

## **TUGAS AKHIR**

# **PENENTUAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR SUNGAI CODE DI MUSIM HUJAN MENGGUNAKAN QUAL2Kw**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



**Azyyati Zhafirah  
20513096**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2024**

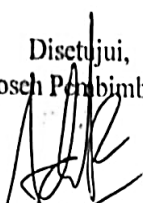
**TUGAS AKHIR**  
**PENENTUAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR**  
**SUNGAI CODE DI MUSIM HUJAN MENGGUNAKAN**  
**QUAL2Kw**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan**  
**Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



**Azyyati Zhafirah**  
**20513096**

Disetujui,  
Dosen Pembimbing

  
**Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.**  
**NIK. 155/3104**

Tanggal : 22 Oktober 2024

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

  
**Any Julianti, S.T., M.Sc., (Res.Eng.), Ph.D.**  
**NIK. 045130401**

Tanggal : 22 Oktober 2024

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENENTUAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR SUNGAI CODE DI  
MUSIM HUJAN MENGGUNAKAN QUAL2Kw**

**Telah diterima dan disahkan oleh tim penguji**

**Hari :  
Tanggal :**

**Disusun Oleh :**

**Azyyati Zhafirah  
20513096**

**Tim Penguji :**

**Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D**

**Hudori, S.T., M.T., Ph.D**

**Dr.-Ing., Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc.,**

()  
() 16/10/2024  
() 17/10/2024

## 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 tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sangsi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sangsi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 22 Oktober 2024

Yang membuat pernyataan,



**Azyyati Zhafirah**  
Nim : 20513096

## PRAKATA

*Bismillahirrohmanirrohim*, puji dan syukur penulis panjatkan kepada ALLAH subhanahu wa ta'ala atas segala nikmat sehat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir dengan judul “Penentuan Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Code di Musim Hujan Menggunakan QUAL2K” dapat diselesaikan dengan baik. Dalam penulisan laporan ini penulis ucapkan terima kasih dan syukur kepada pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Maka penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak kepada :

1. Bapak Adam Rus Nugroho, S.T.,M.T.,Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah membantu memberi arahan dan masukan pada penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Hudori S.T.,M.T.,Ph.D, dan Dr.-Ing., Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran dan arahan kepada penulis.
3. Bapak Siswandi dan Ibu Nurhayati yang selalu memberikan dukungan, kepercayaan, dan memanjatkan doa-doa serta kasih sayang kepada penulis. Kemudian adik penulis Fadli terima kasih atas *supportnya* kepada penulis
4. Seluruh dosen, staf, dan Keluarga Besar Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Terima kasih atas bantuan, pengalaman, dan pembelajaran yang telah diberikan.
5. Teman-teman satu topik pemodelan QUAL2K “bimbingan TA Pak Adam” Dito, Afif, dan Jindan yang telah membantu penulis dalam pengambilan sampel dan berproses bersama.
6. Teman-teman Teknik Lingkungan 2020, yang telah menemani penulis dari awal hingga akhir perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat Diharapkan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Yogyakarta, 21 Oktober 2024

Azyyati Zhafirah

## **ABSTRACT**

*Azyyati Zhafirah. Determination of Code River Pollution Load Capacity in the Rainy Season Using QUAL2Kw. Supervised by Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.*

*Code River is one of the rivers in the Special Region of Yogyakarta which has a length of about 41 kilometers. The Code river is widely used by the surrounding community such as toilets, agriculture, and others. The number of pollutant sources that enter the river has an impact on the environment, namely river pollution. The purpose of the research is to determine the capacity of the pollutant load in the rainy season for the parameters TSS, BOD, Nitrate and Total Phosphate using QUAL2Kw modeling, so that alternative strategies are known to reduce excess pollutant loads. This research was conducted to provide environmental protection against the amount of incoming pollutants not to exceed capacity, so as to maintain the ecosystem in the waters to remain natural. The research was conducted with 3 scenario simulations based on the existing situation, according to class II and class III quality standards. The results showed that for class II water quality and class III water quality still meet the capacity in all segments and parameters, one of which is the BOD parameter for class II water quality from segments 1 to 3 has a capacity of 114 kg / day, 163 kg / day, and 761 kg / day, while for class III water quality the BOD parameter is 1792 kg / day, 2569 kg / day, and 1875 kg / day.*

*Keywords: Pollutant Load Capacity, Code River, Water Quality Model QUAL2Kw*

## ABSTRAK

*Azyyati Zhafirah. Penentuan Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Code pada Musim Hujan Menggunakan QUAL2Kw. Dibimbing oleh Adam Rus Nugroho, S.T.,M.T., Ph.D.*

*Sungai Code menjadi salah satu sungai yang ada di Daerah Istimewa Yogyakarta yang mempunyai panjang sekitar 41 kilometer. Aliran sungai Code banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar seperti MCK, pertanian, dan lainnya. Banyaknya sumber pencemar yang masuk ke dalam aliran sungai membawa dampak bagi lingkungan yaitu terjadinya pencemaran sungai. Tujuan dari penelitian untuk mengetahui daya tampung beban pencemar di musim hujan untuk parameter TSS, BOD, Nitrat dan Total Fosfat dengan menggunakan pemodelan QUAL2Kw, sehingga diketahui strategi alternatif untuk menurunkan beban pencemar yang berlebih. Penelitian ini dilakukan untuk memberikan perlindungan lingkungan terhadap jumlah pencemar yang masuk untuk tidak melebihi kapasitas, sehingga dapat menjaga ekosistem di perairan tetap alami. Penelitian dilakukan dengan 3 simulasi skenario berdasarkan keadaan eksisting, sesuai baku mutu kelas II dan kelas III. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk mutu air kelas II dan mutu air kelas III masih memenuhi daya tampung di semua segmen dan parameter, salah satunya parameter BOD untuk mutu air kelas II dari segmen 1 sampai 3 mempunyai daya tampung sebesar 114 kg/hari, 163 kg/hari, dan 761 kg/hari, sedangkan untuk mutu air kelas III parameter BOD sebesar 1792 kg/hari, 2569 kg/hari, dan 1875 kg/hari.*

*Kata Kunci : Beban Pencemar, Daya Tampung, Sungai Code, Model Kualitas Air QUAL2Kw*

## DAFTAR ISI

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| ABSTRACT.....                                      | vi  |
| ABSTRAK.....                                       | vii |
| DAFTAR ISI.....                                    | i   |
| DAFTAR TABEL.....                                  | iii |
| DAFTAR GAMBAR.....                                 | v   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                               | vii |
| BAB 1 PENDAHULUAN.....                             | 1   |
| 1.1 Latar Belakang.....                            | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                           | 3   |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                         | 4   |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....                        | 4   |
| 1.5 Ruang Lingkup.....                             | 4   |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                       | 6   |
| 2.1 Pencemaran Air.....                            | 6   |
| 2.2 Kualitas Air.....                              | 6   |
| 2.3 Parameter Kualitas Air.....                    | 7   |
| 2.3.1 <i>Dissolved Oxygen (DO)</i> .....           | 7   |
| 2.3.2 <i>Biochemical Oxygen Demand (BOD)</i> ..... | 8   |
| 2.3.3 <i>Total Suspended Solid</i> .....           | 8   |
| 2.3.4 Nitrat (NO <sub>3</sub> ).....               | 9   |
| 2.3.5 Total Fosfat (TP).....                       | 9   |
| 2.4 Daya Tampung Beban Pencemar.....               | 10  |
| 2.5 Model QUAL2Kw.....                             | 13  |
| 2.6 Penelitian Sebelumnya.....                     | 14  |
| BAB III METODE PENELITIAN.....                     | 20  |
| 3.1 Waktu dan Lokasi.....                          | 20  |
| 3.2 Metodologi Penelitian.....                     | 20  |
| 3.2.1 Observasi Lapangan.....                      | 22  |
| 3.2.2 Studi Literatur.....                         | 22  |
| 3.2.3 Pengumpulan Data.....                        | 22  |
| 3.2.4 Penentuan Segmentasi Sungai.....             | 23  |

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2.5 Waktu dan Titik Sampling.....                         | 23  |
| 3.3 Analisis Data Pemodelan QUAL2K.....                     | 24  |
| 3.3.1 Kalibrasi Model .....                                 | 25  |
| 3.3.2 Evaluasi Model .....                                  | 25  |
| 3.3.3 Simulasi Model.....                                   | 26  |
| 3.3.4 Perhitungan Daya Tampung .....                        | 27  |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                           | 29  |
| 4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian dan Titik Sampling..... | 29  |
| 4.2 Kondisi Hidrolik Sungai Code .....                      | 35  |
| 4.3 Kondisi Kualitas Air Sungai Code .....                  | 37  |
| 4.3.1 Temperatur Air .....                                  | 38  |
| 4.3.2 Derajat Keasaman (pH) .....                           | 39  |
| 4.3.3 <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) .....                    | 40  |
| 4.3.4 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....            | 42  |
| 4.3.5 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....               | 43  |
| 4.3.6 Nitrat (NO <sub>3</sub> ) .....                       | 45  |
| 4.3.7 Total Fosfat .....                                    | 46  |
| 4.4 Sumber Pencemar Sungai Code .....                       | 48  |
| 4.5 Pemodelan Kualitas Air dengan QUAL2Kw .....             | 52  |
| 4.5.1 Hasil Kalibrasi dan Evaluasi Model.....               | 52  |
| 4.5.2 Hasil Simulasi Model.....                             | 63  |
| 4.6 Analisis Daya Tampung Beban Pencemar .....              | 68  |
| 4.6.1 Beban Pencemar .....                                  | 68  |
| 4.6.2 Daya Tampung Beban Pencemar.....                      | 70  |
| 4.6.3 Perbandingan Daya Tampung Beban Pencemar.....         | 71  |
| 4.7 Penurunan Beban Pencemar .....                          | 73  |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....                             | 75  |
| 5.1 Kesimpulan.....                                         | 75  |
| 5.2 Saran.....                                              | 76  |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                        | 77  |
| RIWAYAT HIDUP.....                                          | 102 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Kualitas Air PP No. 22 Tahun 2021 .....                        | 7  |
| Tabel 2.2 Penelitian Sebelumnya .....                                    | 15 |
| Tabel 3.1 Titik Lokasi Penelitian dan Koordinat Penelitian .....         | 24 |
| Tabel 3.2 Skenario Pemodelan .....                                       | 26 |
| Tabel 4.1 Titik Lokasi Sampling Sungai Code.....                         | 30 |
| Tabel 4.2 Kondisi Titik Sampling .....                                   | 30 |
| Tabel 4.3 Data Hidrolik Sungai Code .....                                | 35 |
| Tabel 4.4 Temperatur Sungai Code .....                                   | 38 |
| Tabel 4.5 Nilai pH Sungai Code .....                                     | 40 |
| Tabel 4.6 Nilai DO Sungai Code.....                                      | 41 |
| Tabel 4.7 Nilai BOD Sungai Code .....                                    | 42 |
| Tabel 4.8 Nilai TSS Sungai Code.....                                     | 44 |
| Tabel 4.9 Nilai NO <sub>3</sub> Sungai Code .....                        | 45 |
| Tabel 4.10 Hasil Pengujian Total Fosfat Sungai Code.....                 | 47 |
| Tabel 4.11 Debit dan Kualitas Air Point Source Sungai Code .....         | 49 |
| Tabel 4.12 Debit Non Point Source Sungai Code .....                      | 49 |
| Tabel 4.13 Hasil Evaluasi Data Debit .....                               | 54 |
| Tabel 4.14 Hasil Evaluasi Data Kecepatan .....                           | 55 |
| Tabel 4.15 Hasil Evaluasi Data Kedalaman .....                           | 55 |
| Tabel 4.16 Hasil Evaluasi Data TSS .....                                 | 61 |
| Tabel 4.17 Hasil Evaluasi Data DO .....                                  | 61 |
| Tabel 4.18 Hasil Evaluasi Data BOD.....                                  | 61 |
| Tabel 4.19 Hasil Evaluasi Data NO <sub>3</sub> .....                     | 62 |
| Tabel 4.20 Hasil Evaluasi Data Total Fosfat .....                        | 62 |
| Tabel 4.21 Perhitungan Beban Pencemar Simulasi 1.....                    | 69 |
| Tabel 4.22 Perhitungan Beban Pencemar Simulasi 2.....                    | 69 |
| Tabel 4.23 Perhitungan Beban Pencemar Simulasi 3.....                    | 69 |
| Tabel 4.24 Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar untuk Kelas II .....  | 70 |
| Tabel 4.25 Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar untuk Kelas III ..... | 70 |

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| Tabel 4.26 Perbandingan Daya Tampung ..... | 71 |
|--------------------------------------------|----|

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Tahapan Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air..... | 12 |
| Gambar 3.1 Titik Lokasi Sampling Sungai Code.....                   | 20 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....                             | 21 |
| Gambar 3.3 Contoh Pengambilan Sampel .....                          | 24 |
| Gambar 3.4 Koefisien Aliran Permukaan .....                         | 28 |
| Gambar 4.1 Debit Sungai Code .....                                  | 36 |
| Gambar 4.2 Temperatur Sungai Code .....                             | 39 |
| Gambar 4.3 pH Sungai Code .....                                     | 40 |
| Gambar 4.4 Konsentrasi DO di Titik Sampling .....                   | 41 |
| Gambar 4.5 Konsentrasi BOD di Titik Sampling .....                  | 42 |
| Gambar 4.6 Grafik Nilai TSS Sungai Code .....                       | 44 |
| Gambar 4.7 Konsentrasi $\text{NO}_3$ di Titik Sampling.....         | 46 |
| Gambar 4.8 Konsentrasi Total Fosfat di Titik Sampling.....          | 47 |
| Gambar 4.9 Model Debit Sungai Code .....                            | 53 |
| Gambar 4.10 Model Kecepatan Sungai Code .....                       | 53 |
| Gambar 4.11 Model Kedalaman Sungai Code.....                        | 54 |
| Gambar 4.12 Model TSS Sungai Code .....                             | 56 |
| Gambar 4.13 Grafik Model DO Sungai Code.....                        | 57 |
| Gambar 4.14 Model BOD Sungai Code .....                             | 58 |
| Gambar 4.15 Model $\text{NO}_3$ Sungai Code.....                    | 59 |
| Gambar 4.16 Model Total Fosfat Sungai Code.....                     | 60 |
| Gambar 4.17 Model TSS Skenario 2 .....                              | 64 |
| Gambar 4.18 Model DO Skenario 2 .....                               | 64 |
| Gambar 4.19 Model BOD Skenario 2.....                               | 65 |
| Gambar 4.20 Model Nitrat Skenario 2 .....                           | 65 |
| Gambar 4.21 Model Total Fosfat Skenario 2 .....                     | 65 |
| Gambar 4.22 Model TSS Skenario 3 .....                              | 66 |
| Gambar 4.23 Model DO Skenario 3 .....                               | 67 |
| Gambar 4.24 Model BOD Skenario 3 .....                              | 67 |

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.25 Model Nitrat Skenario 3 .....           | 67 |
| Gambar 4.26 Model Total Fosfat Skenario 3 .....     | 68 |
| Gambar 4 27 Peta Titik Sampling 2023 dan 2024 ..... | 72 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Lampiran 1</b> Dokumentasi Pengambilan .....                  | 82 |
| <b>Lampiran 2</b> Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008 ..... | 83 |
| <b>Lampiran 3</b> Sketsa Sumber Pencemar Sungai Code .....       | 84 |
| <b>Lampiran 4</b> Perhitungan Debit Diffuse Source .....         | 85 |
| <b>Lampiran 5</b> Perhitungan Potensi Beban Pencemar .....       | 88 |
| <b>Lampiran 6</b> Worksheet QUAL2Kw.....                         | 93 |
| <b>Lampiran 7</b> Profil Sungai Code.....                        | 98 |
| <b>Lampiran 8</b> Perhitungan Debit RunOff.....                  | 99 |

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Sungai Code merupakan salah satu dari sungai yang ada di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dengan panjang sekitar  $\pm 41$  kilometer dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) sekitar 4.006,25 hektar (Widodo dkk., 2010). Sungai Code memiliki bagian hulu di Sungai Boyong yang bersumber dari mata air Gunung Merapi, yang mengalir di tiga wilayah kabupaten/kota yaitu Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul. Muara dari Sungai Code ini menyatu dengan Sungai Opak yang terletak di wilayah Kabupaten Bantul. Aliran Sungai Code banyak dimanfaatkan untuk aktivitas pertanian, kegiatan industri hingga kegiatan domestik (Widodo dkk., 2010).

Berdasarkan laporan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) RI 75% kondisi perairan sungai di Indonesia masuk ke dalam golongan tercemar berat, yang dimana 60% disebabkan dari limbah domestik dan 15% disebabkan dari limbah non domestik (Mathematics., 2016). Berdasarkan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 20 tahun 2008 tentang baku mutu air di Provinsi DIY, bahwa Sungai Code mempunyai baku mutu air kelas yang berbeda di setiap bagian alirannya, titik Baku mutu air kelas I terdapat di bagian hulu yaitu di Jembatan Ngentak, titik Baku mutu kelas II di bagian tengah di Jembatan Gondolayu, Sayidan, dan Keparakan, titik Baku mutu kelas III di bagian hilir di Jembatan Tungkak, Jembatan Abang, dan Jembatan Pacar Wonokromo.

Penetapan mutu air dan pemantauan yang dilakukan secara berkala di Sungai Code membawa peran penting bagi lingkungan sekitar. Peningkatan aktivitas yang dilakukan oleh masyarakat sekitar menjadikan intensitas beban pencemar yang ada di Sungai Code mengalami kenaikan. Tidak hanya dari aktivitas tersebut, peningkatan beban pencemar juga dipengaruhi oleh faktor musim yang berdampak terhadap fluktuasi konsentrasi polutan. Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) dilakukan untuk mengurangi konsentrasi pencemar yang masuk

terlalu banyak ke dalam aliran sungai, sehingga dapat menjaga kualitas air sungai sesuai dengan peruntukannya.

Penentuan Daya Tampung Beban Pencemar perlu dilakukan terutama pada musim hujan, karena pada musim hujan ada proses pengenceran yang disebabkan oleh curah hujan dengan intensitas yang besar, sehingga kecepatan aliran limpasan semakin tinggi dan besar sehingga polutan yang masuk ke dalam aliran semakin banyak yang dapat mempengaruhi kualitas air sungai tersebut (Yang et al., 2021). Pada musim hujan potensi beban pencemar yang masuk ke sungai semakin tinggi karena terjadi peningkatan aliran air sungai yang dapat mempengaruhi transportasi beban pencemar di dalam sungai, terjadinya erosi tanah dan sedimentasi, akibat partikel- partikel tersebut dapat membawa pencemar yang teradsorpsi, seperti logam berat atau bahan kimia organik yang terikat pada sedimen. Pada musim hujan juga dapat mengubah kualitas air sungai dan dapat mempercepat penyebaran pencemar.

Perhitungan nilai Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) air dapat dilakukan menggunakan pemodelan QUAL2Kw. Model ini merupakan model kualitas air dalam keadaan tunak satu dimensi yang digunakan untuk memsimulasikan data kualitas air sungai dan aliran air yang disajikan dengan bentuk grafik. Model QUAL2Kw dikembangkan untuk *United States Enviromental Protection Agency* yang dibuat oleh Dr. Steve Chapra yang merupakan mahasiswa pascasarjana di Universitas Tufts. Pemodelan QUAL2Kw ini merepresentasikan aliran sungai menjadi beberapa segmen yang dapat mewakili setiap bagian dari aliran sungai yang memiliki karakteristik hidrolika yang berbeda- beda seperti slope, lebar dasar sungai, debit, dan kecepatan.

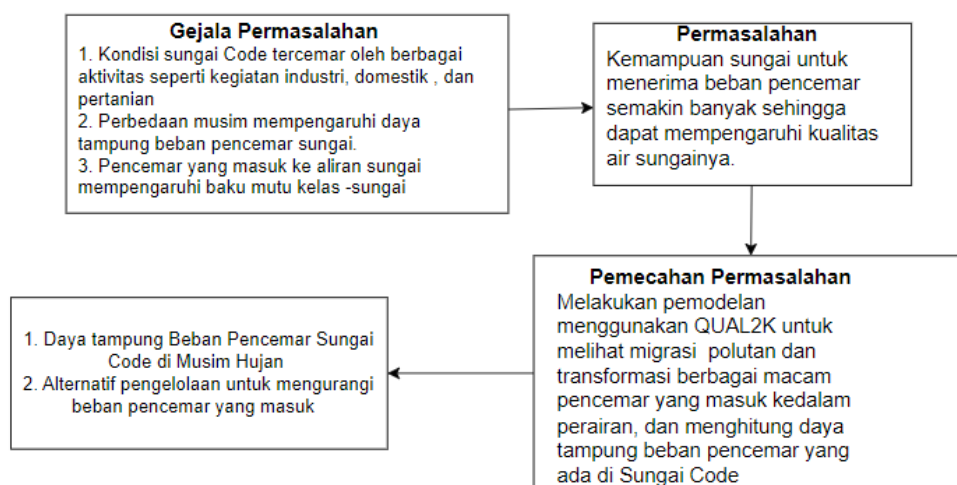
Penentuan Daya Tampung harus mempertimbangkan beberapa parameter yang masuk ke dalam aliran sungai yang berdasarkan studi kepustakaan dan identifikasi pencemar yang ada di sekitar Sungai Code, yang dapat dilihat dari identifikasi sumber pencemar dan aspek penggunaan lahan yang berasal dari limbah domestik, industri, dan pertanian.

## 1.2 Rumusan Masalah

Sungai Code merupakan salah satu sungai yang kritis di daerah Yogyakarta. Penyebab tersebut terjadi akibat adanya aktivitas di sepanjang sungai seperti pemukiman dan pertanian yang mempengaruhi besarnya beban pencemar yang masuk. Untuk menghitung daya tampung beban pencemar di sungai bisa menggunakan pemodelan QUAL2Kw. Sehingga rumusan masalah dari penelitian daya tampung beban pencemar adalah :

1. Berapa daya tampung beban pencemar pada kondisi musim hujan berdasarkan parameter fisika, kimia, dan biologi pada Sungai Code menggunakan pemodelan QUAL2Kw ?
2. Bagaimana alternatif pengelolaan kualitas air sungai Code untuk mengurangi beban pencemar yang masuk ?

Kerangka berpikir yang dapat digunakan untuk mengetahui besarnya daya tampung beban pencemar pada musim hujan di Sungai Code dapat digambarkan melalui diagram yang disajikan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka Berpikir

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian penentuan daya tampung beban pencemar di Sungai Code adalah:

1. Mengetahui besaran daya tampung beban pencemar di Sungai Code pada kondisi musim hujan.
2. Menganalisis alokasi beban pencemar yang perlu diturunkan di Sungai Code

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian penentuan daya tampung beban pencemar di musim hujan pada Sungai Code adalah :

1. Memberikan informasi terkait penggunaan *software* QUAL2K sebagai perangkat lunak yang digunakan untuk menentukan kualitas air sungai Code.
2. Memberikan rekomendasi kepada Dinas Lingkungan Hidup (DLH) maupun instansi terkait dalam memperbaiki kebijakan untuk mengurangi pencemaran air Sungai Code dalam rangka penanganan pengendalian pencemaran air.

### 1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian penentuan daya tampung beban pencemar di musim hujan di Sungai Code adalah :

1. Lokasi penelitian dilakukan di aliran Sungai Code mulai dari bagian hulu di Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman sampai bagian hilir di Kecamatan Tungkak, Kota Yogyakarta.
2. Parameter kualitas air yang akan dimodelkan dan dihitung daya tampungnya adalah pH, temperatur, BOD, DO, TSS, NO<sub>3</sub>, dan Total Fosfat.
3. Sumber pencemar meliputi *point source* dan *non point source* .

4. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan UII.
5. Waktu penelitian dilakukan pada musim hujan 2024.
6. Pengambilan sampel dilakukan di 3 waktu yaitu pagi hari, siang hari, dan malam hari .

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pencemaran Air**

Pencemar atau polutan air adalah komponen yang terkandung di dalam air yang dapat mengakibatkan polusi atau pencemaran di dalam air. Ciri-ciri air yang mengalami pencemaran tergantung dari jenis air dan polutannya. Beban pencemar merupakan bahan – bahan yang terdapat di alam yang bersifat asing yang masuk dalam tatanan ekosistem yang dapat mengganggu peruntukan ekosistem tersebut (Sahabuddin et al., 2018).

Sumber pencemaran air dibedakan menjadi dua yaitu, sumber limbah domestik dan sumber limbah non-domestik. Sumber limbah domestik berasal dari daerah pemukiman dan untuk limbah non-domestik berasal dari kegiatan pertanian, peternakan, dan industri. Sumber pencemar yang masuk ke dalam perairan dari hasil buangan dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu (Rahmi Radhita, 2022):

- a. *Point Sources* yaitu sumber pencemar yang berasal dari suatu lokasi melalui pipa, selokan, yang masuk ke dalam badan air di lokasi tertentu. Misalnya air limbah industri, air limbah domestik.
- b. *Non- Point Sources* merupakan sumber pencemar yang tidak diketahui secara pasti yang masuk ke perairan melalui limpasan (*run off*) dari wilayah pertanian, pemukiman, dan perkotaan

#### **2.2 Kualitas Air**

Kualitas air merupakan kandungan dan sifat air makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada di air. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 tahun 2021 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, bahwa mutu air atau kualitas air diklasifikasikan menjadi 4 kelas yaitu :

Tabel 2.1 Kualitas Air PP No. 22 Tahun 2021

| Kelas | Fungsi                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I     | Air yang peruntukkan dapat digunakan untuk air baku air minum, dan lalu atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.                                                                                   |
| II    | Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. |
| III   | Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dnegan kegunaan tersebut.                                 |
| IV    | Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.                                                                                      |

## 2.3 Parameter Kualitas Air

Pemantauan kualitas air di Sungai Code ini dilakukan dengan beberapa parameter untuk mengetahui pencemar yang masuk ke dalam aliran Sungai Code. Parameter yang dijadikan acuan dalam proses pemantauan Sungai Code pada penelitian ini adalah *Dissolved Oxygen (DO)*, *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*, *Total Suspended Solid (TSS)*, *Nitrat ( $\text{NO}_3$ )*, dan *Total Fosfat (TP)*

### 2.3.1 *Dissolved Oxygen (DO)*

Oksigen Terlarut merupakan salah satu dari parameter kualitas mutu air yang dapat menunjukkan tingkat pencemaran atau tingkat pengolahan air limbah. Oksigen Terlarut yang ada di dalam air ini dipengaruhi oleh tekanan atmosfer, suhu, salinitas, turbulensi air, aktivitas fotosintesis, respirasi dan limbah yang masuk ke

badan air (Madyawan dkk., 2020). Oksigen terlarut ini sangat penting untuk kehidupan hewan di air untuk bernafas. Tingkat oksigen yang rendah (*Hipoksia*) atau tidak adanya oksigen (*Anoxia*) dapat terjadi ketika bahan organik berlebih di perairan yang ditandai dengan pertumbuhan alga dalam jumlah yang banyak yang diurai oleh mikroorganisme. Tingkat oksigen yang rendah ini sering terjadi di dasar perairan yang dapat mempengaruhi organisme yang hidup di sedimen.

Pengukuran oksigen terlarut perlu dilakukan untuk menentukan kondisi air apakah bersifat aerobik atau anaerobik, untuk memprediksi kelangsungan hidup organisme akuatik, dan untuk memprediksi proses biologis aerobik yang dapat berlangsung untuk transformasi kontaminan organik *biodegradable* yang diuang ke dalam air (Ibanez, 2014).

### **2.3.2 Biochemical Oxygen Demand (BOD)**

Studi *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) pertama dikembangkan pada abad ke 18 oleh kerajaan Inggris untuk mengukur pencemaran yang ada di sungai. Pengukuran BOD ini merupakan indikator yang penting dalam mengukur kandungan organik yang ada di dalam air limbah dan banyak digunakan dalam menentukan kualitas air, pengendalian pencemaran dan pengelolaan air (Qi dkk., 2021). Air yang sudah tercemar dengan bahan buangan antiseptik atau racun (seperti fenol, kreolin, detergen, asam sianida, insektisida, dll). Memiliki jumlah mikroorganismenya yang sedikit. Kadar BOD yang tinggi di perairan menunjukkan bahwa perairan tersebut telah tercemar. Namun, jika kadar BOD di perairan berkisar 0 – 10 ppm maka tingkat pencemar masih rendah (Graha, 2015).

