingga mempresentasikan data sebagai dasar untuk pengambilan keputusan (Gunawan, 2015).

Bagi peneliti laboratorium seperti penelitian ini, metode statistik memberikan peralatan yang berguna bagi perencanaan eksperimennya dan

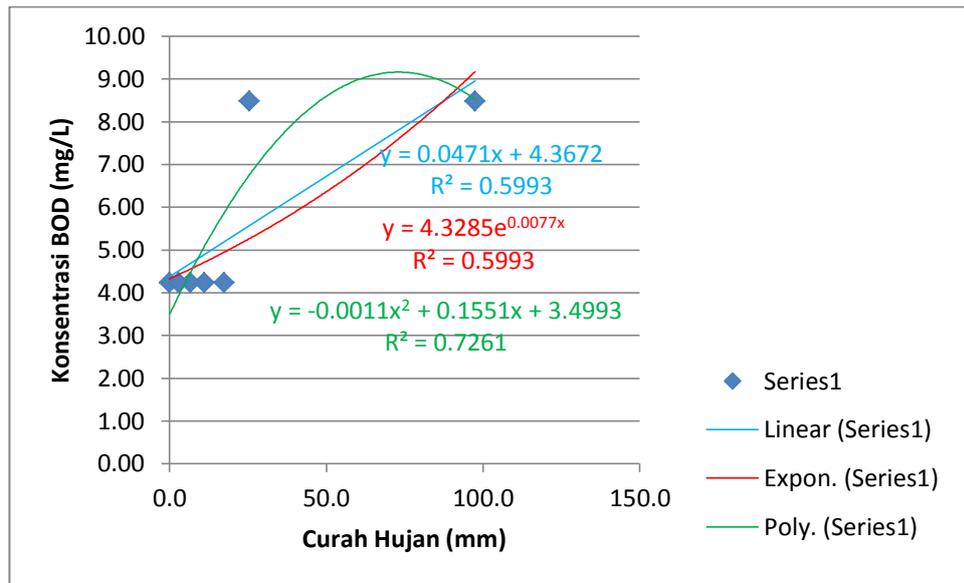
evaluasi hasil eksperimen itu sendiri. Dalam merencanakan penelitian di laboratorium diharuskan untuk memperhitungkan kemungkinan adanya kesalahan eksperimen (*experimental error*).

4.4.1 Analisis Regresi dan Koefisien Determinasi

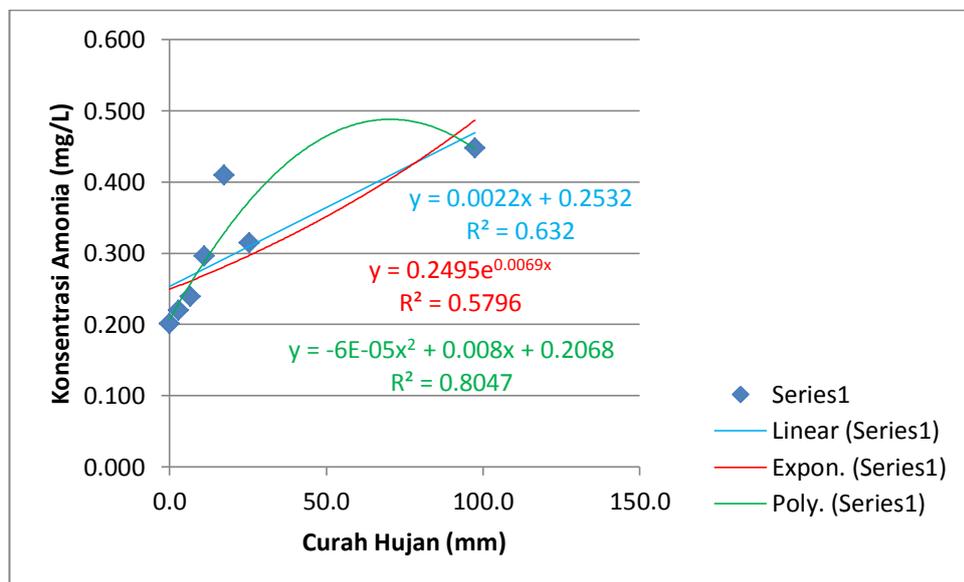
Metode statistik yang digunakan dalam penentuan hubungan curah hujan dan kualitas air sungai ini adalah analisis regresi dan koefisien korelasi *pearson*. Koefisien determinasi yang didapatkan dari analisis regresi baik linier maupun non linier (eksponensial dan polynomial) akan dibandingkan untuk setiap site dan parameter sehingga dapat diketahui pola keterkaitan curah hujan dan zat pollutant yang ada di Sungai Code. Berikut ini adalah contoh hasil plot pada site 2 dari ketiga metode analisis regresi