### **2.3.3 Total Suspended Solid**

Total Suspended Solid (TSS) atau padatan tersuspensi adalah padatan yang dapat menyebabkan kekeruhan pada air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap secara langsung. Padatan tersuspensi mempunyai ukuran partikel 2  $\mu\text{m}$  atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Material yang masuk kedalam padatan tersuspensi

yaitu jamur, bakteri, tanah liat, lumpur, sulfida, dan logam oksida, yang dimana material tersebut adalah tempat berlangsungnya reaksi heterogen yang dapat membentuk endapan awal sehingga dapat mempengaruhi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan. Padatan yang terdapat di perairan ini disebabkan karena adanya kikisan tanah atau erosi tanah yang tinggi yang terbawa ke badan air, sehingga dapat mengganggu proses fotosintesis di perairan.

#### **2.3.4 Nitrat ( $\text{NO}_3$ )**

Nitrat adalah senyawa yang terkandung di dalam perairan yang dapat menstimulasi pertumbuhan dan perkembangan organisme perairan yang apabila didukung oleh ketersediaan nutrisi. Kandungan nitrat yang tinggi membawa dampak bagi perairan yaitu akan terjadinya eutrofikasi atau ledakan populasi (*blooming*) alga yang sangat besar. Konsentrasi nitrat yang tinggi disebabkan oleh adanya bahan organik yang masuk ke perairan akibat aktivitas daratan seperti erosi daratan, masuknya limbah rumah tangga, limbah pertanian berupa sisa pemupukan, dan limbah industri (Hamuna dkk., 2018) dari bawah tanah maupun yang ada di air permukaan yang mempunyai sifat stabil sehingga mudah larut dalam air (Amalia dkk., 2021).. Kandungan nitrat yang tinggi dan rendah pada perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu keadaan arus, kedalaman dan kelimpahan dari fitoplankton yang ada di perairan tersebut.

#### **2.3.5 Total Phosphate (TP)**

Total Fosfat merupakan jumlah total fosfor, baik dalam bentuk partikulat terlarut, anorganik maupun organik. Total fosfat ini berasal dari sumber pencemar antropogenik seperti limbah industri, limbah domestik, dan juga dari detergen. Keberadaan total fosfat di perairan dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem didalamnya. Jika kadar fosfat di perairan rendah maka proses pertumbuhan organisme akan menjadi terhambat, sedangkan jika kadar fosfatnya tinggi maka pertumbuhan organisme menjadi tidak terbatas sehingga akan merusak kelestarian

ekosistem di perairan. Peningkatan kadar fosfat diperairan diikuti dengan peningkatan konsentrasi parameter yang lain (Sutamihardja dkk., 2018). Menurut Tunga dkk.,(2016) bahwa keberadaan fosfat yang subur dan konsentrasi nitrat diatas ambang batas maka dapat memicu terjadinya proses peningkatan nutrien, yang dapat berpotensi menimbulkan *algae blooming*. *Algae blooming* ini dapat terjadi kondisi perairan yang tenang, bergerak lambat, tidak mengalir, dan yang terkena iklim hangat/cerah, dan biasanya terjadi di kolam, danau, waduk, dan laut.

## 2.4 Daya Tampung Beban Pencemar

Menurut Undang- Undang Nomor 32 tahun 2009 bahwa lingkungan mempunyai daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Daya tampung lingkungan hidup merupakan kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi, dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya. Sedangkan daya dukun lingkungan hidup merupakan kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung kehidupan manusia, makhluk hidup lain, dan keseimbangan antar keduanya.

Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) atau dikenal sebagai beban harian maksimum, adalah kemampuan air sumber untuk menerima beban pencemar yang masuk tanpa mencemari air, untuk perhitungan daya tampung beban pencemar dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Daya Tampung} = \text{Beban Pencemar sesuai BMA} \left( \frac{kg}{hari} \right) - \text{Beban Pencemar Terukur} \left( \frac{kg}{hari} \right) \quad (2.1)$$

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VI bahwa beban pencemar adalah jumlah unsur pencemar yang terkandung di dalam air sungai pada kondisi *eksisting*, beban pencemar maksimum dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$BPM \left( \frac{kg}{hari} \right) = \text{Debit} \left( \frac{m^3}{detik} \right) \times \text{Konsentrasi} \left( \frac{mg}{l} \right) \quad (2.2)$$

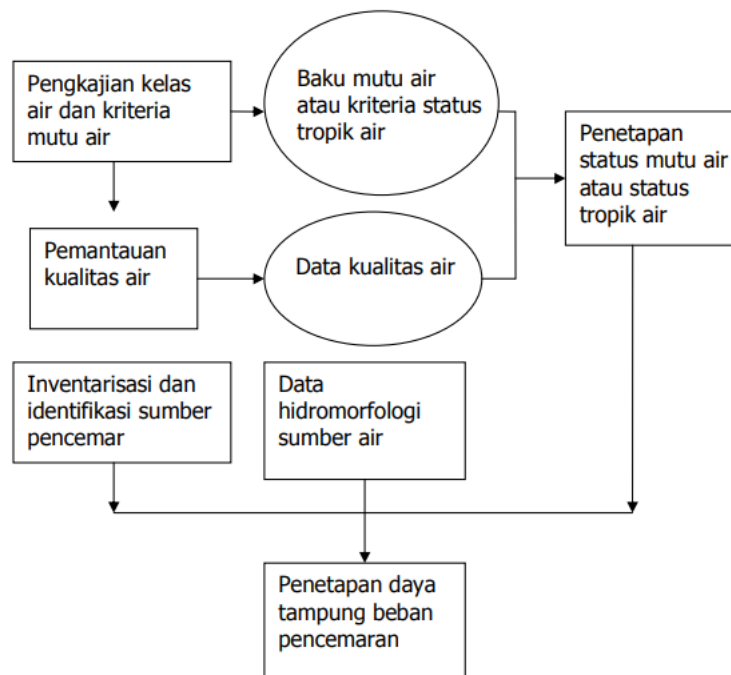
Penetapan daya tampung beban pencemar dilakukan secara berkala paling

sedikit 1 (satu) kali dalam 5 (lima) tahun. Tahapan dalam melakukan perhitungan daya tampung beban pencemar ini dilakukan menurut PerMen LH No. 1 tahun 2010 yang tertera sebagai berikut :

1. Menetapkan prioritas sumber air yang didasarkan pada :
  - a. Hasil kajian status mutu air dan status tropik air.
  - b. Sumber air yang dimanfaatkan sebagai air baku untuk air minum.
  - c. Tingkat potensi sumber pencemar yang berpotensi menerima jumlah beban pencemar yang terbesar.
2. Melakukan inventaris dan identifikasi kondisi hidrologi, morfologi dan faktor- faktor lain yang berpengaruh terhadap kondisi sumber air yang meliputi :
  - a. Peta dasar (peta rupa bumi atau peta topografi).
  - b. Data klimatologi dan meteorologi, meliputi : radiasi sinar matahari, curah hujan, suhu udara, kecepatan angin, dan kelembaban udara.
  - c. Data hidrolis sumber air yang meliputi : debit, volume, panjang, lebar, kedalaman, kemiringan hidrolis, kecepatan air.
3. Melakukan identifikasi baku mutu air untuk sungai dan muara atau baku mutu air dan kriteria status tropik air bagi situ danau dan waduk yang akan ditentukan DTBP-nya.
4. Melakukan inventaris dan identifikasi jenis, jumlah beban, dan karakteristik sumber pencemar yang meliputi :
  - a. Sumber pencemar tertentu (point source) : saluran irigasi, drainase, anak sungai, outlet limbah industri atau domestik.
  - b. Sumber pencemar tak tentu (non-point/diffuse source) : rumah tangga tanpa ipal, pertanian, peternakan dan pertambangan.
5. Melakukan identifikasi pemanfaatan sumber air.
6. Melakukan perhitungan DTBP sumber air dengan menggunakan berbagai metode antara lain :
  - a. Perhitungan kesetimbangan (neraca) massa.
  - b. Pemodelan analitis menggunakan persamaan matematika misalnya : metode *streeter-phelps*.

- c. Pemodelan numerik terkomputerisasi (*computerized numerical modeling*).
- d. Metode lain yang didasarkan pada perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Penentuan daya tampung beban pencemaran air bisa dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Tahapan Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air  
(Sumber : PerMen LH No. 1 tahun 2010)

Dalam penentuan daya tampung beban pencemar terdapat beberapa faktor secara umum yaitu (Kurniawan dkk., 2017):

- a. Kondisi hidrologi, morfologi sumber air termasuk kualitas air sumber air yang ditetapkan DTBP-nya.
- b. Kondisi klimatologi sumber air seperti suhu udara, kecepatan angin dan kelembaban udara.
- c. Baku mutu air atau kelas air

- d. Beban pencemar sumber tertentu / *point source*
- e. Beban pencemar sumber tak tentu / *non- point source*
- f. Karakteristik dan perilaku zat pencemar yang dihasilkan dari sumber pencemar.
- g. Pemanfaatan atau penggunaan sumber air.
- h. Faktor pengaman yang merupakan nilai ketidakpastian dalam perhitungan.

## 2.5 Model QUAL2Kw

Model QUAL2K merupakan pemodelan kualitas air versi modern dari *US Enviromental Protection Agency's (EPA)* yang menggantikan model dari QUAL2E. Pemodelan QUAL2K digunakan untuk mensimulasikan migrasi dan transformasi dari berbagai macam konstituen yang masuk ke dalam perairan termasuk oksigen terlarut, kebutuhan oksigen biokimia (Sugiharto dkk., 2014). Analisis dalam model ini mengutamakan komponen kinetik pencemar, data hidrolis seperti kecepatan dan debit aliran air sungai, dalam melakukan simulasi pada pemodelan ini menggunakan rumus numerik dan jenis model *steady state* (Desy Triane & Suharyanto, 2015).

Menurut (Yudhita, 2008), bahwa karakteristik pada pemodelan QUAL2K sama dengan pemodelan QUAL2E dalam beberapa aspek berikut :

1. Model QUAL2K adalah model yang bersifat satu dimensi. Salurannya bersifat *well- mixed*, baik yang vertikal maupun lateral.
2. Model QUAL2K dapat mengelompokkan jenis sungai yang mempunyai percabangan dengan anak- anak sungai.
3. Model QUAL2K memiliki karakteristik aliran yang *steady state*, yang mensimulasikan aliran bersifat *non-uniform*, dengan kecepatan aliran yang tetap secara temporal.

Menurut (Yudhita, 2008), model QUAL2K mempunyai kerangka kerja yang meliputi elemen- elemen baru sebagai berikut :

- a. *Software Enviromental and Interface*. Diimplementasikan dalam lingkungan Microsoft Windows, yang komputasi numerik diprogramkan dalam Fortran 90. Excel digunakan untuk *graphical user interface* dalam bentuk bahasa makro Microsoft Office : *Visual Basic for Application* atau VBA.
- b. Segmentasi model. Model Q2E membagi segmen sungai dengan elemen-elemen yang sama besar, sedangkan untuk model Q2K membagi segmen sungai menjadi *reaches* dan *element* dan tambahan *multiple loadings* (pembebanan jamak) dan *withdrawls* yang dapat di input untuk elemen manapun.

## 2.6 Penelitian Sebelumnya

Penggunaan *software* QUAL2K masih relatif sedikit dibandingkan dengan penggunaan QUAL2Kw yang ada di Indonesia. Perbedaan *software* QUAL2K dengan QUAL2Kw yaitu pada QUAL2K berfokus pada kualitas air di sungai dan aliran permukaan, sedangkan untuk QUAL2Kw berfokus pada aspek hidrologi dan hidraulik pada sistem perairan yang lebih luas. Perbedaan dalam *running software* QUAL2K menggunakan *running Fortran* dan QUAL2Kw menggunakan *running VBA* yang kemudian menghasilkan nilai *fitness*. Perbedaan local time zone untuk 2 pemodelan tersebut juga berbeda untuk QUAL2K Indonesia masuk kedalam nilai UTC 7 bersama dengan Thailand dan Vietnam, sedangkan untuk pemodelan QUAL2Kw UTC nya masuk ke dalam nilai -7. Berikut merupakan referensi dari penelitian sebelumnya yang membahas mengenai pemodelan QUAL2K maupun QUAL2Kw yang dapat membantu dalam melakukan penelitian ini yang tertera pada Tabel 2.1.

Tabel 2.2 Penelitian Sebelumnya

| No | Peneliti          | Tahun | Judul                                                                          | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|-------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Moh. Cholil Rifai | 2023  | Analisis Daya Tampung Beban Pencemar COD dan TSS Di Sungai Code dengan QUAL2Kw | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah COD dan TSS</li> <li>• Penelitian ini di dilakukan di 8 titik pengambilan sampel dengan 7 segmentasi Sungai.</li> <li>• Penelitian ini menggunakan 2 <i>scenario</i> yaitu <i>scenario</i> 1 yang disesuaikan dnegan kondisi <i>eksisting</i> dan untuk <i>scenario</i> 2 yang disesuaikan dengan baku mutu kelas I, II,III berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008.</li> <li>• Hasil perhitungan daya tampung beban pencemar untuk parameter COD dan TSS tidak melebihi daya tampung minimumnya.</li> </ul> |

|   |                    |      |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---|--------------------|------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Ratih Ayu Febriati | 2023 | Analisis Daya Tampung Beban Pencemar BOD Di Sungai Code | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parameter yang digunakan dalam perhitungan daya tampung beban pencemar adalah BOD.</li> <li>• Penelitian ini dilakukan di 8 titik pengambilan sampel dengan 7 segmen Sungai.</li> <li>• Penelitian ini menggunakan 2 scenario yaitu scenario 1 dengan menggunakan data hulu Sungai dan sumber pencemar <i>eksisting</i> sesuai kondisi di lapangan, dan scenario 2 yang disesuaikan dengan baku mutu kelas I Peraturan Gubernur No. 20 tahun 2008 untuk bagian hulu.</li> <li>• Hasil perhitungan daya tampung beban pencemar untuk parameter BOD telah melebihi minimum daya tampung yang bertempat di segmen 5 yaitu Bendungan Mergangsan dengan nilai sebesar -106,97</li> </ul> |
|---|--------------------|------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|    |               |      |                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|---------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |               |      |                                                                                                          | kg/hari, hal tersebut disebabkan karena adanya masukan beban pencemar yang berlebih sehingga kemampuan Sungai dalam purifikasi tidak maksimal untuk parameter BOD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 3. | Marlina,et.al | 2020 | Analisis Kualitas Air dan Daya Tampung Sungai dengan Metode QUAL2Kw (Studi Kasus Sungai Code,Yogyakarta) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parameter yang digunakan dalam penelitian adalah Amoniak ,FosfaT dan TSS.</li> <li>• Kualitas air Sungai Code untuk parameter Amoniak telah melebihi baku mutu kelas 1 yaitu pada titik pengamatan 1 sebesar 2,04 mg/L, untuk titik pengamatan 2 sampai 7 masing-masing sebesar 0,47 mg/L, 0,63 mg/L, 0,52 mg/L, 0,32 mg/L, 0,27 mg/L, dan 0,26 mg/L yang Dimana nilai tersebut masuk kedalam baku mutu kelas II dnegan standar yang tidak di persyartkan .</li> </ul> |

|   |                    |      |                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---|--------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                    |      |                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Daya tampung beban pencemar untuk Sungai Code pada segmen Gondolayu, Sayyidan, dan Ngoto untuk parameter Amoniak telah melampaui daya tampung beban pencemar sehingga perlu adanya penurunan beban pencemar pada segmen tersebut.</li> <li>• Untuk konsentrasi TSS pada penelitian ini telah melebihi batas maksimum mulai dari bagian hulu hingga hilir Sungai.</li> </ul> |
| 4 | Dany Yusuf Laksono | 2023 | Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Amonia dan Fosfat Di Sungai Code Dengan Menggunakan QUAL2Kw | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah parameter Amonia dan Fosfat.</li> <li>• Penelitian ini menggunakan 2 <i>scenario</i> yaitu <i>scenario</i> 1 yang disesuaikan dengan kondisi di lapangan/<i>eksisting</i> dan <i>scenario</i> 2 yang disesuaikan dengan baku mutu air</li> </ul>                                                                        |

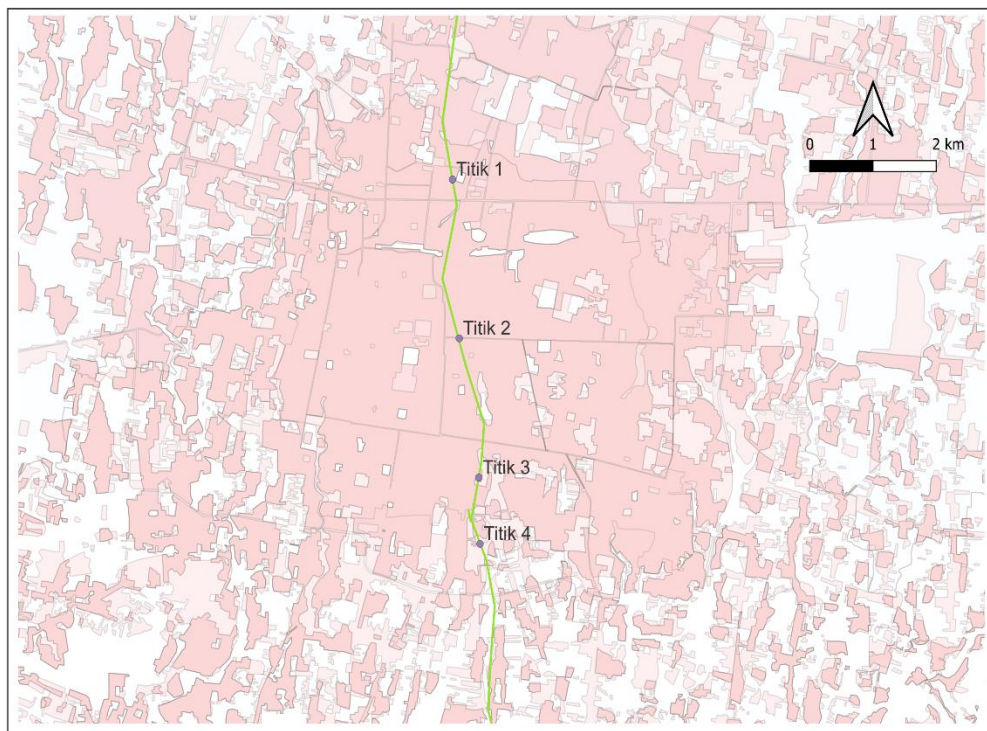
|  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  | <p>kelas I,II,III berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No.20 Tahun 2008.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasil dari perhitungan daya tampung beban pencemar untuk parameter Amonia dan Fosfat yaitu untuk parameter ammonia di segmen 4 di Ngupasan Pakualam telah melebihi daya tampung sebesar -33,58 kg/hari, dan segmen 5 di Mergangsan sebesar -3,58 kg/hari, sedangkan untuk parameter Fosfat masih memenuhi daya tampung .</li> </ul> |
|--|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Lokasi**

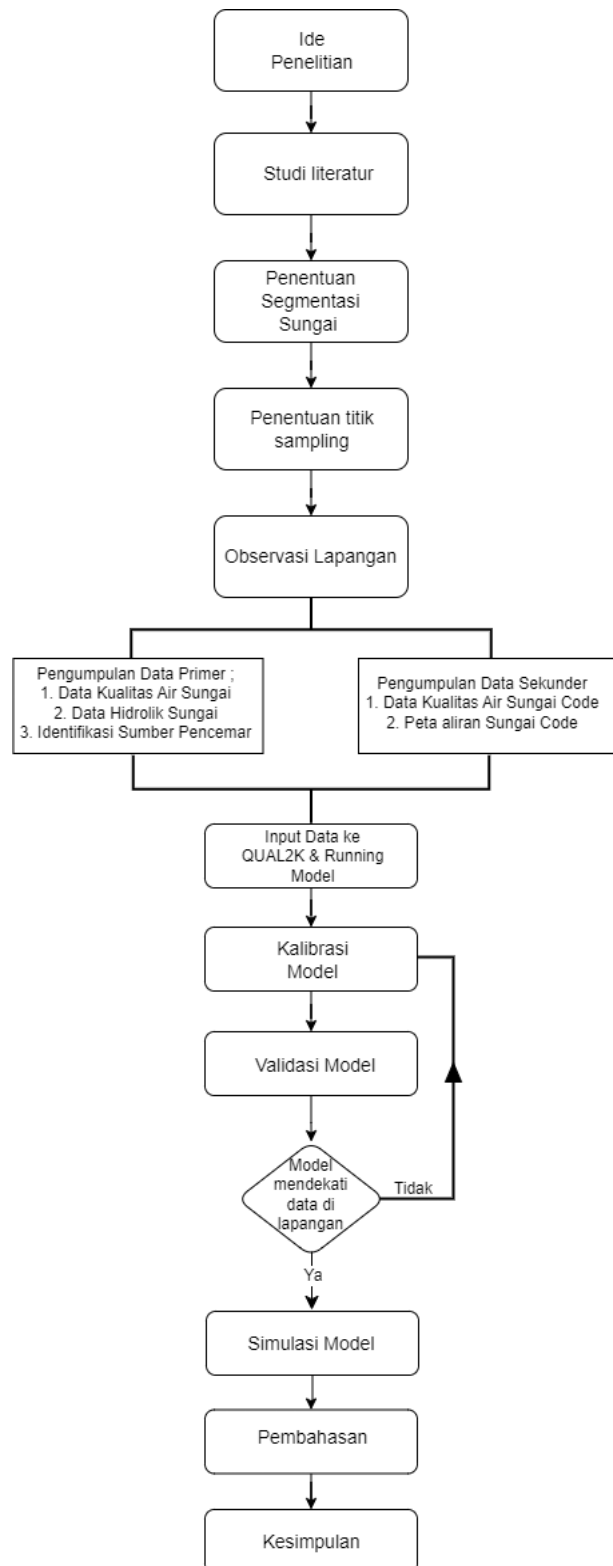
Lokasi penelitian dilakukan di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, terletak di sungai Code yang berpusat di tengah kota Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan pada Minggu 1 bulan Februari 2024. Pengambilan sampel air di Sungai Code dilakukan di beberapa titik mulai dari hulu yang ada di Jembatan Sendowo, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman sampai di bagian hilir di Jembatan Tungkak, Kecamatan Tungkak, Kota Yogyakarta yang disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Titik Lokasi Sampling Sungai Code

#### **3.2 Metodologi Penelitian**

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam penentuan daya tampung beban pencemar di Sungai Code pada musim hujan, dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah :



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

### **3.2.1 Observasi Lapangan**

Tujuan observasi lapangan adalah untuk mendapatkan gambaran tentang kondisi Sungai Code dan masalah yang ada di sekitarnya. Untuk mencapai tujuan ini, observasi lapangan dilakukan untuk membagi beberapa segmen atau bagian dari Sungai Code berdasarkan sumber pencemar yang akan digunakan untuk sumber *point source* dan *non point source*. Selanjutnya observasi lapangan titik sampling dilakukan untuk mengetahui kondisi yang ada di sekitar sumber *point source* maupun *non-point source*.

### **3.2.2 Studi Literatur**

Studi literatur adalah studi yang dilakukan untuk memperoleh teori yang mendukung dalam melakukan penelitian. Studi literatur bisa didapatkan dari beberapa sumber seperti jurnal internasional, jurnal nasional, peraturan, baku mutu, tugas akhir, prosiding, dan text book. Penggunaan studi literatur diusahakan dengan tahun terbaru, tujuannya adalah untuk menunjukkan keterbaharuan teori yang digunakan untuk penelitian yang dilakukan. Pada penelitian ini studi literatur yang digunakan meliputi daya tampung dan beban pencemar di sungai, pemodelan Qual2K, kualitas air sungai, dan parameter kualitas air.

### **3.2.3 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan 2 data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan meliputi :

1. Data hidrolis sungai seperti panjang sungai, lebar sungai, lebar sungai, debit sungai, kecepatan aliran, dan kedalaman sungai.
2. Data kualitas air yang digunakan dalam penelitian meliputi parameter pH, Temperatur, BOD, DO, TSS, NO<sub>3</sub>, dan Total Fosfat

Data titik sumber pencemar baik sumber pencemar *point source* dan *non point source*, sedangkan untuk data sekunder meliputi :

1. Peta Sungai Code diperoleh dari *Google Earth* dan Dinas Pekerjaan Umum Wilayah Sungai Serayu-Opak.
2. Data klimatologi (Temperatur dan Kecepatan Udara) dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Daerah Istimewa Yogyakarta.
3. Profil Sungai Code diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta.
4. Kualitas air sungai (TSS, DO, BOD, Nitrat, dan Total Fosfat) diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta.

#### **3.2.4 Penentuan Segmentasi Sungai**

Segmentasi sungai ini berfungsi untuk membagi sungai menjadi beberapa ruas yang lebih kecil agar memudahkan dalam melakukan penelitian. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, pembagian segmen sungai ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

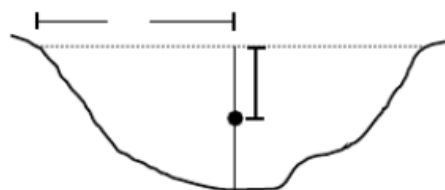
1. Batas administrasi.
2. Kondisi daerah aliran sungai.
3. Keberadaan anak sungai dan lokasi serta kondisi tata air.
4. Keberadaan dan variasi sumber pencemar.
5. Lokasi pemantauan atau titik sampling.

Dalam penelitian ini pembagian segmen dilakukan menjadi 4 segmen, yaitu dimulai segmen 1 di Jembatan Sendowo, Kecamatan Mlati, hingga di segmen 4 di Jembatan Tungkak, Kecamatan Tungkak.

#### **3.2.5 Waktu dan Titik Sampling**

Dalam penelitian ini, pengambilan sampel dilakukan di musim hujan awal tahun 2024 pada hari kerja dan akhir pekan, dengan waktu yang berbeda yaitu pada pagi hari pukul 06.00 WIB, siang hari pukul 13.00 WIB, dan malam hari pukul 20.00 WIB., sehingga total pengambilan sampel adalah 24 sampel. Dalam

menentukan titik sampling ini berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.57:2008 yang dilihat dari debit sungai. Berdasarkan data sekunder dari Dinas Pekerjaan Umum bahwa debit Sungai Code berkisar  $0,01 \text{ m}^3/\text{detik}$  –  $10 \text{ m}^3/\text{detik}$ , maka sampel sungai diambil di satu titik di tengah dengan kedalaman 0,5 kali kedalaman dari permukaan air. Yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Contoh Pengambilan Sampel  
Sumber : Standar Nasional Indonesia

Dalam penelitian ini, titik sampling ditentukan di 4 lokasi yang berbeda berdasarkan masuknya sumber pencemar baik aktivitas pertanian, kegiatan domestik, dan adanya terjunan, yang tertera di Tabel 3.1 .

Tabel 3.1 Titik Lokasi Penelitian dan Koordinat Penelitian

| Titik   | Lokasi                                | Koordinat                                                       |
|---------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Titik 1 | Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman     | $7^{\circ}46'20.82''\text{LS}$ $110^{\circ}22'8.96''\text{BT}$  |
| Titik 2 | Kecamatan Danurejan, Kota Yogyakarta  | $7^{\circ}47'27.23''\text{LS}$ $110^{\circ}22'7.06''\text{BT}$  |
| Titik 3 | Kecamatan Mergangsan, Kota Yogyakarta | $7^{\circ}48'24.29''\text{LS}$ $110^{\circ}22'26.81''\text{BT}$ |
| Titik 4 | Tungkak, Kota Yogyakarta              | $7^{\circ}48'55.34''\text{LS}$ $110^{\circ}22'28.64''\text{BT}$ |

### 3.3 Analisis Data Pemodelan QUAL2K

Setelah dilakukan pengumpulan data primer dan data sekunder, maka langkah selanjutnya adalah menginput data kedalam *software* QUAL2K. Berikut adalah jenis data yang dimasukkan ke aplikasi QUAL2K :

1. Data hidrolis sungai di bagian hulu seperti debit, kecepatan aliran, elevasi, dan data bendungan.
2. Titik sampling/ pembagian segmentasi yang meliputi jarak, elevasi segmen, koordinat upstream dan downstream di setiap segmen sungai.
3. Kedalaman, kekasaran, kemiringan, dan lebar sungai.
4. Temperatur udara, kecepatan aliran, tutupan awan, dan persen radiasi.
5. Data Kualitas air seperti BOD, DO, TSS, NO<sub>3</sub>, dan Total Fosfat
6. Data sumber pencemar *point source* dan *non point source* yang didapatkan dari data primer dengan pengujian di laboratorium.

### 3.3.1 Kalibrasi Model

Kalibrasi merupakan tahapan untuk menentukan nilai koefisien yang paling sesuai dengan data sebenarnya atau hasil dari pengukuran kualitas air. Kalibrasi model ini dilakukan dengan cara *trial and error* dan merunning program secara berulang-ulang untuk mendapatkan model yang mendekati dengan kondisi sebenarnya.

Metode *trial and error* dilakukan dengan mengasumsikan beberapa *effluent* yang masuk kedalam badan air yang tidak terpantau pada saat melakukan sampling. Metode *trial and error* ini juga dilakukan dengan memainkan angka pada bagian *reaeration*, *oxidation rate CBOD<sub>f</sub>*, dan *decay* pada *generic* yang terdapat di *worksheet reach rate* sampai model tersebut mendekati tren yang dibentuk dari data grafik (Marlina dkk., 2020).

### 3.3.2 Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan dengan tujuan untuk mengukur nilai error model dengan nilai hasil dari pengukuran kualitas air yang sudah dilakukan. Evaluasi model dilakukan dengan menggunakan rumus *Root Mean Square Error (RMSPE)*, yang digunakan untuk mengetahui nilai error dari proses kalibrasi model yang

sudah dilakukan menggunakan *software QUAL2Kw*. Persamaan *RMSPE* adalah sebagai berikut :

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{n} \left[ \sum_{n=1}^n \left( \frac{St - At}{At} \right)^2 \right]} \times 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan :

*RMSPE* = Root Mean Square Error

*St* = Nilai Simulasi pada waktu *t*

*At* = Nilai Aktual pada waktu *t*

*n* = Jumlah pengamatan (*t* = 1,2,...*n*)

Apabila nilai *RMSPE* < 50 % maka model tersebut dapat diterima dan bisa dilanjutkan ke simulasi (Kamal dkk.,2020).

### 3.3.3 Simulasi Model

Setelah model diterima dan divalidasi menggunakan metode *RMSPE*, simulasi bisa dilakukan. Model ini dapat digunakan untuk simulasi berbagai skenario terhadap kondisi yang ada di sungai. Pada Tabel 3.2 menunjukkan jumlah 3 skenario yang dilakukan dalam penelitian ini.

Tabel 3.2 Skenario Pemodelan

| Skenario | Kondisi Hulu      | Sumber Pencemar | Kondisi Air Sungai  |
|----------|-------------------|-----------------|---------------------|
| 1        | Kondisi Eksisting | Eksisting       | Hasil Model         |
| 2        | Kondisi Eksisting | Trial And Error | Baku Mutu Kelas II  |
| 3        | Kondisi Eksisting | Trial And Error | Baku Mutu Kelas III |

#### 1. Simulasi 1

Simulasi satu dilakukan untuk mensimulasikan kondisi kualitas air yang ada di lapangan baik di bagian hulu maupun pada bagian effluent tempat sumber pencemar masuk ke badan air. Proses dari simulasi ini bertujuan untuk memperkirakan kualitas air sungai berdasarkan perbedaan

kondisi yang ada di lapangan. Pada simulasi ini data yang perlu di inputkan adalah data kualitas air kondisi eksisting di bagian hulu hingga hilir dengan parameter BOD, TSS, NO<sub>3</sub>, dan Total Fosfat

## 2. Simulasi 2

Dalam simulasi kedua ini, data sungai di hulu disesuaikan dengan kondisi eksisting untuk dapat menghasilkan kondisi air sungai yang sesuai dengan baku mutu kelas II. Pada simulasi ini menggunakan cara “*Trial And Error*” untuk sumber pencemar *point sources* dan *non point sources*.

## 3. Skenario 3

Dalam simulasi ketiga ini, data sungai di hulu menggunakan data kualitas air kondisi eksisting untuk dapat menghasilkan kondisi air sungai sesuai dengan baku mutu kelas III. Pada skenario ini dilakukan *trial and error* pada sumber pencemar *point source* dan *diffuse source*,

### 3.3.4 Perhitungan Daya Tampung

Perhitungan Daya Tampung beban pencemar digunakan untuk mengetahui seberapa besar badan air Sungai Code dapat menampung beban pencemar yang masuk. Perhitungan ini menggunakan skenario 2 dan 3, dan dari perhitungan kedua skenario tersebut, daya tampung Sungai Code dapat dihitung.

$$\text{Daya Tampung} = \text{Beban Pencemar BMA} - \text{Beban Pencemar Kondisi Eksisting} \quad (3.2)$$

Dalam perhitungan ini beban pencemar penuh di kondisikan sesuai dengan baku mutu air kelas II dan kelas III, sedangkan untuk kondisi awal adalah kondisi air sungai sesuai dengan kondisi *eksisting*. Penetapan daya tampung beban pencemar sungai menggunakan parameter BOD, TSS, NO<sub>3</sub>, dan Total Fosfat, yang dihitung di setiap segmen, sehingga dapat diketahui kemampuan Sungai Code dalam menampung beban pencemar yang masuk di tiap segmennya. Untuk beban pencemar didapatkan dari *worksheet Source Summary* yang kemudian dilakukan perkalian dengan nilai debit di setiap segmennya.

### 3.3.5 Pehitungan Debit Run Off

Limpasan air permukaan atau *run off* menjadi salah satu penyumbang dari sumber *diffuse source*, yang biasanya terjadi dari curah hujan yang bergerak melintasi permukaan tanah yang akhirnya masuk kedalam aliran sungai, danau, dan lautan. Limpasan memiliki beberapa jenis seperti limpasan permukaan yang mengalir diatas permukaan seperti beton yang terjadi ketika tanah dalam keadaan jenuh/ kedap air, limpasan bawah permukaan yang dimana air meresap ke dalam tanah dan bergerak secara lateral yang sering dilahan di dataran rendah atau yang dekat dengan badan air, limpasan air badai yang terjadi ketika curah hujan yang lebat yang dapat membawa polutan dari daerah perkotaan, lahan pertanian, dan lanskap ke saluran air. Debit Limpasan air bisa dihitung dengan metode pengukuran debit limpasan rasional (Bedient, 1948) dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = 0,002778 \times C \times I \times A \quad (3.3)$$

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

C = Koefisien *run off*

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas Daerah Layanan (ha)

Nilai koefisien C diberikan untuk fungsi penggunaan lahan yang ditemukan di daerah tangakapan air, yang biasanya menggunakan koefisien limpasan (Bedient,1948), berikut adalah nilai koefisien C yang tertera pada Gambar 3.4. Nilai 0,002778 digunakan untuk mengonversi ha-mm/jam ke m<sup>3</sup>/s.

Koefisien Aliran Permukaan (C) untuk Daerah Urban  
(Schwab, *et al*, 1981, dalam Arsyad, 2006)

| No | Jenis Daerah                            | Koefisien C |
|----|-----------------------------------------|-------------|
| 1. | Daerah perdagangan                      |             |
|    | ▪ Perkotaan ( <i>down town</i> )        | 0,70 – 0,90 |
|    | ▪ Pinggiran                             | 0,50 – 0,70 |
| 2. | Permukiman                              |             |
|    | ▪ Perumahan satu keluarga               | 0,30 – 0,50 |
|    | ▪ Perumahan berkelompok, terpisah-pisah | 0,40 – 0,60 |
|    | ▪ Perumahan berkelompok, bersambungan   | 0,60 – 0,75 |
|    | ▪ Suburban                              | 0,25 – 0,40 |
|    | ▪ Daerah apartemen                      | 0,50 – 0,70 |
| 3  | Industri                                |             |
|    | ▪ Daerah industri ringan                | 0,50 – 0,80 |
|    | ▪ Daerah industri berat                 | 0,60 – 0,90 |
| 4. | Taman, pekuburan                        | 0,10 – 0,25 |
| 5  | Tempat bermain                          | 0,20 – 0,35 |
| 6  | Daerah stasiun kereta api               | 0,20 – 0,40 |
| 7  | Daerah belum diperbaiki                 | 0,10 – 0,30 |
| 8  | Jalan                                   | 0,70 – 0,95 |
| 9  | Bata                                    |             |
|    | ▪ Jalan, hamparan                       | 0,75 – 0,85 |
|    | ▪ Atap                                  | 0,75 – 0,95 |

Gambar 3.4 Koefisien Aliran Permukaan

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian dan Titik Sampling**

Sungai Code mengalir melalui tiga kabupaten/kota di Provinsi DIY, yaitu Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Bantul. Sungai ini bersumber dari mata air Gunung Merapi dan mengalir melalui sekitar 41 kilometer. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur daya tampung beban pencemar yang ada di tengah Kota Yogyakarta. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa beberapa sumber pencemar di sekitar Sungai Code adalah dari pembuangan limbah domestik dan aktivitas masyarakat di sekitarnya, yang mempengaruhi kualitas air, menunjukkan bahwa ekosistem di sekitar Sungai Code telah berubah

Pada penelitian ini, Sungai Code sepanjang 5,47 km, dengan empat titik sumber pencemar *point source* dari saluran *drainase* yang masuk ke dalam aliran Sungai Code. Pada Tabel 4.1 menunjukkan lokasi titik sampling dan pembagian segmentasi Sungai Code, dan Tabel 4.2 menunjukkan kondisi lokasi titik sampling.

Lokasi titik sampling pengambilan sampel berjumlah 4 titik sampling yang berurutan yang dimulai dari bagian hulu sungai di Jembatan Sendowo berlokasi di Kecamatan Mlati, Sleman, lalu di bagian tengah di Jembatan Abu bakar Ali yang berlokasi di Kota Jogjakarta dan Bendungan Mergangsan yang berlokasi di Kecamatan Mergangsan, dan berakhir di bagian hilir di Jembatan Tungkak yang berlokasi di Kecamatan Tungkak.

Tabel 4.1 Titik Lokasi Sampling Sungai Code

| Segmen   | Panjang | Titik   | Jarak (km) | Lokasi                                | Koordinat     |                 | Elevasi  |            |
|----------|---------|---------|------------|---------------------------------------|---------------|-----------------|----------|------------|
|          |         |         |            |                                       | LS            | BT              | Upstream | Downstream |
| Segmen 1 | 5,47    | Titik 1 | 5,47       | Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman     | 7°46'20.82"LS | 110°22'8.96"BT  | 115      | 100        |
| Segmen 2 | 3,05    | Titik 2 | 3,02       | Kecamatan Danurejan, Kota Yogyakarta  | 7°47'27.23"LS | 110°22'7.06"BT  | 100      | 88         |
| Segmen 3 | 1,17    | Titik 3 | 1          | Kecamatan Mergangsan, Kota Yogyakarta | 7°48'24.29"LS | 110°22'26.81"BT | 88       | 87         |
|          |         | Titik 4 | 0          | Tungkak, Kota Jogjakarta              | 7°48'55.34"LS | 110°22'28.64"BT | 87       | 86         |

Tabel 4.2 Kondisi Titik Sampling

| Titik Pengambilan Sampel | Gambar                                                                               | Kondisi Titik Pengambilan Sampel                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titik 1                  |  | Titik 1 terletak di Jembatan Sendowo Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman. Kondisi pada titik ini masih banyak pohon di sepanjang aliran sungai. Pada titik ini mempunyai kedalaman sebesar 0,4 m dan lebar sungai 9,6 m |

|          |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Segmen 1 |   | <p>Pada segmen 1 terdapat sumber pencemar yang berasal dari <i>point source</i>, berupa saluran drainase yang berasal dari pembuangan limbah hotel.</p>                                                                                                                        |
| Titik 2  |  | <p>Titik 2 terletak di pusat kota Yogyakarta yang bertepatan di Jembatan Abu Bakar Ali Kecamatan Danurejan, Kota Yogyakarta. kondisi pada titik ini banyaknya perumahan warga di sepanjang aliran sungai. Titik ini mempunyai kedalaman sebesar 0,43 m dengan lebar 11,6 m</p> |

|                 |                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Segmen 2</p> |  | <p>Pada segmen 2 sumber pencemar berupa <i>point source</i> yang bersumber dari saluran drainase yang ada di bawah jembatan jambu Kota Yogyakarta, kondisi aliran di saluran drainase tersebut relatif besar dan deras, disekitar drainase tersebut juga terdapat sampah yang munumpuk yang berasal dari masyarakat sekitar.</p> |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|         |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |   | <p>Sumber pencemar di segmen 2 ini juga berasal dari saluran drainase yang berbentuk persegi dengan aliran debit yang tidak terlalu deras dengan kecepatan aliran sebesar m/s, pada kondisi titik ini banyaknya padatan dan juga batuan di pinggiran sungai.</p>                                                                                                                                                        |
| Titik 3 |  | <p>Pengambilan sampel air sungai di titik 3 berada di Bendungan Mergangsan yang terletak di Kecamatan Mergangsan, Kota Yogyakarta, kondisi disekitar titik terdapat banyak sampah di sepanjang aliran dikarenakan banyaknya masyarakat yang masih membuang sampah di sungai dan pada titik ini juga tercium bau yang tidak sedap dari sampahnya. Pada titik ini mempunyai kedalaman 0,36 m dengan lebar sungai 37 m</p> |

|                 |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Segmen 3</p> |   | <p>Sumber pencemar di segmen 3 ini juga berasal dari saluran drainase dari aktivitas domestik yang ada disekitarnya dan drainase dari perkotaan</p>                                                                             |
| <p>Titik 4</p>  |  | <p>Titik 4 terletak di Jembatan Tungkak, Kecamatan Tungkak, Kota Yogyakarta. Kondisi pada titik ini terdapat adanya sampah disekitar aliran sungai, untuk kedalamannya berkisar 0,44 m dengan lebar sungai sebesar 26,73 m.</p> |

#### 4.2 Kondisi Hidrolik Sungai Code

Data hidrolik Sungai Code diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan berupa data kecepatan aliran, debit, kedalaman, dan lebar sungai, hasil dari pengukuran dan perhitungan yang sudah dilakukan di setiap titik sampling yang dilaksanakan pada tanggal 6 dan 11 Februari 2024. Berdasarkan perhitungan dan pengukuran yang telah dilakukan pada saat melakukan penelitian pada tanggal 6 dan 11 Februari 2024. Data tersebut kemudian akan dimasukkan kedalam *software QUAL2Kw* untuk dimodelkan dan dilakukan kalibrasi.

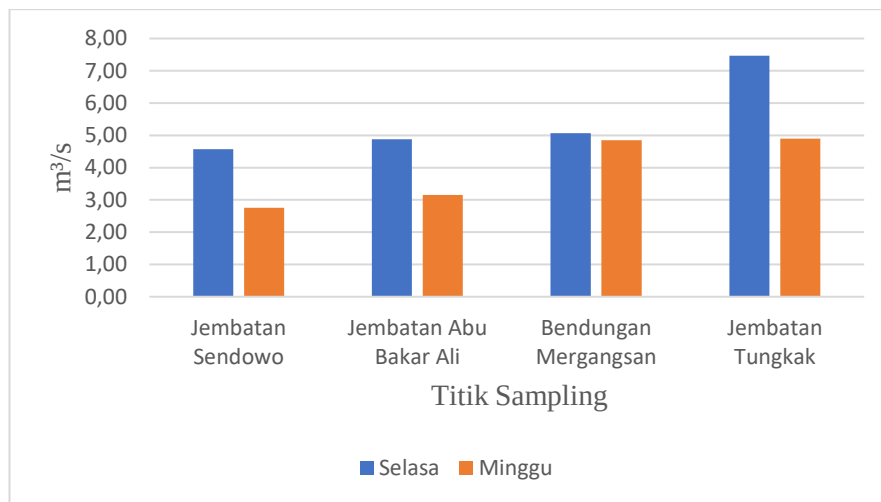
Kondisi Sungai Code untuk penelitian ini dapat dijangkau/diakses sehingga pengukuran debit, kedalaman, dan lebar bisa dilakukan secara manual. Pengukuran kecepatan aliran dilakukan dengan menggunakan alat bantu seperti *styrofoam* yang dialirkan sepanjang dua meter, dan dihitung waktu tempuhnya untuk mencapai panjang tersebut. Pengukuran kedalaman sungai dilakukan dengan memasukkan tongkat sepanjang dua meter ke dalam air hingga mencapai dasar sungai, kemudian tongkat yang basah diukur dengan menggunakan meteran, meteran juga digunakan untuk mengukur lebar sungai. Data hidrolik Sungai Code untuk setiap titik sampling ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Hidrolik Sungai Code

| Titik                  | Debit<br>m <sup>3</sup> /s |        | Kedalaman<br>rata-rata<br>(m) | Kecepatan rata-rata<br>m/s |        |
|------------------------|----------------------------|--------|-------------------------------|----------------------------|--------|
|                        | Selasa                     | Minggu |                               | Selasa                     | Minggu |
| Jembatan Sendowo       | 4,57                       | 2,75   | 0,40                          | 1,30                       | 0,67   |
| Jembatan Abu Bakar Ali | 4,88                       | 3,15   | 0,44                          | 1,02                       | 0,60   |
| Bendungan Mergangsan   | 5,07                       | 4,85   | 0,31                          | 0,77                       | 0,50   |
| Jembatan Tungkak       | 7,47                       | 4,90   | 0,40                          | 0,82                       | 0,42   |

Pengukuran kecepatan aliran pada penelitian ini, berdasarkan SNI 8006-2015 tentang tata cara pengukuran debit aliran sungai dan saluran terbuka menggunakan alat ukur arus dan pelampung. Pengukuran kecepatan aliran dilakukan dengan menggunakan metode 1 titik, yang dilaksanakan pada kedalaman 0,6 d, karena kedalaman sungai pada penelitian ini kurang dari 0,75 m, maka

pengukuran kecepatan aliran bisa dilakukan dengan metode 1 titik. Pengambilan sampel ini dilakukan pada musim hujan, sehingga nilai debit yang ada di Sungai Code sangat beragam dan nilai debit juga dipengaruhi oleh banyak faktor hidrolis seperti jumlah aliran yang masuk atau keluar, kedalaman, kemiringan dasar sungai. Selain itu, debit berpengaruh terhadap kualitas air karena adanya proses pengenceran yang berkaitan dengan *self-purification*.



Gambar 4.1 Debit Sungai Code

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.1, bahwa pengukuran debit dilakukan 2 hari yaitu pada hari Selasa dan hari Minggu, pada 2 hari tersebut debit yang dihasilkan mengalami perbedaan, perbedaan tersebut dipengaruhi dari curah hujan, kegiatan domestik dan industri. Berdasarkan grafik tersebut bahwa debit yang paling tinggi terjadi di lokasi titik sampling ke 4 yang bertepatan di Jembatan Tungkak, yang dimana pada lokasi titik tersebut adalah lokasi terakhir pengambilan sampel dan aktivitas domestik maupun industri banyak sehingga debit yang dihasilkan semakin tinggi. Debit yang besar juga dapat dipengaruhi dari topografi sungai tersebut seperti lebar sungai, kemiringan sungai, dan tata guna lahan disekitar sungai tersebut (Fitriyani, 2022). Pada titik 1 mempunyai debit yang cukup berbeda di hari Selasa dan hari Minggu yang masing – masing sebesar 4,57 m³/s dan 2,75 m³/s, dalam kondisi titik 1 ini, banyak vegetasi di sekitar aliran sungai yang dapat mempengaruhi perubahan debit. Vegetasi tersebut dapat menyerap air

melalui proses infiltrasi atau evapotranspirasi, yang dapat menekan *run off* yang berdampak pada perubahan debit aliran sungai (Tang dkk., 2024). Pada titik 2 debit meningkat sebesar 4,88 m<sup>3</sup>/detik pada hari Selasa dan 3,15 m<sup>3</sup>/s pada hari minggu, kenaikan debit pada titik ini adanya masukan dari 1 *point source* dari saluran drainase dengan debit sebesar 0,68 m<sup>3</sup>/s. Pada titik 3 mengalami kenaikan debit dari titik 2 sebesar 5,07 m<sup>3</sup>/s pada hari Selasa dan 4,85 m<sup>3</sup>/s pada hari Minggu, kenaikan debit tersebut karena adanya masukkan debit dari 2 *point source* yang masing-masing debitnya sebesar 0,07 m<sup>3</sup>/s dan 0,13 m<sup>3</sup>/s, pada pengambilan sampel sebelum titik 3 terdapat terjunan dan juga aktivitas domestik di titik tersebut sehingga nilai debit mengalami kenaikan. Pada titik 4 nilai debit mengalami kenaikan sebesar 7,47 m<sup>3</sup>/s pada hari Selasa dan 4,90 m<sup>3</sup>/s pada hari Minggu, kenaikan tersebut bisa disebabkan karena banyaknya aktivitas domestik disekitar aliran sungai dan masuknya *point source* ke sungai, pengambilan sampel tersebut di lakukan di Jembatan Tungkak yang dimana jembatan tersebut ada di tengah Kota Yogyakarta. Setiap titik sampling memiliki kondisi sungai yang berbeda dalam bentuk dan lebar, yang dapat meningkatkan kecepatan aliran sungai, sehingga menyebabkan debit yang lebih besar pada aliran sungai (Staddal dkk., 2017).

#### 4.3 Kondisi Kualitas Air Sungai Code

Air sungai memiliki karakteristik dan kualitas yang berbeda-beda, yang dipengaruhi oleh kuantitas dan kualitas pencemar yang masuk kedalam aliran sungai. Kualitas air sungai dapat ditentukan dari berbagai macam parameter yang dilakukan dengan cara melakukan pengukuran dan pengujian. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara pengambilan sampel pada pagi, siang, dan malam dari 4 titik, yaitu titik 1 di bagian hulu (Jembatan Sendowo), titik 2 (Jembatan Abu Bakar Ali), titik 3 (Bendungan Mergangsan), dan titik 4 hilir (Jembatan Tungkak) pada hari Selasa, 6 Februari 2024 dan hari Minggu, 11 Februari 2024.

Pada pengujian kualitas air di Sungai Code, menggunakan bantuan alat seperti ember plastik untuk mengambil sampel air sungai, kemudian air sungai yang sudah diambil dimasukkan kedalam botol *winkler* dan botol ukuran 1 liter. Pada

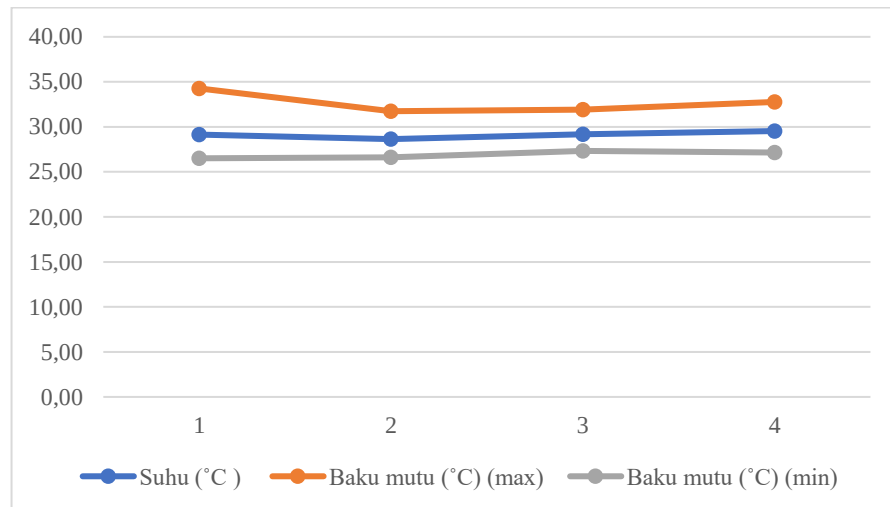
penelitian ini pengambilan sampel dilakukan di tiga waktu yang berbeda, sehingga tidak mungkin untuk dilakukan pengujian segera mungkin, oleh karena itu, sampel tersebut dimasukkan ke *cooling box* yang diisi oleh es batu untuk menjaga sampel air sungai tidak rusak. Setelah pengambilan sampel, kemudian sampel di uji di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII untuk nilai BOD, DO, TSS, Nitrat, dan Total Fosfat. Untuk pengujian keasaman (pH) dan suhu air dilakukan secara langsung di lapangan.

#### 4.3.1 Temperatur Air

Salah satu sifat fisika air yaitu temperatur, yang dapat mempengaruhi komponen biotik dan abiotik dari suatu ekosistem. Metabolisme dan perkembangbiakan organisme di sungai dipengaruhi oleh temperatur ini. Selain itu, musim, waktu pengambilan sampel, lokasi geografis, dan limbah yang masuk ke aliran sungai juga dapat mempengaruhi temperatur air (Singh & Shrivastava, 2015). Hasil pengukuran temperatur air di Sungai Code dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawa ini.

Tabel 4.4 Temperatur Sungai Code

| <b>Titik</b> | <b>Suhu (°C)</b> | <b>Baku mutu<br/>(°C) (max)</b> | <b>Baku mutu<br/>(°C) (min)</b> |
|--------------|------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Titik 1      | 29,13            | 34,27                           | 26,51                           |
| Titik 2      | 28,64            | 31,74                           | 26,62                           |
| Titik 3      | 29,18            | 31,9                            | 27,33                           |
| Titik 4      | 29,54            | 32,78                           | 27,16                           |



Gambar 4.2 Temperatur Sungai Code

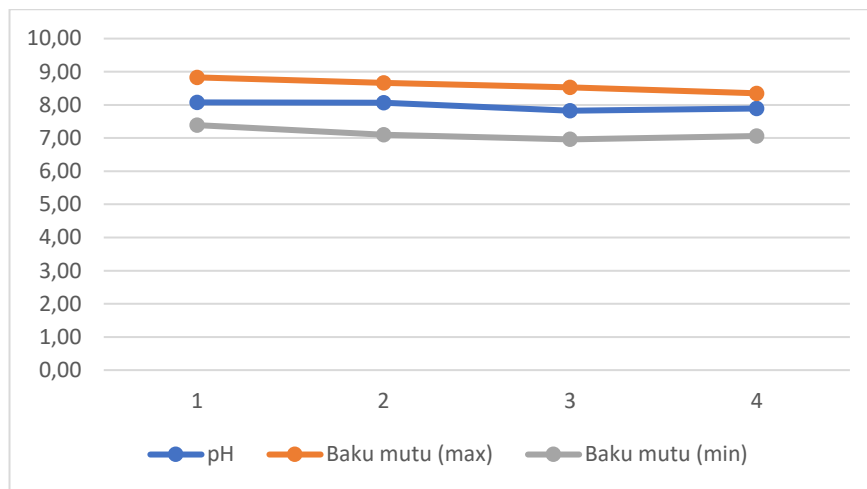
Pengukuran temperatur yang dilakukan di lapangan yang ditunjukkan pada Tabel 4.4, menunjukkan bahwa temperatur Sungai Code berkisar antara 26°C-34°C. Temperatur yang tertinggi ditunjukkan pada titik 1 sebesar 34°C, tingginya temperatur tersebut disebabkan oleh cuaca yang panas di siang hari, yang di mana pengambilan dilakukan pada jam 13.00 WIB. Sedangkan untuk nilai temperatur terendah ada di titik 1 sebesar 26°C. Berdasarkan dari hasil pengukuran bahwa temperatur air di Sungai Code masih memenuhi baku mutu kelas II untuk temperatur  $\pm 3$  yang sesuai dengan Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2018.