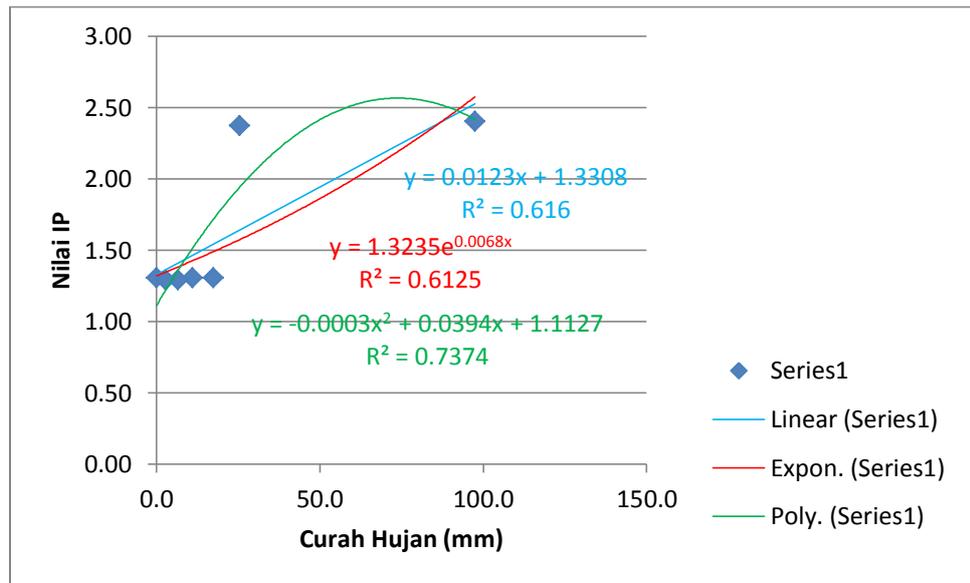
Gambar 4.17 Perbandingan Regresi Linier dan Non-linier Curah Hujan terhadap Konsentrasi COD Sungai Code



Gambar 4.18 Perbandingan Regresi Linier dan Non-linier Curah Hujan terhadap Konsentrasi BOD Sungai Code



Gambar 4.19 Perbandingan Regresi Linier dan Non-linier Curah Hujan terhadap Konsentrasi BOD Sungai Code



Gambar 4.20 Perbandingan Regresi Linier dan Non-linier Curah Hujan terhadap Indeks Pencemaran Sungai Code

Kurva analisis regresi diatas hanya diambil pada site 2 sebagai perwakilan. Untuk parameter COD hasil koefisien determinasi untuk regresi linier, eksponensial dan polinomial berturut-turut sebesar 0,7733, 0,7034 dan 0,95. Sementara untuk parameter BOD hasil koefisien determinasi untuk regresi linier dan eksponensial bernilai sama yakni 0,5993 dan untuk regresi polinomial sebesar 0,7261. Koefisien determinasi untuk regresi linier, eksponensial dan polinomial pada paramater amonia berturut-turut adalah sebesar 0,632, 0,5796 dan 0,8047. Terakhir untuk nilai Indeks Pencemaran, nilai koefisien determinasi dari ketiga regresi tersebut berturut-turut sebesar 0,616, 0,6125 dan 0,7374. Berikut adalah tabel yang menampilkan perbandingan koefisien determinasi dari regresi linier dan regresi non linier (eksponensial dan polinomial)

Tabel 4.2 Perbandingan Regresi Linier dan Non Linier Curah Hujan terhadap Konsentrasi Pencemar Sungai Code

	COD			BOD		
	Koefisien Determinasi			Koefisien Determinasi		
	Linier	Eksponensial	Polynomial	Linier	Eksponensial	Polynomial
Site 2	0,7733	0,7034	0,9500	0,5933	0,5933	0,7261
site 3	0,8193	0,7748	0,9455	0,7557	0,6112	0,8893
Site 4	0,6373	0,609	0,9487	0,5862	0,5661	0,8664
Site 5	0,8102	0,7761	0,9593	0,8877	0,7718	0,9056
Site 6	0,6461	0,6019	0,7559	0,6850	0,5898	0,7148
Site 7	0,6537	0,6312	0,8500	0,6990	0,5871	0,8108
	Amonia			IP		
	Koefisien Determinasi			Koefisien Determinasi		
	Linier	Eksponensial	Polynomial	Linier	Eksponensial	Polynomial
Site 2	0,6320	0,5796	0,8047	0,6160	0,6125	0,7374
site 3	0,6860	0,6384	0,9397	0,4479	0,3788	0,8706
Site 4	0,8380	0,7745	0,9267	0,5882	0,5731	0,8913
Site 5	0,8889	0,7985	0,9875	0,7852	0,7095	0,8741
Site 6	0,9461	0,8613	0,9926	0,6548	0,6051	0,7479
Site 7	0,7837	0,7355	0,9630	0,9811	0,9514	0,9941

Pada tabel 4.2 diatas terlihat bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) tertinggi untuk seluruh parameter dan nilai IP pada site 1 hingga site 7 terdapat pada analisis regresi non linier yakni polinomial. Hal ini didasari pada konsep dimana kondisi R^2 yang semakin dekat dengan angka 1 maka semakin banyak variabel konsentrasi polutan yang dapat dijelaskan oleh variabel curah hujan (Wibowo, 2001). Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa regresi non linier adalah analisis regresi yang paling mendekati untuk menjelaskan bagaimana pengaruh curah hujan terhadap konsentrasi pencemar di Sungai Code.