#### 4.3.2 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman, juga dikenal sebagai pH, adalah ukuran yang menunjukkan keadaan suatu perairan yang mengandung asam atau basa. Nilai pH mempunyai skala dari 0-14, untuk pH dengan nilai 7 menunjukkan bahwa perairan dalam kondisi netral, pH dengan nilai dibawah 7 menunjukkan bahwa perairan dalam kondisi asam dan pH dengan nilai diatas 7 menunjukkan bahwa perairan dalam kondisi basa. Hasil pengukuran pH ditunjukkan pada Tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Nilai pH Sungai Code

| Titik   | pH   | Baku mutu (max) | Baku mutu (min) |
|---------|------|-----------------|-----------------|
| Titik 1 | 8,08 | 8,83            | 7,39            |
| Titik 2 | 8,06 | 8,66            | 7,10            |
| Titik 3 | 7,83 | 8,53            | 6,96            |
| Titik 4 | 7,89 | 8,35            | 7,06            |



Gambar 4.3 pH Sungai Code

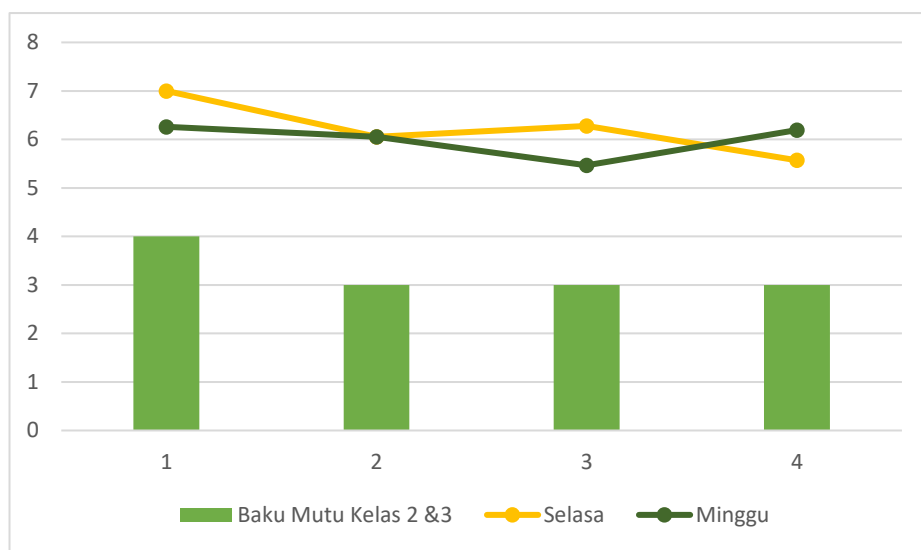
Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008 menetapkan nilai pH Sungai Code di kelas II dengan nilai berkisar di 6-9. Menurut Tabel 4.5 untuk pengukuran pH yang dilakukan di lapangan berkisar dari 7,10-8,83. pH yang ada di perairan menjadi sangat penting karena mempengaruhi kehidupan biologi yang ada di dalamnya. pH juga dapat mempengaruhi toksitas senyawa kimia dalam proses biokimiawi perairan dan metabolisme organisme air.

#### 4.3.3 Dissolved Oxygen (DO)

Proses fotosintesis tanaman air dan udara yang masuk dalam air memberikan oksigen terlarut, atau dikenal juga sebagai DO, oksigen terlarut ini sangat penting untuk kehidupan makhluk hidup yang ada di dalam air. Hasil pengujian DO di Sungai Code ditunjukkan pada Tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.6 Nilai DO Sungai Code

| Titik   | DO (mg/L) |        | Baku Mutu<br>PERGUB DIY No<br>20 tahun 2009 |
|---------|-----------|--------|---------------------------------------------|
|         | Selasa    | Minggu |                                             |
| Titik 1 | 7,0       | 6,3    | 4 Kelas (II)                                |
| Titik 2 | 6,1       | 6,1    | 3 Kelas (III)                               |
| Titik 3 | 6,3       | 5,5    | 3 Kelas (III)                               |
| Titik 4 | 5,6       | 6,2    | 3 Kelas (III)                               |



Gambar 4.4 Konsentrasi DO di Titik Sampling

Sesuai dengan Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008, rentang DO di Sungai Code berkisar dari 5-6 mg/L hingga 7,0 mg/L, dan rentang ini tetap berada di bawah baku mutu kelas I yang sebesar 6 mg/L, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4. Pada hari Selasa, konsentrasi DO yang tertinggi ada di titik 1 karena pada kondisi tersebut masih relatif pagi dan dingin, tidak banyaknya sumber pencemar yang masuk, dan banyaknya tumbuhan di sekitar aliran sungai sehingga memungkinkan oksigen masuk dengan mudah.

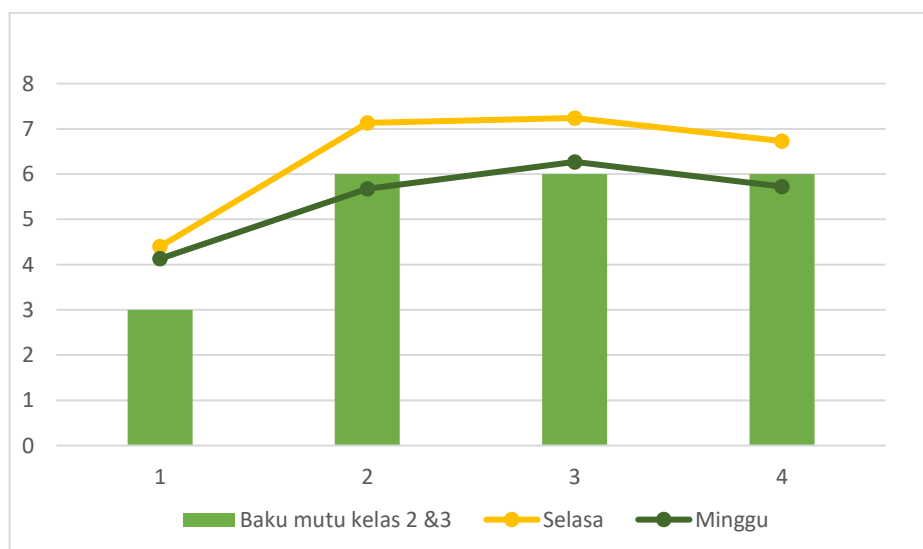
Keberadaan DO di perairan sangat berpengaruh terhadap beban pencemar yang ada di aliran sungai. *Dissolved Oxygen* (DO) yang tinggi di perairan akan mendukung proses *self purification* yang dibutuhkan oleh bakteri untuk melakukan proses dekomposisi bahan organik.

#### 4.3.4 Biological Oxygen Demand (BOD)

*Biological Oxygen Demand* atau BOD merupakan karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut dari suatu perairan yang diperlukan oleh mikroorganisme seperti bakteri untuk mendekomposisi bahan organik dalam keadaan aerobik (Trilaksono dkk., 2014). Salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas air sungai adalah parameter BOD, yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran sungai yang disebabkan oleh pencemar yang masuk dari hulu sampai hilir. Hasil pengujian BOD di Sungai Code ditunjukkan pada Tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.7 Nilai BOD Sungai Code

| Titik   | BOD    |        | Baku Mutu<br>PERGUB DIY<br>No 20 tahun<br>2009 |
|---------|--------|--------|------------------------------------------------|
|         | Selasa | Minggu |                                                |
| Titik 1 | 4,4    | 4,1    | 3 Kelas (II)                                   |
| Titik 2 | 7,1    | 5,7    | 6 Kelas (III)                                  |
| Titik 3 | 7,2    | 6,3    | 6 Kelas (III)                                  |
| Titik 4 | 6,7    | 5,7    | 6 Kelas (III)                                  |



Gambar 4.5 Konsentrasi BOD di Titik Sampling

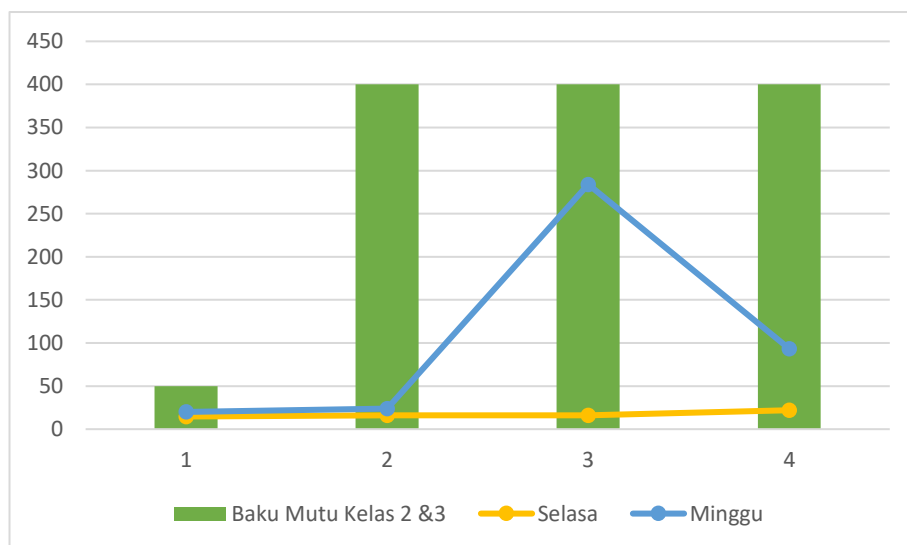
Pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa titik 1 untuk parameter BOD mempunyai nilai sebesar 4,4 mg/L untuk hari Selasa dan 4,1 mg/L untuk hari Minggu, yang dimana nilai tersebut telah melebihi baku mutu kelas II yaitu sebesar 3 mg/L, sedangkan untuk titik 2 mempunyai nilai BOD sebesar 7,1 mg/L untuk hari Selasa dan 5,7 mg/L untuk hari Minggu, untuk titik 3 mempunyai nilai BOD sebesar 7,2 mg/L untuk hari Selasa dan 6,3 mg/L untuk hari Minggu, dan untuk titik 4 mempunyai nilai BOD sebesar 6,7 mg/L untuk hari Selasa dan 5,7 mg/L untuk hari Minggu, yang dimana untuk titik 2 sampai 4 masuk kedalam baku mutu kelas III sebesar 6 mg/L yang artinya nilai BOD titik 2 sampai 4 melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008. Perbedaan nilai BOD pada hari Selasa dan Minggu dan perbedaan kelas baku mutu ini disebabkan karena pada hari Selasa masuk kedalam *weekdays* (hari kerja) yang artinya kegiatan domestik dan non domestik berjalan dan penggunaan air pada hari kerja relatif lebih besar dari penggunaan pada *weekend* (hari libur) sehingga pada hari kerja nilai BOD mengalami kenaikan, sedangkan untuk perbedaan kelas baku mutu untuk titik 1 dan titik 2 sampai 4 ini karena pada titik 1 aktivitas manusia tidak banyak sehingga bisa masuk kedalam baku mutu kelas II dan untuk titik 2 sampai 4 berada di pusat kota sehingga aktivitas domestik banyak dan saluran drainase yang masuk kedalam aliran sungai sehingga nilai BOD masuk kedalam baku mutu kelas III.

#### **4.3.5 Total Suspended Solid (TSS)**

Total padatan tersuspensi merupakan bahan- bahan yang yang tersuspensi yang mempunyai diameter  $> 1 \mu\text{m}$  yang sering ditemukan di dalam air seperti lumpur, pasir halus, dan jasad-jasad renik yang mati, padatan tersebut disebabkan karena adanya kikisan tanah atau erosi tanah yang masuk ke dalam badan air. Berikut merupakan hasil pengujian TSS yang tertera pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Nilai TSS Sungai Code

| Titik   | TSS    |        | Baku Mutu<br>PERGUB DIY No<br>20 tahun 2009 |
|---------|--------|--------|---------------------------------------------|
|         | Selasa | Minggu |                                             |
| Titik 1 | 14,7   | 20,0   | 50 Kelas (II)                               |
| Titik 2 | 16,0   | 24,0   | 100 Kelas (III)                             |
| Titik 3 | 16,0   | 284,0  | 100 Kelas (III)                             |
| Titik 4 | 22,0   | 93,3   | 100 Kelas (III)                             |



Gambar 4.6 Grafik Nilai TSS Sungai Code

Berdasarkan Gambar 4.6 bahwa total padatan tersuspensi menunjukkan kandungan TSS berkisar 14,7 – 284 mg/L, yang dimana kandungan tersebut masih dibawah baku mutu kelas III sebesar 400 mg/L berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008. Peningkatan TSS pada titik 3 ini dikarenakan kondisi sungai yang banyak mengandung padatan seperti batuan kecil, pasir dan banyak ditemukan sampah di sekitar aliran sungai, sehingga dapat menghambat cahaya matahari masuk kedalam badan air yang dapat mempengaruhi proses fotosintesis dalam air. Tingginya konsentrasi nilai TSS di aliran sungai dapat menyebabkan pendangkalan sungai dan pertumbuhan penduduk menjadi salah satu faktor dari peningkatan TSS, karena bahan organik yang ada di aliran sungai berasal dari

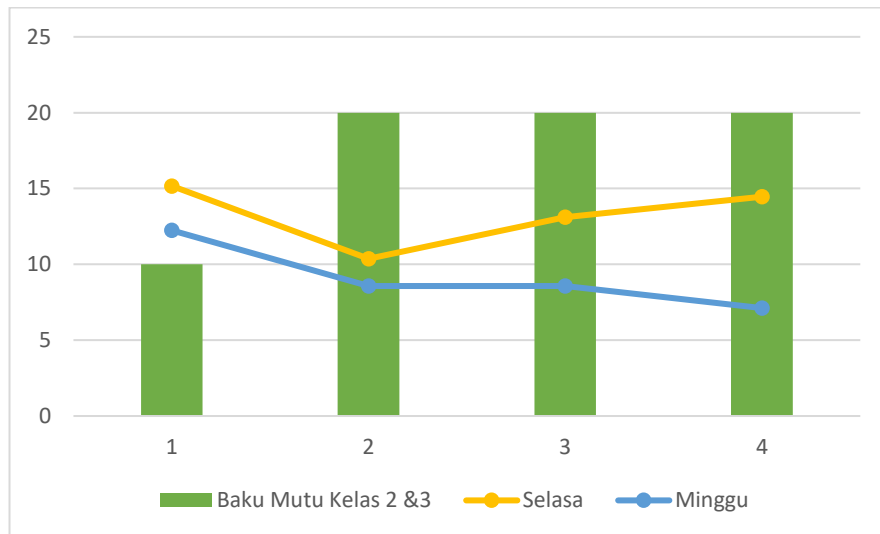
buangan domestik maupun non domestik di sepanjang aliran sungai (Rahayu Yushi dkk., 2018).

#### 4.3.6 Nitrat ( $\text{NO}_3$ )

Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) merupakan bentuk dari nitrogen yang paling banyak ditemukan pada limpasan (*run-off*) yang masuk kedalam aliran sungai, nitrat juga berasal dari air tanah (*ground water*) yang keluar (Trilaksono dkk., 2014). Kandungan nitrat di sungai berasal dari hasil oksidasi dari senyawa nitrit ( $\text{NO}_2$ ) dalam proses reaksi nitrifikasi, besarnya konsentrasi  $\text{NO}_3$  di sungai bergantung pada penggunaan lahan di sekitar aliran sungai yang berasal dari air permukaan, pupuk pertanian, dan air tanah. Berikut merupakan hasil pengujian nitrat ( $\text{NO}_3$ ) di Sungai Code yang tertera pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Nilai  $\text{NO}_3$  Sungai Code

| Titik   | Nitrat |        | Baku Mutu<br>PERGUB DIY No<br>20 tahun 2009 |
|---------|--------|--------|---------------------------------------------|
|         | Selasa | Minggu |                                             |
| Titik 1 | 15,2   | 12,2   | 10 Kelas (II)                               |
| Titik 2 | 10,4   | 8,6    | 10 Kelas (II)                               |
| Titik 3 | 13,1   | 8,6    | 10 Kelas (II)                               |
| Titik 4 | 14,5   | 7,1    | 10 Kelas (II)                               |



Gambar 4.7 Konsentrasi  $\text{NO}_3$  di Titik Sampling

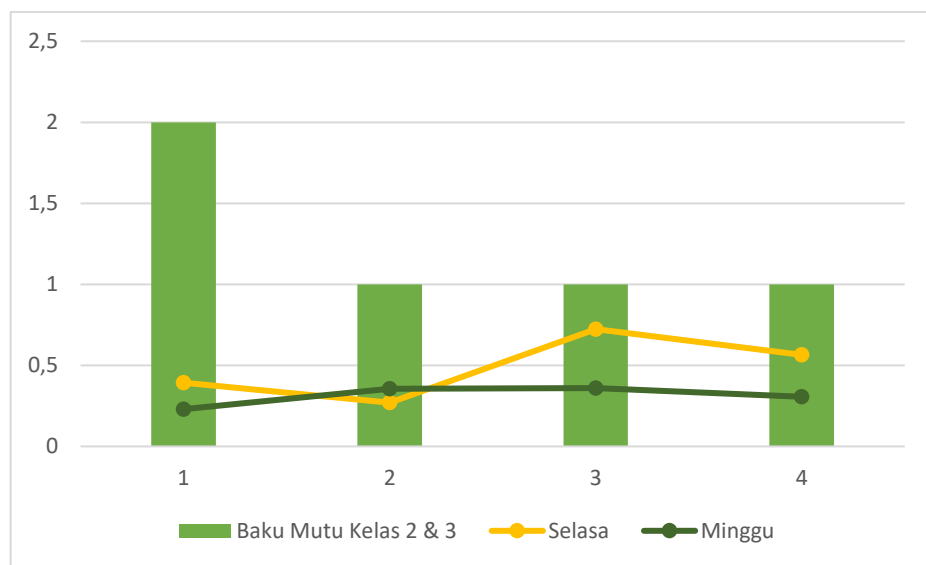
Berdasarkan gambar 4.7 bahwa kandungan nitrat untuk hari Selasa diatas baku mutu kelas II sebesar 10 mg/L yang dimana melebihi baku mutu kelas II hal tersebut disebabkan, pada hari Selasa adalah hari kerja yang dimana penggunaan air semakin tinggi untuk keperluan aktivitas domestik maupun aktivitas industri sehingga dapat meningkatkan kandungan nitrat di aliran sungai, peningkatan nitrat juga dapat disebabkan dari musim hujan yang dimana aliran air dari permukaan tanah akan meningkat secara signifikan yang akan menyebabkan bahan-bahan terlarut ikut terbawa ke aliran sungai, bahan-bahan tersebut dapat berasal dari penggunaan pupuk pertanian di sekitar aliran sungai dan juga dapat berasal dari pertanian yang baru dibajak sehingga dapat mencemari sungai.

#### 4.3.7 Total Fosfat

Total fosfat adalah total konsentrasi bentuk fosfat yang terlarut dan terikat oleh partikel padatan yang ada di dalam air yang meliputi fosfat organik maupun anorganik, total fosfat dapat berasal dari limbah domestik dan industri yang mengandung detergen fosfat, limbah pertanian, dan dari dekomposisi organik. Berikut. Hasil pengujian total fosfat di Sungai Code yang ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Total Fosfat Sungai Code

| Titik   | Total Fosfat |        | Baku Mutu<br>PERGUB Prov.DIY<br>No 20 tahun 2009 |
|---------|--------------|--------|--------------------------------------------------|
|         | Selasa       | Minggu |                                                  |
| Titik 1 | 0,4          | 0,2    | 2 Kelas (II)                                     |
| Titik 2 | 0,3          | 0,4    | 2 Kelas (II)                                     |
| Titik 3 | 0,7          | 0,4    | 2 Kelas (II)                                     |
| Titik 4 | 0,6          | 0,3    | 2 Kelas (II)                                     |



Gambar 4.8 Konsentrasi Total Fosfat di Titik Sampling

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa kadar total fosfat di Sungai Code berkisar di 0,2-0,7 mg/L yang dimana kadar tersebut tidak melebihi baku mutu kelas II Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008 sebesar 2 mg/L. Perbedaan total fosfat di setiap titik ini dipengaruhi dari aktivitas manusia di setiap lokasi titik tersebut. Peningkatan total fosfat ini juga dapat dipengaruhi dari sampah, sedimen, maupun lumpur/pasir yang ada di aliran sungai yang dimana fosfat yang terikat pada padatan akan dilepaskan ke dalam air sehingga kandungan total fosfat di sungai akan mengalami peningkatan, peningkatan total fosfat juga dapat dipengaruhi dari aktivitas pembusukan bahan organik oleh bakteri dan mikroorganisme, yang dimana proses ini akan melepaskan fosfat dari bahan organik sehingga kandungan total fosfat akan meningkat di sungai. Kelebihan total fosfat juga dapat dipengaruhi

dari penggunaan pestisida, insektisida, dan pupuk yang masuk melalui saluran drainase maupun dari aliran permukaan tanah yang akan mengakibatkan eutrofikasi atau ketidakseimbangan ekosistem.

#### **4.4 Sumber Pencemar Sungai Code**

Sumber pencemar yang ada di Sungai Code ini berasal dari Saluran Drainase perkotaan, limbah domestik, dan limbah pertanian maupun industri , yang dimana sumber pencemar di masing- masing segmen mempunyai karakteristik yang berbeda tergantung dari aktivitas yang ada di sekitarnya. Pada penelitian ini, sumber pencemar paling banyak berasal dari *point source* yaitu saluran pembuangan/ drainase, keberadaan *point source* memberikan dampak terhadap kualitas air sungai, untuk sumber non *point source* berasal dari limbah rumah tangga, hotel, perkantoran, dan industri kecil di sekitar aliran Sungai Code.

Kondisi hidrolis dan debit dari sumber pencemar yang berasal dari *point source* yang masuk ke Sungai Code tertera pada Tabel 4.11 dan untuk data sumber pencemar non *point source* tertera pada Tabel 4.12.

Sumber pencemar *point source* dilakukan pengambilan sampel pada saluran *drainase* yang ada di sekitar titik pengambilan sampel, dan kemudian dilakukan pengujian di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII untuk mendapatkan hasil konsentrasi untuk setiap parameter, seperti yang tertera pada tabel 4.12. parameter yang diujikan termasuk DO, BOD, TSS, Nitrat, dan Total Fosfat.

Tabel 4.11 Debit dan Kualitas Air Point Source Sungai Code

| Nama             | Lokasi        | Debit             | pH   | Temperatur | BOD  | DO   | TSS  | Nitrat | Total Fosfat |
|------------------|---------------|-------------------|------|------------|------|------|------|--------|--------------|
|                  | (Km)<br>Hilir | m <sup>3</sup> /s |      | (°C)       | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L   | mg/L         |
| Saluran Drainase | 5,15          | 0,68              | 8,03 | 29         | 8,34 | 4,74 | 20   | 39,3   | 1,37         |
| Saluran Drainase | 2,63          | 0,07              | 7,66 | 31         | 68,2 | 4,52 | 8    | 2,5    | 0,87         |
| Saluran Drainase | 1,05          | 0,13              | 7,59 | 30         | 5    | 4,78 | 16   | 18,3   | 0,37         |
| Saluran Drainase | 0,9           | 0,03              | 7,68 | 31         | 69,1 | 5,17 | 60   | 3,85   | 1,3          |

Tabel 4.12 Debit Non Point Source Sungai Code

| Nama            | Hulu  | Hilir | Debit Masuk       |
|-----------------|-------|-------|-------------------|
|                 | ( Km) | ( Km) | m <sup>3</sup> /s |
| Limbah Domestik | 3,86  | 3,45  | 0,67              |
| Limbah Domestik | 2,97  | 2,67  | 0,89              |
| Limbah Domestik | 1,46  | 1,08  | 0,89              |
| Pertanian       | 0,72  | 0,31  | 0,002             |
| Limbah Domestik | 0,34  | 0,06  | 0,36              |

Selanjutnya data debit masuk dari *point source* pada Tabel 4.11 dilakukan dengan cara pengukuran langsung dengan menampung limbah dari *point source* kedalam ember untuk mengetahui berapa lama limbah tersebut dapat memenuhi ember, pengukuran juga dilakukan dengan mengukur lebar saluran drainase yang ada. Sedangkan untuk pengukuran debit non *point source* yang tertera pada Tabel 4.13 diperoleh dari perkalian antara jumlah penduduk dan kebutuhan air bersih. Dalam perhitungan debit non *point source* ini, diasumsikan menggunakan 2 deret rumah penduduk ke belakang dalam jangkauan pembuangan limbahnya ke sungai, baik dari sisi kanan maupun kiri sungai. Selain dari rumah penduduk debit non *point source*. Sumber pencemar dari *non-point source* tidak hanya dari limbah domestik, tetapi juga dapat berasal dari run-off yang disebabkan oleh curah hujan yang masuk kedalam permukaan tanah. Berikut adalah contoh data perhitungan debit *non point source* dari limbah rumah tangga dan *run off*

#### **A. Non *point source* dari rumah penduduk**

Jumlah rumah = 150 rumah

Asumsi 1 rumah terdiri dari 4 orang/rumah

Jumlah penduduk = jumlah rumah x 4 orang/rumah

Jumlah penduduk = 150 x 4 = 600 jiwa

Kebutuhan air bersih = 120 L/hari.orang

Asumsi 80% dari air bersih akan menjadi air limbah

$Q = (\text{Jumlah penduduk} \times \text{Kebutuhan Air Bersih} \times 80\%) / 86400$

$Q = (600 \text{ jiwa} \times 120 \text{ L/hari.orang} \times 80\%) / 86400$

$= 0,67 \text{ m}^3/\text{detik}$

#### **B. Debit *Run off***

Curah Hujan Bulan Februari 2024 = 146 mm (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Yogyakarta, 2024)

Asumsi Durasi Curah Hujan = 2 jam

Metode Talbot =  $\frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^n$

keterangan :  $R_{24}$  = Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

t = Durasi hujan (jam)

n = konstanta yang ditentukan berdasarkan data

$$\begin{aligned}\text{Intensitas Curah Hujan} &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^n \\ &= \frac{146}{24} \left(\frac{24}{2}\right)^1 = 73 \text{ mm/jam}\end{aligned}$$

Nilai koefisien C

Pemukiman = 0,6

Jalan = 0,8

Lahan Hijau = 0,2

Pelayanan = Blok 1 (segmen 1 (titik 1-2))

Luas Daerah Layanan = 92,5 Ha

- Pemukiman = Luas Daerah Layanan x 50%  
= 9,68 Ha x 50% = 4,84 Ha
- Jalan = Luas Daerah Layanan x 30%  
= 9,68 Ha x 30% = 2,90 Ha
- Lahan hijau = Luas Daerah Layanan x 20%  
= 9,68 Ha x 20% = 1,94 Ha

Perhitungan Debit

- Perumahan  
 $Q = 0,002778 \times C \times I \times A$  (Badiant.P.,et.all, 1992)  
=  $0,002778 \times 0,6 \times 73 \text{ mm/jam} \times 4,84 \text{ Ha} = 0,589 \text{ m}^3/\text{s}$
- Jalan  
 $Q = 0,002778 \times C \times I \times A$   
=  $0,002778 \times 0,8 \times 73 \text{ mm/jam} \times 2,90 \text{ Ha} = 2,90 \text{ m}^3/\text{s}$
- Lahan hijau  
 $Q = 0,002778 \times C \times I \times A$   
=  $0,002778 \times 0,2 \times 73 \text{ mm/jam} \times 1,94 \text{ Ha} = 0,079 \text{ m}^3/\text{s}$

#### 4.5 Pemodelan Kualitas Air dengan QUAL2Kw

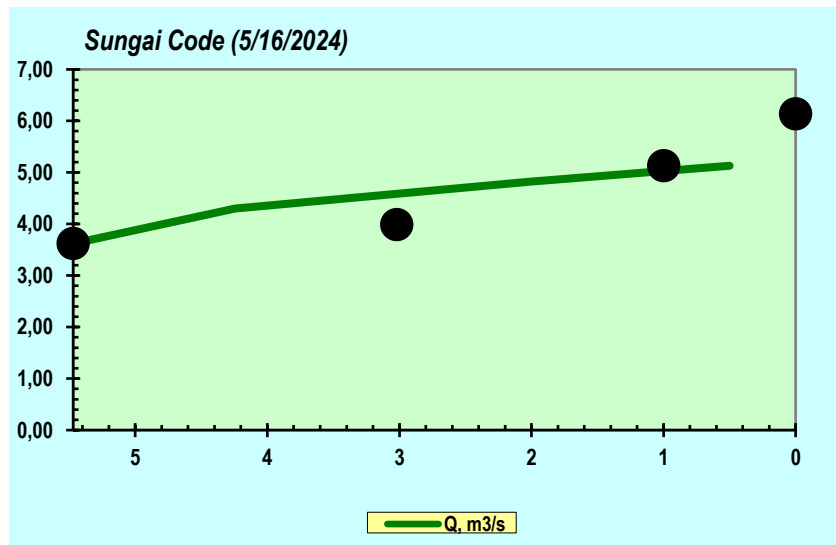
Pada penelitian ini, pemodelan kualitas air QUAL2Kw digunakan. Pemodelan ini adalah model satu dimensi atau *steady state* yang diterapkan untuk aliran dan beban pencemar yang masuk ke sungai secara konstan. *Worksheet reach*, *worksheet headwater*, *worksheet point source*, *worksheet diffuse source*, *worksheet hydraulic data*, *worksheet WQ data*, dan *worksheet temperatur data* adalah semua *worksheet* yang akan diisi/digunakan dalam melakukan pemodelan. Setelah data dimasukkan ke dalam model, proses kalibrasi dilakukan agar model dapat mendekati data di lapangan melalui *trial and error*. Selanjutnya, evaluasi model dilakukan dengan menghitung nilai *error* menggunakan metode RMSPE. Dalam penelitian ini, tiga skenario digunakan untuk mengevaluasi apakah daya tampung beban pencemar di setiap lokasi pengambilan sampel sudah memenuhi kelas mutu air atau belum.