4.4.2 Koefisien Korelasi dan Uji t-distribusi

Setelah mengetahui pola keterkaitan antara curah hujan dan konsentrasi polutan serta indeks pencemaran, koefisien korelasi *pearson* digunakan untuk mengetahui seberapa kuat atau tidaknya pengaruh curah hujan terhadap konsentrasi polutan di Sungai Code. Hasil konsentrasi BOD, COD, dan Amonia serta Indeks Pencemaran yang telah didapatkan kemudian dimasukkan kedalam

persamaan 3.7. Setelah mendapatkan hasil koefisien korelasi, maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah uji perbedaan. Uji beda ini adalah alat statistik untuk menguji hipotesis penelitian yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan satu, dua atau lebih variabel penelitian. Terdapat dua jenis uji beda dalam statistik yang dibedakan dari berapa banyak variabel yang akan dikaji. Hal inilah yang menyebabkan pemilihan distribusi-t dalam penelitian ini, dimana uji distribusi-t berlaku pada penelitian yang kurang dari 30 data (Gunawan, 2015). Uji t dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.8 yang kemudian hasil tersebut dikatakan t_{hitung} . Nilai t_{hitung} harus lebih besar dari nilai t_{tabel} untuk menyimpulkan bahwa nilai koefisien korelasi yang kita dapatkan dapat diterima. Adapun hasil nilai koefisien korelasi *pearson* dan t_{hitung} beserta t_{tabel} terdapat pada tabel berikut

Tabel 4.3 Nilai Koefisien Korelasi Pearson

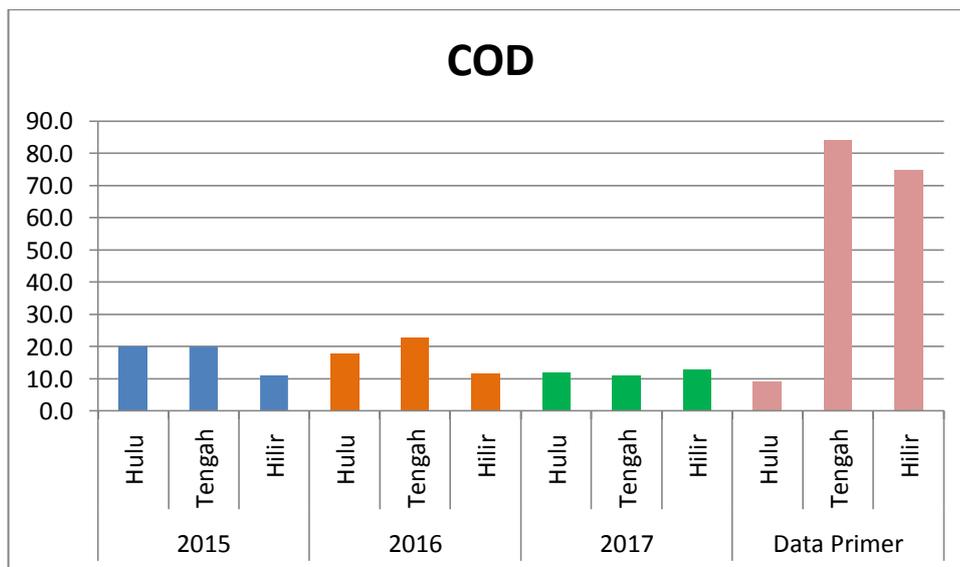
	COD				BOD			
	Koefisien Korelasi (r)				Koefisien Korelasi (r)			
	R	Keterangan	t (hitung)	t (tabel)	R	Keterangan	t (hitung)	t (tabel)
Site 2	0,8794	Sangat Kuat	4,130	2,571	0,7742	Kuat	2,735	2,571
site 3	0,9051	Sangat Kuat	4,761		0,8693	Sangat Kuat	3,933	
Site 4	0,7983	Kuat	2,964		0,7656	Kuat	2,661	
Site 5	0,9001	Sangat Kuat	4,620		0,9422	Sangat Kuat	6,286	
Site 6	0,8038	Sangat Kuat	3,021		0,8276	Sangat Kuat	3,297	
Site 7	0,8085	Sangat Kuat	3,072		0,8360	Sangat Kuat	3,407	
	Amonia				IP			
	Koefisien Korelasi (r)				Koefisien Korelasi (r)			
	r	Keterangan	t (hitung)	t (tabel)	r	Keterangan	t (hitung)	t (tabel)
Site 2	0,7942	Kuat	2,922	2,571	0,7848	Kuat	2,832	2,571
site 3	0,8275	Sangat Kuat	3,296		0,6679	Kuat	2,007	
Site 4	0,9145	Sangat Kuat	5,055		0,7665	Kuat	2,669	
Site 5	0,9424	Sangat Kuat	6,303		0,8853	Sangat Kuat	4,257	
Site 6	0,9723	Sangat Kuat	9,293		0,8074	Sangat Kuat	3,059	
Site 7	0,8845	Sangat Kuat	4,238		0,9902	Sangat Kuat	15,869	

Pada tabel diatas terlihat bahwa hasil analisis koefisien pearson baik untuk konsentrasi COD, BOD, maupun Amonia serta nilai IP di site pertama hingga terakhir pengambilan sampel terdapat hubungan yang bersifat positif antara curah hujan dan zat polutan yang ada di air Sungai Code. Nilai korelasi pearson bervariasi antara kuat dan sangat kuat. Berdasarkan uji distribusi-t yang dapat dilihat pada tabel, diketahui bahwa koefisien korelasi antara curah hujan dan parameter kimia organik baik COD, BOD dan Amonia bersifat signifikan yang artinya nilainya dapat diterima. Namun koefisien korelasi untuk nilai IP tidak semuanya signifikan yakni pada site 2 yang memiliki nilai t_{hitung} lebih kecil dari t_{tabel} . Hal ini dapat diakibatkan oleh proses konversi angka yang akhirnya menyebabkan tidak adanya nilai signifikan antara masing-masing curah hujan.

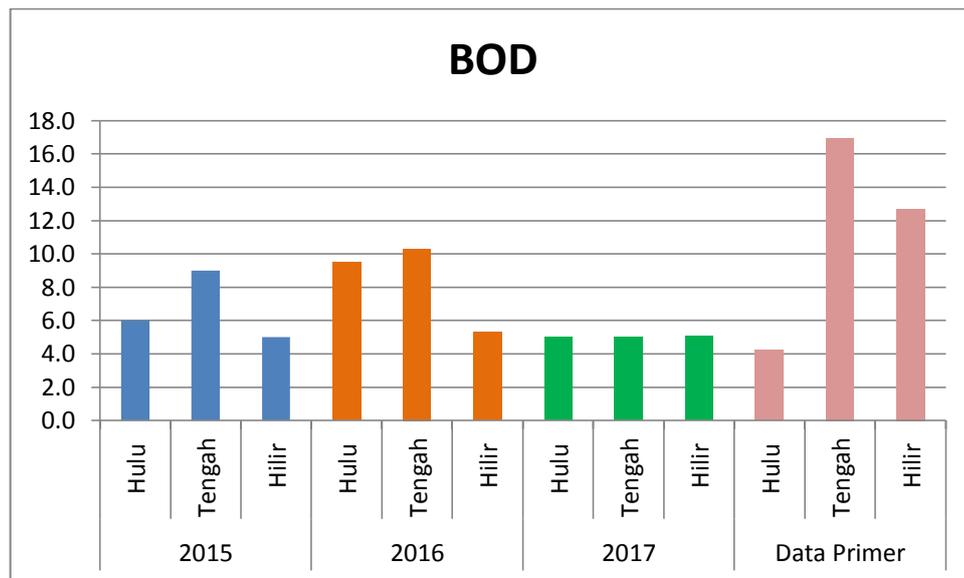
Berdasarkan tabel tersebut yang menggambarkan bahwa hampir keseluruhan variabel curah hujan berhubungan kuat hingga sangat kuat terhadap variabel terikat berarti dapat dikatakan bahwa memang ada pengaruh curah hujan terhadap kualitas air Sungai Code terutama untuk parameter COD, BOD, dan Amonia. Hubungan antara kedua variabel tersebut adalah positif yang berarti kenaikan curah hujan dapat menyebabkan peningkatan zat polutan di Sungai Code namun hubungan tersebut tidak selalu linier. Peningkatan konsentrasi polutan ini diakibatkan oleh berbagai faktor salah satunya dapat disebabkan oleh limpasan air hujan yang masuk ke badan air Sungai Code mengandung bahan pencemar organik yang kemudian berdampak pada kenaikan konsentrasi parameter organik seperti BOD, COD, dan Amonia. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Bae (2013) di Sungai Hwang, Korea, yang menyatakan bahwa pada curah hujan tertinggi penelitiannya yakni 30 mm, air hujan akan membawa berbagai polutan dari daratan menuju badan air yang menyebabkan beberapa konsentrasi parameter semakin meningkat seperti COD dan TSS.

4.5 Perbandingan Data Primer Penelitian dengan Data Sekunder

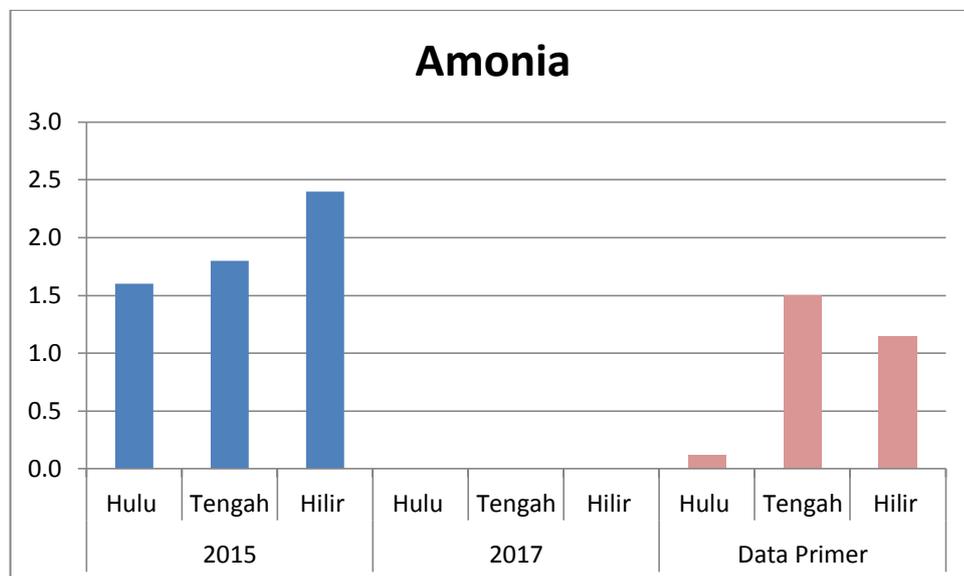
Pemerintah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta secara rutin melakukan *monitoring* kualitas air sungai di DIY, salah satunya adalah Sungai Code. *Monitoring* ini dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup (BLH) Provinsi DIY yang kemudian dapat diakses melalui website resminya. Data yang telah didapatkan pada penelitian ini kemudian akan dibandingkan dengan data *monitoring* yang dilakukan oleh BLH pada tahun-tahun sebelumnya. Berikut adalah data kualitas air sungai yang dikhususkan untuk data kimia organik Sungai Code dari 2015 hingga 2017