##### 4.5.1 Hasil Kalibrasi dan Evaluasi Model

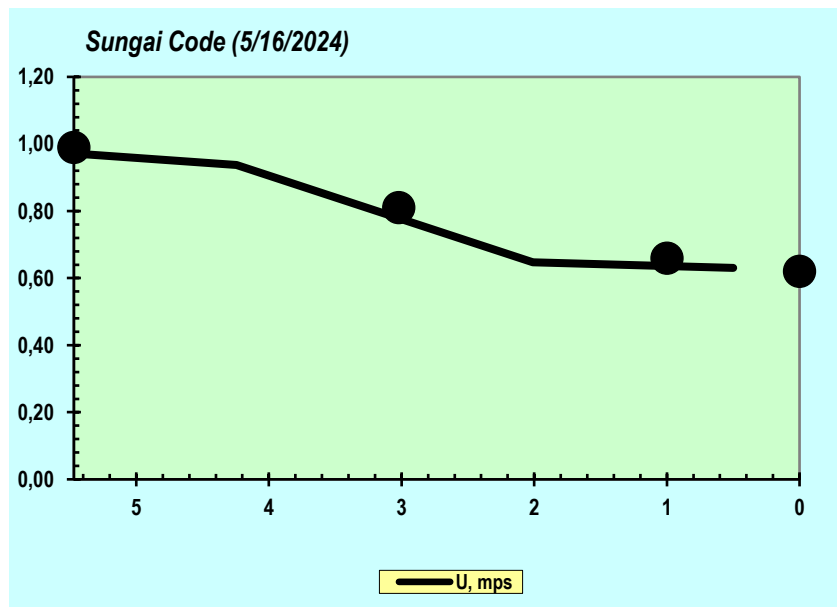
Kalibrasi model dilakukan dengan tujuan data model yang di masukkan sudah sesuai dengan data yang sebenarnya untuk menghindari ketidakstabilan dalam model. Kalibrasi model ditentukan oleh koefisien masing-masing parameter yang dimasukkan dengan cara *trial and error* pada lembar kerja *reach rates* dan *reach*. Kalibrasi model dilakukan dengan 2 cara yaitu kalibrasi pada data hidrolis dan kalibrasi pada data kualitas air. Dalam kalibrasi dilakukan *trial and error* pada data hidrolis di *worksheet reach* dengan mengganti nilai *slope* dan *n manning* untuk model kecepatan dan kedalaman. Untuk model debit dengan melakukan *trial and error* pada *worksheet diffuse source* pada bagian debit masuk.

##### a. Kalibrasi Model Hidrolis

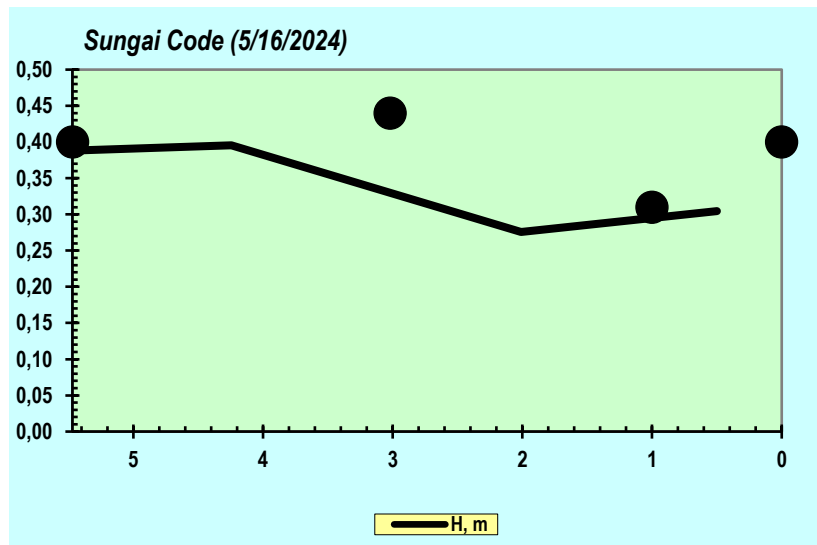
Kalibrasi model hidrolis dilakukan dengan cara *trial and error* pada *worksheet reach* pada bagian *slope* dan *manning data* untuk mendapatkan model yang sesuai dengan data aktualnya. Hasil dari kalibrasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.9, Gambar 4.10, dan Gambar 4.11.



Gambar 4.9 Model Debit Sungai Code



Gambar 4.10 Model Kecepatan Sungai Code



Gambar 4.11 Model Kedalaman Sungai Code

Setelah proses kalibrasi model untuk hidrolis sungai maka selanjutnya dilakukan evaluasi model dengan menggunakan metode *RMSPE* dengan nilai error dibawah 50% yang artinya model tersebut dapat diterima, dengan rumus perhitungannya sebagai berikut :

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{n} \left[ \sum_{n=1}^n \left( \frac{St - At}{At} \right)^2 \right]} \times 100\%$$

Tabel 4.13 Hasil Evaluasi Data Debit

| Debit  |               |            |                                                               |                                                                    |
|--------|---------------|------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Titik  | Data Lapangan | Data Model | $\left( \frac{(Data\ lap.) - (Data\ model)}{model} \right)^2$ | RMSPE<br>$\sqrt{\frac{1}{4} \left( \sum (3) \right)} \times 100\%$ |
| 1      | 3,87          | 3,62       | 0,42%                                                         | 5%                                                                 |
| 2      | 3,99          | 4,30       | 0,60%                                                         |                                                                    |
| 3      | 5,13          | 4,82       | 0,37%                                                         |                                                                    |
| 4      | 6,14          | 5,13       | 2,71%                                                         |                                                                    |
| Jumlah |               |            | 1,02%                                                         |                                                                    |

Tabel 4.14 Hasil Evaluasi Data Kecepatan

| Kecepatan |               |            |                                                             |                                                            |
|-----------|---------------|------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Titik     | Data Lapangan | Data Model | $\left(\frac{(Data\ lap.) - (Data\ model)}{model}\right)^2$ | $\frac{RMSPE}{\sqrt{\frac{1}{4}([\sum(3)] \times 100\%)}}$ |
| 1         | 0,99          | 0,97       | 0,03%                                                       | 4%                                                         |
| 2         | 0,81          | 0,94       | 2,47%                                                       |                                                            |
| 3         | 0,66          | 0,65       | 0,04%                                                       |                                                            |
| 4         | 0,62          | 0,63       | 0,03%                                                       |                                                            |
| Jumlah    |               |            | 0,64%                                                       |                                                            |

Tabel 4.15 Hasil Evaluasi Data Kedalaman

| Kedalaman |               |            |                                                             |                                                            |
|-----------|---------------|------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Titik     | Data Lapangan | Data Model | $\left(\frac{(Data\ lap.) - (Data\ model)}{model}\right)^2$ | $\frac{RMSPE}{\sqrt{\frac{1}{4}([\sum(3)] \times 100\%)}}$ |
| 1         | 0,4           | 0,39       | 0,09%                                                       | 7%                                                         |
| 2         | 0,44          | 0,40       | 1,03%                                                       |                                                            |
| 3         | 0,31          | 0,28       | 1,22%                                                       |                                                            |
| 4         | 0,4           | 0,30       | 5,71%                                                       |                                                            |
| Jumlah    |               |            | 2,01%                                                       |                                                            |

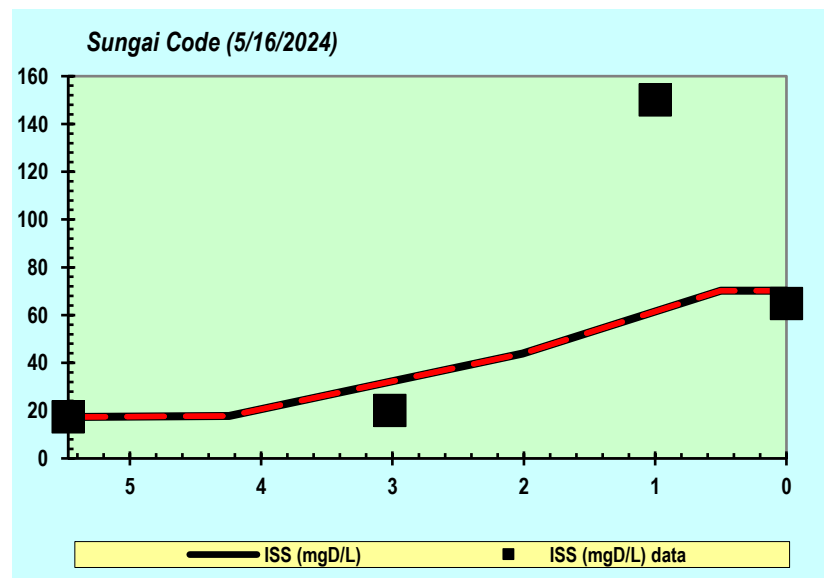
Pada Gambar 4.9 menunjukkan grafik model debit dari titik 1 hingga titik 4 yang menunjukkan bahwa nilai debit bervariasi. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan nilai debit masuknya beban pencemar dari sumber *point source* dan *diffuse source* dan juga pengaruh hujan sebelumnya, yang berdampak pada nilai debit saat ini. Perbedaan nilai debit juga dapat dipengaruhi oleh curah hujan. Penelitian ini, dilakukan pada bulan Februari yang dimana menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Yogyakarta curah hujan pada bulan tersebut dalam kategori rendah-tinggi dengan intensitas 68-402 mm (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Yogyakarta, 2024). Curah hujan dengan intensitas tertentu dapat membawa polutan kontaminan yang ada di permukaan tanah masuk ke dalam aliran sungai sehingga dapat berdampak pada jumlah zat pencemar dan jumlah kontaminan yang masuk ke dalam sungai melalui limpasan permukaan dari air hujan (Nurjanah, 2018). Dalam proses kalibrasi model debit ini, *worksheet diffuse source* pada bagian *inflow* dilakukan *trial and error* dengan mengubah nilai

debit yang masuk. Setelah proses kalibrasi maka selanjutnya adalah proses evaluasi model sehingga menghasilkan nilai evaluasi sebesar 5% yang tertera pada Tabel 4.13, sehingga model debit tersebut dapat diterima.

Gambar 4.10 dan 4.11 menunjukkan grafik model kecepatan dan kedalaman dari titik 1 hingga titik 4 yang memiliki fluktuasi data. Untuk menghasilkan model yang sesuai dengan data di lapangan, maka dilakukan *trial and error* pada *worksheet reach* dengan mengubah nilai *slope* dan nilai *manning*. Setelah proses kalibrasi, selanjutnya adalah evaluasi model yang dimana didapatkan hasil sebesar 4% untuk model kecepatan dan 7% untuk model kedalaman yang artinya model tersebut dapat diterima karena dibawah 50% nilai *error*nya.

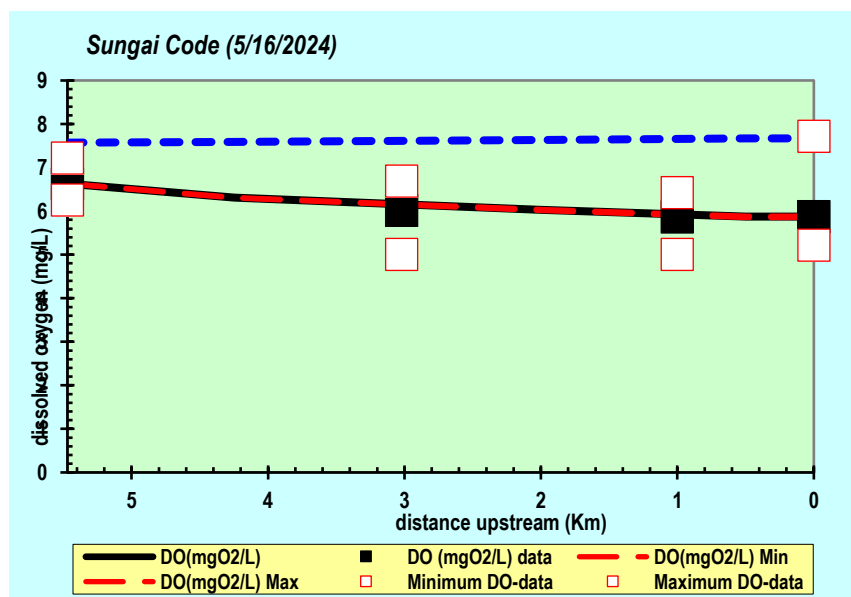
#### b. Kualitas Air Sungai

Kalibrasi model kualitas air sungai dilakukan dengan cara *mentrial and error* pada *worksheet diffuse source* dengan cara mengubah nilai polutan yang masuk disetiap parameternya. Untuk hasil kalibrasi modelnya dapat dilihat pada Gambar 4.12, Gambar 4.13, Gambar 4.14, Gambar 4.15, dan Gambar 4.16



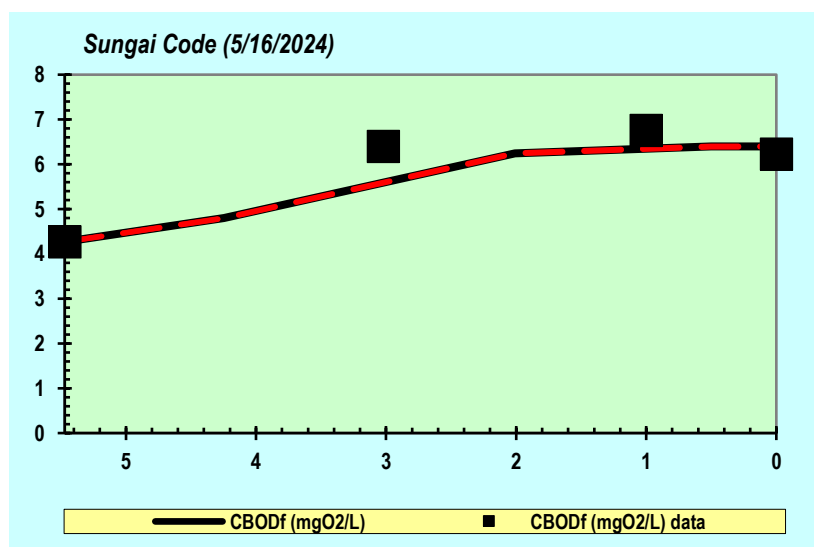
Gambar 4.12 Model TSS Sungai Code

Berdasarkan Gambar 4.12 bahwa parameter *Total Suspended Solid* (TSS) mengalami kenaikan yang signifikan di titik 3, hal ini dikarenakan terdapat sumber *point source* dari saluran drainase kota yang masing-masing *point source* tersebut memiliki konsentrasi TSS sebesar 8 mg/L dan 16 mg/L, sumber pencemar yang masuk tidak dari *point source* melainkan juga dapat dari *diffuse source* yaitu limbah domestik yang ada di sekitar sungai. Peningkatan TSS juga bisa disebabkan dari kondisi sungai yang mengandung lumpur, dan berpasir sehingga partikel-partikel tersebut larut dalam air sungai sehingga menyebabkan air sungai menjadi keruh (Wifarulah & Marlina, 2021). Konsentrasi yang paling kecil terjadi pada titik 1 yang bertepatan di Jembatan Sendowo dengan nilai konsentrasi TSS sebesar 17,33 mg/L, tingginya konsentrasi tersebut karena masih sedikitnya kegiatan domestik sehingga kadar TSS tidak terlalu tinggi. Peningkatan konsentrasi TSS bisa disebabkan karena adanya pertambahan penduduk yang semakin banyak, pembangunan rumah yang semakin banyak di sepanjang aliran sungai yang tidak diikuti dengan peningkatan infrastruktur sanitasi yang baik, penyebab tersebut yang mengakibatkan pendangkalan aliran sungai sehingga dapat menghambat masuknya sinar matahari kedalam air, dan menghambat proses fotosintesis yang ada di air (Rahayu Yushi et al., 2018).



Gambar 4.13 Grafik Model DO Sungai Code

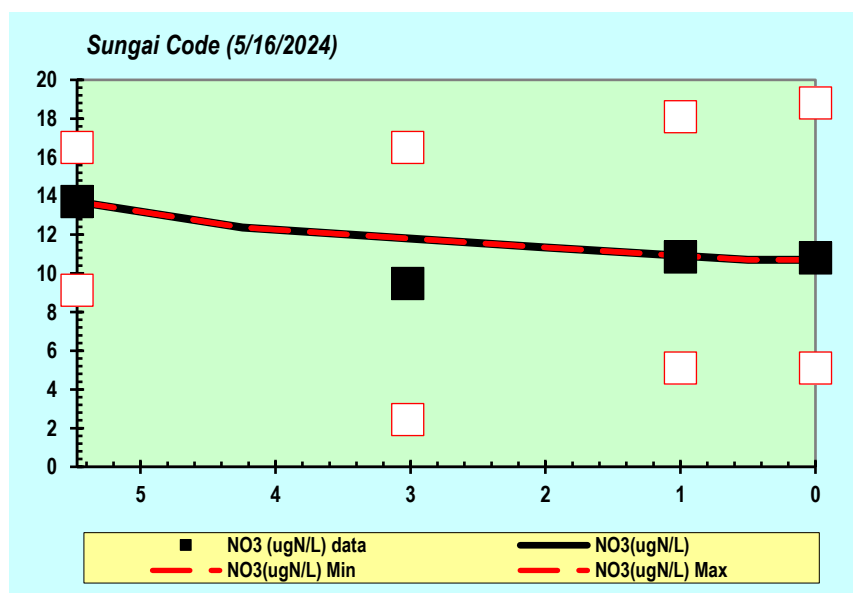
Berdasarkan pada Gambar 4.13 yang menunjukkan parameter *Dissolved Oxygen*, bahwa nilai DO yang tertinggi terdapat pada titik 3 sebesar 6,43 mg/L yang bertepatan setelah bendungan Mergangsari. Peningkatan DO terjadi karena adanya terjunan, sehingga terjadinya aerasi (kontak udara dengan air) yang dapat meningkatkan nilai DO. Parameter DO ini mempunyai peran penting dalam kehidupan organisme yang ada perairan, kandungan DO yang rendah di perairan dapat menyebabkan gangguan untuk organisme yang ada di suatu perairan tersebut. Jika Kadar DO dibawah ambang batas 5 mg/L menandakan bahwa perairan tersebut menunjukkan adanya pencemar yang dapat membahayakan kehidupan akuatik yang ada di dalamnya. Peningkatan dan penurunan DO yang ada di perairan bisa disebabkan oleh curah hujan, salinitas air, erosi, adanya tumbuhan air, dan introduksi kontaminan dan jenis batuan yang ada di dasar sungai yang dapat mempengaruhi kadar DO (Bhatt dkk., 2024).



Gambar 4.14 Model BOD Sungai Code

Berdasarkan Gambar 4.14 diatas, bahwa kadar BOD yang tinggi berada di titik 3 dengan nilai 6,76 mg/L hal tersebut dikarenakan adanya masuk beban pencemar dari sumber *point source* dan *diffuse source* yang menyebabkan kadar BOD meningkat. BOD menjadi salah satu parameter untuk mengukur apakah perairan tersebut tercemar atau tidak. Parameter BOD dan DO saling berhubungan

di perairan, jika kadar BOD meningkat maka DO mengalami penurunan, yang dimana jika nilai kadar BOD tinggi maka akan terjadinya penipisan oksigen yang cepat di perairan sehingga dapat membahayakan mikroorganisme yang ada di dalam air. Pada gambar diatas bahwa kadar BOD mengalami peningkatan disetiap segmennya dibandingkan pada bagian hulu, hal tersebut dikarenakan adanya masukan *effluent* dari berbagai sumber pencemar baik dari *point source* maupun *diffuse source* yang dapat menurunkan kualitas air sungai.

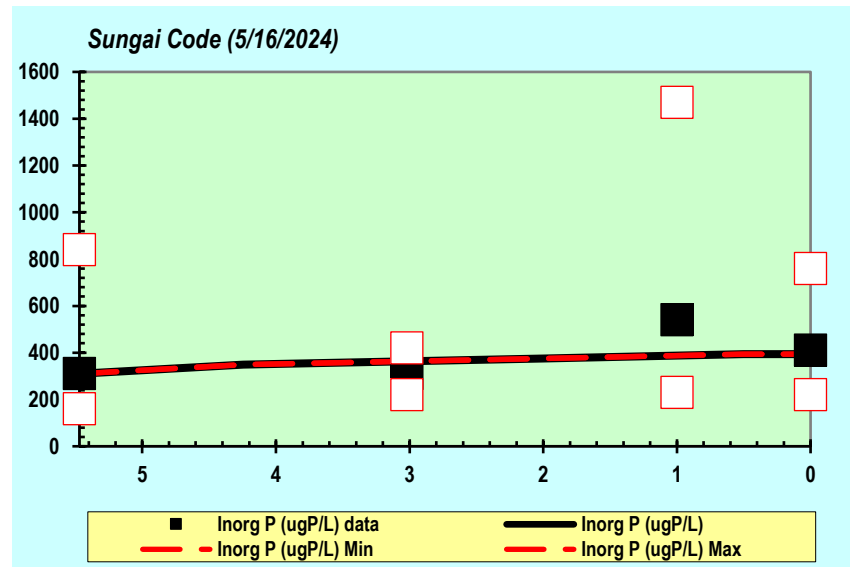


Gambar 4.15 Model NO<sub>3</sub> Sungai Code

Berdasarkan Gambar 4.15 bahwa kandungan nitrat di Sungai Code mengalami kenaikan yang berfluktuatif hal ini disebabkan karena tingkat nitrat dipengaruhi oleh pergantian musim, jika kondisinya setelah hujan maka kadar nitrat semakin tinggi, yang akan menyebabkan kadar oksigen terlarut di perairan menjadi rendah karena banyaknya tanaman dan gulma di sekitar aliran sungai tersebut (Amalia dkk., 2021).

Kadar nitrat yang tinggi terdapat pada bagian hulu sungai sebesar 13,70 mg/L hal tersebut disebabkan, kondisi pada bagian hulu masih banyak tumbuhan di sepanjang aliran sungai sehingga dapat menyebabkan erosi pada tanah karena kandungan nitrat akan terbawa oleh air hujan, kadar nitrat yang tinggi juga bisa

disebabkan oleh penggunaan pestisida yang berlebih dan juga adanya pembusukan tumbuhan yang menyebabkan proses dekomposisi di dalam air.



Gambar 4.16 Model Total Fosfat Sungai Code

Berdasarkan Gambar 4.16 bahwa kandungan total fosfat di Sungai Code berfluktuatif hal tersebut dikarenakan masuknya beban pencemar di setiap segmen Sungai Code berbeda. Total fosfat ini berasal dari limbah detergen, kotoran hewan, pupuk yang terlarut ke dalam air, dan pencemar lain yang berfungsi sebagai hara untuk tanaman air, yang dapat mengakibatkan proses eutrofikasi di aliran Sungai Code (Lusiana & Rahadi, 2018). Total fosfat di pengaruhi oleh medan sungai jika medan sungai menurun maka kecepatan aliran ikut menurun yang menyebabkan total fosfat tersebut mengendap di aliran sungai (Liu dkk., 2024).

Kadar total fosfat tertinggi di segmen 2 dan 3 yang masing-masing mempunyai kadar total fosfat sebesar 0,54 mg/L dan 0,41 mg/L, kadar total fosfat yang tinggi tersebut diikuti dengan kondisi sungai yang berada pada padat penduduk yang dapat menyumbangkan polutan yang besar sehingga jalur polutannya semakin cepat sehingga akumulasi polutan tersebut melebihi kapasitas pemurnian sungai yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan air. Peningkatan yang terjadi pada segmen 3 tersebut dikarenakan adanya masukan beban pencemar dari 2 *point source* sebesar 0,87 mg/L dan 0,37 mg/L dan beban pencemar dari

*diffuse source* sebesar 0,19 mg/L dan 0,60 mg/L, sedangkan untuk segmen 3 adanya beban pencemar yang masuk dari *point source* sebesar 1,3 mg/L dan beban pencemar dari dua *diffuse source* yaitu pertanian sebesar 0,60 mg/L, dan limbah domestik sebesar 0,65 mg/L. Untuk segmen 1 kadar fosfat sebesar 0,37 mg/L karena adanya beban pencemar yang masuk dari *point source* sebesar 0,56 mg/L dan dari limbah domestik sebesar 0,045 mg/L.