Gambar 4.21 Perbandingan Konsentrasi COD Air Sungai Code Tahun 2015-2017 dan Data Primer



Gambar 4.22 Perbandingan Konsentrasi BOD Air Sungai Code Tahun 2015-2017 dan Data Primer



Gambar 4.23 Perbandingan Konsentrasi Amonia Air Sungai Code Tahun 2015-2017 dan Data Primer

Data sekunder yang digunakan adalah data pada bulan Juni 2015, Februari 2016, dan September 2017. Ketiga titik pantau yang didapat dari data sekunder akan dibandingkan dengan titik pantau pada penelitian ini yang memiliki lokasi sama atau mendekati. Penelitian ini akan berfokus pada parameter kimia organik saja yakni COD, BOD, dan Amonia. Data sekunder pada gambar 4.21 menunjukkan bahwa tingkat konsentrasi bahwa konsentrasi COD pada Juni 2015

dari hulu (Jembatan Boyong), tengah (Jembatan Sayidan) dan hilir (Jembatan Wonokromo) sebesar 20 mg/L, 20 mg/L dan 11 mg/L. Pada Februari 2016, konsentrasi COD dari hulu hingga ke hilir dengan lokasi jembatan yang sama adalah 17,8 mg/L, 22,8 mg/L dan 11,7 mg/L. Konsentrasi COD pada Oktober 2017 dari hulu ke hilir dengan titik yang sama adalah 12 mg/L, 11 mg/L dan 12,96 mg/L. Sementara itu untuk data primer pada penelitian ini, lokasi pengambilan titik hulu sama dengan data sekunder yakni Jembatan Boyong namun untuk titik tengah dan hilir sungai berbeda yakni hilir sungai terdapat pada Jembatan Dewa Bronto yang berjarak kurang lebih 2 kilometer dari Jembatan Sayidan dan Jembatan Imogiri Barat yang berjarak sekitar 4 kilometer dari Jembatan Wonokromo. Konsentrasi COD pada data primer di tahun 2018 dari hulu ke hilir sebesar 9,1 mg/L, 84,1 mg/L dan 74,9 mg/L.

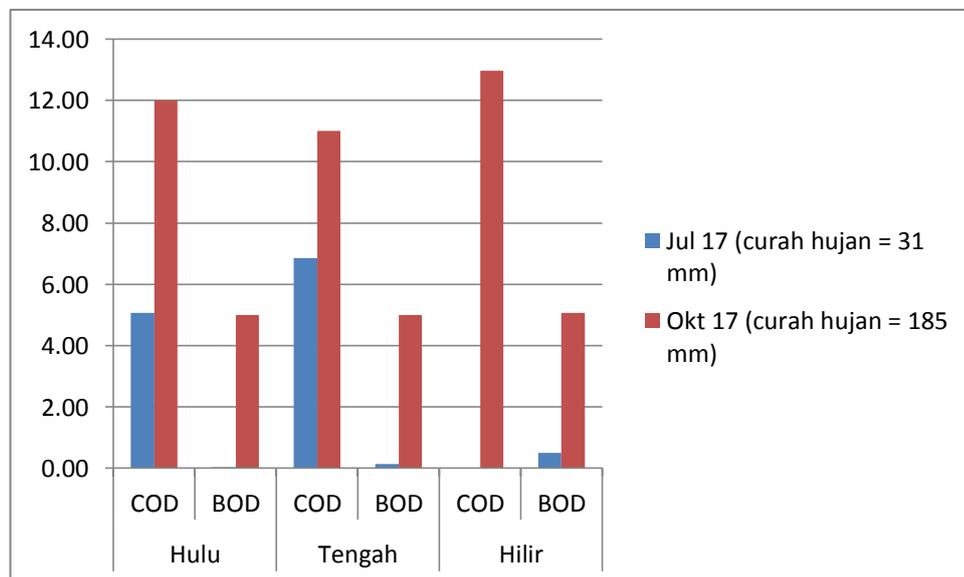
Parameter BOD pada gambar 4.22 menunjukkan bahwa konsentrasinya pada Juni 2015 dari hulu hingga hilir sebesar 6 mg/L, 9 mg/L dan 5 mg/L. Konsentrasi BOD pada Februari 2016 dari hulu hingga hilir sebesar 9,5 mg/L, 10,3 mg/L dan 5,3 mg/L. Pada Oktober 2017, konsentrasi BOD dari hulu ke hilir sebesar 5 mg/L, 5 mg/L dan 5,07 mg/L. Sementara itu data primer menunjukkan nilai BOD adalah 4,2 mg/L, 17,0 mg/L dan 12,7 mg/L. Berdasarkan data tersebut, terlihat bahwa konsentrasi BOD mengalami fluktuatif setiap tahunnya. Pada data primer nilai BOD melonjak naik hal ini juga sejalan dengan nilai COD yang tinggi.