Tabel 4.16 Hasil Evaluasi Data TSS

| ISS    |               |            |                                                             |                                                        |
|--------|---------------|------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Titik  | Data Lapangan | Data Model | $\left(\frac{(Data\ lap.) - (Data\ model)}{model}\right)^2$ | RMSPE<br>$\sqrt{\frac{1}{4}([\sum (3)] \times 100\%)}$ |
| 1      | 17,33         | 17,33      | 0,00                                                        | 18%                                                    |
| 2      | 20            | 17,75      | 0,01                                                        |                                                        |
| 3      | 150           | 43,94      | 0,50                                                        |                                                        |
| 4      | 64,8          | 70,21      | 0,01                                                        |                                                        |
| Jumlah |               |            | 13%                                                         |                                                        |

Tabel 4.17 Hasil Evaluasi Data DO

| DO     |               |            |                                                             |                                                        |
|--------|---------------|------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Titik  | Data Lapangan | Data Model | $\left(\frac{(Data\ lap.) - (Data\ model)}{model}\right)^2$ | RMSPE<br>$\sqrt{\frac{1}{4}([\sum (3)] \times 100\%)}$ |
| 1      | 6,63          | 6,63       | 0,00%                                                       | 1%                                                     |
| 2      | 6,02          | 6,31       | 0,23%                                                       |                                                        |
| 3      | 5,87          | 6,03       | 0,07%                                                       |                                                        |
| 4      | 5,88          | 5,87       | 0,00%                                                       |                                                        |
| Jumlah |               |            | 0,08%                                                       |                                                        |

Tabel 4.18 Hasil Evaluasi Data BOD

| BOD    |               |            |                                                             |                                                        |
|--------|---------------|------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Titik  | Data Lapangan | Data Model | $\left(\frac{(Data\ lap.) - (Data\ model)}{model}\right)^2$ | RMSPE<br>$\sqrt{\frac{1}{4}([\sum (3)] \times 100\%)}$ |
| 1      | 4,27          | 4,27       | 0,00%                                                       | 7%                                                     |
| 2      | 6,4           | 4,80       | 6,28%                                                       |                                                        |
| 3      | 6,76          | 6,24       | 0,58%                                                       |                                                        |
| 4      | 6,23          | 6,40       | 0,07%                                                       |                                                        |
| Jumlah |               |            | 1,73%                                                       |                                                        |

Tabel 4.19 Hasil Evaluasi Data NO<sub>3</sub>

| NO <sub>3</sub> |               |            |                                                                                |                                                       |
|-----------------|---------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Titik           | Data Lapangan | Data Model | $\left(\frac{(\text{Data lap.}) - (\text{Data model})}{\text{model}}\right)^2$ | RMSPE<br>$\sqrt{\frac{1}{4}([\sum(3)] \times 100\%)}$ |
| 1               | 13,7          | 13,70      | 0,00%                                                                          | 8%                                                    |
| 2               | 9,47          | 12,37      | 9,4%                                                                           |                                                       |
| 3               | 10,84         | 11,34      | 0,2%                                                                           |                                                       |
| 4               | 10,79         | 10,70      | 0,0%                                                                           |                                                       |
| Jumlah          |               |            | 2,4%                                                                           |                                                       |

Tabel 4.20 Hasil Evaluasi Data Total Fosfat

| Total Fosfat |               |            |                                                                                |                                                       |
|--------------|---------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Titik        | Data Lapangan | Data Model | $\left(\frac{(\text{Data lap.}) - (\text{Data model})}{\text{model}}\right)^2$ | RMSPE<br>$\sqrt{\frac{1}{4}([\sum(3)] \times 100\%)}$ |
| 1            | 0,31          | 0,31       | 0%                                                                             | 9%                                                    |
| 2            | 0,31          | 0,35       | 2%                                                                             |                                                       |
| 3            | 0,54          | 0,37       | 10%                                                                            |                                                       |
| 4            | 0,41          | 0,39       | 0%                                                                             |                                                       |
| Jumlah       |               |            | 3%                                                                             |                                                       |

Menurut Gambar 4.12, model parameter TSS telah mendekati data yang ada di lapangan. Nilai TSS tertinggi mencapai 150 mg/L pada titik 3 dan 64 mg/L pada titik 4. Hal ini dikarenakan pada titik 3 terdapat terjunan dan banyaknya aktivitas domestik di sekitar sungai sehingga kadar TSS nya sangat tinggi dibandingkan dengan titik lainnya, tingginya kadar TSS di titik ini juga bisa disebabkan karena *human error* pada saat pengambilan sampel maupun pada saat pengujian. Untuk kalibrasi parameter TSS, metode *trial and error* digunakan pada *worksheet diffuse source* untuk mendapatkan model sesuai dengan di lapangan. Hasil dari proses kalibrasi tersebut kemudian dilakukan evaluasi model yang dapat dilihat pada Tabel 4.16 dengan hasil untuk parameter TSS sebesar, yang dimana hasil model tersebut dapat diterima.

Proses kalibrasi model DO pada Gambar 4.13 dilakukan dengan cara *trial and error* parameter DO di sumber pencemar *diffuse source* dan pada *worksheet reach rates* pada bagian *rearation* untuk mendapatkan hasil model yang

sesuai dengan data yang ada di lapangan. Hasil dari proses kalibrasi tersebut kemudian dilakukan evaluasi model yang dapat dilihat pada Tabel 4.17 dengan hasil untuk parameter DO sebesar 1%, yang dimana hasil model tersebut dapat diterima.

Model BOD telah mendekati data sebenarnya, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.14. di titik 3, konsentrasi BOD tertinggi sebesar 6,76 mg/L, yang disebabkan oleh sumber *effluent* dari *point source* maupun *diffuse source*, sehingga konsentrasi BOD mengalami peningkatan. Hasil dari proses kalibrasi model tersebut kemudian dilakukan evaluasi model yang tertera pada Tabel 4.18 dengan hasil untuk parameter BOD sebesar 7%, yang dimana hasil model tersebut dapat diterima.

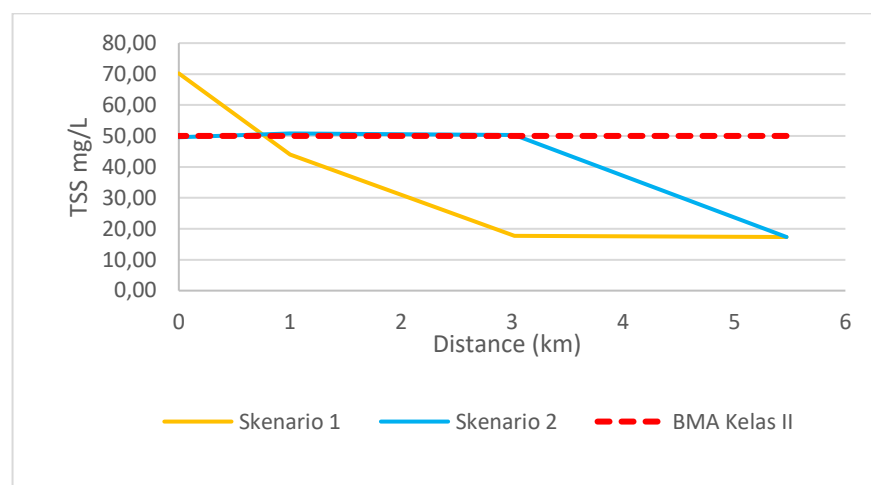
Proses kalibrasi model untuk parameter  $\text{NO}_3$  dan Total fosfat yang tertera pada Gambar 4.15 dan Gambar 4.16 bahwa model tersebut sudah mendekati data sebenarnya. Dari model  $\text{NO}_3$  dan Total fosfat bahwa nilai parameter tertinggi berada di titik 3 dengan nilai parameter nitrat sebesar 10,84 mg/L dan Total fosfat sebesar 0,54 mg/L, untuk parameter nitrat dan total fosfat, proses kalibrasi dilakukan dengan *trial and error* pada *worksheet diffuse source*. Hasil dari proses kalibrasi tersebut kemudian dilakukan evaluasi model yang tertera pada Tabel 4.19 dan Tabel 4.20 dengan parameter nitrat sebesar 8% dan Total fosfat sebesar 9%, yang dimana hasil model tersebut dapat diterima.

#### **4.5.2 Hasil Simulasi Model**

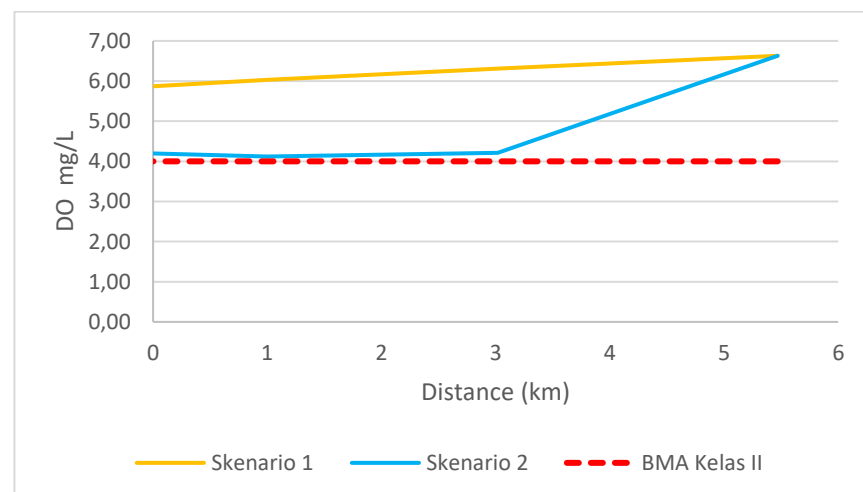
Setelah kalibrasi model dan evaluasi model selesai, proses simulasi dilakukan dengan menggunakan sejumlah skenario. Pada penelitian ini, menggunakan tiga jenis skenario untuk mengasumsikan kondisi hulu sungai sesuai dengan kondisi *eksisting*, dan kualitas air sesuai dengan baku mutu kelas II dan III berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008.

a) Simulasi Model Skenario 2

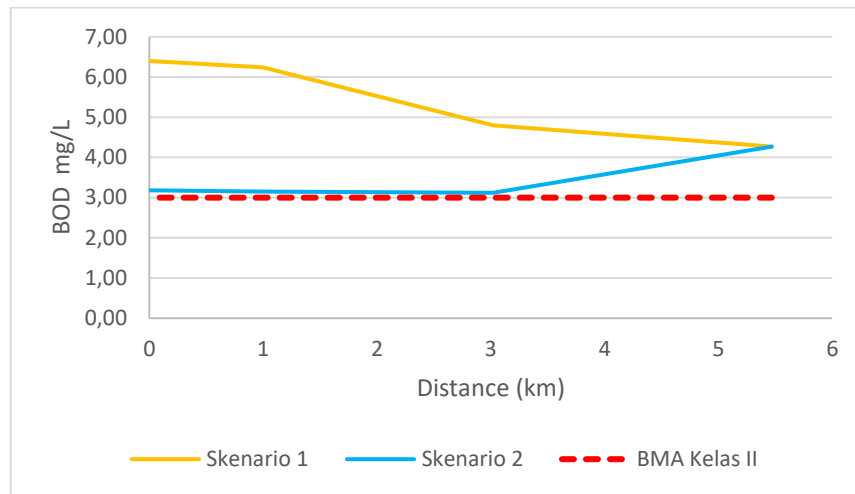
Simulasi skenario 2 adalah simulasi yang menggunakan modifikasi beban pencemar yang masuk kedalam aliran sungai baik beban pencemar dari *point source* maupun *diffuse source* dengan cara *trial and error*, sehingga menghasilkan kualitas air sesuai baku mutu kelas II. Hasil dari skenario 2 ini dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



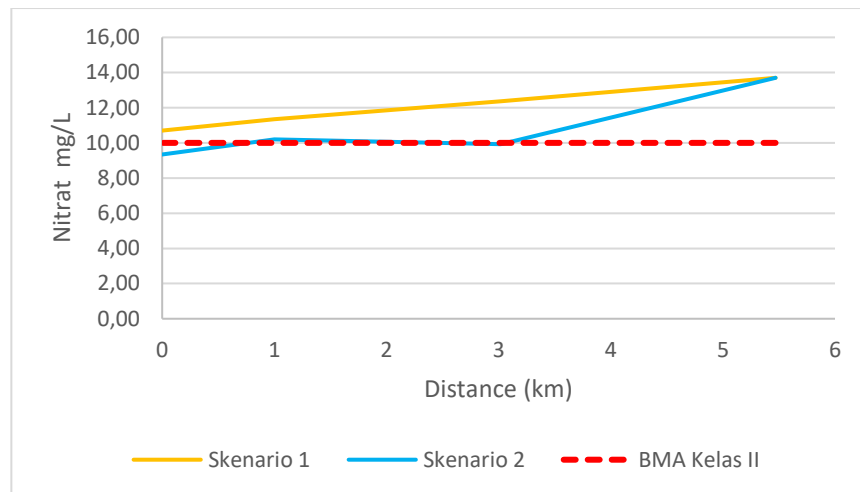
Gambar 4.17 Model TSS Skenario 2



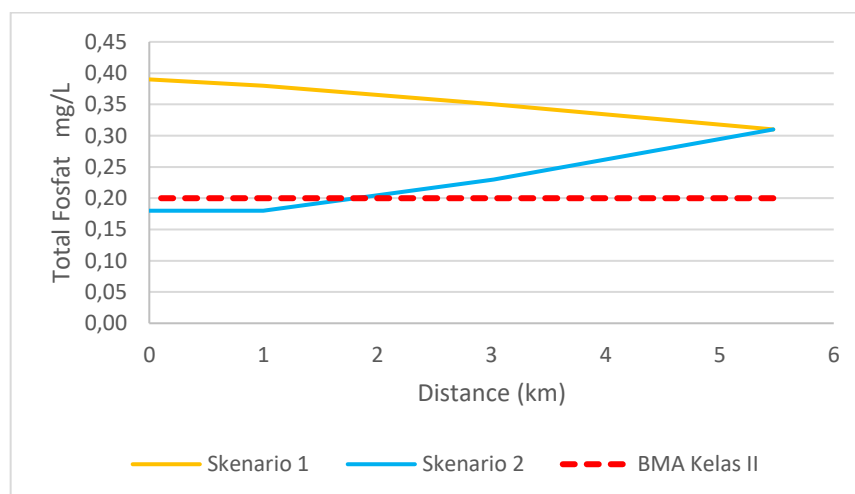
Gambar 4.18 Model DO Skenario 2



Gambar 4.19 Model BOD Skenario 2



Gambar 4.20 Model Nitrat Skenario 2

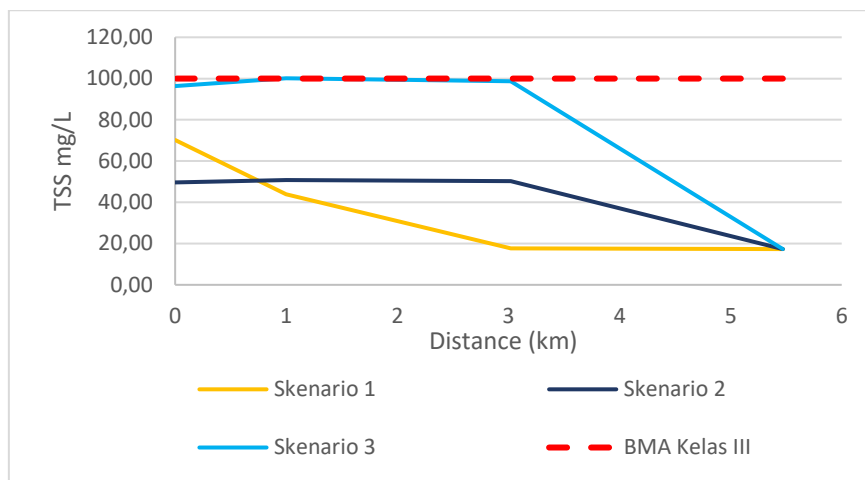


Gambar 4.21 Model Total Fosfat Skenario 2

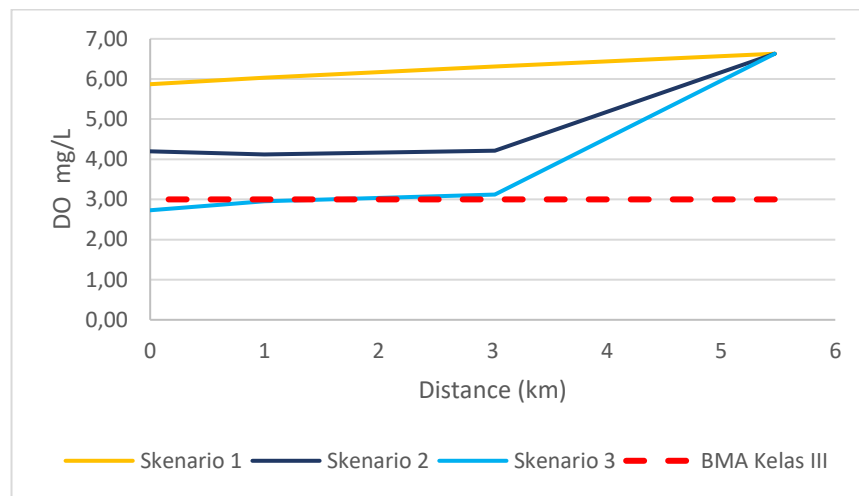
Gambar 4.22 - 4.26 menunjukkan bahwa kualitas air Sungai Code memenuhi baku mutu kelas II yang ditetapkan oleh Peraturan DIY No. 20 tahun 2008, skenario 2 untuk kualitas air Sungai Code dibagian hulu, yang berada pada jarak 5,47 km dari hilir, menggunakan data *eksisting* sehingga kadar untuk parameter DO, BOD, Nitrat, dan Total Fosfat berada di atas baku mutu kelas II. Sedangkan untuk simulasi 1 dengan menggunakan data *eksisting* bahwa kadar untuk setiap parameter DO, BOD, Nitrat, Total Fosfat diatas baku mutu sehingga perlu dilakukan pengendalian pencemaran air untuk menurunkan kadar tersebut.

#### b) Simulasi Model Skenario 3

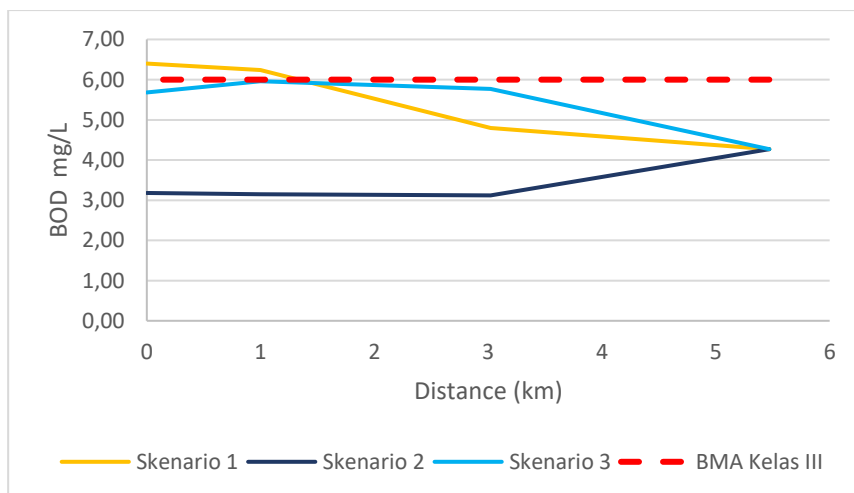
Skenario 3, yaitu simulasi yang menggunakan modifikasi beban pencemar yang masuk kedalam aliran sungai baik beban pencemar dari *point source* maupun *diffuse source* dengan cara *trial and error*, sehingga menghasilkan kualitas air sesuai baku mutu kelas III. Hasil dari skenario 3 ini ditunjukkan pada Gambar dibawah ini.



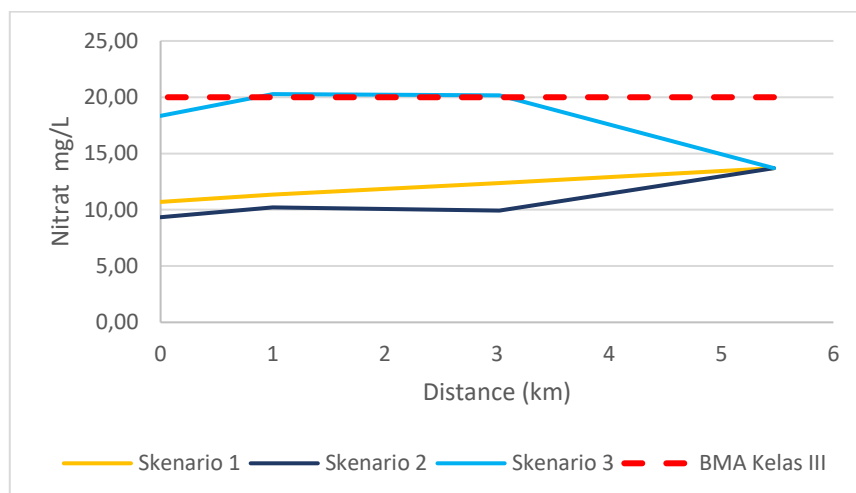
Gambar 4.22 Model TSS Skenario 3



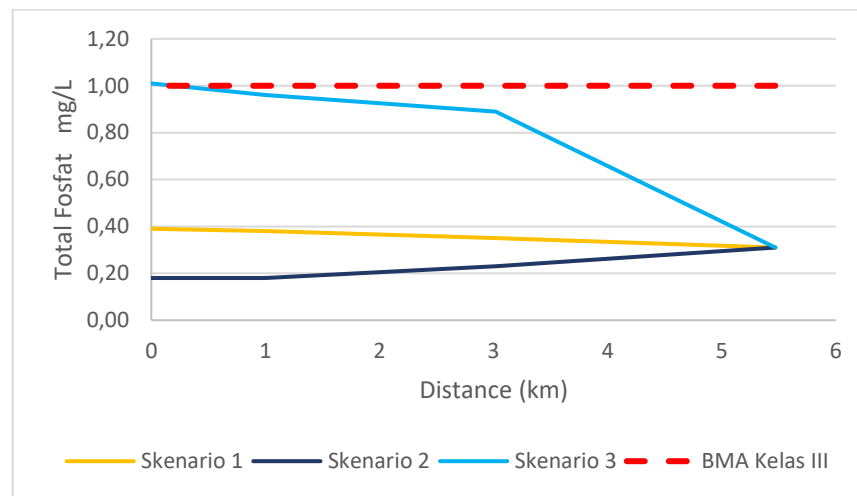
Gambar 4.23 Model DO Skenario 3



Gambar 4.24 Model BOD Skenario 3



Gambar 4.25 Model Nitrat Skenario 3



Gambar 4.26 Model Total Fosfat Skenario 3

Gambar 4.22, Gambar 4.24 – 4.26 menunjukkan kadar untuk setiap parameter TSS, BOD, Nitrat dan Total Fosfat masih sesuai dengan baku mutu kelas III, yang masing-masing sebesar 100 mg/L, 6 mg/L, 20 mg/L, dan 1 mg/L, sedangkan pada Gambar 4.23 untuk parameter DO berada diatas baku mutu kelas III yang sebesar 3 mg/L untuk setiap skenarionya, hal tersebut dikarenakan pada kadar DO yang rendah yang mencapai baku mutu kelas III bahwa akan menyebabkan kematian bagi makhluk hidup yang ada diperairan dan akan menyebabkan proses eutrofikasi, sehingga kadar DO di Sungai Code masih baik.

#### 4.6 Analisis Daya Tampung Beban Pencemar

Perhitungan daya tampung beban pencemar dilakukan setelah melakukan simulasi, yang bertujuan untuk menghitung beban pencemar dari masing- masing simulasi untuk mengetahui kemampuan daya tampung dari Sungai Code tersebut. Untuk menghitung beban pencemar nilai dari hasil simulasi yang ada di *worksheet source summary*, yang memuat nilai debit dan konsentrasi dari semua parameter yang digunakan di masing-masing segmen.

##### 4.6.1 Beban Pencemar

Perhitungan beban pencemar didasarkan pada konsentrasi parameter TSS, BOD, Nitrat, dan Total fosfat yang masuk ke dalam sungai dengan satuan mg/L dan

debit masuk dengan satuan m<sup>3</sup>/detik. Untuk mengetahui daya tampung beban pencemar untuk setiap baku mutu, perhitungan beban pencemar dilakukan pada simulasi 1 (kondisi *eksisting*), simulasi 2 (beban pencemar maksimum untuk baku mutu kelas II), dan simulasi 3 (beban pencemar maksimum untuk baku mutu kelas III) sehingga dapat menghitung daya tampung beban pencemar di setiap baku mutunya. Berikut hasil perhitungan beban pencemar untuk parameter TSS, BOD, Nitrat, dan Total Fosfat yang dapat dilihat pada Tabel 4.21, Tabel 4.22, dan Tabel 4.23.

Tabel 4.21 Perhitungan Beban Pencemar Simulasi 1

| Segmen | Jarak         | Debit             | TSS       | BOD       | Nitrat    | Total Fosfat |
|--------|---------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
|        | km dari hilir | m <sup>3</sup> /s | (kg/hari) | (kg/hari) | (kg/hari) | (kg/hari)    |
| 1      | 5,47 - 3,02   | 1,82              | 1176      | 490,61    | 319,21    | 33,02        |
| 2      | 3,02 - 1,00   | 1,46              | 11702     | 893,10    | 126,14    | 26,49        |
| 3      | 1,00 - 0,00   | 0,77              | 12805     | 276,09    | 20,62     | 17,96        |

Tabel 4.222 Perhitungan Beban Pencemar Simulasi 2

| Segmen | Jarak         | Debit             | TSS       | BOD       | Nitrat    | Total Fosfat |
|--------|---------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
|        | km dari hilir | m <sup>3</sup> /s | (kg/hari) | (kg/hari) | (kg/hari) | (kg/hari)    |
| 1      | 5,47 - 3,02   | 3,14              | 23334     | 605       | 1858      | 35           |
| 2      | 3,02 - 1,00   | 4,72              | 21230     | 1056      | 3315      | 49           |
| 3      | 1,00 - 0,00   | 3,46              | 14251     | 1037      | 2592      | 51           |

Tabel 4.23 Perhitungan Beban Pencemar Simulasi 3

| Segmen | Jarak         | Debit             | TSS       | BOD       | Nitrat    | Total Fosfat |
|--------|---------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
|        | km dari hilir | m <sup>3</sup> /s | (kg/hari) | (kg/hari) | (kg/hari) | (kg/hari)    |
| 1      | 5,47 - 3,02   | 3,84              | 59630     | 2283      | 8039      | 478          |
| 2      | 3,02 - 1,00   | 6,34              | 52099     | 3462      | 10495     | 570          |
| 3      | 1,00 - 0,00   | 4,36              | 35632     | 2151      | 5700      | 441          |

#### 4.6.2 Daya Tampung Beban Pencemar

Untuk menghitung daya tampung beban pencemar dalam penelitian ini, selisih antara skenario 2 dan skenario 1 dan selisih antara skenario 3 dan skenario 1 dihitung untuk mendapatkan nilai daya tampung. Perhitungan daya tampung tersebut dilakukan untuk melihat apakah daya tampung di musim hujan sesuai dengan baku mutu kelas II yang ada pada skenario II atau sesuai dengan baku mutu kelas III yang ada di skenario III, sedangkan skenario 1 adalah kondisi sungai yang sesuai dengan kondisi *eksisting* sungai tersebut. Nilai perhitungan daya tampung beban pencemar ditunjukkan pada Tabel 4.24 dan Tabel 4.25.

Tabel 4.24 Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar untuk Kelas II

| Segmen | Jarak         | TSS       | BOD       | Nitrat    | Total Fosfat |
|--------|---------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
|        | km dari hilir | (kg/hari) | (kg/hari) | (kg/hari) | (kg/hari)    |
| 1      | 5,47 - 3,02   | 22158     | 114       | 1539      | 2            |
| 2      | 3,02 - 1,00   | 9528      | 163       | 3189      | 22           |
| 3      | 1,00 - 0,00   | 1445      | 761       | 2571      | 33           |

Tabel 4.25 Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar untuk Kelas III

| Segmen | Jarak         | TSS       | BOD       | Nitrat    | Total Fosfat |
|--------|---------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
|        | km dari hilir | (kg/hari) | (kg/hari) | (kg/hari) | (kg/hari)    |
| 1      | 5,47 - 3,02   | 58454     | 1792      | 7720      | 445          |
| 2      | 3,02 - 1,00   | 40397     | 2569      | 10369     | 543          |
| 3      | 1,00 - 0,00   | 22827     | 1875      | 5679      | 423          |

Untuk semua parameter Nitrat, total fosfat, TSS, dan BOD, daya tampung Sungai Code pada musim hujan dengan skenario 1 dan skenario 2 masih memenuhi daya tampung, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.24, berdasarkan hasil perhitungan daya tampung beban pencemar yang sudah dilakukan.

Pada Tabel 4.25 untuk perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar untuk musim hujan dengan skenario 1 dan skenario 3 masih memenuhi daya tampung

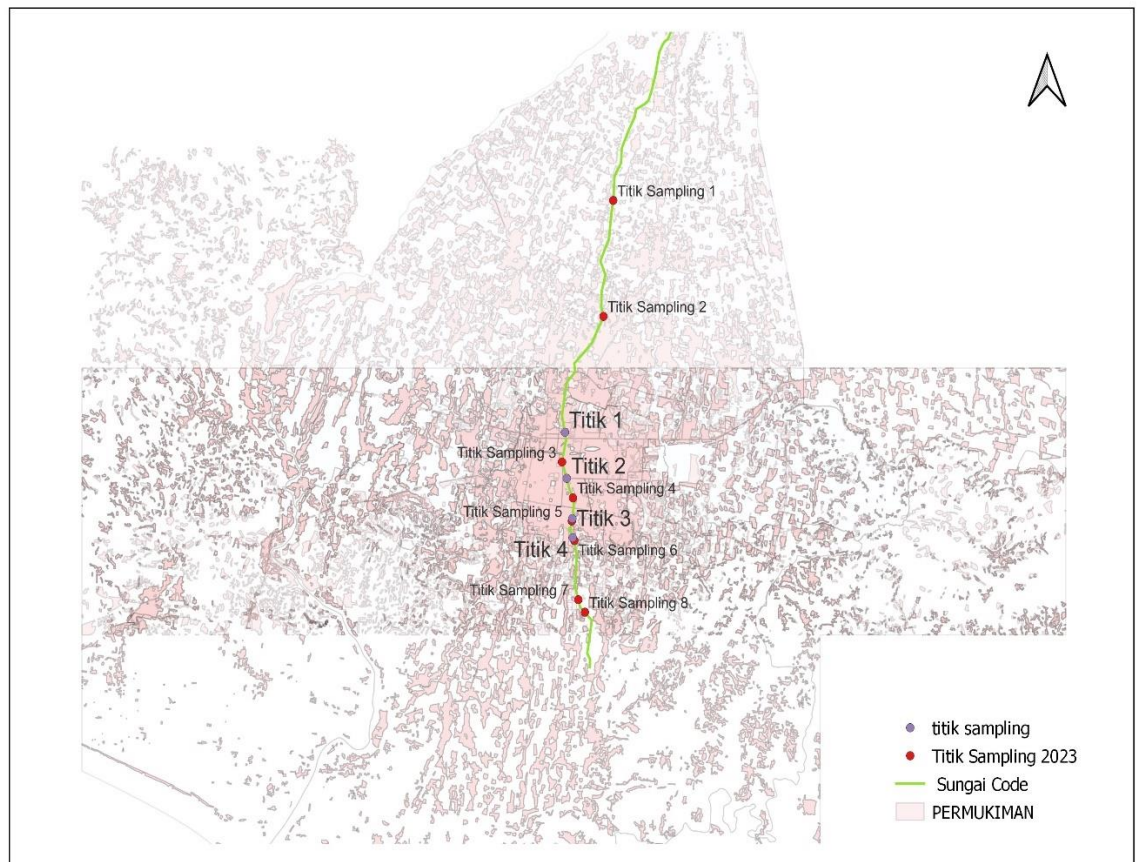
untuk setiap parameternya, pada skenario 3 ini berdasarkan nilai baku mutu kelas III sehingga kemampuan daya tampungnya masih relatif banyak.

#### 4.6.3 Perbandingan Daya Tampung Beban Pencemar

Perbandingan daya tampung beban pencemar adalah perbandingan yang dilakukan dengan penelitian sebelumnya untuk melihat apakah daya tampung pada masa sekarang lebih baik dari masa sebelumnya atau sebaliknya. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan daya tampung beban pencemar dengan tahun sebelumnya, yaitu pada tahun 2023. Berikut adalah hasil perbandingan daya tampung beban pencemar dan segmen yang digunakan, yang dapat dilihat pada Tabel 4.26 dan Gambar 4.32.

Tabel 4.26 Perbandingan Daya Tampung

| Segmen   | Jarak       | TSS<br>(kg/hari) |       | BOD<br>(kg/hari) |      | Nitrat<br>(kg/hari) |      | Total Fosfat<br>(kg/hari) |      |
|----------|-------------|------------------|-------|------------------|------|---------------------|------|---------------------------|------|
|          |             | 2023             | 2024  | 2023             | 2024 | 2023                | 2024 | 2023                      | 2024 |
| Segmen 1 | 5,47 - 3,02 | 6367             | 58454 | 104,7            | 1792 | 0                   | 7720 | 40,05                     | 445  |
| Segmen 2 | 3,02 - 1,00 | 22015            | 40397 | 905,37           | 2569 | 0                   | 1036 | 733,3                     | 543  |
| Segmen 3 | 1,00 - 0,00 | 69297            | 22827 | -106,9           | 1875 | 0                   | 5679 | 99,09                     | 423  |



Gambar 4 27 Peta Titik Sampling 2023 dan 2024

Berdasarkan Tabel 4.26 bahwa untuk daya tampung beban pencemar pada tahun 2024 lebih banyak dibandingkan pada tahun 2023 hal tersebut dikarenakan adanya proses pengenceran, sehingga akan meningkatkan kemampuan daya tampungnya. Proses pengenceran ini terjadi ketika debit maksimum di Sungai Code meningkat yang dapat disebabkan oleh curah hujan yang besar pada saat pengambilan sampel, dan juga adanya proses run off yang masuk ke aliran Sungai Code. Penurunan daya tampung juga bisa disebabkan adanya pertambahan jumlah penduduk yang terus menerus mengalami kenaikan sehingga limbah domestik dan sampah padat semakin banyak, pertambahan penduduk juga bisa diikuti dengan pembangunan infrastruktur, seperti perumahan, jalan, maupun lainnya, sehingga dapat menyebabkan lebih banyak limpasan air hujan yang membawa polutan masuk ke aliran sungai. Penurunan daya tampung juga bisa disebabkan dari peningkatan

penggunaan pupuk dan pestisida di pertanian, yang limbahnya akan berdampak untuk mencemari lingkungan, kandungan limbah pertanian ini, berupa nitrat fosfor, kalium, dll.

#### **4.7 Penurunan Beban Pencemar**

Penurunan beban pencemar perlu dilakukan untuk melihat berapa besar kandungan pencemar yang harus diturunkan agar kondisi Sungai Code menjadi lebih baik dari kondisi sekarang. Peningkatan daya tampung bisa dilakukan dengan cara memanfaatkan kondisi alami dari Sungai Code maupun melakukan intervensi teknis untuk mengatasi pencemaran yang berasal dari *point source* dan *diffuse source*.

Alternatif pengolahan yang bisa dilakukan untuk menurunkan beban pencemar dari sumber *point source* dan *diffuse source* untuk parameter TSS, BOD, Nitrat, dan Total Fosfat adalah dengan cara mengoptimisasi IPAL komunal yang sudah ada di sekitar Sungai Code. Berdasarkan LKjlp Dinas Perumahan Energi dan Sumber Daya Mineral DIY tahun 2023 bahwa jumlah IPAL komunal yang ada di Kota Yogyakarta berjumlah 53 unit yang sudah dibangun dimasing-masing wilayah (PUPESDM, 2023) dengan kapasitas penampungan 50 rumah, sedangkan untuk wilayah Kabupaten Sleman pada tahun 2021 memiliki ipal komunal berjumlah 131 unit dengan yang paling tua dibangun pada tahun 2006 dan yang baru di bangun pada tahun 2018 (Saputri et al., 2021). Kondisi ipal komunal yang ada di Kabupaten Sleman masuk dalam keadaan baik berdasarkan kapasitas rancangan, desain, layout serta komponen lainnya, namun untuk beban air limbah yang ditangani di Ipal masih belum dianggap sesuai(Saputri et al., 2021). Permasalahan yang sering terjadi pada pengolahan Ipal adalah kurangnya perawatan dan kepengurusan oleh pengelola sehingga dapat berpotensi menyebabkan pencemaran di badan air salah satunya ada di Ipal Ngudi Saras di Kabupaten Sleman yang mengalami penurunan kinerja Ipal(D.Geraldino., et al., 2023). Pengolahan air di IPAL komunal bisa dilakukan dengan proses biologi dengan cara aerob (memerlukan oksigen) maupun bisa dengan anaerob (tanpa oksigen), dan juga proses kimia-fisika (Apriliyani dkk.,

2023). Alternatif pengolahan bisa juga dilakukan dengan membuat *septic tank*, untuk mengurangi limbah domestik yang ada, karena pada *septic tank* terdapat bakteri yang mampu menguraikan bahan organik pada air limbah, sehingga bisa mengurangi beban pencemar yang masuk ke sungai. Penurunan beban pencemar dari sektor domestik juga bisa dilakukan dengan menggunakan detergen yang ramah lingkungan untuk mengurangi polutan yang masuk kedalam aliran sungai. Penurunan beban pencemar bisa dilakukan dengan melakukan penghijauan dan pengelolaan daerah aliran sungai dengan menanam tumbuhan yang dapat mendukung daya serap bagi tanah dan air, seperti pohon bambu, angsa, waru, dan mahoni (Elvania, 2022).

Alternatif penurunan beban pencemar tidak hanya dilakukan dengan memanfaatkan teknologi, tetapi harus ada peran penting dari pemerintah dan masyarakat sekitar, seperti pemerintah harus menetapkan alokasi atau maksimal beban pencemar yang diperbolehkan dibuang oleh industri untuk menghindari pencemaran, melakukan monitoring mengenai air sungai secara berkala sehingga ketika terjadi pencemaran bisa langsung dilakukan pengendaliannya. Peran masyarakat dalam mengatasi beban pencemar adalah dengan ikut berpartisipasi dalam memperbaiki keseimbangan ekologi serta dalam pengelolaan DAS, dan melakukan kegiatan gotong royong dengan membersihkan aliran sungai dari sampah dengan tujuan untuk membangun kesadaran masyarakat mengenai usaha restorasi sungai

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian bahwa mutu air kelas II untuk skenario 2 masih memenuhi daya tampung beban pencemar untuk setiap segmen dan parameternya, salah satunya adalah paramter BOD yaitu:

- Segmen 1 km (5,47 – 3,02 ) sebesar 114 kg/hari.
- Segmen 2 km (3,02 – 1,00) sebesar 163 kg/hari.
- Segmen 3 km ( 1,00 – 0,00) sebesar 761 kg/hari.

Untuk mutu air kelas III pada skenario 3 juga masih memenuhi daya tampung beban pencemar untuk setiap segmen dan parameternya, salah satunya parameter BOD yaitu :

- Segmen 1 km (5,47 – 3,02 ) sebesar 1792 kg/hari.
- Segmen 2 km (3,02 – 1,00) sebesar 2569 kg/hari.
- Segmen 3 km (1,00 – 0,00) sebesar 1875 kg/hari.

2. Penurunan beban pencemar tidak perlu dilakukan pada penelitian ini dikarenakan masih memenuhi daya tampung beban pencemar untuk setiap segmennya, namun alternatif pengolahan juga perlu dilakukan untuk meningkatkan nilai daya tampung dengan cara mengoptimalisasi IPAL komunal yang ada, dan membuat *septinctank* untuk mengurangi beban pencemar yang masuk ke sungai baik dari *point source* maupun *diffuse source*, melakukan monitoring secara rutin terkait pembuangan air limbah dari sektor industri, dan melakukan aktivitas gotong royong dengan membersihkan sungai dengan tujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat sekitar terkait restorasi sungai.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan terdapat beberapa masukan yang bisa dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Perlu dilakukan pemetaan sumber pencemar yang lebih mendetail di Sungai Code secara rutin.
2. Perlu dilakukan pengambilan sampel *diffuse source* seperti limbah domestik untuk menambah data pemodelan yang lebih akurat.
3. Penggunaan *software* QUAL2K menjadi alternatif pemodelan kualitas air yang bisa digunakan untuk mendapatkan pembaharuan pemodelan yang ada dari pemodelan sebelumnya yaitu QUAL2Kw.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, R. H. T., Tasya, A. K., & Ramadhani, D. (2021). Kandungan Nitrit dan Nitrat Pada Kualitas Air Permukaan. *Prosiding Seminar Nasional Biologi, 1*, 679–688.
- Apriliyani, I., Ainuri, M., & Suyantohadi, A. (2023). Analisis terhadap Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Industri Gudeg Kaleng di PT XYZ, Yogyakarta. *AgriTECH, 43*(1), 74.  
<https://doi.org/10.22146/agritech.71076>
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Yogyakarta. (2022). *Stasiun Klimatologi D.I Yogyakarta i. 42*.
- Bhatt, S., Mishra, A. P., Chandra, N., Sahu, H., Chaurasia, S. K., Pande, C. B., Agbasi, J. C., Ali Khan, M. Y., Abba, S. I., Egbueri, J. C., Durin, B., & Hunt, J. (2024). Characterizing seasonal, environmental and human-induced factors influencing the dynamics of Rispana River's water quality: Implications for sustainable river management. *Results in Engineering, 22*(March), 1–13.  
<https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102007>
- Desy Triane, & Suharyanto. (2015). Pemodelan Kualitas Air Menggunakan Model QUAL2K (Studi Kasus: DAS Ciliwung) Water Quality Modeling Using QUAL2K (Case Study: Ciliwung Watershed). *Jurnal Teknik Lingkungan, 21*(2), 190–200.
- Elvania, N. C. (2022). Upaya Pengendalian Pencemaran Air Sungai Kalitidu Di Desa Jelu, Kecamatan Kalitidu, Kabupaten Bojonegoro. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan, 7*(1), 17–23. <https://doi.org/10.33084/mitl.v7i1.3351>
- Fitriyani, N. P. V. (2022). Analisis Debit Air di Daerah Aliran Sungai ( DAS ). *Ilmuteknik.Org, 2*(2), 1–10.
- Geraldino, D. R., & Utami, A. (2023). Rehabilitasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Ngudi Saras di Dusun Jetak, Kabupaten Sleman

- untuk Mengurangi Amonia Total. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 10(3), 106–113. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2023.010.03.2>
- Graha, I. M. S. (2015). *Identifikasi Kualitas Air Kali Dami Surabaya Metode Qual2Kw Identification of Water Quality on Kali Dami Surabaya Using Qual2Kw*.
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito, S., & Maury, H. K. (2018). Konsentrasi Amoniak, Nitrat Dan Fosfat Di Perairan Distrik Depapre, Kabupaten Jayapura. *EnviroScienceae*, 14(1), 8. <https://doi.org/10.20527/es.v14i1.4887>
- Ibanez, J. G. (2014). Experiment 2 Dissolved Oxygen in Water. *Ote, October*, 16–17. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-49493-7>
- Kurniawan, B., Hendratmo, A., Safrudin, Fitry, W., Juniarta, J., Wahyudiyanto, & Krismawan, A. (2017). Buku Kajian Daya Tampung Dan Alokasi Beban Pencemaran Sungai Citarum. *Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan*, 91.
- Liu, Y., Wu, X., & Qi, W. (2024). Assessing the water quality in urban river considering the influence of rainstorm flood: A case study of Handan city, China. *Ecological Indicators*, 160(December 2023). <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111941>
- Lusiana, N., & Rahadi, B. (2018). Prediksi Distribusi Pencemaran Air Sungai Das Brantas Hulu Kota Batu Pada Musim Hujan Dan Kemarau Menggunakan Metode Spasial Inverse Distance Weighted. *ECOTROPHIC : Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 12(2), 212. <https://doi.org/10.24843/ejes.2018.v12.i02.p10>
- Madyawan, D., Hendrawan, I. G., & Suteja, Y. (2020). Pemodelan Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen/DO) di Perairan Teluk Benoa. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 6(2), 270. <https://doi.org/10.24843/jmas.2020.v06.i02.p15>
- Marlina, N., Brontowiyono, W., & Chasna, R. (2020). Analisis Kualitas Air dan

- Daya Tampung Sungai dengan Metode Qual2Kw (Studi Kasus: Sungai Code, Yogyakarta). *Jurnal Serambi Engineering*, 5(4).  
<https://doi.org/10.32672/jse.v5i4.2323>
- Mathematics, A. (2016). *Indeks Lingkungan Hidup 2021*. 1–23.
- Nurjanah, P. (2018). Analisis Pengaruh Curah Hujan Terhadap Kualitas Air Parameter Mikrobiologi dan Status Mutu Air di Sungai Code , Yogyakarta  
 The Analysis of Rainfall Impact on Water Quality of Microbiological Parameters and Water Quality Status in Code River , Yogyakarta.  
*Universitas Islam Indonesia*, 1(20), 1–14.
- PUPESDM. (2023). *Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral*. 5, 1–212. <https://dpupesdm.jogjapro.go.id/kontak/>
- Qi, M., Han, Y., Zhao, Z., & Li, Y. (2021). Integrated determination of chemical oxygen demand and biochemical oxygen demand. *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(2), 1785–1794.  
<https://doi.org/10.15244/pjoes/122439>
- Rahayu Yushi, Juwana Iwan, & Marganingrum Dyah. (2018). Kajian Perhitungan Beban Pencemaran Air Sungai Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikaundung dari Sektor Domestik. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 2(1), 61–71.
- Rahmi Radhita. (2022). Pemodelan Kualitas Air Sungai Berdasarkan Parameter Do Dan Bod Menggunakan Software Qual2Kw (Studi Kasus: Sungai Winongo, Provinsi Diy). *Tugas Akhir*.
- Sahabuddin, H., Harisuseno, D., & Yuliani, E. (2018). Analisa status mutu air dan daya tampung beban pencemaran sungai wanggu kota kendari. *Jurnal Teknik Pengairan*, 5, 19–28.
- Saputri, D., Marendra, F., Yuliansyah, A. T., & Prasetya, I. A. A. P. (2021). Evaluasi Aspek Teknis dan Lingkungan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal di Kabupaten Sleman Yogyakarta. *Jurnal Rekayasa Proses*, 15(1), 71. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.65833>

- Singh, P. K., & Shrivastava, P. (2015). Analysis Of Water Quality Of River Narmada. *International Journal of Current Research*, 7(12), 24073–24076. <http://www.journalcra.com>
- Staddal, I., Haridjaja, O., & Hidayat, Y. (2017). Analisis debit aliran sungai DAS Bila, Sulawesi Selatan. *Jurnal Sumber Daya Air*, 12(2), 117–130. <https://doi.org/10.32679/jsda.v12i2.56>
- Sugiharto, E., Setyabudi, C. W. P., & Astuti, E. (2014). Kajian Total Daya Tampung Beban Pencemaran Harian Menggunakan Pemodelan Qual2K untuk Pencemar BOD, TSS, Amonia, Fosfat dan Nitrat di Sungai Kampung Bugis, Tarakan. *Manusia Dan Lingkungan*, 21(1), 21–29. <http://jpe-cs.ugm.ac.id/ojs/index.php/JML/article/download/27/8>
- Sutamihardja, R., Azizah, M., & Hardini, Y. (2018). Studi Dinamika Senyawa Fosfat Dalam Kualitas Air Sungai Ciliwung Hulu Kota Bogor. *Jurnal Sains Natural*, 8(1), 43. <https://doi.org/10.31938/jsn.v8i1.114>
- Tang, J., Wang, W., Cheng, H., Jin, H., Zhao, T., & Xie, Y. (2024). Changes in runoff and sediment discharge along with their driving factors in the Pearl River basin from 1961 to 2018. *International Journal of Sediment Research*, xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.ijsrc.2024.02.003>
- Trilaksono, G., Sudarno, & Handaya, D. S. (2014). STUDI PENENTUAN DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN AIR SUNGAI MELALUI PENDEKATAN SOFTWARE QUAL2E DAN METODE NERACA MASSA (Studi Kasus : Sungai Garang, Jawa Tengah). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1), 1–12.
- Wifarulah, Y. O., & Marlina, N. (2021). Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Bod, Cod, Dan Tss Di Sungai Widuri Dengan Menggunakan Software Qual2Kw. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(1). <https://doi.org/10.20885/jstl.vol13.iss1.art1>
- Yang, L., Li, J., Zhou, K., Feng, P., & Dong, L. (2021). The effects of surface

pollution on urban river water quality under rainfall events in Wuqing district, Tianjin, China. *Journal of Cleaner Production*, 293, 126136.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126136>

Yudhita, N. (2008). Pengembangan Model Matematis Berdasarkan Mekanisme Adveksi Dispersi Dan Paket Software Qual2K. *Skripsi*, 6–18.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Dokumentasi Pengambilan

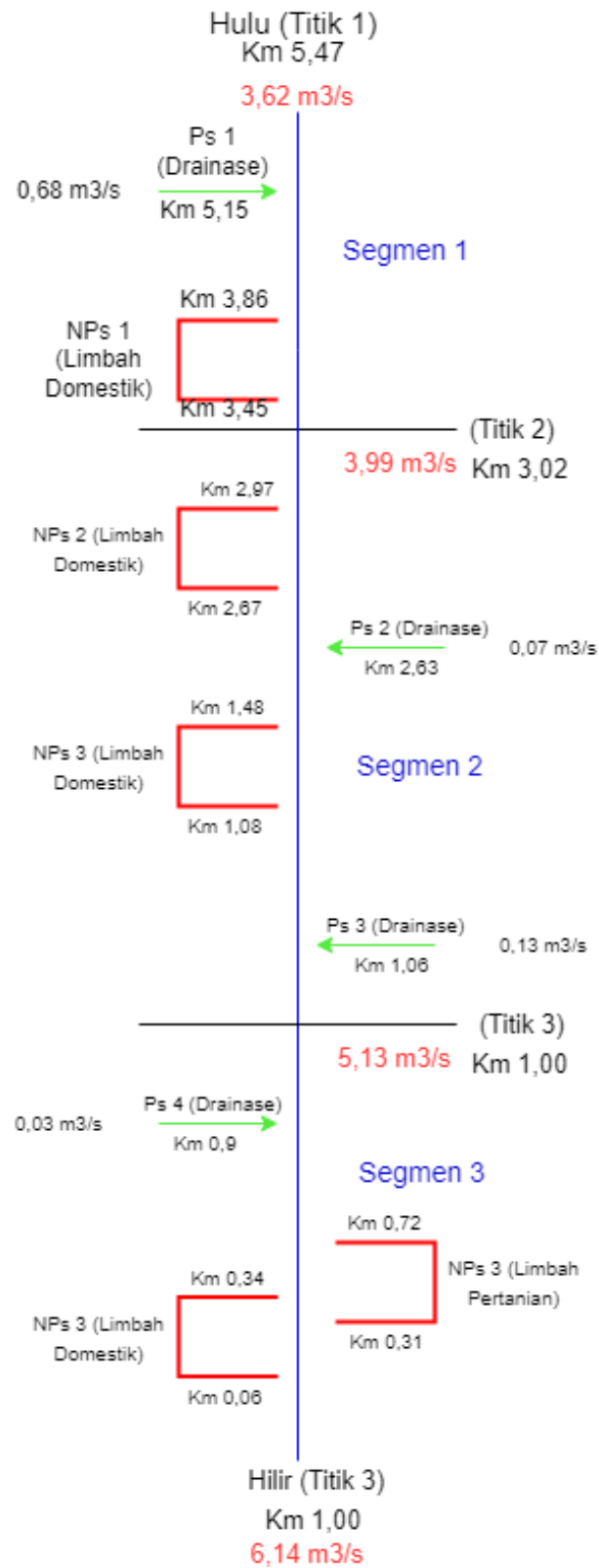


## Lampiran 2 Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008

**PERATURAN GUBERNUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
NOMOR 20 TAHUN 2008  
TANGGAL 14 AGUSTUS 2008  
TENTANG  
BAKU MUTU AIR DI PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

| Parameter Baku Mutu Air DIY | Satuan | KANDUNGAN                 |                           |                           |                           | Keterangan                                                                                     |
|-----------------------------|--------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |        | Kelas I                   | Kelas II                  | Kelas III                 | Kelas IV                  |                                                                                                |
| FISIKA                      |        |                           |                           |                           |                           |                                                                                                |
| Temperatur                  | °C     | ± 3°C Terhadap suhu udara | ± 3°C Terhadap suhu udara | ± 3°C Terhadap suhu udara | ± 3°C Terhadap suhu udara | Deviasi temperatur dari keadaan alamiah                                                        |
| Bau                         |        | Tidak berbau              | -                         | -                         | -                         |                                                                                                |
| Kekeruhan                   | NTU    | 5                         | -                         | -                         | -                         |                                                                                                |
| Warna                       | TCU    | 50                        | 100                       | -                         | -                         |                                                                                                |
| Residu Terlarut (TDS)       | mg/L   | 1000                      | 1000                      | 1000                      | 2000                      |                                                                                                |
| Residu Tersuspensi (TSS)    | mg/L   | 0                         | 50                        | 400                       | 400                       |                                                                                                |
| KIMIA                       |        |                           |                           |                           |                           |                                                                                                |
| Ph                          | mg/L   | 6 – 8.5                   | 6 – 8.5                   | 6 - 9                     | 5 - 9                     |                                                                                                |
| BOD                         | mg/L   | 2                         | 3                         | 6                         | 12                        |                                                                                                |
| COD                         | mg/L   | 10                        | 25                        | 50                        | 100                       |                                                                                                |
| DO                          | mg/L   | 6                         | 5                         | 4                         | 0                         | Angka batas minimum                                                                            |
| Fosfat                      | mg/L   | 0.2                       | 0.2                       | 1                         | 5                         |                                                                                                |
| Nitrat                      | mg/L   | 10                        | 10                        | 20                        | 20                        |                                                                                                |
| Amoniak (NH <sub>3</sub> )  | mg/L   | 0.5                       | -                         | -                         | -                         | Bagi perikanan,kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0,02 mg/L sebagai NH <sub>3</sub> |
| Arsen                       | mg/L   | 0.05                      | 1                         | 1                         | 1                         |                                                                                                |
| Kobalt                      | mg/L   | 0.2                       | 0.2                       | 0.2                       | 0.2                       |                                                                                                |
| Barium                      | mg/L   | 1                         | -                         | -                         | -                         |                                                                                                |
| Boron                       | mg/L   | 1                         | 1                         | 1                         | 1                         |                                                                                                |
| Selemium                    | mg/L   | 0.01                      | 0.05                      | 0.05                      | 0.05                      |                                                                                                |
| Kadmium                     | mg/L   | 0.01                      | 0.01                      | 0.01                      | 0.01                      |                                                                                                |
| Krom (VI)                   | mg/L   | 0.05                      | 0.05                      | 0.05                      | 1                         |                                                                                                |
| Tembaga                     | mg/L   | 0.02                      | 0.02                      | 0.02                      | 0.2                       | Bagi pengolahan air                                                                            |

### Lampiran 3 Sketsa Sumber Pencemar Sungai Code



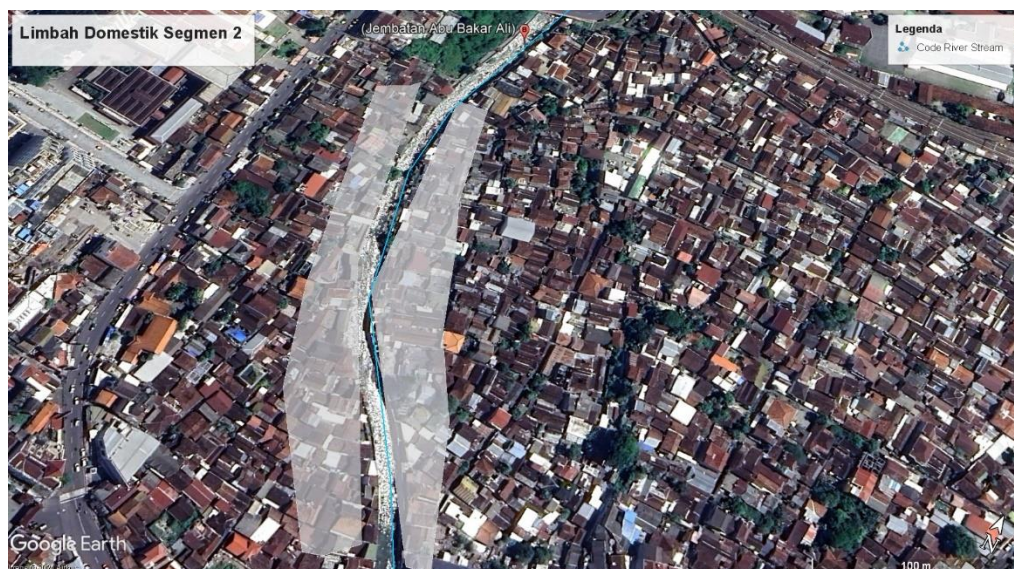
#### Lampiran 4 Perhitungan Debit *Diffuse Source*



##### a) Titik 1: Limbah Domestik

$$Q = (\text{Jumlah penduduk} \times \text{Kebutuhan Air Bersih} \times 80\%) / 86400$$

$$\begin{aligned} Q &= (600 \text{ jiwa} \times 120 \text{ L/hari.orang} \times 80\%) / 86400 \\ &= 0,67 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$