Nilai fluktuatif juga terjadi pada konsentrasi amonia setiap tahun. Pada tahun 2015 konsentrasi Amonia dari hulu hingga hilir Sungai Code sebesar 1,6 mg/L, 1,8 mg/L dan 2,4 mg/L. Pada tahun 2016, tidak terdapat data amonia dari IKPLHD. Konsentrasi amonia pada tahun 2017 dari hulu hingga hilir semuanya lebih kecil dari 0,0094 mg/L. Sementara data primer tahun 2018 pada penelitian ini nilai Amonia di hulu sungai mencapai 0,1 mg/L, tengah mencapai 1,5 mg/L dan untuk hulu sungai 1,1 mg/L..

Fluktuatif parameter kualitas air baik kimia maupun fisik sebenarnya sangat dipengaruhi oleh pola kehidupan dan aktivitas manusia. Sementara pola aktivitas manusia sangat beragam dan sulit untuk diprediksi. Hampir seluruh

kehidupan manusia akan menghasilkan limbah baik domestik maupun non domestik sehingga pertambahan jumlah penduduk maupun pertambahan jumlah industri dapat mengakibatkan kenaikan jumlah timbulan limbah yang akhirnya akan menambah bahan pencemar di badan air. Kenaikan beberapa parameter juga dapat diakibatkan oleh pengambilan sampel air yang jatuh pada jam-jam pembuangan limbah. Selain itu perbedaan konsentrasi parameter kimia organik khususnya konsentrasi COD dan BOD juga dapat disebabkan oleh perbedaan titik antara data primer dan data sekunder terutama pada bagian tengah dan hilir Sungai Code.

Berikut adalah data sekunder dari BLH yang menunjukkan perbedaan kualitas air Sungai Code dengan waktu sampling yang berbeda yakni pada musim kemarau yakni Bulan Juni dan musim penghujan yakni Bulan Oktober pada tahun 2017.



Gambar 4.24 Perbandingan Kualitas Air Sungai Code Musim Kemarau dan Penghujan

Berdasarkan tabel diatas parameter kimia organik seperti BOD dan COD mengalami kenaikan. Hal ini dapat diakibatkan oleh terbawanya polutan-polutan di permukaan tanah yang pada akhirnya mengakibatkan zat pencemar masuk ke dalam badan sungai. Data sekunder yang didapatkan mendukung hasil dari penelitian ini yang menunjukkan bahwa semakin memang terdapat hubungan antara curah hujan dan bahan pencemar di Sungai Code. Tingginya curah hujan dapat mengakibatkan kenaikan konsentrasi pencemar. Namun sesuai dengan hasil analisis regresinya bahwa pola keterkaitan ini tidak linier, melainkan polinomial.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang Analisis Pengaruh Curah Hujan terhadap Kualitas Air Sungai Code Parameter Kimia Organik ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Terdapat hubungan yang bersifat positif yang kuat hingga sangat kuat antara curah hujan dan kualitas air sungai khususnya untuk parameter kimia organik dimana tingginya curah hujan mengakibatkan peningkatan konsentrasi zat pencemar organik yang terdapat di Sungai Code. Pola keterkaitan antar kedua variabel tersebut dapat dijelaskan dengan analisis regresi polinomial orde 2. Hal ini didukung oleh hasil koefisien determinasi, nilai koefisien korelasi *pearson*, dan nilai uji distribusi-t
2. Nilai rata-rata *Water Quality Index* (WQI) dengan metode Indeks Pencemaran (IP) maksimum untuk setiap waktu pengambilan air sampel pada penelitian ini adalah 3,43 pada tanggal 11 Desember 2017 sementara nilai rata-rata minimumnya adalah 2,05 yang terjadi pada pengambilan sampel 16 Maret 2016. Seluruh nilai IP yang didapatkan termasuk dalam kategori cemar ringan. Pada penelitian ini diketahui bahwa curah hujan berpengaruh pada hampir keseluruhan angka indeks pencemaran yang telah didapatkan.

5.2 Saran

1. Perlu adanya sosialisasi lebih lanjut kepada masyarakat sekitar Sungai Code maupun pelaku usaha/industri untuk tidak membuang limbah yang tidak terolah dan sampah ke dalam sungai. Selain itu usaha untuk meminimalisir limbah dan sampah juga harus disosialisasikan untuk mencegah semakin tercemarnya keadaan air Sungai Code.

2. Pemerintah disarankan untuk melakukan peraturan penerapan hukum yang tegas mengenai pembuangan limbah baik domestik maupun domestik di sungai untuk meminimalisir tingkat pencemarannya.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai perbedaan kualitas air Sungai Code pada musim penghujan dan musim kemarau karena pada penelitian ini hanya menggunakan curah hujan sebagai patokan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abowei, J.F.N. 2010. *Salinity, Dissolved Oxygen, pH, and Surface Water Temperature Conditions in Nkoro River, Niger Delta, Nigeria*. Advance Journal of Food Science and Technology Volume 2 No. 1 Hal 36-40
- Altansukh, Ochir., G. Davaa. 2011. *Application of Index Analysis to Evaluate The Water Quality of The Tuul River in Mongolia*. Mongolia. Journal of Water Resource and Protection 3:398-414
- Apriyanti, Dyah, Vera Indria Santi, Yusraini Dian Inayati Siregar. 2013. *Pengkajian Metode Analisis Amonia dalam Air dengan Metode Salicylate Test Kit*. Banten: Fakultas Sains dan Teknologi Ecolab Vol. 7 No. 2 Julis 2013 : 49-108
- Arifin, MS. 2010. *Modul Klimatologi*. Jawa Timur:Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
- Azizah, Mia dan Mira Humairoh. 2015. *Analisis Kadar Amonia (NH₃) dalam Air Sungai Cileungsi*. Jurnal Nusa Sylva Volume 15 Hal 51-57
- Badan Pengelola Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. 2014. *Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Yogyakarta Tahun 2014*. Yogyakarta: BPLHD
- Badan Pengelola Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. 2015. *Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Yogyakarta Tahun 2015*. Yogyakarta: BPLHD
- Badan Pengelola Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. 2016. *Dokumen Infromasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Kota Yogyakarta*. Yogyakarta: BPLHD
- Badan Pengelola Lingkungan Hidup Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. 2017. *Dokumen Infromasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Kota Yogyakarta..* Yogyakarta: BPLHD
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2004. *Cara Uji Oksigen Terlarut secara Yodometri*. SNI 06-6989.14- 2004. Jakarta: BSN

- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2004. *Cara Uji Padatan Tersuspensi Total secara Gravimetri*. SNI 06-6989.3- 2004. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2005. *Cara Uji Kadar Amonia dengan Spektrofotometer secara Fenat*. SNI 06-6989.30- 2005. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2008. *Metoda Pengambilan Contoh Air Permukaan*. SNI 6989.57- 2008. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2009. *Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/COD) dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometer*. SNI 6989.2- 2009. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2009. *Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD)*. SNI 6989.72- 2009. Jakarta: BSN
- Bae, Hun Kyun. 2013. *Changes of River Quality Responeded to Rainfall Events*. Daegu: Environment and Ecology Research 1(1): 21-25, 2013
- Boyd, Claude E. 1998. *Water Quality for Pond Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.
- Daphne, Low Hui Xiang, dkk. 2011. *Correlation between Turbidity and Total Suspended Solids in Singapore Rivers*. Journal of Water Sustainability, Volume 1, Issue 3. December 2011:55-64
- Darmono, 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. Jakarta. Penerbit Universitas Indonesia (UI Press)
- Dong, L.F., Nedwell, D.B., Underwood, G.J.C., Thornton, D.C.O., Rusmana, I., 2002. *Nitrous Oxide Formation in The Colne Estuary*. England: the centre role of nitrite. Applied Environmental Microbiology 68, 1240-1249
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius
- Fadholi, Akhmad. 2013. *Studi Pengaruh Suhu dan Tekanan Udara terhadap Operasi Penerbangan di Bandara H.A.S Hananjoeddin Buluh Tumbang Belitung Periode 1980-2010*. Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya, Volume 3 No. , Juni 2013

- Faisal, Muhammad, dkk. 2016. *Perancangan Sistem Monitoring Tingkat Kekurangan Air Secara Realtime Menggunakan Sensir TSD-10*. Jurnal Ilmu Fisika (JIF), Volume 8 No. 1 Maret 2016
- Goodwin, Laura D dan Nancy L. Leech. 2006. *Understanding Correlation: Factors that Affect the Size of r*. The Journal of Experimental Education, 2006, 74(3), 251-266
- Gunawan, Muhammad Ali. 2015. *Statistik Penelitian Bidang Pendidikan, Psikolog, dan Sosial*. Yogyakarta. Parama Publishing
- Hastuti, Yuni Puji. 2011. *Nitrifikasi dan Denitrifikasi di Tambak*. Jurnal Akuakultur Indonesia 10 (1), 89-98
- Hibban, Muhamad, dkk. 2016. *Studi Penurunan Konsentrasi Amonia dalam Limbah Cair Domestik dengan Teknologi Biofilter Aerobmedia Tubular Plastik pada Awal Pengolahan*. Jurnal Teknik Lingkungan, Volume 5 No. 2
- Huboyo, Haryono Setiyo., dkk. 2009. *Analisis Penentuan Mutu Air Beberapa Sungai di Jawa Tengah dengan Metode Storet dan Indeks Pencemaran*. Jurnal Presipitasi, Vol. 6 No. 2 September 2009
- Huda, Thorikul. 2009. *Hubungan antara Total Suspended Solid dengan Turbidity dan Dissolved oxygen*. <http://thorik.staff.uui.ac.id/2009/08/23/hubungan-antara-total-suspended-solid-dengan-turbidity-dan-dissolved-oxygen/>. Diakses pada pukul 15.49 tanggal 26 Mei 2018
- Imroatushshoolikhah. 2014. *Kajian Kualitas Air Sungai Code Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*. Yogyakarta: MGI Vol. 28 No. 1 Tahun Maret 2014
- Junaidi, Fathona Fajri. 2014. *Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Jembatan Ampera Sampai dengan Pulau Kemaro)*. Palembang. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 2 No.3 September 2014
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2003. *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air*. Jakarta: KLH
- Machdar, Izarul. 2018. *Pengantar Pengendalian Pencemaran: Pencemaran Air, Pencemaran Udara, dan Kebisingan*. Deepublish. Yogyakarta

- Malensang, Julyanti S., Hanny Komalig., Djoni Hatidja. 2012. *Hubungan Model Regresi Polinomial Berganda pada Kasus Data Pemasaran*. Jurnal Ilmiah Sains Vol. 12 No. 2 Oktober 2012
- Marlina, Nelly, dkk. 2017. *Pengaruh Kekasaran Saluran dan Suhu Air pada Parameter Kualitas Air COD, TSS di Sungai Winongo Menggunakan Software Qual2Kw*. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan. Volume 9, Nomor 2, Juni 2017 Hal. 122-133
- Masduqi Ali dan Aprillani Erna. 2008. *Estimation of Surabaya River Water Quality Using Kalman Filter Algorithm*. IPTEK, The Journal for Technology and Science. Vol. 19 No.3 August 2008
- Mohamadi, Mohamad Ayob dan Ataollah Kavian. 2015. Effects of Rainfall Patterns on Runoff and Soil Erosion in Field Plots. Mazandaran. Elsevier International Soil and Water Conservation Research 3 (2015):273-281
- Obaidy, Abdul Hameed M.J, dkk. 2014. *Heavy Metals Pollution in Surface Water of Mahrut River, Diyala, Iraq*. Iraq. Internation Journal of Advanced Research, Volume 2, Issue 10, 1039-1044
- Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta. 2008. *Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No 20 Tahun 2008 Tentang Baku Mutu Air*. Jakarta
- Ridanovic, Lejla., Sanel Ridanovic., Damir Jurica., Pavle Spasojevic. 2010. *Evaluation of Water Temperature and Dissolved Oxygen Regimes in River Neretva*. Balwois. Ohrid, Republic of Macedonia. 25,29 Me.
- Rostami, Sajjad., Jianxun He., dan Quazi K. Hasan. 2018. Riverine Water Quality Respon to Precipitation and It's Change. Canada. Journal of Environments. Vol5. No.8
- Safran, Karen.A., dan Anne Marie Anderson. 1997. *An Empirical Analysis of Water Temperature and Dissolved Oxygen Conditions in the Red Deer River*. Alberta Environmental Protection.
- Sajati, Haruno. 2015. *Komputasi Numeris: Analisis Regresi Sederhana Non-Liniear*. http://jati.stta.ac.id/2015/07/komputasi-numeris-analisis-regresi_26.html diakses tanggal 26 Mei 2018 Jam 21.45

- Salmin. 2005. *Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan*. Oseana. Vol XXX, Nomor 3. Hal 21-26
- Saraswati, Sri Puji., Sunyoto., Bambang Agus Kironoto., dan Suwarno Hadisusanto. 2014. *Assessment of the Forms and Sensitivity of the Index Formula PI, Storet, CCME for The Determination of Water Quality Status of A Tropical Stream in Indonesia*. Yogyakarta. Jurnal Manusia dan Lingkungan Vol. 21 No.2 (2014): 129-142
- Sastrawijaya, Tresna. 2000. *Pencemaran Lingkungan Cetakan Ke-II*. Jakarta . PT. Rineka Cipta.
- Sener, Sehnaz., Erhan Sener dan Aysen Davraz, 2017. *Evaluation of Water Quality Using Water Quality Index (WQI) method and GIS in Aksu River (SW – Turkey)*. Turkey. Science of The Total Environment 584-585 (2017) : 131-144
- Sinambela, Madiana dan Mariaty Sipayung. 2015. *Makrozoobentos dengan Parameter Fisika dan Kimia di Perairan Sungai Babura Kabupaten Deli Serdang*. Jurnal Biosains. Volume 1 No. 2 Agustus 2015
- Soemarwoto, o. 2003. *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Sundra, I Ketut. 2006. *Kualitas Air Bawah Tanah Wilayah Pesisir Kabupaten Bandung*. Jurnal Ecotrophic. Vol. 1 No. 2
- Susana, Tjuju. 2009. *Tingkat Keasaman (pH) dan Oksigen Terlarut sebagai Indikator Kualitas Perairan Sekitar Muara Sungai Cidasane*. Jurnal Teknik Lingkungan. Volume 5 No. 2 Desember 2009 hal 33-39
- Susanto, Gumbolo Hadi. 2015. *Pencemaran Lingkungan dan Dampaknya*. Yogyakarta. Ardana Media
- Tarigan, M.S. dan Edward. 2003. *Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi di Perairan Raha Sulawesi Tenggara*. Jurnal Makara Sains. Vol.7 No.3 Des. 2003
- Wahid, Abdul. 2009. *Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Debit Sungai Mamasa*. Jurnal SMARTek, Vol. 7 No.3 Agustus 2009:204-218

- Wardhana, Wisnu Arya. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan Edisi II*. Yogyakarta. Andi
- Wibowo, Mardi. 2001. *Pemodelan Statistik Hubungan Debit dan Kandungan Sedimen Sungai*. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol. 2, No. 3, September 2001: 255-260
- Yogendra, K. , E.T. Puttalah. 2008. *Determination of Water Quality Index and Suitability of An Urban Water Body in Shimoga Town, Karnataka*. India. Department of P.G Studies and Research in Environmental Science (2008) 342-246
- Yusi, Syahirman dan Umiyati Idris. 2009. *Metodologi Penelitian Ilmu Sosial Pendekatan Kuantitatif*. Palembang. Citrabooks Indonesia