##### b) Titik 2 : Limbah Domestik

$$Q = (\text{Jumlah penduduk} \times \text{Kebutuhan Air Bersih} \times 80\%) / 86400$$

$$\begin{aligned} Q &= (800 \text{ jiwa} \times 120 \text{ L/hari.orang} \times 80\%) / 86400 \\ &= 0,89 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$



### Titik 2 : Limbah domestik

$$Q = (\text{Jumlah penduduk} \times \text{Kebutuhan Air Bersih} \times 80\%) / 86400$$

$$Q = (1000 \text{ jiwa} \times 120 \text{ L/hari.orang} \times 80\%) / 86400$$

$$= 1,11 \text{ m}^3/\text{detik}$$

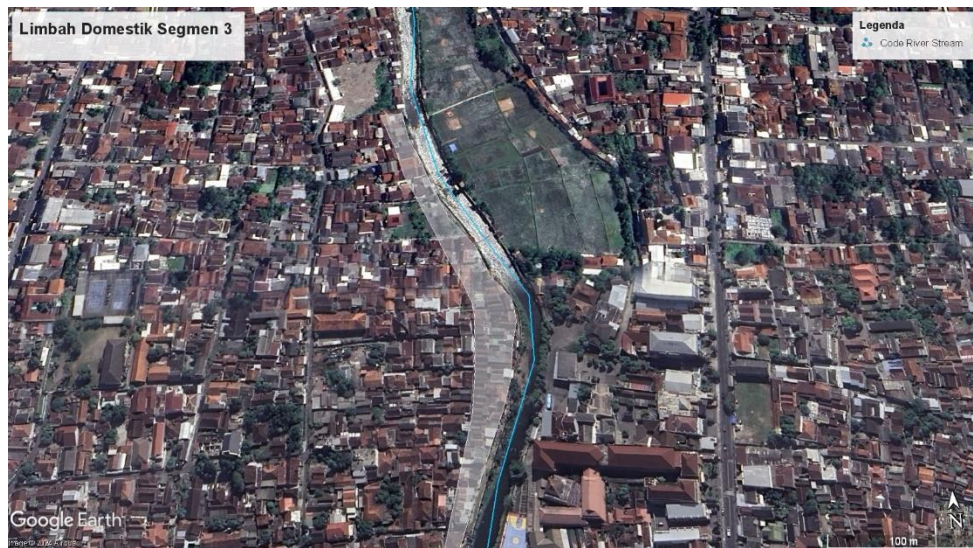


### c) Titik 3 : Pertanian

$$Q = \text{Luas Lahan} \times \text{Kebutuhan Air Irigasi}$$

$$= 2,96 \text{ ha} \times 0,7 \text{ L/det/ha}$$

$$= 0,002 \text{ m}^3/\text{det}$$



### Titik 3 : Limbah Domestik

$$Q = (\text{Jumlah penduduk} \times \text{Kebutuhan Air Bersih} \times 80\%) / 86400$$

$$Q = (400 \text{ jiwa} \times 120 \text{ L/hari.orang} \times 80\%) / 86400$$

$$= 0,36 \text{ m}^3/\text{detik}$$

## Lampiran 5 Perhitungan Potensi Beban Pencemar

### Faktor Emisi Limbah Domestik

| Parameter | g/orang/hari | Faktor Emisi |
|-----------|--------------|--------------|
| TSS       |              | 38           |
| BOD       |              | 40           |
| COD       |              | 55           |
| Total-N   |              | 1,95         |
| Total- P  |              | 0,21         |

Sumber : BLK-PSDA,2004

Tabel 2.2. Faktor Emisi Pertanian

| Parameter | kg/ha/musim tanam | Sawah | Palawija | Perkebunan Lain/Tegalari/Kebun campuran |
|-----------|-------------------|-------|----------|-----------------------------------------|
| BOD       |                   | 225   | 125      | 32,5                                    |
| TN        |                   | 20    | 10       | 3                                       |
| TP        |                   | 10    | 5        | 1,5                                     |
| TSS       |                   | 0,46  | 2,4      | 1,6                                     |
| Pestisida |                   | 0,16  | 0,08     | 0,025                                   |

Sumber : BLK-PSDA, 2004

#### a) BOD

| Titik 1 Limbah Domestik                                                                                            |       |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Jumlah penduduk                                                                                                    | 1000  | jiwa    |
| Faktor emisi                                                                                                       | 0,04  | kg/hari |
| Rasio Ekuivalen                                                                                                    | 1     |         |
| PBP = $\Sigma \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Faktor Emisi} \times \alpha \times \text{Rek} \times \text{fk.}$ |       |         |
| PBP =                                                                                                              | 40    | kg/hari |
| Q =                                                                                                                | 0,67  | m3/det  |
| C =                                                                                                                | PBP/Q |         |
| C =                                                                                                                | 36    | mg/L    |
|                                                                                                                    |       |         |

| Titik 2 Limbah Domestik                                                                                            |       |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Jumlah penduduk                                                                                                    | 800   | jiwa    |
| Faktor emisi                                                                                                       | 0,04  | kg/hari |
| Rasio Ekuivalen                                                                                                    | 1     |         |
| PBP = $\Sigma \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Faktor Emisi} \times \alpha \times \text{Rek} \times \text{fk.}$ |       |         |
| PBP =                                                                                                              | 32    | kg/hari |
| Q =                                                                                                                | 0,89  | m3/det  |
| C =                                                                                                                | PBP/Q |         |
| C =                                                                                                                | 36    | mg/L    |

| Titik 2 Limbah Domestik                                                                                                      |       |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Jumlah penduduk                                                                                                              | 1000  | jiwa    |
| Faktor emisi                                                                                                                 | 0,04  | kg/hari |
| Rasio Ekuivalen                                                                                                              | 1     |         |
| <b>PBP</b><br>= $\Sigma \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Faktor Emisi} \times \alpha \times \text{Rek} \times \text{fk.}$ |       |         |
|                                                                                                                              |       |         |
| PBP =                                                                                                                        | 40    | kg/hari |
| Q =                                                                                                                          | 1,11  | m3/det  |
| C =                                                                                                                          | PBP/Q |         |
| C =                                                                                                                          | 36,00 | mg/L    |

| Titik 3 Pertanian                                             |       |         |
|---------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Luas Lahan                                                    | 2,96  | ha      |
| Faktor effluent                                               | 225   | kg/ha   |
| PBTN (sawah) per Musim Tanam= Luas Lahan x Faktor emisi X 10% |       |         |
|                                                               |       |         |
| PBP =                                                         | 67    | kg/hari |
| Q =                                                           | 0,002 | m3/det  |
| C =                                                           | PBP/Q |         |
| C =                                                           | 32143 | mg/L    |

| Titik 3 Limbah Domestik                                                                                                      |       |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Jumlah penduduk                                                                                                              | 400   | jiwa    |
| Faktor emisi                                                                                                                 | 0,04  | kg/hari |
| Rasio Ekuivalen                                                                                                              | 1     |         |
| <b>PBP</b><br>= $\Sigma \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Faktor Emisi} \times \alpha \times \text{Rek} \times \text{fk.}$ |       |         |
|                                                                                                                              |       |         |
| PBP =                                                                                                                        | 16    | kg/hari |
| Q =                                                                                                                          | 0,36  | m3/det  |
| C =                                                                                                                          | PBP/Q |         |
| C =                                                                                                                          | 45,00 | mg/L    |

**b) TSS**

| Titik 1 Limbah Domestik |                                                                                              |         |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Jumlah penduduk         | 600                                                                                          | jiwa    |
| Faktor emisi            | 0,038                                                                                        | kg/hari |
| Rasio Ekuivalen         | 1                                                                                            |         |
| <b>PBP</b>              | <b>= <math>\Sigma</math>Jumlah Penduduk x Faktor Emisi x <math>\alpha</math> x Rek x fl.</b> |         |
|                         |                                                                                              |         |
| PBP =                   | 22,8                                                                                         | kg/hari |
| Q =                     | 0,67                                                                                         | m3/det  |
| C =                     | PBP/Q                                                                                        |         |
| C =                     | 34,2                                                                                         | mg/L    |

| Titik 2 Limbah Domestik |                                                                                              |         |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Jumlah penduduk         | 800                                                                                          | jiwa    |
| Faktor emisi            | 0,038                                                                                        | kg/hari |
| Rasio Ekuivalen         | 1                                                                                            |         |
| <b>PBP</b>              | <b>= <math>\Sigma</math>Jumlah Penduduk x Faktor Emisi x <math>\alpha</math> x Rek x fl.</b> |         |
|                         |                                                                                              |         |
| PBP =                   | 30,4                                                                                         | kg/hari |
| Q =                     | 0,89                                                                                         | m3/det  |
| C =                     | PBP/Q                                                                                        |         |
| C =                     | 34,2                                                                                         | mg/L    |

| Titik 2 Limbah Domestik |                                                                                              |         |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Jumlah penduduk         | 1000                                                                                         | jiwa    |
| Faktor emisi            | 0,038                                                                                        | kg/hari |
| Rasio Ekuivalen         | 1                                                                                            |         |
| <b>PBP</b>              | <b>= <math>\Sigma</math>Jumlah Penduduk x Faktor Emisi x <math>\alpha</math> x Rek x fl.</b> |         |
|                         |                                                                                              |         |
| PBP =                   | 38                                                                                           | kg/hari |
| Q =                     | 1,11                                                                                         | m3/det  |
| C =                     | PBP/Q                                                                                        |         |
| C =                     | 34,20                                                                                        | mg/L    |

| Titik 3 Pertanian                                             |         |         |
|---------------------------------------------------------------|---------|---------|
| Luas Lahan                                                    | 2,96    | ha      |
| Faktor effluent                                               | 0,46    | kg/ha   |
| PBTN (sawah) per Musim Tanam= Luas Lahan x Faktor emisi X 10% |         |         |
| PBP =                                                         | 0,13616 | kg/hari |
| Q =                                                           | 0,002   | m3/det  |
| C =                                                           | PBP/Q   |         |
| C =                                                           | 65,71   | mg/L    |

| Titik 3 Limbah Domestik                                              |       |         |
|----------------------------------------------------------------------|-------|---------|
| Jumlah penduduk                                                      | 400   | jiwa    |
| Faktor emisi                                                         | 0,038 | kg/hari |
| Rasio Ekuivalen                                                      | 1     |         |
| PBP = $\Sigma$ Jumlah Penduduk x Faktor Emisi x $\alpha$ x Rek x fl. |       |         |
| PBP =                                                                | 15,2  | kg/hari |
| Q =                                                                  | 0,36  | m3/det  |
| C =                                                                  | PBP/Q |         |
| C =                                                                  | 42,75 | mg/L    |

**c) Total-P**

| Titik 1 Limbah Domestik                                              |         |         |
|----------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| Jumlah penduduk                                                      | 600     | jiwa    |
| Faktor emisi                                                         | 0,00021 | kg/hari |
| Rasio Ekuivalen                                                      | 1       |         |
| PBP = $\Sigma$ Jumlah Penduduk x Faktor Emisi x $\alpha$ x Rek x fl. |         |         |
| PBP =                                                                | 0,126   | kg/hari |
| Q =                                                                  | 0,67    | m3/det  |
| C =                                                                  | PBP/Q   |         |
| C =                                                                  | 0,189   | mg/L    |

| Titik 2 Limbah Domestik                                                                                            |         |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| Jumlah penduduk                                                                                                    | 800     | jiwa    |
| Faktor emisi                                                                                                       | 0,00021 | kg/hari |
| Rasio Ekuivalen                                                                                                    | 1       |         |
| PBP = $\Sigma \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Faktor Emisi} \times \alpha \times \text{Rek} \times \text{fk.}$ |         |         |
| PBP =                                                                                                              | 0,168   | kg/hari |
| Q =                                                                                                                | 0,89    | m3/det  |
| C =                                                                                                                | PBP/Q   |         |
| C =                                                                                                                | 0,189   | mg/L    |

| Titik 2 Limbah Domestik                                                                                            |         |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| Jumlah penduduk                                                                                                    | 1000    | jiwa    |
| Faktor emisi                                                                                                       | 0,00021 | kg/hari |
| Rasio Ekuivalen                                                                                                    | 1       |         |
| PBP = $\Sigma \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Faktor Emisi} \times \alpha \times \text{Rek} \times \text{fk.}$ |         |         |
| PBP =                                                                                                              | 0,21    | kg/hari |
| Q =                                                                                                                | 1,11    | m3/det  |
| C =                                                                                                                | PBP/Q   |         |
| C =                                                                                                                | 0,189   | mg/L    |

| Titik 3 Pertanian                                              |         |         |
|----------------------------------------------------------------|---------|---------|
| Luas Lahan                                                     | 2,96    | ha      |
| Faktor effluent                                                | 10      | kg/ha   |
| PBTN (sawah) per Musim Tanam = Luas Lahan x Faktor emisi X 10% |         |         |
| PBP =                                                          | 2,96    | kg/hari |
| Q =                                                            | 0,002   | m3/det  |
| C =                                                            | PBP/Q   |         |
| C =                                                            | 1428,57 | mg/L    |

| Titik 3 Limbah Domestik                                                                                            |         |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| Jumlah penduduk                                                                                                    | 400     | jiwa    |
| Faktor emisi                                                                                                       | 0,00021 | kg/hari |
| Rasio Ekuivalen                                                                                                    | 1       |         |
| PBP = $\Sigma \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Faktor Emisi} \times \alpha \times \text{Rek} \times \text{fk.}$ |         |         |
| PBP =                                                                                                              | 0,084   | kg/hari |
| Q =                                                                                                                | 0,36    | m3/det  |
| C =                                                                                                                | PBP/Q   |         |
| C =                                                                                                                | 0,23625 | mg/L    |

a) *Worksheet Reach*

93

b) *Worksheet Reach Rates*[illegible]

c) *Worksheet point source*

[illegible]

d) *Diffuse Source*[illegible]

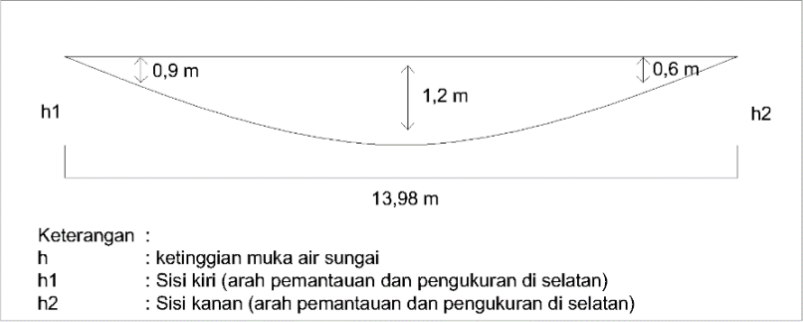
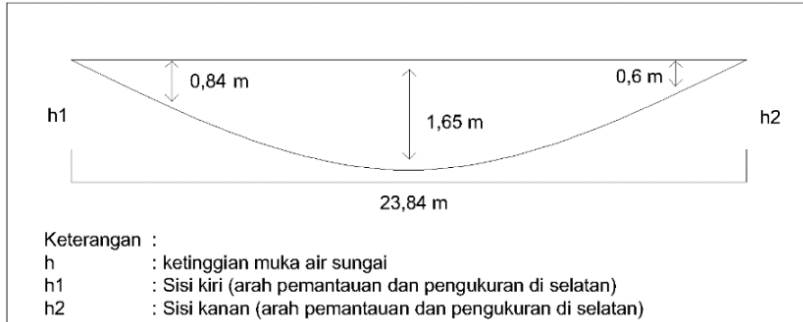
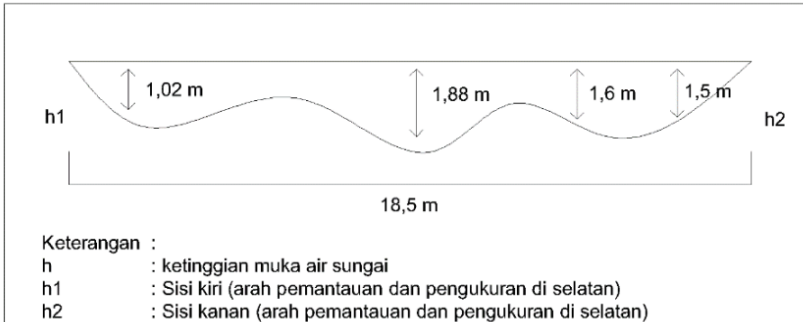
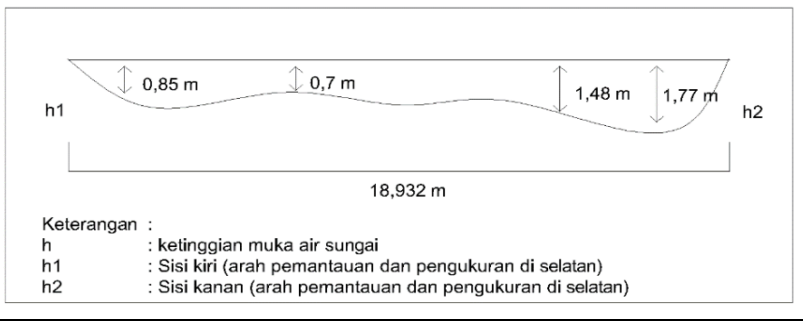
e) *Worksheet hydraulic data*

[illegible]

f) *Worksheet WQ data*

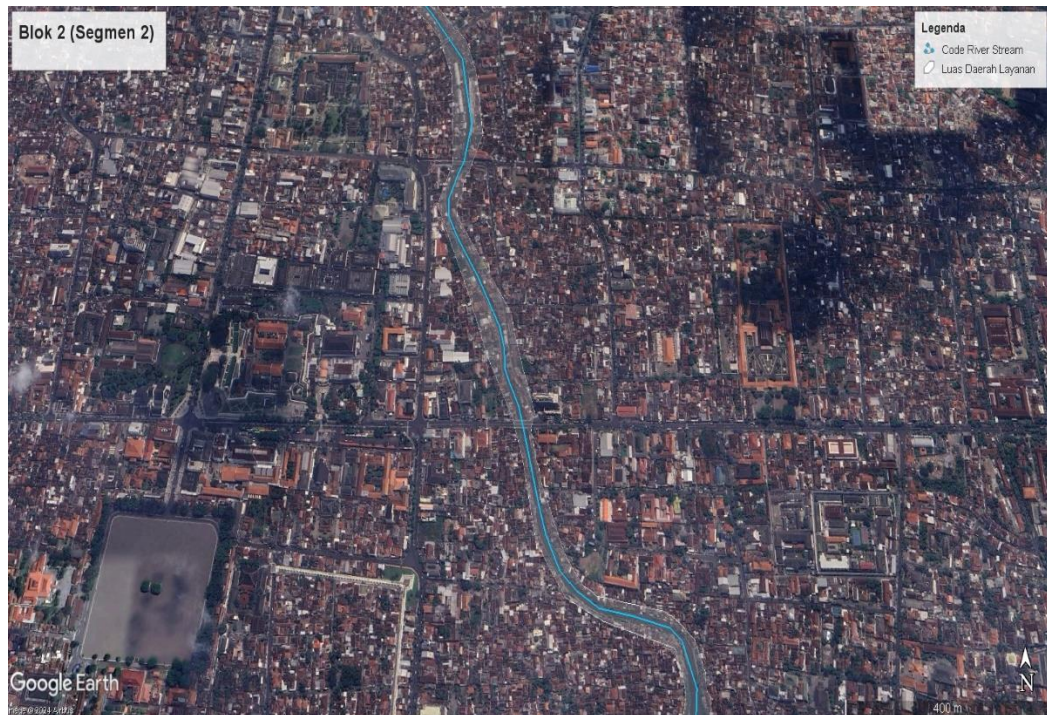
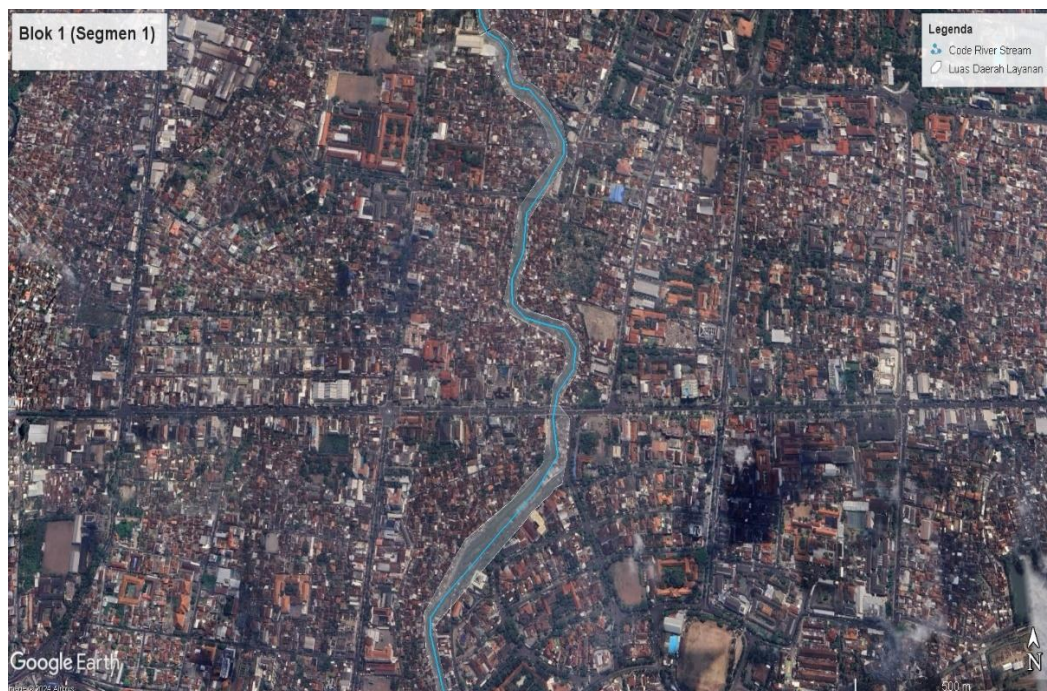
[illegible]

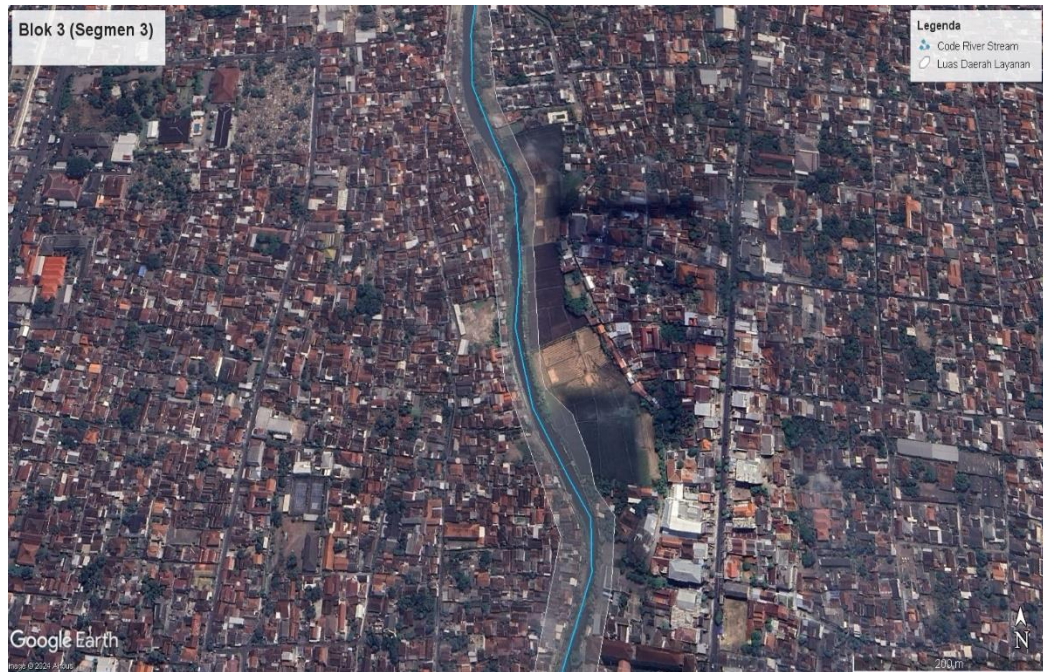
## Lampiran 7 Profil Sungai Code

| No | Lokasi Titik Pengambilan Sampel       | Profil Sungai                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman     |  <p>Keterangan :</p> <p>h : ketinggian muka air sungai</p> <p>h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p> <p>h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p>   |
| 2. | Kecamatan Danurejan, Kota Yogyakarta  |  <p>Keterangan :</p> <p>h : ketinggian muka air sungai</p> <p>h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p> <p>h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p>  |
| 3. | Kecamatan Mergangsan, Kota Yogyakarta |  <p>Keterangan :</p> <p>h : ketinggian muka air sungai</p> <p>h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p> <p>h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p> |
| 4. | Tungkak, Kota Yogyakarta              |  <p>Keterangan :</p> <p>h : ketinggian muka air sungai</p> <p>h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p> <p>h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p> |

**Lampiran 8** Perhitungan Debit RunOff

| No. | Pelayanan | Segmen   | Titik | Luas Daerah Layanan (Ha) | Daerah Aliran | C   | A(%) | A (Ha) | C.A (Ha) | C.Gab | I (mm/jam) | Q (m3/s) |
|-----|-----------|----------|-------|--------------------------|---------------|-----|------|--------|----------|-------|------------|----------|
| 1   | Blok 1    | Segmen 1 | 1-2   | 9,68                     | Pemukiman     | 0,6 | 50%  | 4,84   | 2,9      | 0,58  | 73         | 0,589    |
|     |           |          |       |                          | Jalan         | 0,8 | 30%  | 2,90   | 2,3      |       |            | 0,471    |
|     |           |          |       |                          | Lahan Hijau   | 0,2 | 20%  | 1,94   | 0,4      |       |            | 0,079    |
| 2   | Blok 2    | Segmen 2 | 2-3   | 7,14                     | Pemukiman     | 0,6 | 60%  | 4,284  | 2,6      | 0,65  |            | 0,521    |
|     |           |          |       |                          | Jalan         | 0,8 | 35%  | 2,499  | 2,0      |       |            | 0,405    |
|     |           |          |       |                          | Lahan Hijau   | 0,2 | 5%   | 0,357  | 0,1      |       |            | 0,014    |
| 3   | Blok 3    | Segmen 3 | 3-4   | 4,38                     | Pemukiman     | 0,6 | 50%  | 2,19   | 1,3      | 0,52  |            | 0,266    |
|     |           |          |       |                          | Jalan         | 0,8 | 20%  | 0,876  | 0,7      |       |            | 0,142    |
|     |           |          |       |                          | Lahan Hijau   | 0,2 | 30%  | 1,314  | 0,3      |       |            | 0,053    |





## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis lahir di Cilegon, 3 November 2001. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis menempuh Pendidikan di SDIT Banten Islamic School pada tahun 2009-2014 di Kabupaten Serang, Banten. Kemudian melanjutkan pendidikan di MTS Daar Al-Ilmi pada tahun 2014 – 2017 di Kota Serang, Banten dan menempuh pendidikan di SMAN 1 Kramatwatu pada tahun 2017 – 2020 di Kabupaten Serang, Banten. Setelah lulus dari SMA, penulis kemudian melanjutkan studi di Universitas Islam Indonesia dengan mengambil jurusan Teknik Lingkungan di Fakultas Sipil dan Perencanaan pada tahun 2020. Beberapa kegiatan yang penulis lakukan saat menjadi mahasiswa adalah mengikuti kepanitiaan dalam acara kampus. Pada Maret 2023, penulis melakukan Kerja Praktek di PT IHI Power Service Indonesia dengan topik pembahasan Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Kemudian pada bulan Februari 2024 – Juni 2024 penulis melakukan penelitian terkait pemodelan QUAL2Kw dengan judul Penentuan Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Code di Musim Hujan Menggunakan QUAL2K, sebagai syarat menyelesaikan studi Strata 1 di Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia