

# **ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR SUNGAI WONOREJO MENGGUNAKAN MODEL QUAL2KW**

## **Tugas Akhir**

Diajukan untuk melengkapi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada  
program studi Teknik Lingkungan



**UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh

**FADHILLAH AHMAD SAIFAREKSA**

**NIM. H95218048**

Dosen Pembimbing:

**Ida Munfarida, M.Si, MT**

**Sarita Oktorina, M.Kes**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL  
SURABAYA**

**2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Fadhillah Ahmad Saifareksa

NIM : H95218048

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiasi dalam penelitian tugas akhir saya yang berjudul “ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR SUNGAI WONOREJO MENGGUNAKAN MODEL QUAL2KW”. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 26 April 2023

Yang menyatakan,

  
  
**(Fadhillah Ahmad Saifareksa)**  
**NIM/H95218048**



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031 - 8410298 Fax. 031 - 8413300  
E-Mail : [saintek@uinsby.ac.id](mailto:saintek@uinsby.ac.id) Website : [www.uinsby.ac.id](http://www.uinsby.ac.id)

---

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING  
TUGAS AKHIR**

Nama : Fadhillah Ahmad Saifareksa  
NIM : H95218048  
Judul Tugas Akhir : Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Wonorejo  
menggunakan Model QUAL2Kw

Telah disetujui untuk pendaftaran Tugas Akhir

Surabaya, 10 April 2023

Dosen Pembimbing 1

Ida Munfarida, M.Si., MT  
NIP. 198411302015032001

Dosen Pembimbing 2

Sarita Oktorina, M.Kes  
NIP. 198710052014032003

## PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Oleh,

NAMA : FADHILLAH AHMAD SAIFAREKSA

NIM : H95218048

JUDUL : ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR SUNGAI  
WONOREJO MENGGUNAKAN MODEL QUAL2KW

Telah dipertahankan di depan tim penguji skripsi  
Surabaya, 17 April 2023

Mengetahui,  
Dosen Penguji,

Dosen Penguji I



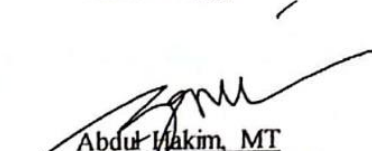
Ida Munfarida, M.Si., MT  
NIP. 198411302015032001

Dosen Penguji II



Sarita Oktorina, M.Kes  
NIP. 198710052014032003

Dosen Penguji III

  
Abdul Hakim, MT  
NIP. 198008062014031002

Dosen Penguji IV

  
Rr. Diah Nugraheni Setyowati, M. T  
NIP. 198205012014032001

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Ampel Surabaya



  
Saepul Hamdani, M.Pd.  
NIP. 196507312000031002

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : FADHILLAH AHMAD SAIFAREKSA  
NIM : H95218048  
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN  
E-mail address : fadh.saifareksa@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)  
yang berjudul :

ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR SUNGAI WONOREJO  
MENGUNAKAN MODEL QUAL2KW

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 26 April 2023

Penulis



(FADHILLAH AHMAD SAIFAREKSA)

## ABSTRAK

### ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR SUNGAI WONOREJO MENGGUNAKAN MODEL QUAL2KW

Sungai Wonorejo merupakan anak Sungai Surabaya terletak di Kelurahan Wonorejo, Kecamatan Rungkut dan salah satu sungai besar yang mengalir dan bermuara di kawasan Pantai Timur Surabaya. Tidak menutup kemungkinan badan air seperti sungai mengalami pencemaran akibat kegiatan penduduk sekitar sungai. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kualitas air parameter fisik, kimia, biologi dan mengetahui Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) Sungai Wonorejo dengan metode QUAL2Kw. Pengambilan sampel penelitian ini dilakukan pada 3 titik yang diambil secara duplo dengan parameter diujikan meliputi suhu, pH, DO, BOD, COD, Total Coliform dan Cu. Berdasarkan hasil pengujian didapat parameter kualitas air Sungai Wonorejo pada titik 1, 2 dan 3 melebihi baku mutu PP RI No 22 Tahun 2021 kelas 3 sungai pada parameter DO (1,15 mg/l, 0,85 mg/l & 0,53 mg/l), COD (69 mg/l, 60,5 mg/l & 60,5 mg/l), Total Coliform (85850000 MPN/100ml, 140000000 MPN/100ml & 715000000 MPN/100ml) dan parameter suhu titik 1 (33,9 °C). Untuk parameter pH (7,5 mg/l, 7,5 mg/l & 8 mg/l), BOD (2,64 mg/l, 4,75 mg/l & 4,22 mg/l), Cu (0,00265 mg/l, 0,00265 mg/l & 0,00265 mg/l) dan parameter suhu titik 2 (28,4 °C) dan titik 3 (30,2 °C) masih memenuhi baku mutu. Hasil analisa DTBP dari pemodelan QUAL2Kw di Sungai Wonorejo pada segmen 1 yaitu DO (2,83 mg/l), BOD (-0,13 mg/l), COD (-2,41 mg/l), temperatur (-2,18 °C), pH (0,40), Total Coliform (-300000 MPN/100ml). Pada segmen 2 yaitu DO (2,58 mg/l), BOD (-0,83 mg/l), COD (-3,72 mg/l), temperatur (-1,45 °C), pH (-0,06), Total Coliform (-300000 MPN/100ml).

**Kata kunci:** daya tampung, kualitas air, model, QUAL2Kw

UIN SUNAN AMPEL  
SURABAYA

## ABSTRACT

### ANALYSIS OF THE WONOREJO RIVER'S POLLUTER LOADING CAPACITY USING THE QUAL2KW MODEL

The Wonorejo River is a tributary of the Surabaya River that flows and empties into the East Coast area of Surabaya. It is located in Wonorejo Village, Rungkut District. Water bodies such as rivers may become polluted as a result of the activities of residents in the river's vicinity. The goals of this study was to determine the water quality in terms of physical, chemical, and biological parameters, as well as the Wonorejo River Pollutant Load Capacity using the QUAL2Kw method. In this study, sampling was done at three duplo points. Temperature, pH, DO, BOD, COD, Total Coliform, and Cu were all tested in this study. Based on the test results, it was found that the water quality parameters of the Wonorejo River at points 1, 2 and 3 exceeded the PP RI No 22 of 2021 class 3 river quality standards in the DO parameters (1.15 mg/l, 0.85 mg/l & 0.53 mg /l), COD (69 mg/l, 60.5 mg/l & 60.5 mg/l), Total Coliform (85850000 MPN/100ml, 140000000 MPN/100ml & 715000000 MPN/100ml) and temperature parameter point 1 (33.9°C). pH (7.5 mg/l, 7.5 mg/l, and 8 mg/l), BOD (2.64 mg/l, 4.75 mg/l, and 4.22 mg/l), Cu (0.00265 mg/l, 0.00265 mg/l, and 0.00265 mg/l), and temperature parameters point 2 (28.4 C) and point 3 (30.2 C) are all still at the maximum. The results of the DTBP analysis from QUAL2Kw modeling in Wonorejo River segment 1 are DO (2.83 mg/l), BOD (-0.13 mg/l), COD (-2.41 mg/l), temperature (-2, 18 C), pH (0.40), and Total Coliform (-300000 MPN/100ml). DO (2.58 mg/l), BOD (-0.83 mg/l), COD (-3.72 mg/l), temperature (-1.45 C), pH (-0.06), and Total Coliform (-300000 MPN/100ml) were all measured in segment 2.

**Keyword(s):** load capacity, water quality, model, QUAL2Kw

UIN SUNAN AMPEL  
SURABAYA

## DAFTAR ISI

|                                              |      |
|----------------------------------------------|------|
| LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING .....          | i    |
| PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR.....      | ii   |
| PERNYATAAN KEASLIAN .....                    | iii  |
| LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI..... | iv   |
| MOTTO.....                                   | v    |
| ABSTRAK .....                                | vi   |
| ABSTRACT .....                               | vii  |
| DAFTAR ISI.....                              | viii |
| DAFTAR TABEL.....                            | xi   |
| DAFTAR GAMBAR .....                          | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN .....                      | 1    |
| 1.1 Latar Belakang.....                      | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                    | 3    |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                   | 3    |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....                  | 3    |
| 1.5 Batasan Masalah.....                     | 4    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                 | 5    |
| 2.1 Sungai.....                              | 5    |
| 2.2 Klasifikasi Air .....                    | 5    |
| 2.3 Parameter Kualitas Air .....             | 7    |
| 2.4 Daya Tampung Beban Pencemaran.....       | 10   |
| 2.5 Pemodelan <i>QUAL2Kw</i> .....           | 10   |
| 2.6 Integrasi Keislaman .....                | 15   |
| 2.7 Penelitian Terdahulu.....                | 16   |





## DAFTAR TABEL

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Baku Mutu Kelas Air .....                             | 6  |
| Tabel 2. 2 Kelas & Penggunaan Air.....                           | 6  |
| Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu .....                            | 16 |
| Tabel 3. 1 Lokasi Penelitian.....                                | 23 |
| Tabel 3. 2 Panjang Antara Titik Samping .....                    | 23 |
| Tabel 3. 4 Alat dan Bahan.....                                   | 22 |
| Tabel 3. 5 Parameter yang dimodelkan.....                        | 27 |
| Tabel 3. 6 Worksheet pada QUAL2Kw .....                          | 27 |
| Tabel 3. 7 Koefisien Model.....                                  | 28 |
| Tabel 3. 8 Skenario Model.....                                   | 29 |
| Tabel 4. 1 Pengukuran Debit Sungai Wonorejo.....                 | 33 |
| Tabel 4. 2 Pengukuran Suhu .....                                 | 39 |
| Tabel 4. 3 Pengukuran parameter pH.....                          | 40 |
| Tabel 4. 4 Pengukuran BOD .....                                  | 42 |
| Tabel 4. 5 Pengukuran COD .....                                  | 43 |
| Tabel 4. 6 Pengukuran DO .....                                   | 45 |
| Tabel 4. 7 Pengukuran Cu.....                                    | 46 |
| Tabel 4. 8 Pengukuran Total Coliform.....                        | 47 |
| Tabel 4. 9 Nilai Paraemter Suhu Sungai Wonorejo .....            | 49 |
| Tabel 4. 10 Nilai Paraemter pH Sungai Wonorejo.....              | 49 |
| Tabel 4. 11 Nilai Paraemter DO Sungai Wonorejo.....              | 49 |
| Tabel 4. 12 Nilai Paraemter BOD Sungai Wonorejo .....            | 50 |
| Tabel 4. 13 Nilai Paraemter COD Sungai Wonorejo .....            | 50 |
| Tabel 4. 14 Nilai Paraemter Total Coliform Sungai Wonorejo ..... | 50 |
| Tabel 4. 15 Point Source Sungai Wonorejo .....                   | 51 |
| Tabel 4. 16 Data Hidrolis Sungai Wonorejo .....                  | 51 |
| Tabel 4. 17 RMSPE Parameter Temperatur.....                      | 59 |
| Tabel 4. 18 RMSPE Parameter pH.....                              | 60 |
| Tabel 4. 19 RMSPE Parameter DO .....                             | 60 |
| Tabel 4. 20 RMSPE Parameter COD.....                             | 60 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Worksheet Qual2Kw .....                    | 12 |
| Gambar 2. 2 Worksheet Rates .....                      | 14 |
| Gambar 2. 3 Worksheet Point Sources.....               | 14 |
| Gambar 3. 1 Peta Titik Pengambilan Sampel .....        | 21 |
| Gambar 3. 2 Kerangka Pikir Penelitian.....             | 23 |
| Gambar 3. 3 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....       | 24 |
| Gambar 3. 5 Titik Pengambilan Sampel .....             | 26 |
| Gambar 4. 1 Lokasi Titik Sampling 1 .....              | 31 |
| Gambar 4. 2 Lokasi Titik Sampling 2 .....              | 32 |
| Gambar 4. 3 Lokasi Titik Sampling 3 .....              | 32 |
| Gambar 4. 4 Grafik Perhitungan Debit Air .....         | 34 |
| Gambar 4. 5 Luas Penampang.....                        | 35 |
| Gambar 4. 6 Mengukur kedalaman sungai.....             | 37 |
| Gambar 4. 7 Penggunaan Alat Current Meter .....        | 38 |
| Gambar 4. 8 Display alat Current Meter .....           | 38 |
| Gambar 4. 9 Grafik pengukuran parameter suhu .....     | 39 |
| Gambar 4. 10 Grafik pengukuran pH.....                 | 41 |
| Gambar 4. 11 Grafik Pengukuran BOD .....               | 42 |
| Gambar 4. 12 Grafik Parameter COD .....                | 44 |
| Gambar 4. 13 Grafik Pengukuran DO .....                | 45 |
| Gambar 4. 14 Grafik Pengukuran Cu.....                 | 47 |
| Gambar 4. 15 Grafik Pengukuran Total Coliform .....    | 48 |
| Gambar 4. 16 Debit Sungai Wonorejo .....               | 52 |
| Gambar 4. 17 Skenario 1 Parameter DO .....             | 53 |
| Gambar 4. 18 Skenario 1 Parameter BOD .....            | 54 |
| Gambar 4. 19 Skenario 1 Parameter COD .....            | 55 |
| Gambar 4. 20 Skenario 1 Parameter Temperatur .....     | 56 |
| Gambar 4. 21 Skenario 1 Parameter Ph .....             | 57 |
| Gambar 4. 22 Skenario 1 Parameter Total Coliform ..... | 58 |
| Gambar 4. 23 Nilai Fitness dari Skenario 1 .....       | 59 |



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk di Indonesia tiap tahun secara berurutan dari tahun 2017-2021 mengalami peningkatan yang cukup signifikan yaitu sebesar 1. 261.355,5 ribu jiwa, 2. 264.161,6 ribu jiwa, 3. 266.911,9 ribu jiwa, 4. 269.603,4 ribu jiwa (BPS, 2021). Hal inilah yang menyebabkan padatnya pemukiman terlihat di daerah perkotaan. Menurut Suriawira dalam Arnop dkk (2019) berbagai aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya yang berasal dari kegiatan industri dan rumah tangga akan menghasilkan limbah yang menyebabkan penurunan pada kualitas air sungai. Peningkatan beban limbah yang dialirkan ke sungai dikhawatirkan akan melebihi daya tampungnya dan apabila daya tampungnya terlampaui dapat mengakibatkan terganggunya daya dukung sungai yang pada akhirnya sumber daya tersebut mengalami keterbatasan baik ditinjau dari segi kuantitas maupun kualitas (Arnop dkk, 2019).

Kuantitas air sungai adalah kemampuan sungai untuk menyalurkan air yang difungsikan sebagai kegiatan prasarana pengairan seperti pengelolaan sungai, waduk, danau. Sedangkan, kualitas air secara umum menunjukkan mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu untuk pengukuran debit air (Anggi dkk, 2018). Kondisi kuantitas dan kualitas air yang tidak normal menunjukkan bahwa terganggunya siklus hidrologi yang akan menimbulkan tiga masalah air yaitu banjir, kekeringan dan tercemar (Anggi dkk, 2018). Purwati (2015) menyatakan bahwa guna mengetahui terjadinya pencemaran sungai, maka dapat dilakukan pengamatan secara fisika, kimia maupun biologi. Dalam pengamatan fisik, pencemaran air dapat diketahui dengan jernih atau keruh air tersebut, suhu, rasa dan warna air. Pengamatan kimia diketahui melalui parameter pH, DO, BOD, COD. Pengamatan biologi dapat diketahui dengan uji parameter *Total Coliform*.

Sebagaimana dijelaskan dalam ayat Al-Qur'an sebagai berikut:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian

dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”  
(QS. Ar-Rum: 41)

Pencemaran serta tercemarnya air sungai tidak hanya merugikan masyarakat yang tinggal di sekitar bantaran sungai, tetapi layaknya seperti air sungai yang mengalir dari hulu ke hilir yang berarti turut membawa dampak-dampak negatif bagi masyarakat lain (Puspitasari, 2009). Pencemaran yang dilakukan oleh berbagai macam sumber atau bahan pencemar dan juga beberapa studi tentang pencemaran sungai yang terdapat di Surabaya dan Sidoarjo menurut penelitian KJPL (2009) bahwa kualitas air Sungai Wonorejo, Rungkut dipastikan tercemar limbah berat. Selain itu, kualitas air di Sungai Wonorejo, Rungkut sangat buruk dan dari hasil pengukuran yang dilakukan terlihat jika air di Sungai Wonorejo tercemar limbah berat dari industri dan rumah tangga banyak warga di kawasan Bozem Wonorejo yang mengeluhkan bau air di Sungai Wonorejo yang busuk dan banyak sampah hasil buangan rumah tangga akibatnya di beberapa titik saluran air di kawasan Rungkut dan Tenggilis setiap musim penghujan selalu banjir.

Sungai Wonorejo adalah salah satu sungai besar yang mengalir dan bermuara di kawasan Pantai Timur Surabaya. Muara Sungai Wonorejo termasuk dalam kawasan konservasi, karena potensi sumber daya alam dan keragaman hayati yang tinggi (Amaliyah, 2012). Sungai Wonorejo merupakan salah satu anak Sungai Surabaya yang terletak di kelurahan Wonorejo, Kecamatan Rungkut, Surabaya yang memiliki wilayah seluas 6,48 km<sup>2</sup> dan memiliki jumlah penduduk sebanyak 19.555 jiwa (BPS Kota Surabaya, 2021). Kelurahan Wonorejo berada di timur Kota Surabaya yang termasuk dalam kawasan ekowisata mangrove, kebun bibit wonorejo, serta terdapat pemukiman yang padat. Maka dari itu, tidak menutup kemungkinan badan air seperti sungai mengalami pencemaran akibat kegiatan tersebut.

Kurniawan (2013) menyatakan bahwa perhitungan daya tampung beban pencemaran sungai belum dapat dilakukan secara langsung karena kompleksitas faktor-faktor yang mempengaruhinya, oleh sebab itu digunakan metode permodelan untuk menyederhanakan kompleksitas tersebut. Maka dari itu, perlunya untuk melakukan penelitian di Sungai Wonorejo guna mengetahui beban pencemar yang ada di kali tersebut. Penelitian di Sungai Wonorejo dengan

menggunakan model Qual2Kw merupakan pertama kali dilakukan, sehingga diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat dan instansi terkait terhadap upaya penjagaan dan pengendalian pencemaran pada badan air.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana kondisi kualitas air di Sungai Wonorejo?
2. Bagaimana beban pencemar air Sungai Wonorejo menggunakan model Qual2Kw?
3. Berapa daya tampung beban pencemar (DTBP) Sungai Wonorejo dengan pemodelan QUAL2Kw?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis kondisi kualitas air berdasarkan parameter fisika, kimia & biologi air yang terkandung di Sungai Wonorejo.
2. Memprediksi beban pencemar air Sungai Wonorejo menggunakan model Qual2Kw.
3. Menentukan daya tampung beban pencemar (DTBP) Sungai Wonorejo dengan pemodelan QUAL2Kw.

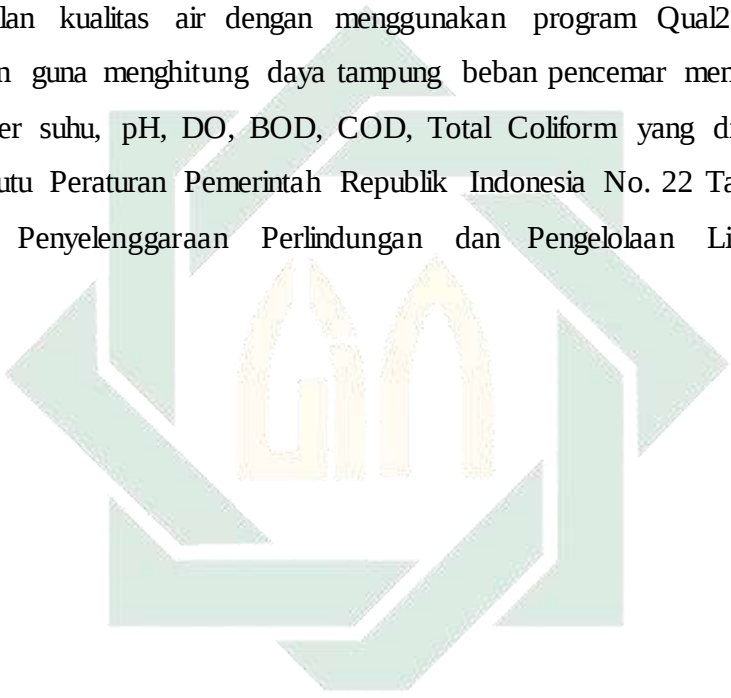
## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang didapat dari penelitian ini yaitu:

1. Memberikan informasi ilmiah bagi segenap stake holder mengenai daya tampung beban pencemar yang ada di Sungai Wonorejo.
2. Memberikan informasi mengenai penggunaan *software* Qual2Kw sebagai perangkat lunak modern yang dapat digunakan untuk pengelolaan kualitas air di Sungai Wonorejo.
3. Sebagai salah satu masukan bagi segenap stake holder guna menerapkan berbagai pilihan kebijakan dalam rangka pengendalian kualitas air di Sungai Wonorejo.

### 1.5 Batasan Masalah

1. Wilayah studi meliputi Sungai Wonorejo dengan panjang 8,3 km.
2. Sampel air yang diambil terdapat di Kelurahan Wonorejo.
3. Parameter fisik yang diuji yaitu suhu.
4. Parameter kimia yang diuji yaitu pH, DO, BOD, COD.
5. Parameter biologi yang diuji yaitu Total Coliform.
6. Pemodelan kualitas air dengan menggunakan program Qual2Kw yang ditujukan guna menghitung daya tampung beban pencemar menggunakan parameter suhu, pH, DO, BOD, COD, Total Coliform yang disesuaikan baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sungai

Sungai adalah sumber air permukaan yang dapat memberikan manfaat kepada makhluk hidup terutama manusia. Kualitas sungai akan mengalami perubahan yang sesuai dengan perkembangan lingkungan sungai yang dipengaruhi oleh berbagai aktivitas dan kehidupan manusia. Sungai yang tercemar diakibatkan oleh aktivitas disekitarnya baik perilaku manusia maupun sungai itu sendiri. Dampak terjadinya pencemaran yang paling terlihat yaitu kerusakan yang disebabkan oleh manusia. Daerah Aliran Sungai yang terdapat pabrik maupun daerah perindustrian, dipastikan terlihat saluran buangan air yang menuju ke sungai. Sehingga apabila dikumpulkan dari beberapa outlet buangan akan menjadi buangan yang tinggi yang menyebabkan terganggunya ekosistem sungai. Ikan banyak yang mati, air menjadi keruh, menimbulkan bau, pemandangan terganggu serta menimbulkan masalah kesehatan manusia. Masalah tersebut timbul disebabkan oleh ketidakmampuan daya dukung sungai untuk mengadakan netralisasi (Mardhia & Viktor, 2018).

Pentingnya pengelolaan serta manajemen sungai untuk menjaga kualitas dan fungsinya. Air sungai memiliki banyak manfaat dalam berbagai hal, sumber air yang menjadi sumber daya alam yang *essential* dan digunakan tanpa henti oleh makhluk hidup demi keberlangsungan di muka bumi baik manusia, hewan dan tumbuhan. Maka dari itu, kita sebagai manusia harus mampu menjaga, mengolah serta menggunakan air dengan sebaik mungkin guna keberlangsungan manfaat air dari segi kualitas dan kuantitas.

#### 2.2 Klasifikasi Air

Air adalah sumber daya alam yang sangat penting serta menjadi kebutuhan untuk aktivitas dan kelangsungan makhluk hidup, baik manusia, hewan serta tumbuhan. Air sungai merupakan salah satu sumber air yang melakukan proses pengolahan. Sungai memiliki peran sebagai perairan yang menjadi sumber air bagi manusia, namun dengan penambahan penduduk, pertumbuhan industri, perkembangan ekonomi dan peningkatan standar hidup menyebabkan penurunan kualitas air sungai itu sendiri.

Tabel 2. 1 Baku Mutu Kelas Air

| No | Parameter                               | Unit      | Kelas 1 | Kelas 2 | Kelas 3 | Kelas 4 |
|----|-----------------------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 1. | Suhu                                    | C         | Dev 3   | Dev 3   | Dev 3   | Dev 3   |
| 2  | pH                                      |           | 6 - 9   | 6 – 9   | 6 – 9   | 6 – 9   |
| 3  | BOD ( <i>Biological Oxygen Demand</i> ) | mg/L      | 2       | 3       | 6       | 12      |
| 4  | COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> )   | mg/L      | 10      | 25      | 40      | 80      |
| 5  | DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> )          | mg/L      | 6       | 4       | 3       | 1       |
| 6  | <i>Total Coliform</i>                   | MPN/100mL | 1000    | 5000    | 10000   | 10000   |

Penjelasan mengenai kelas air sungai dijelaskan dalam table berikut:

Tabel 2. 2 Kelas & Penggunaan Air

| Kelas Air | Penggunaan Air                                                                                                                                              |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I         | Air dapat dimanfaatkan sebagai air baku air minum dan kegiatan yang lain dengan syarat mutu tersebut.                                                       |
| II        | Air dapat dimanfaatkan untuk sarana rekreasi atau hiburan air, pembudidayaan ikan air tawar, peternak, tanaman dan kegiatan lain dengan ketentuan tersebut. |
| III       | Air dapat dimanfaatkan untuk membudidaya ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman dan kegiatan lain dengan ketentuan tersebut.                |



### 3.3.3 DO (*Dissolved Oxygen*)

DO merupakan jumlah gas oksigen ( $O_2$ ) yang terlarut dalam suatu larutan air. Oksigen masuk ke air melalui difusi dari udara sekitarnya dengan aerasi (cepat gerakan) dan sebagai produk limbah fotosintesis. Oksigen dalam bentuk terlarut dibutuhkan oleh organisme akuatik bertahan dan bertumbuh. Oksigen biokimia menuntut jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme aerobik guna sebagai degradasi bahan organik yang ada di badan air pada suhu tertentu selama jangka waktu tertentu. DO banyak digunakan sebagai indikasi kualitas organik air. Hal tersebut dinyatakan dalam bentuk milligram(mg) oksigen yang dikonsumsi per-liter sampel selama 5 hari ( $BOD_5$ ) dan diinkubasi dengan suhu sebesar  $20^\circ C$  (Arora, 2017).

Indriwati dan Muhsin (2010) menyatakan bahwa oksigen dibutuhkan untuk respirasi tumbuh-tumbuhan dan hewan-hewan, proses dekomposisi bahan organik oleh bakteri serta proses oksidasi bahan buangan. Oksigen terlarut dapat berasal dari udara dan dari hasil fotosintesa. Kandungan oksigen terlarut dalam air tergantung pada suhu air, tekanan atmosfer, garam-garam terlarut dan aktivitas biologi. Kekurangan oksigen dalam air dapat mengganggu kehidupan biota air termasuk kepesatan pertumbuhannya.

### 3.3.4 BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD adalah kebutuhan oksigen dan dapat menunjukkan banyaknya oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam air seperti bakteri yang berfungsi guna mendekomposisi dan dapat menguraikan bahan-bahan organik dengan kondisi yang aerobik. Limbah yang dibuang ke badan air yang bersifat dapat terdegradasi oleh mikroorganisme atau membusuk dapat menaikkan konsentrasi BOD. Tingginya nilai BOD ke badan air dapat menunjukkan besarnya tingkat pencemaran di suatu badan air yang berasal dari limbah organik (Susanto dkk., 2021).

Prinsip dalam pengukuran BOD pada dasarnya cukup sederhana yaitu dengan mengukur kandungan oksigen terlarut awal ( $DO_0$ ) dari sampel segera setelah pengambilan contoh kemudian mengukur

kandungan oksigen terlarut pada sampel yang telah di inkubasi selama 5 hari pada kondisi gelap dan suhu tetap (20°C) yang sering disebut ( $DO_5$ ). Selisih dari ( $DO_0-DO_5$ ) merupakan nilai BOD (Agustira dkk., 2013).

### 3.3.5 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD merupakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi. Limbah rumah tangga dan industri merupakan sumber utama limbah organik yang sebagai penyebab utama tingginya konsentrasi COD. Sumber COD berasal dari kegiatan industri kertas, penyamakan kulit, industri gula, pemotongan daging, pengalengan ikan, pembekuan udang, industri pembuatan roti, industri susu, industri keju dan mentega, limbah domestik dan lain-lain. Keberadaan COD di lingkungan akan memberikan dampak pada manusia dan lingkungan, diantaranya yaitu banyaknya biota air yang mati yang disebabkan konsentrasi oksigen terlarut dalam air terlalu sedikit dan semakin sulitnya mendapatkan air sungai yang memenuhi kriteria sebagai bahan baku air minum (Lumaela dkk., 2013).

COD menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan guna mengoksidasi organik materi yang ada di badan air di bawah kondisi tertentu dari zat pengoksidasi, suhu dan waktu. COD merupakan parameter kualitas air yang penting karena dapat memberikan indeks untuk menilai efek yang dilepaskan air limbah yang akan masuk ke lingkungan penerima (Arora, 2017).

### 3.3.6 Total Coliform

Susanto dkk (2021) menyatakan bahwa penambahan bahan berupa limbah anorganik maupun organik ke dalam badan air yang dapat merubah tak hanya susunan kimia air, maupun dapat mempengaruhi sifat biologi dari badan air tersebut. *Total Coliform* merupakan bakteri gram negative yang memiliki bentuk seperti batang dan memiliki sifat anaerob atau fakultatif anaerob, tidak membentuk spora, dapat menfermentasikan laktosa sehingga menghasilkan gas serta asam dengan suhu 35°C hingga 37°C. Bakteri coliform ini termasuk dalam golongan dari bakteri intestinal yang hidup di dalam tubuh manusia

lebih tepatnya di saluran pencernaan. *Total Coliform* digunakan sebagai standar mutu air sungai bagian kelas III dan nilai yang dapat ditoleransi terhadap sungai yaitu 10000 jumlah/ 100ml.

## 2.4 Daya Tampung Beban Pencemaran

Berdasarkan KEPMEN LH No 110 Tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemar Air pada Sumber Air, daya tampung beban pencemaran air merupakan kemampuan air pada suatu sumber air untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air tersebut menjadi tercemar.

Perhitungan daya tampung beban pencemaran sumber air dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya menggunakan pemodelan numerik terkomputerisasi (*computerized numerical modeling*). Metode komputasi merupakan metode simulasi dengan bantuan program komputer. Metode ini lebih komprehensif dalam pemodelan kualitas air sungai. Pada dasarnya model ini menerapkan teori *streeterphelps* dengan mengakomodasi banyaknya sumber pencemar yang masuk ke dalam sistem sungai, karakteristik hidrolik sungai, dan kondisi klimatologi. Metode simulasi yang dapat digunakan yaitu model QUAL2E dan model QUAL2Kw (Fatmawati dkk., 2012).

## 2.5 Pemodelan QUAL2Kw

Model QUAL2Kw adalah pemodelan kualitas air yang mendeskripsikan dan menyederhanakan keadaan kualitas air di suatu sungai dengan hasil berupa grafik. Model QUAL2Kw versi 5.1 dikembangkan oleh *United States Environmental Protection Agency* (USEPA). QUAL2Kw memiliki kelebihan guna melakukan scenario kualitas air sungai jika melebihi daya tampung oleh karenanya pemodelan ini mampu digunakan untuk mempermudah pengelolaan air sungai supaya tidak tercemar. QUAL2Kw dapat menyajikan kondisi sebuah sungai berdasarkan oleh sumber limbah *point source & diffuse source* (Pelletier 2008 dalam Dhillal'ul 2021).

Data yang dibutuhkan untuk mengaplikasikan pemodelan QUAL2Kw yaitu sebagai berikut (Syafi'i, 2011):

- a. Temperatur udara
- b. Kecepatan angin
- c. Tutupan awan

- Pemodelan QUAL2Kw digunakan untuk mengetahui daya tampung beban pencemar pada suatu sungai dengan *point source* dan *non point source*. Daya tampung beban pencemar adalah kemampuan air dalam menerima beban pencemar tanpa terjadinya pencemaran pada kualitas air tersebut. Daya tampung yang telah ditetapkan dengan melakukan pengendalian pencemaran dari sumber-sumber pencemar yang masuk ke badan air sehingga kualitas air masih dalam baku mutu yang telah ditetapkan (Fatmawati dkk, 2012 dalam Febriyana, 2016). Perhitungan beban pencemar ialah sebagai berikut:

Dimana:

Kondisi awal : kondisi eksisting dengan pencemar alami

$$Bp = C \times Q \quad (2.2)$$

Bp : beban pencemar (kg/ hari)

C : konsentrasi beban pencemar (kg/l)

1. Tombol pada *Worksheet*

- digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id

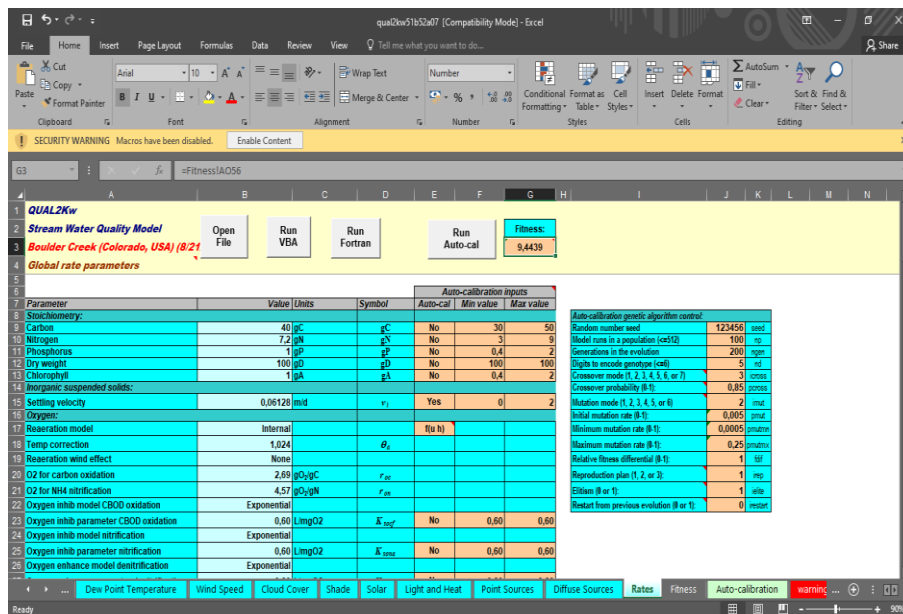


e. **Worksheet Initial Conditions.** Penentuan kondisi awal merupakan pilihan yang apabila tidak ditentukan, maka kondisi awal pada kolom air untuk setiap *reach* diasumsikan sama dengan *headwater*.

f. **Worksheet Meteorologi dan Shading.** Untuk memasukkan data meteorology dan *shading*. Mempunyai ciri sebagai berikut:

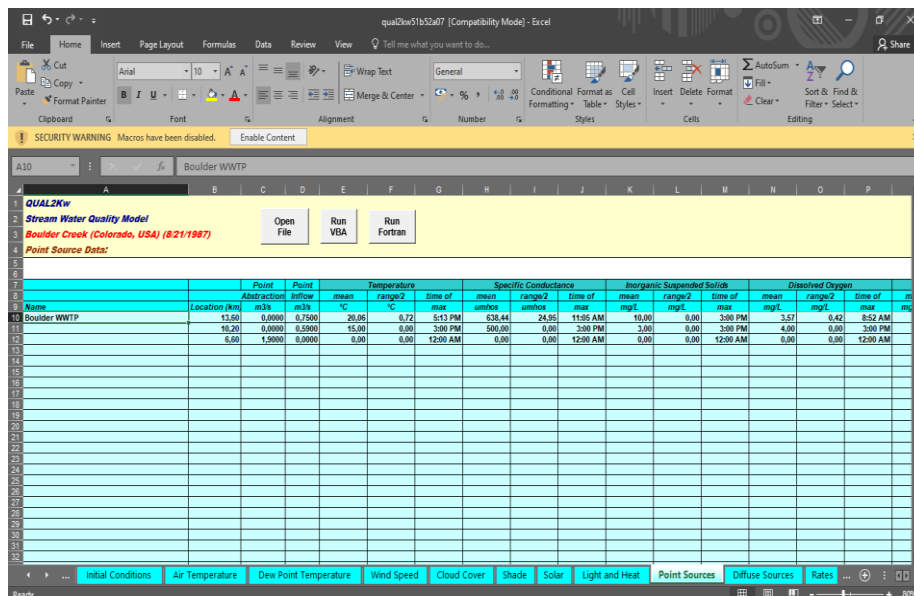
- *Worksheet Air Temperatur.* Untuk memasukkan data temperature udara dalam setiap jam dalam derajat Celcius pada setiap *reach*.
- *Worksheet Dew-Point Temperature.* Untuk memasukkan data temperature titik embun (derajat Celcius) untuk setiap *reach*.
- *Worksheet Wind Speed.* Untuk memasukkan data kecepatan angina (m/detik) pada setiap *reach*.
- *Worksheet Cloud Cover.* Untuk memasukkan data tutupan awan (% sky covered) pada setiap *reach*.
- *Worksheet shade.* Untuk memasukkan data *shading* setiap jam pada setiap *reach*. *Shading* merupakan sebagai radiasi solar yang tertutup sebab terhalang topografi dan vegetasi.
- *Worksheet Solar Radiation.* Untuk memasukkan radiasi solar setiap jam pada tiap *reach*.

g. **Worksheet Rates.** Untuk memasukkan parameter *rates* model dan pilihan kalibrasi otomatis (Gambar 2.2)



Gambar 2. 2 Worksheet Rates  
Sumber: Excel Qual2Kw (2022)

- h. **Worksheet Light dan Heat.** Untuk memasukkan informasi yang terkait dengan penchayaan dan parameter panas system.
- i. **Worksheet Point Sources.** Untuk memasukkan informasi yang terkait dengan *point sources* system yang terdapat parameter suhu, COD, BOD maupun parameter lain hasil pengukuran pada sampel (Gambar 2.3).



Gambar 2. 3 Worksheet Point Sources  
Sumber: Excel Qual2Kw (2022)

- j. **Worksheet Data Suhu.** Untuk memasukkan data temperature.



Dengan air yang tetap mengalir, akan bertambah subur pohon kurma dan anggur itu dan memberi hasil yang berlipat ganda.

(QS. Ar-Ra'd Ayat 3)

وَهُوَ الَّذِي مَدَّ الْأَرْضَ وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْهَارًا وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ جَعَلَ فِيهَا رَوْجَيْنِ اثْنَيْنِ يُغْشِي اللَّيْلَ النَّهَارَ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

Artinya: Dan dialah Tuhan yang membentangkan bumi dan menjadikan gunung-gunung dan sungai-sungai padanya. Dan menjadikan padanya semua buah-buahan berpasang-pasangan, Allah menutupkan malam kepada siang. Sesungguhnya ada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan.

Keberadaan gunung dan sungai ialah kasih sayang Allah SWT kepada makhluknya. Kelengkapan sempurnanya lingkungan hidup karena gunung dengan banyak macam pepohonan dapat berfungsi sebagai paru-paru dunia serta sungai berfungsi sebagai ekosistem yang dapat menjadikan kehidupan terus berjalan secara baik yang sekaligus menunjukkan kebesaran Allah SWT sebagai Sang pencipta dan yang harus kita syukuri.

Tetapi, keindahan gunung dan sungai pada saat ini mulai terganggu dengan tercemarnya lingkungan. Saat ini mulai sulit untuk mencari sungai dengan air yang jernih dan dapat melihat ikan berenang di dalamnya. Kebanyakan sungai yang berada di sekitar kita banyak yang kotor serta tercemar.

## 2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini melihat penelitian terdahulu yang berkaitan, dengan terdapat 5 jurnal nasional dan 5 jurnal internasional. Maka didapatkan sebagai berikut:

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

| No | Nama Peneliti          | Judul                                                                                     | Hasil Penelitian                                                                                                                                    |
|----|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Vichotama dkk,<br>2021 | Analisa Kualitas Air<br>Tukad Badung,<br>Denpasar, Bali<br>menggunakan Program<br>QUAL2Kw | Penelitian ini bertujuan untuk<br>menentukan kualitas air DAS<br>Tukad Badung menggunakan<br>program Qual2Kw pada 6 ti.<br>Baku mutu yang digunakan |

| No | Nama Peneliti  | Judul                                                                                                                       | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                |                                                                                                                             | <p>yaitu PP RI No. 82 tahun 2001 tentang baku mutu air sungai tukad peruntukan kelas II di kawasan sungai. Parameter yang diuji ialah pH, suhu, COD, DO, TSS, BOD, Fosfat dan Total Coliform dan melakukan 4 kali simulasi. Hasil yang diperoleh menyebutkan bahwa DAS Tukad Badung dengan menggunakan metode Qual2Kw yang dihitung grafik penurunannya secara polynomial. Parameter BOD dan Fosfat tidak memenuhi baku mutu kelas II, BOD memiliki penurunan -8,93% (konsentrasi BOD naik 8,93%) dan Fosfat memiliki penurunan sebesar 16,67% (konsentrasi fosfat naik 16,67%).</p> |
| 2  | Ulfa dkk, 2022 | Kajian Perhitungan Daya Tampung Sungai Winongo Segmen Tengah-Hilir berdasarkan Parameter BOD dan COD dengan Program QUAL2Kw | <p>Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis besaran daya tampung beban pencemar Sungai Winongo berdasarkan parameter BOD dan COD dengan program Qual2Kw pada 10 titik. Baku mutu yang digunakan yaitu Pergub DIY No 20 Tahun 2008 tentang baku mutu air di Prov. DIY</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

| No | Nama Peneliti        | Judul                                                                                                                                   | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                      |                                                                                                                                         | peruntukan kelas 2. Parameter yang di uji yaitu BOD dan COD dengan melakukan pemodelan <i>trial and error</i> pada sumber pencemar agar sesuai dengan kondisi eksisting. Hasil dari penelitian ini didapatkan parameter BOD dengan daya tampung yang berlebihan pada titik 3 dan 5 dengan masing-masing nilai -180,59 dan -302,4 kg/hari. Sedangkan untuk parameter COD pada titik 10 dengan nilai -56,16 kg/hari.                                                               |
| 3  | Lusiana dkk,<br>2020 | Penentuan Indeks Pencemaran Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran menggunakan Software QUAL2Kw (Studi Kasus Sungai Brantas Kota Malang) | Penelitian ini bertujuan untuk menilai kualitas air Sungai Brantas melalui penentuan pola kualitas air menggunakan model Qual2Kw serta menentukan tingkat pencemaran Sungai Brantas dengan 12 titik sampling. Hasil yang diperoleh yaitu dari 12 lokasi sampling terdapat 10 lokasi yang tergolong dalam kategori tercemar ringan dan 2 lokasi tercemar sedang. Konsentrasi pencemaran yang banyak diterima oleh Sungai Brantas, Kota Malang yaitu BOD, Phospat, Nitrat, Amonia. |

| No | Nama Peneliti     | Judul                                                                                          | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                   |                                                                                                | Simulasi menggunakan model QUAL2Kw memiliki tingkat kesalahan rata-rata sebesar 10,7% dari data hasil pengukuran.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 4  | Irsanda dkk, 2014 | Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo dengan Metode Qual2Kw | Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan dan mengevaluasi dengan metode Qual2Kw menggunakan 4 simulasi scenario kualitas air, serta menghitung daya tampung beban pencemaran. Parameter yang di uji meliputi BOD, DO, COD, TSS, Nitrat, Fosfat, dan Amonium.                                                                                                                                                                                   |
| 5  | Graha, 2015       | Identifikasi Kualitas Air Kali Dami Kota Surabaya dengan Metode Qual2Kw                        | Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memprediksi kualitas air Kali Dami berdasarkan 3 jenis scenario menggunakan Qual2Kw dengan parameter uji meliputi DO, COD, BOD, TSS, Nitrate, Fosfat dan Ammonium. Hasil yang didapat menyebutkan bahwa BOD memiliki nilai 15-21 mg/L sehingga melebihi baku mutu, COD, TSS, Nitrat dan Fosfat berada di bawah baku mutu sedangkan DO berada di ambang batas baku mutu 0 mg/L. Parameter Amonium |

| No | Nama Peneliti            | Judul                                                                                                    | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                          |                                                                                                          | memiliki nilai 14-20 mg/L sehingga melebihi baku mutu kualitas air sungai kelas 4 yaitu 0,5 mg/L.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 6  | Utami dkk,<br>2020       | <i>Analysis of Pollutant Load Capacity of The Citarum River Downstream Segment Using Qual2Kw</i>         | Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas beban polutan ruas hilir sungai citarum menggunakan qual2kw dari segmen 16 hingga 20 yang terbagi menjadi 9 seksi dengan 11 lokasi pemantauan kualitas air. Parameter kualitas air yang dimodelkan yaitu BOD, COD Nitrat dan Fosfat. Hasil yang didapatkan yaitu untuk BOD sebesar 14556,67 - 23456,84 kg/hari, COD 24261,12 - 39094,73 kg/hari, nitrat 24261,12 kg - 39094,73 kg/hari, dan fosfat 485,22 - 781,89 kg/hari. Overload BOD 0%-26%, COD 61%-68%, fosfat 78%-7%. Sedangkan beban nitrat di bagian hilir sungai masih tergolong aman. |
| 7  | Hossain M.A<br>dkk, 2014 | <i>Application of Qual2Kw for Water Quality Modeling in the Tunggak River, Kuantan, Pahang, Malaysia</i> | Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kualitas air Sungai Tunggak, Kuantan, Pahang, Malaysia menggunakan pemodelan Qual2Kw dengan parameter                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| No | Nama Peneliti      | Judul                                                                                                 | Hasil Penelitian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                    |                                                                                                       | DO, CBOD, Kadar Amonia, Anion Nitrat, Senyawa Organik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi DO sangat rendah, BOD dan COD sangat tinggi dibandingkan dengan level standar Malaysia. Karena industri air limbah polusinya tinggi dan tanpa melakukan perbaikan pengelolaan berdasarkan hasil simulasi, skenarionya akan tidak berubah. |
| 8  | Kori dkk, 2013     | <i>Application of Automated Qual2Kw For Water Quality Modeling in the River Karanja, India</i>        | Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beban pencemar pada Sungai Karanja dengan parameter pH, BOD, dan BOD. Hasil dari penelitian ini yaitu untuk parameter DO dan BOD melebihi batas ambang baku mutu yang telah ditetapkan oleh Badan Pengendalian Polusi India.                                                                          |
| 9  | Setiawan dkk, 2018 | <i>Water Quality Modeling for Pollutant Carrying Capacity Assessment using Qual2Kw in Bedog River</i> | Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai beban pencemar dan nilai daya tampung beban pencemar parameter COD dan BOD di Sungai Bedog dengan metode Qual2Kw. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Sungai                                                                                                                                     |



### BAB III

#### METODE PENELITIAN

##### 3.1 Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel air sungai pada penelitian ini dilakukan di Sungai Wonorejo, Kecamatan Rungkut, Surabaya, dengan melakukan pembagian titik sebanyak 3 bagian yaitu pada bagian hulu, tengah dan hilir sungai seperti pada **Gambar 3.1**. Sedangkan lokasi pengujian sampel pada penelitian ini dilakukan di dua tempat yaitu, di lokasi penelitian (pengujian parameter suhu dan pH) dan Laboratorium PDAM Surya Sembada Kota Surabaya (pengujian parameter BOD, COD, DO dan *Total Coliform*). Berikut terdapat detail titik pengambilan sampel yang disajikan pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3. 1 Lokasi Penelitian

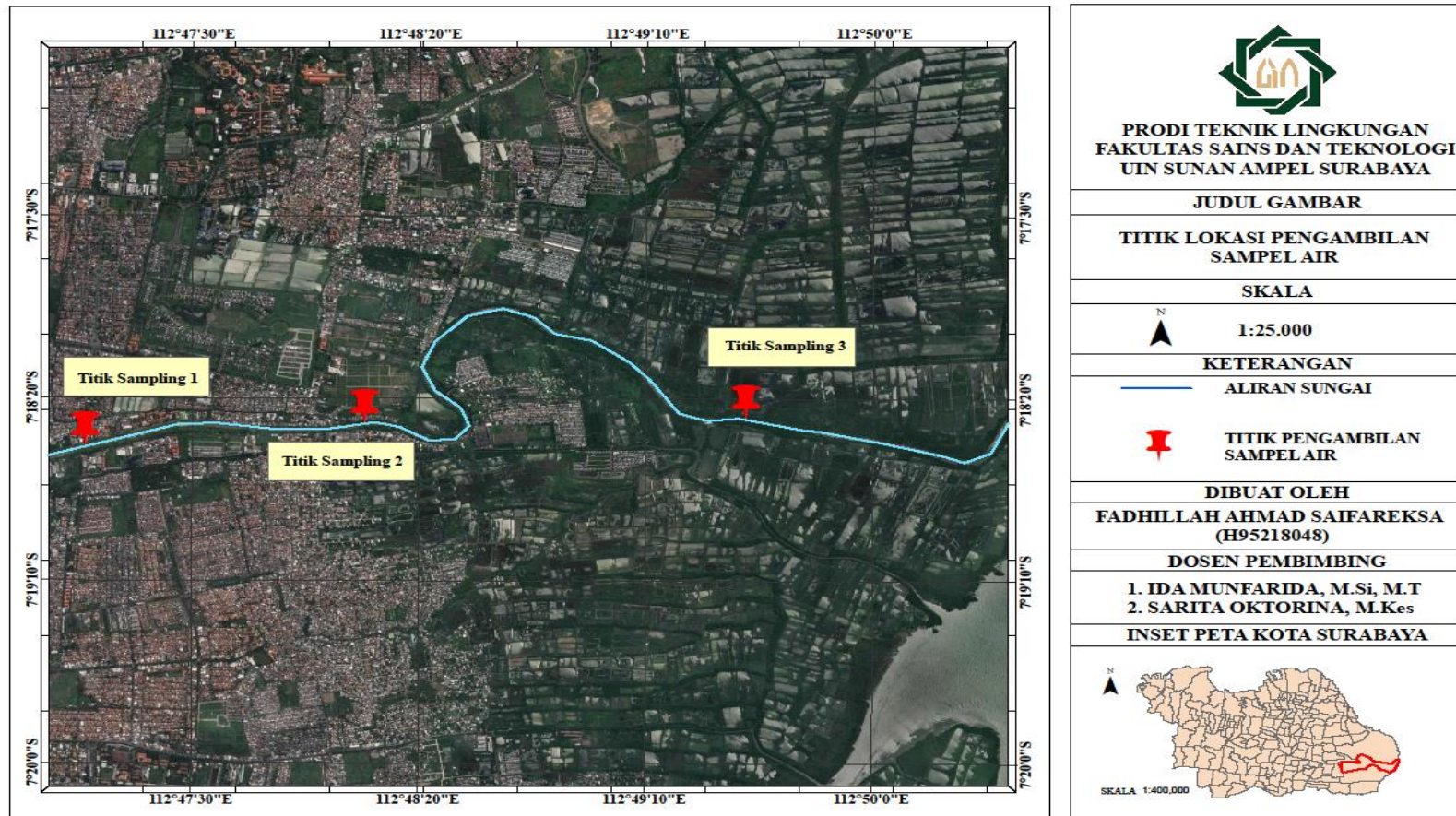
| Titik Sampling | Lokasi             | Koordinat             | Lahan                       |
|----------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 1              | Kelurahan Wonorejo | 7°18'28"S 112°47'55"E | Pemukiman                   |
| 2              |                    | 7°18'01"S 112°48'48"E | Home Industry dan Pemukiman |
| 3              |                    | 7°18'31"S 112°50'00"E | Tambak                      |

Sumber: Hasil Analisa, 2022

Tabel 3. 2 Panjang Antara Titik Sampling

| No | Titik Sampling    | Panjang (m) |
|----|-------------------|-------------|
| 1  | Titik 1 – Titik 2 | 2.110 m     |
| 2  | Titik 2 – Titik 3 | 4.295 m     |

Sumber: Hasil Analisa, 2022



Gambar 3. 1 Peta Titik Pengambilan Sampel  
Sumber: Goggle Earth (2022)

### 3.2 Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian dan analisis dilakukan mulai bulan September 2022 hingga November 2022, diawali dengan pengumpulan data sekunder. Lalu pengambilan sampel air pada tanggal 28 Oktober 2022.

### 3.3 Alat dan Bahan

Dalam melakukan penelitian memerlukan alat dan bahan guna menunjang proses pengambilan sampel air sungai. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini tercantum pada Tabel 3.3.

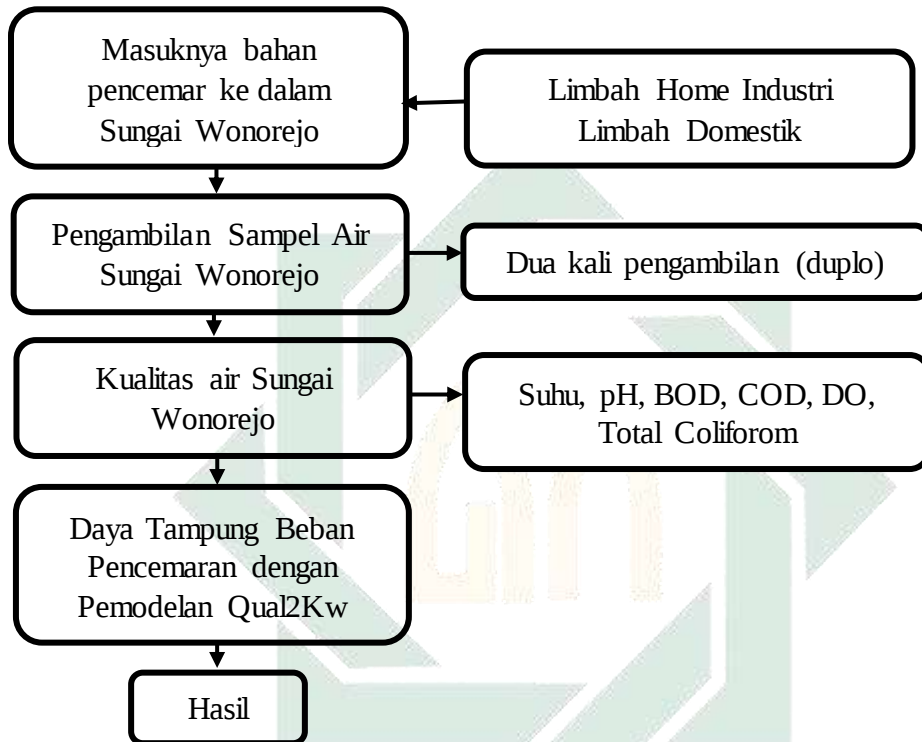
Tabel 3. 3 Alat dan Bahan

| No    | Alat                               |
|-------|------------------------------------|
| 1.    | pH meter                           |
| 2.    | <i>Thermometer</i>                 |
| 3.    | Ember                              |
| 4.    | Botol Kaca Berwarna Gelap (300 ml) |
| 5.    | Jerigen (5 Liter)                  |
| 6.    | <i>Cool Box</i>                    |
| 7.    | Meteran                            |
| 8.    | Tali Rafia                         |
| 9.    | GPS                                |
| 10.   | Current Meter                      |
| 11.   | Corong                             |
| 12.   | Tisu                               |
| Bahan |                                    |
| 1.    | Sampel Air Sungai                  |
| 2.    | Aquades                            |

Sumber: Hasil Analisa, 2022

### 3.4 Kerangka Pikir

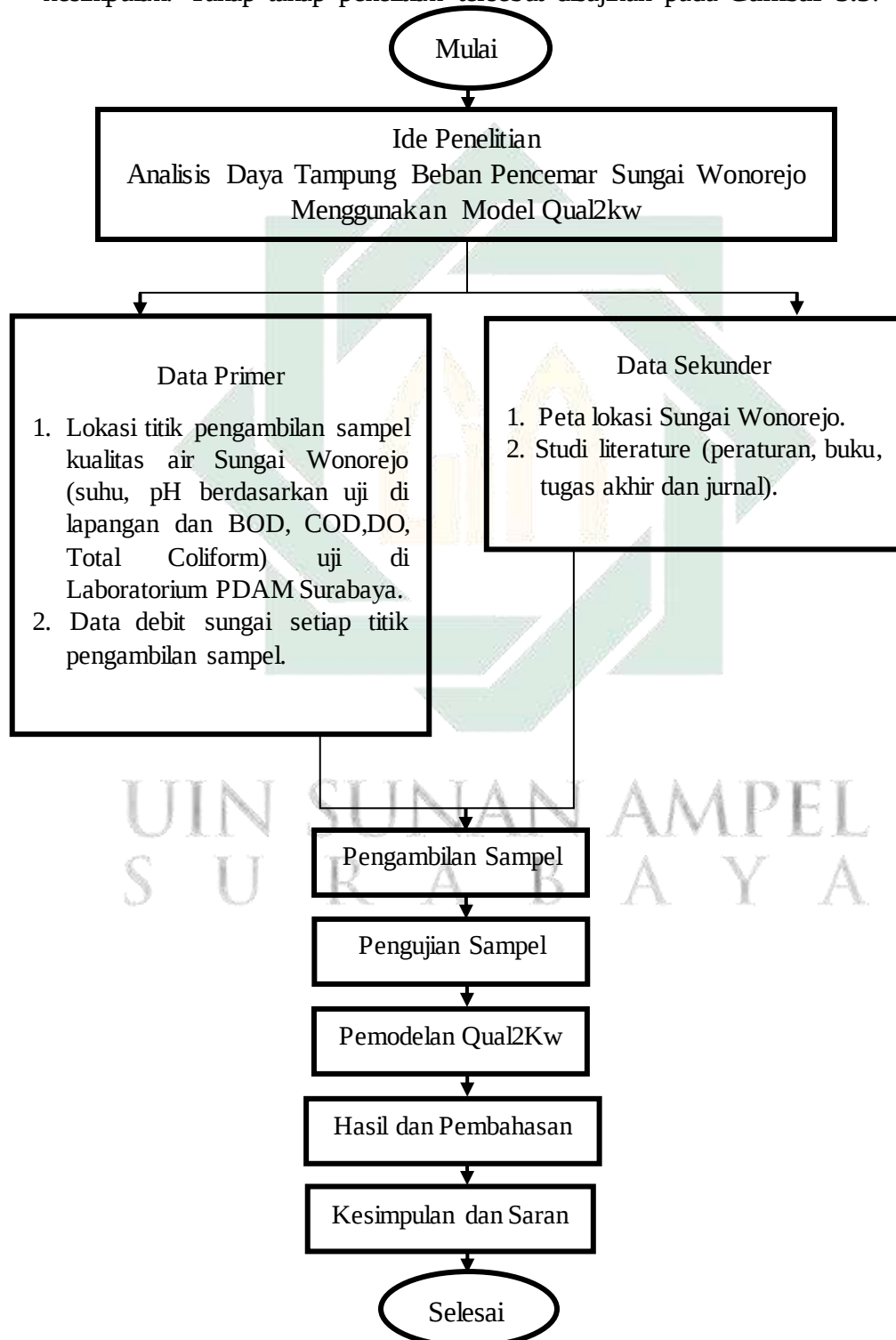
Kerangka pikir penelitian merupakan pedoman dasar penelitian yang memberi petunjuk atau jalan pelaksanaan suatu penelitian. Berikut kerangka pikir penulis yang digunakan untuk mendapatkan hasil penelitian:



Gambar 3. 2 Kerangka Pikir Penelitian  
Sumber: Hasil Analisa, 2022

### 3.5 Tahap Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan tahapan yang telah ditentukan, mulai dari tahap mencari ide penelitian, studi literature, pengambilan dan pengujian sampel, analisis data, hingga diperoleh hasil dan bisa ditarik kesimpulan. Tahap-tahap penelitian tersebut disajikan pada **Gambar 3.3**:



Gambar 3. 3 Diagram Alir Tahapan Penelitian  
Sumber: Hasil Analisa, 2022

### 3.5.1 Tahap Persiapan

Pada tahap ini diperlukannya persiapan mengenai observasi yang akan dilakukan, seperti ditentukannya titik untuk melakukan sampling dalam pengambilan air, teknik yang akan digunakan serta alat dan bahan yang diperlukan.

### 3.5.2 Tahap Pelaksanaan

Dalam tahap pelaksanaan dilakukan observasi pada Sungai Wonorejo guna pengambilan sampel yang dibutuhkan. Pengambilan sampel air dilakukan di Sungai Wonorejo secara *purposive sampling*, merupakan teknik penentuan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu yang ditentukan oleh peneliti (Sugiyono, 2018 dalam Mukhsin dkk, 2017). Pengambilan sampel dilakukan pengulangan sebanyak dua kali, hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang akurat (Ulfa, 2020). Penentuan titik sampling mengacu pada SNI 6989.57:2008. Terdapat detail titik pengambilan sampel air yaitu:

1. Titik 1 terletak di hulu sungai yang merupakan daerah pemukiman.
2. Titik 2 terletak di tengah sungai yang terdapat *home industry* dan pemukiman padat penduduk.
3. Titik 3 terletak di hilir sungai, merupakan daerah tambak masyarakat sekitar.

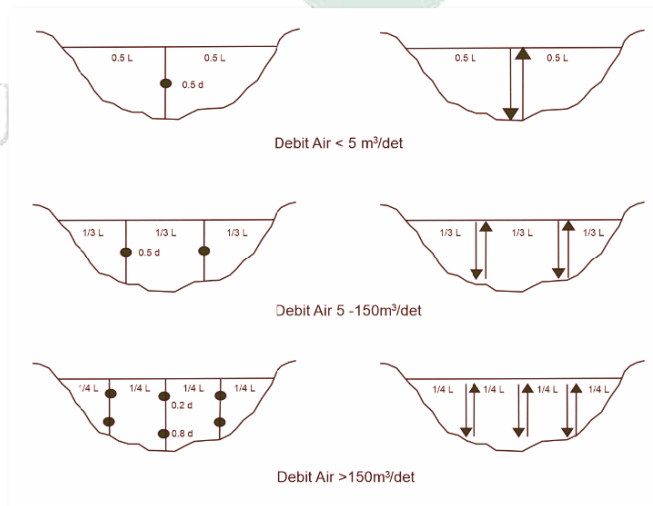
Alat yang digunakan untuk mengambil sampel air yaitu ember plastik, lalu sampel air disimpan dalam jerigen dan botol kaca berwarna gelap. Adapun langkah-langkah pengambilan sampel air sebagai berikut:

- a) Mempersiapkan alat dan bahan.
- b) Menentukan titik sampling.
- c) Mengambil sampel air menggunakan gayung.
- d) Memindahkan sampel air ke dalam jerigen dan botol kaca berwarna gelap.

- e) Mengukur suhu, pH & DO (dilakukan secara langsung dilapangan), BOD, COD, & Total Coliform (di Laboratorium PDAM Surabaya).

Pengambilan sampel air Sungai Wonorejo mengacu pada SNI 6989.57:2008 dengan cara menentukan debit air sungai terlebih dahulu. Berikut ketentuan pengambilan sampel air:

1. Sungai dengan debit  $< 5 \text{ m}^3/\text{detik}$ , maka didapat sampel air yang diambil cukup pada satu titik sungai dengan kedalaman 0.5 kali kedalaman dari permukaan sungai.
2. Sungai dengan debit antara  $5 \text{ m}^3/\text{detik}$  -  $150 \text{ m}^3/\text{detik}$ , maka didapat sampel air yang diambil sebanyak dua titik dengan tiap jarak  $1/3$  dan  $2/3$  dari lebar sungai dengan kedalaman 0.5 kali kedalaman dari permukaan sungai. lalu dicampurkan.
3. Sungai dengan debit  $> 150 \text{ m}^3/\text{detik}$ , maka didapat sampel air yang diambil sebanyak enam titik dengan jarak  $1/4$ ,  $1/2$ ,  $3/4$  dari lebar sungai dengan kedalaman 0.2 dan 0.8 kali kedalaman dari permukaan sungai. Lalu dicampurkan.



Gambar 3. 4 Titik Pengambilan Sampel  
Sumber: SNI 6989.57:2008

### 3.5.3 Tahap Analisa Data

Setelah melakukan pengujian sampel air dilapangan dan laboratorium, maka didapatkan nilai pada setiap parameternya. Selanjutnya hasil uji tersebut dianalisis dengan pemodelan Qual2Kw untuk mengetahui daya tampung beban pencemar Sungai Wonorejo. Adapun parameter yang dimodelkan dengan Qual2Kw tercantum pada Tabel 3.4:

Tabel 3. 4 Parameter yang dimodelkan

| No | Parameter      | Parameter pada QUAL2Kw     |
|----|----------------|----------------------------|
| 1  | Suhu°C         | Suhu°C                     |
| 2  | pH             | pH                         |
| 3  | COD (mg/L)     | Generic Constituent (mg/l) |
| 4  | BOD (mg/L)     | CBOD fast (mg/l)           |
| 5  | DO (mg/L)      | Dissolved Oxygen (mg/L)    |
| 6  | Total Coliform | Total Coliform (MPN/100mL) |

Sumber: Maghfiroh, 2016

Dengan menggunakan pemodelan QUAL2Kw, maka terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan adalah:

1. Input data, data yang diinput:

Tabel 3. 5 Worksheet pada QUAL2Kw

| Worksheet          | Jenis Data                                                                                                           |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Qual2k</i>      | Data yang dimasukkan adalah nama sungai, tanggal skenario, nama & penyimpanan file, waktu matahari terbit & terbenam |
| <i>Headwater</i>   | Data kualitas air sungai di bagian hulu                                                                              |
| <i>Reach</i>       | Data yang dimasukkan adalah pembagian segmen, panjang segmen, koordinat, elevasi, dan kedalaman                      |
| <i>Klimatologi</i> | Data yang dimasukkan adalah suhu, titik embun, kecepatan angin, tutupan awan, & persentase radiasi matahari.         |



### A. Skenario Model

Untuk mengetahui kondisi sungai serta pencemarannya, dilakukan dengan 3 skenario pada penelitian yaitu:

Tabel 3. 7 Skenario Model

| Skenario | Kondisi hulu | Sumber pencemar          | Kondisi Sungai |
|----------|--------------|--------------------------|----------------|
| 1        | Eksisting    | Eksisting                | Model          |
| 2        | Baku Mutu    | Eksisting                | Model          |
| 3        | Baku Mutu    | <i>Trial &amp; Error</i> | Baku Mutu      |

- Skenario 1, merupakan pemodelan sesuai dengan data eksisting sungai untuk mengetahui besaran beban pencemar eksisting yang masuk ke dalam Sungai Wonorejo.
- Skenario 2, merupakan pemodelan sesuai dengan baku mutu kelas 3 PP RI No. 22 Tahun 2021.
- Skenario 3, merupakan pemodelan kualitas air sesuai dengan baku mutu kelas sungai 3 PP RI No. 22 Tahun 2021.

### B. Daya Tampung Beban Pencemaran

Untuk mengetahui nilai daya tampung, maka dilakukan perhitungan dengan rumus (Irsanda, 2014). Pada penelitian ini nilai beban pencemaran penuh diperoleh dari hasil pemodelan skenario 3, sedangkan nilai beban kondisi awal dengan skenario 2 dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Daya tampung} = \text{beban pencemar} - \text{kondisi awal} \quad (3.2)$$

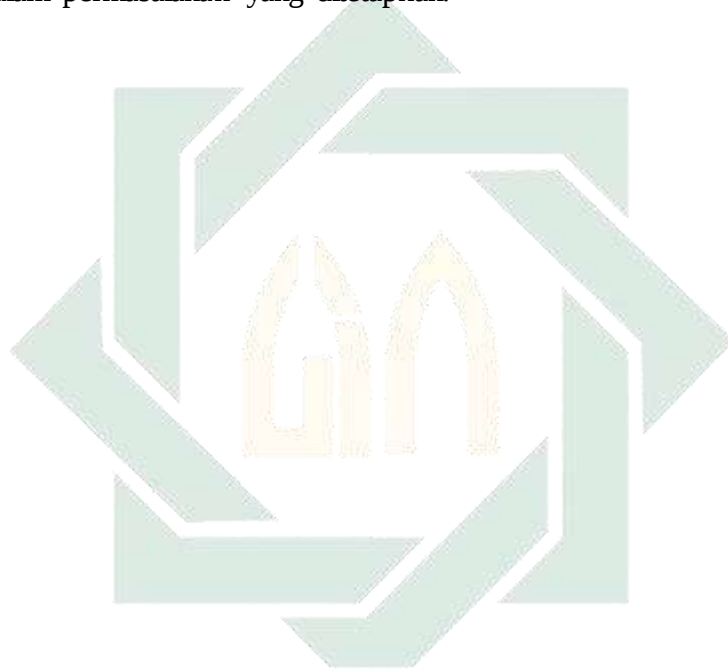
Dimana:

Beban pencemaran penuh : beban pencemar sesuai baku mutu

Beban kondisi awal : beban pencemar eksisting air sungai

### 3.6 Tahap Pengolahan Data dan Penyusunan Laporan

Pada tahap ini hasil dari analisis dilapangan dan laboratorium dijelaskan dalam bentuk deskriptif kuantitatif yang berupa angka, pengumpulan data serta penafsiran terhadap data hasil pemodelan. Menurut Nursetiawan (2017) deskriptif kuantitatif merupakan bentuk penelitian ilmiah yang mengkaji permasalahan dari suatu fenomena, serta berkaitan atau berhubungan antar variabel dalam permasalahan yang ditetapkan.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Lokasi dan Waktu Pengambilan Sampel Air Sungai

Sungai Wonorejo merupakan sungai yang terletak pada hilir Kali Surabaya dengan panjang 8,3 km. Pengambilan sampel air Sungai Wonorejo dengan metode *purposive sampling*, artinya penentuan pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan peneliti dengan kemudahan waktu, biaya dan akses. Pengambilan sampel air dilakukan pada 3 titik sepanjang sungai wonorejo yang dilakukan pada hari Jum'at, 28 Oktober 2022. Jarak antara titik sampling 1 dengan titik sampling 2 yaitu 2,1 km dan jarak antara titik sampling 2 dengan titik sampling 3 yaitu 4,3 km.

Cuaca pada saat pengambilan sampel yang dilakukan pada pagi hari di sekitar Sungai Wonorejo yaitu cerah berawan dengan suhu udara 31°C. Pengambilan sampel air sungai dilakukan pada pukul 08.00 WIB, pada jam tersebut merupakan jam puncak pemakaian air untuk kegiatan domestik masyarakat (Purnamasari, 2017). Sampel air sungai di tiap titik dilakukan sebanyak dua kali pengambilan sampel (*duplo*) dengan tujuan untuk mendapatkan nilai rata-rata konsentrasi pada setiap parameter uji dengan tingkat akurasi data yang didapatkan (Nisa, 2019).

##### 1. Lokasi Titik Sampling 1

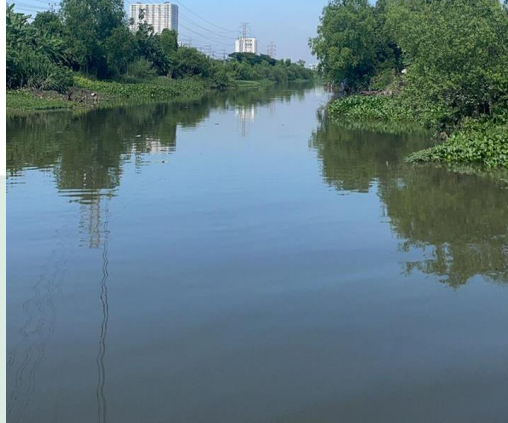
Titik sampling pertama yang terletak pada hulu Sungai Wonorejo memiliki lebar 45,6 m yang berlokasi di Kelurahan Wonorejo dengan titik koordinat 7°18'28"S 112°47'55"E yang merupakan daerah pemukiman penduduk.



Gambar 4. 1 Lokasi Titik Sampling 1

## 2. Lokasi Titik Sampling 2

Titik sampling kedua yang terletak pada tengah Sungai Wonorejo memiliki lebar 50,2 m yang berlokasi di Kelurahan Wonorejo dengan titik koordinat  $7^{\circ}18'01''\text{S}$   $112^{\circ}48'48''\text{E}$  yang merupakan daerah *Home Industry* kerupuk dan pemukiman penduduk.



Gambar 4. 2 Lokasi Titik Sampling 2

## 3. Lokasi Titik Sampling 3

Titik sampling ketiga yang terletak pada hilir Sungai Wonorejo memiliki lebar 50,4 m yang berlokasi di Kelurahan Wonorejo dengan titik koordinat  $7^{\circ}18'31''\text{S}$   $112^{\circ}50'00''\text{E}$  yang merupakan daerah tambak warga.



Gambar 4. 3 Lokasi Titik Sampling 3

## 4.2 Debit Air Sungai

Debit adalah volume aliran air yang mengalir per satuan waktu dan dinyatakan dengan satuan  $\text{m}^3/\text{detik}$ . Sedangkan aliran merupakan suatu pergerakan didalam alur sungai, dimana pengukuran debit aliran air dapat disimpulkan dengan proses pengukuran lebar, kecepatan aliran, kedalaman dan luas penampang basah (Tombakan & Takaendang, 2021). Fungsi pengukuran debit pada penelitian ini yaitu guna menentukan cara pengambilan sampel air sungai yang telah ditetapkan pada SNI 6989.57:2008 tentang Metoda Pengambilan contoh air limbah.

Perhitungan kecepatan pada aliran sungai dapat dilakukan dengan bantuan alat *current meter* yang dicelup ke dalam air sungai, lalu hasil kecepatan aliran didapatkan pada layar alat. Sehingga hasil perhitungan debit di Sungai Wonorejo didapatkan dan disajikan dalam **Tabel 4.1** sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Pengukuran Debit Sungai Wonorejo

| Titik sampling 1 |                  |                           | Titik sampling 2 |                  |                           | Titik sampling 3 |                  |                           |
|------------------|------------------|---------------------------|------------------|------------------|---------------------------|------------------|------------------|---------------------------|
| A                | v                | Q                         | A                | v                | Q                         | A                | v                | Q                         |
| ( $\text{m}^2$ ) | ( $\text{m/s}$ ) | ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | ( $\text{m}^2$ ) | ( $\text{m/s}$ ) | ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | ( $\text{m}^2$ ) | ( $\text{m/s}$ ) | ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) |
| 207,5            | 0,24             | 49,8                      | 221,0            | 0,3              | 66,3                      | 221,8            | 0,31             | 68,8                      |

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Keterangan: Q = Debit air

A = Luas Penampang

v = Kecepatan Arus

### 4.2.1 Perhitungan Debit Sungai

Setelah mendapatkan hasil dari luas penampang dan kecepatan arus sungai, maka debit sungai dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Q = A \times v \quad (4.1)$$

Dimana: Q = Debit air

A = Luas Penampang

v = Kecepatan Arus

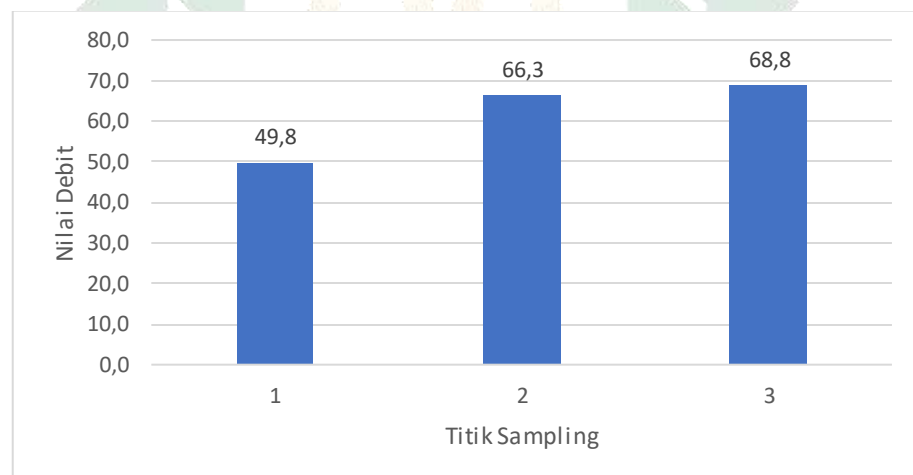
Sehingga diperoleh hasil debit sungai untuk lokasi pada titik sampling 1 yaitu:

$$Q = 207,46 \text{ m}^2 \times 0,24$$

$$Q = 49,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

Didapatkan hasil dari perhitungan debit air sungai pada lokasi titik sampling 1 yaitu  $49,8 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Berdasarkan **Tabel 4.1** perhitungan debit air sungai didapatkan nilai debit air pada tiap lokasi titik pengambilan sampel air yaitu hasil titik pertama  $49,8 \text{ m}^3/\text{s}$ , titik sampling kedua  $66,3 \text{ m}^3/\text{s}$  dan titik sampling ketiga  $68,8 \text{ m}^3/\text{s}$ . sehingga dari nilai perhitungan tersebut didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 4 Grafik Perhitungan Debit Air  
Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Nilai pada suatu debit air dapat dipengaruhi oleh luas penampang. Pada titik lokasi sampling 1, 2 dan lokasi 3 menunjukkan nilai debit yang meningkat, hal tersebut dikarenakan luas penampang yang lebih besar, maka besar juga debit air yang didapatkan. Besar dan kecilnya suatu nilai debit air dapat dipengaruhi oleh cuaca. Ketika musim penghujan nilai debit air akan relatif tinggi, sedangkan pada musim kemarau nilai debit akan rendah (Setiawan & Purwanto, 2018).

Menurut Neno, dkk (2016) faktor yang dapat mempengaruhi besar kecilnya debit air di Sungai Wonorejo yaitu kondisi kerapatan vegetasi,

#### 4.2.2 Perhitungan Luas Penampang Basah (m<sup>2</sup>)

The diagram shows a trapezoidal area divided into three regions labeled I, II, and III. The total width at the top is 55.6 M. The width of region I is 5 M, and the width of region III is 5 M. The width of region II is 45.6 M. The height of the trapezoid is 4.1 M. The bottom width is 45.6 M.

$$\text{Luas Penampang} = L1 + L2 + L3$$

L3 = Segitiga Siku-siku

35

Untuk Luas Penampang 1:

$$L1 = \frac{1}{2} \times a \times t \quad (4.2)$$

$$L1 = \frac{1}{2} \times 5 \times 4,1$$

$$L1 = 10,25 \text{ m}^2$$

Untuk luas penampang 2:

$$L2 = a \times t \quad (4.3)$$

$$L2 = 45,6 \times 4,1$$

$$L2 = 186,96 \text{ m}^2$$

Untuk Luas Penampang 3:

$$L3 = \frac{1}{2} \times a \times t \quad (4.4)$$

$$L3 = \frac{1}{2} \times 5 \times 4,1$$

$$L3 = 10,25 \text{ m}^2$$

Sehingga total luas penampang dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Luas Penampang} = L1 + L2 + L3 \quad (4.5)$$

$$\text{Luas Penampang} = 10,25 \text{ m}^2 + 186,96 \text{ m}^2 + 10,25 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas Penampang} = 207,46 \text{ m}^2$$

Maka dari itu hasil yang didapatkan dari perhitungan luas penampang di lokasi titik sampling 1 yaitu 207,46 m<sup>2</sup>.





Gambar 4. 7 Penggunaan Alat *Current Meter*  
Sumber: Hasil Pengamatan, 2022



Gambar 4. 8 Display alat *Current Meter*  
Sumber: Hasil Pengamatan, 2022

#### 4.3 Analisis Kualitas Air Sungai Wonorejo

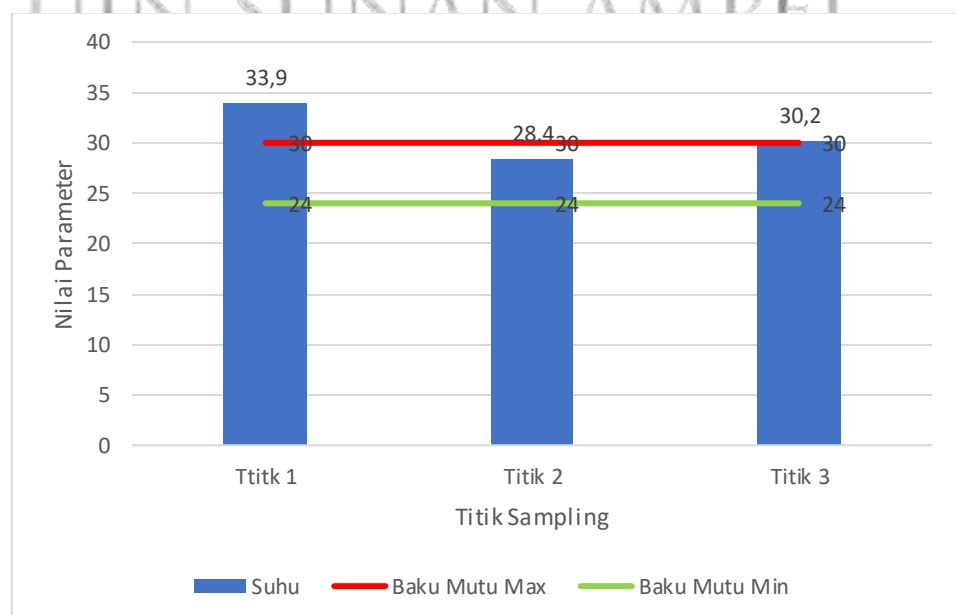
Pengambilan sampel air pada ketiga titik dilihat dari debit sungai, dimana pada setiap titiknya dengan debit rata-rata berada diantara 5 – 150 m/s. Mengacu pada SNI 6989.57:2008 sampling air sungai diambil sebanyak dua titik dengan tiap jarak 1/3 dan 2/3 dari lebar sungai dengan kedalaman 0.5 kali kedalaman dari permukaan sungai. Pada tiap titik sampel air diambil menggunakan *water sampler*, lalu air dimasukkan ke dalam jerigen 5 L. Kemudian jerigen yang berisi air sampel dimasukkan ke dalam *cool box* yang bertujuan untuk mempertahankan mikroorganisme yang terkandung pada sampel seperti pada saat pengambilan sampel tanpa mengurangi atau menggandakannya hingga siap dilakukan analisis pada sampel tersebut di laboratorium. Sampel yang telah diserahkan untuk di uji di laboratorium, lalu parameter dianalisis yaitu *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Biological*

### 4.3.1 Suhu

Tabel 4. 2 Pengukuran Suhu

| Suhu   |                   |      |      |           |           |
|--------|-------------------|------|------|-----------|-----------|
| satuan | Titik Pengambilan |      |      | Rata-Rata | Baku Mutu |
|        | T1                | T2   | T3   |           |           |
| °C     | 33,9              | 28,4 | 30,2 | 30,8      | 24 -30    |

Dari **Tabel 4.2** dapat diketahui bahwa nilai pengukuran suhu pada Sungai Wonorejo yang diukur dengan termometer mulai dari titik 1 hingga titik 3 berkisar antara 28°C sampai 33°C. Sehingga dari pengukuran tersebut didapatkan grafik parameter sebagai berikut.

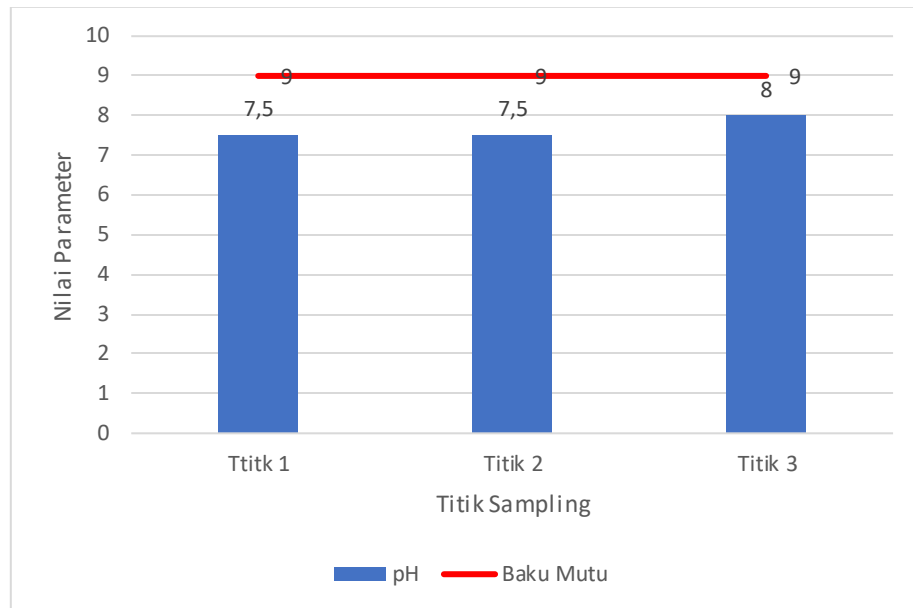


39

Intensitas cahaya matahari yang tinggi dapat mempengaruhi suhu pada air sungai. Hal tersebut sesuai dengan lokasi pengambilan air sampel pada Sungai Wonorejo yang merupakan ruang terbuka dan sangat mudah bagi cahaya matahari untuk masuk ke badan air. Paparan sinar matahari merupakan faktor utama yang memberikan efek dalam perubahan suhu pada badan air (Sari & Wijaya, 2019).

Parameter pH diujikan langsung pada lokasi titik pengambilan sampel dengan menggunakan alat pH meter. Metode yang digunakan yaitu SNI 6989.11:2019 tentang Cara Uji Derajat Keasaman (pH) menggunakan pH meter. Hasil yang didapat disajikan dalam **Tabel 4.3**

| pH     |                   |     |    |           |           |
|--------|-------------------|-----|----|-----------|-----------|
| satuan | Titik Pengambilan |     |    | Rata-Rata | Baku Mutu |
|        | T1                | T2  | T3 |           |           |
| Mg/L   | 7,5               | 7,5 | 8  | 7,7       | 9         |



Gambar 4. 10 Grafik pengukuran pH  
Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Berdasarkan **Gambar 4.10** diketahui bahwa parameter pH tidak melebihi batas baku mutu yang telah ditentukan. Nilai parameter pH yang tertinggi yaitu berada pada titik sampling 3 dengan nilai 8. Pada penelitian ini nilai pengukuran pada parameter pH tidak mengalami perubahan yang signifikan dan nilai pH di Sungai Wonorejo masih dikatakan cenderung menuju sifat basa, tetapi masih berada pada batas ambang baku mutu.

Tingginya nilai pH menuju sifat basa di Sungai Wonorejo dapat disebabkan disebabkan oleh banyaknya zat-zat yang bersifat basa yang terdapat pada sabun, shampoo dan deterjen yang sering digunakan dalam aktivitas sehari-hari (Putri dkk, 2021). Hal tersebut sesuai dengan penelitian (Nasution, 2016) dimana tingginya nilai pH karena lokasi tersebut ialah lokasi pemukiman padat penduduk yang menghasilkan limbah padat maupun limbah cair. Hasil pembuangan limbah cair berupa air deterjen yang dapat mempengaruhi nilai pH, sebab deterjen mengandung *dedocy benzene sulfonate* yang memiliki sifat basa dapat menyebabkan nilai pH menjadi naik.

### 4.3.3 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

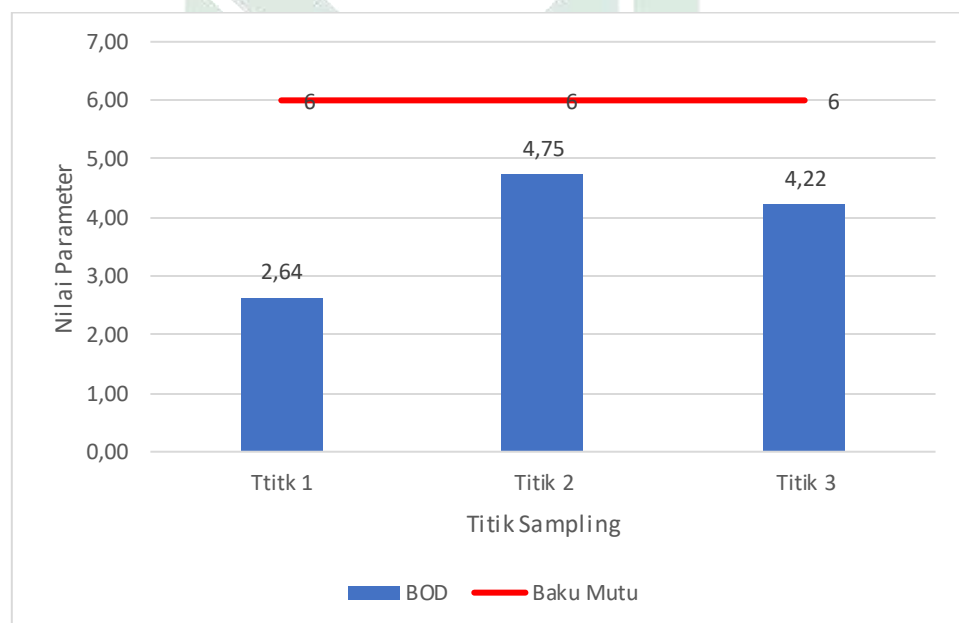
Pengujian parameter BOD dilakukan di Laboratorium PDAM Kota Surabaya dengan metode *Lovibond BOD System* dengan prinsip kerja yaitu pengukuran BOD menggunakan cara perbedaan tekanan dalam system tertutup (pengukuran BOD respirometik). Hasil pengujian parameter BOD disajikan dalam **Tabel 4.4**

Tabel 4. 4 Pengukuran BOD

| BOD    |                   |      |      |           |           |
|--------|-------------------|------|------|-----------|-----------|
| satuan | Titik Pengambilan |      |      | Rata-Rata | Baku Mutu |
|        | T1                | T2   | T3   |           |           |
| Mg/L   | 2,64              | 4,75 | 4,22 | 3,9       | 6         |

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Berdasarkan **Tabel 4.4** nilai parameter BOD pada titik pertama 2,64 Mg/L, titik kedua 4,75 Mg/L dan titik ketiga 4,22 Mg/L. Sehingga dari data tersebut didapatkan grafik nilai parameter BOD sebagai berikut.



Gambar 4. 11 Grafik Pengukuran BOD

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Berdasarkan **Gambar 4.11** nilai parameter BOD di semua titik pengambilan sampel air sungai memenuhi ambang baku mutu yang telah ditetapkan. Nilai tertinggi parameter BOD terlihat pada titik kedua dengan nilai 4,75 Mg/L. BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Dewi, Yusriani Septa (2012) menyebutkan tanaman eceng gondok efektif dalam menurunkan nilai BOD pada badan air, semakin banyak tumbuhan maka semakin besar efektivitas penurunan nilai BOD yang dihasilkan oleh tanaman. Hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh pada nilai uji parameter BOD di Sungai Wonorejo.

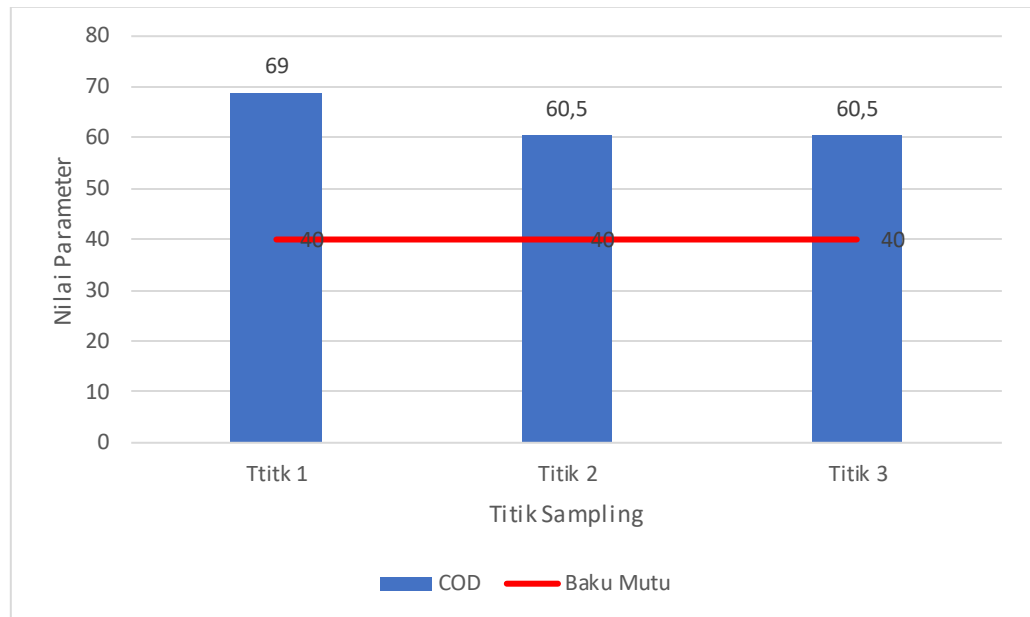
Pengujian parameter COD dilakukan di Laboratorium PDAM Kota Surabaya menggunakan metode SNI 6989.2:2019 Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri. Hasil pengujian parameter COD disajikan dalam **Tabel 4.5**

Tabel 4. 5 Pengukuran COD

| COD    |                   |       |      |
|--------|-------------------|-------|------|
| satuan | Titik Pengambilan | Rata- | Baku |

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id



Gambar 4. 12 Grafik Parameter COD  
Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Berdasarkan **Gambar 4.12** pengukuran parameter COD dapat diketahui pada semua titik pengambilan sampel air sungai berada di atas ambang baku mutu yang telah ditetapkan. Nilai tertinggi parameter COD terlihat pada titik kedua dengan nilai 69 Mg/L. COD adalah jumlah oksigen untuk mengoksidasi secara kimiawi materi organik. Bahan buangan organik akan dioksidasi oleh Kalium Bichromat menjadi gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  menjadi ion Chrom. Tingginya nilai parameter COD berkaitan dengan keberadaan bahan organik di dalam badan air. Bahan-bahan organik tersebut bersumber dari pemukiman padat penduduk (Marlina et al, 2017).

Parameter COD dipilih sebagai parameter pencemaran air sebab perannya sebagai penduga pencemaran akibat bahan organik dan kaitannya dengan kandungan oksigen terlarut yang ada di dalam perairan. Tingginya konsentrasi COD mengakibatkan rendahnya oksigen didalam badan air dikarenakan bakteri pengurai yang menggunakan oksigen sebagai bahan makanan dan mengakibatkan ekosistem perairan menjadi terganggu dan tidak dapat hidup dengan baik (Sara et al, 2018).

#### 4.3.5 Dissolved Oxygen (DO)

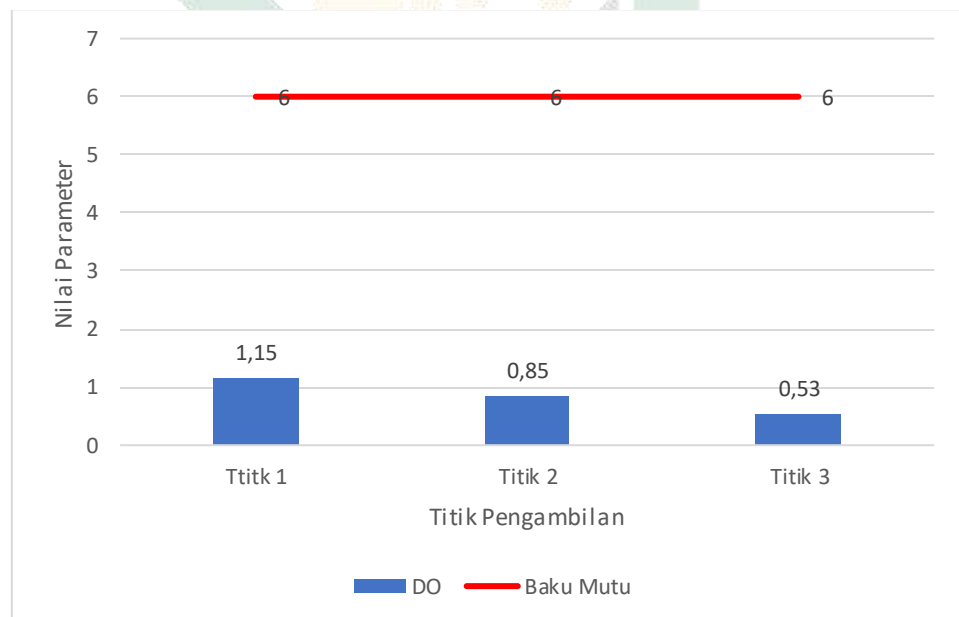
Pengukuran parameter DO dilakukan langsung dilapangan menggunakan alat DO meter. Hasil pengukuran parameter DO disajikan dalam **Tabel 4.6**.

Tabel 4. 6 Pengukuran DO

| DO     |                   |      |      |           |           |
|--------|-------------------|------|------|-----------|-----------|
| satuan | Titik Pengambilan |      |      | Rata-Rata | Baku Mutu |
|        | T1                | T2   | T3   |           |           |
| Mg/L   | 1,15              | 0,85 | 0,53 | 0,8       | 6         |

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Berdasarkan parameter **Tabel 4.6** nilai parameter DO untuk titik sampling 1 yaitu 1,15 Mg/L, untuk titik sampling 2 yaitu 0,85 Mg/L dan untuk titik sampling 3 yaitu 0,53 Mg/L. Sehingga dari pengujian DO didapatkan grafik nilai parameter DO sebagai berikut.



Gambar 4. 13 Grafik Pengukuran DO

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Berdasarkan **Gambar 4.13** dapat diketahui bahwa pada semua titik pengambilan sampel air sungai tidak memenuhi batas minimum baku mutu untuk parameter DO yang telah ditetapkan. Nilai parameter DO yang terendah yaitu 0,53 Mg/L pada titik sampling 3. Rendahnya konsentrasi parameter DO mengindikasikan adanya pencemaran bahan

#### 4.3.6 Tembaga (Cu)

Tabel 4. 7 Pengukuran Cu

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id



#### 4.3.7 Total Coliform

Tabel 4. 8 Pengukuran Total Coliform

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

The chart displays two data series across three sampling points. The Y-axis represents the 'Nilai Parameter' (Parameter Value) ranging from 0 to 8,000,000,000. The X-axis represents 'Titik Sampling' (Sampling Point) with categories 'Titik 1', 'Titik 2', and 'Titik 3'. The 'Total Coliform' series is represented by blue bars, and the 'Baku Mutu' series is represented by a red line. The values for Total Coliform are 85,850,000 at Titik 1, 140,000,000 at Titik 2, and 715,000,000 at Titik 3. The values for Baku Mutu are 10,000 at all three points.

| Titik Sampling | Total Coliform | Baku Mutu |
|----------------|----------------|-----------|
| Titik 1        | 85850000       | 10000     |
| Titik 2        | 140000000      | 10000     |
| Titik 3        | 715000000      | 10000     |

Dari **Gambar 4.15** diketahui bahwa parameter total coliform memiliki nilai jauh diatas baku mutu yang telah ditetapkan. Nilai parameter tertinggi yaitu pada titik ketiga dengan 715000000MPN/100 mL. Nilai parameter total coliform yang tinggi disebabkan bakteri gram negatif yang terkandung dalam buangan limbah baik limbah domestik maupun limbah non domestik di sekitar sungai (Nurjanah, 2018).

48

#### 4.4 Pemodelan Qual2Kw

Aplikasi pemodelan Qual2Kw yang digunakan untuk mengetahui cemaran pada keadaan riil sungai. Hasil yang didapatkan yaitu grafik dengan kelebihan murah dan mudah mendapatkannya dikarenakan gratis (Kurniawan, 2010). Terdapat data yang digunakan pemodelan Qual2Kw yaitu:

Tabel 4. 9 Nilai Paraemter Suhu Sungai Wonorejo

| No | Lokasi    | Nilai Max<br>(°C) | Nilai Min<br>(°C) | Nilai Rata-<br>rata (°C) |
|----|-----------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| 1  | Headwater | 33,9              | 33,9              | 33,9                     |
| 2  | Segmen 1  | 28,4              | 28,4              | 28,4                     |
| 3  | Segmen 2  | 30,2              | 30,2              | 30,2                     |

Sumber: Laboratorium PDAM Surya Sembada Surabaya, 2022

Tabel 4. 10 Nilai Paraemter pH Sungai Wonorejo

| No | Lokasi    | Nilai Max | Nilai Min | Nilai Rata-<br>rata |
|----|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| 1  | Headwater | 7,5       | 7,5       | 7,5                 |
| 2  | Segmen 1  | 7,5       | 7,5       | 7,5                 |
| 3  | Segmen 2  | 8         | 8         | 8                   |

Sumber: Laboratorium PDAM Surya Sembada Surabaya, 2022

Tabel 4. 11 Nilai Paraemter DO Sungai Wonorejo

| No | Lokasi    | Nilai Max<br>(mg/l) | Nilai Min<br>(mg/l) | Nilai Rata-<br>rata (mg/l) |
|----|-----------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| 1  | Headwater | 1,15                | 1,15                | 1,15                       |
| 2  | Segmen 1  | 0,85                | 0,85                | 0,85                       |
| 3  | Segmen 2  | 0,53                | 0,53                | 0,53                       |

Sumber: Laboratorium PDAM Surya Sembada Surabaya, 2022

Tabel 4. 12 Nilai Paraemter BOD Sungai Wonorejo

| No | Lokasi    | Nilai Max<br>(mg/l) | Nilai Min<br>(mg/l) | Nilai Rata-<br>rata (mg/l) |
|----|-----------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| 1  | Headwater | 2,11                | 3,16                | 2,64                       |
| 2  | Segmen 1  | 4,22                | 5,27                | 4,75                       |
| 3  | Segmen 2  | 4,22                | 4,22                | 4,22                       |

Sumber: Laboratorium PDAM Surya Sembada Surabaya, 2022

Tabel 4. 13 Nilai Paraemter COD Sungai Wonorejo

| No | Lokasi    | Nilai Max<br>(mg/l) | Nilai Min<br>(mg/l) | Nilai Rata-<br>rata (mg/l) |
|----|-----------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| 1  | Headwater | 69                  | 69                  | 69                         |
| 2  | Segmen 1  | 60                  | 61                  | 60,5                       |
| 3  | Segmen 2  | 60                  | 61                  | 60,5                       |

Sumber: Laboratorium PDAM Surya Sembada Surabaya, 2022

Tabel 4. 14 Nilai Paraemter Total Coliform Sungai Wonorejo

| No | Lokasi    | Nilai Max<br>(MPN/100ml) | Nilai Min<br>(MPN/100ml) | Nilai Rata-rata<br>(MPN/100ml) |
|----|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| 1  | Headwater | 1700000                  | 170000000                | 85850000                       |
| 2  | Segmen 1  | 140000000                | 140000000                | 140000000                      |
| 3  | Segmen 2  | 330000000                | 1100000000               | 715000000                      |

Sumber: Laboratorium PDAM Surya Sembada Surabaya, 2022

Tabel 4. 15 Point Source Sungai Wonorejo

| No | Lokasi        | Suhu (°C) | pH   | DO (mg/l) | BOD (mg/l) | COD (mg/l) | Total Coliform (MPN/100ml) |
|----|---------------|-----------|------|-----------|------------|------------|----------------------------|
| 1  | Anak Sungai 1 | 31,4      | 7,35 | 3,2       | 7          | 19,7       | 156                        |
| 2  | Anak Sungai 2 | 30,1      | 7,4  | 3,1       | 7          | 18,9       | 156                        |
| 3  | Anak Sungai 3 | 32,1      | 7,7  | 3,1       | 7          | 21,4       | 171                        |

Sumber: DLH Kota Surabaya, 2022

Tabel 4. 16 Data Hidrolis Sungai Wonorejo

| No | Lokasi                  | Headwater | Segmen 1 | Segmen 2 |
|----|-------------------------|-----------|----------|----------|
| 1  | Debit (m <sup>3</sup> ) | 49,8      | 66,3     | 68,76    |
| 2  | Panjang (m)             | 0         | 2110     | 4290     |
| 3  | Lebar (m)               | 45,6      | 50,2     | 50,4     |
| 4  | Kedalaman (m)           | 4,1       | 3,9      | 3,9      |

Sumber: Hasil Sampling, 2022

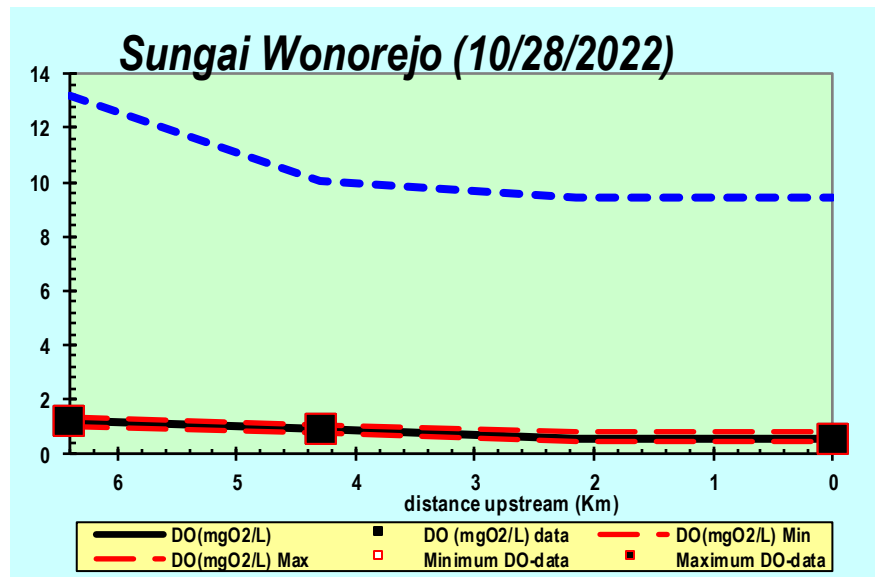
#### 4.4.1 Kalibrasi Model

Pemodelan harus dikalibrasi terlebih dahulu sebelum dilakukannya simulasi dengan tujuan yaitu mengetahui kesesuaian model, yakni dengan memasukkan data hidrolis ke dalam program. Data yang telah ada diinput ke beberapa worksheet yaitu *Qual2k*, *reach*, *headwater*, *point source* dan *hydraulic data*. Kemudian melakukan *running VBA* untuk memperoleh hasilnya. Hal tersebut dilakukan *trial and error* agar mendapatkan hasil yang maksimal. Adapun data hidrolis Sungai Wonorejo yang dilakukan dalam pemodelan yaitu pada **Gambar 4.14**.

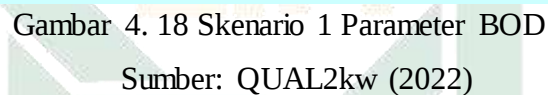


#### 4.4.2 Skenario 1

digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id digilib.uinsa.ac.id



Selanjutnya dilakukan analisis terhadap kandungan BOD pada badan air Sungai Wonorejo pada gambar 4.18.



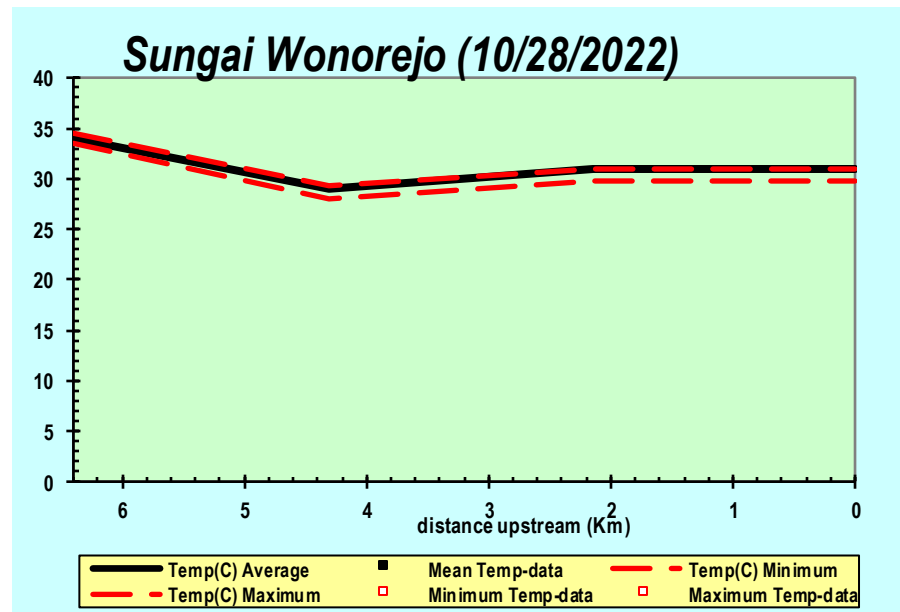
Garis hitam menunjukkan hasil data pemodelan Sungai Wonorejo, kotak hitam menunjukkan hasil data eksisting Sungai Wonorejo, garis merah putus-putus BOD max menunjukkan kapasitas maksimal pencemaran Sungai Wonorejo dan garis merah putus-putus BOD min menunjukkan kapasitas minimal sumber pencemaran Sungai Wonorejo. Pada Headwater diasumsikan 6,4km dengan nilai 2,71mg/l, titik ke 2 diasumsikan 4,3 km dengan nilai 4,85mg/l dan titik 3 diasumsikan 0km dengan nilai 4,3mg/l.

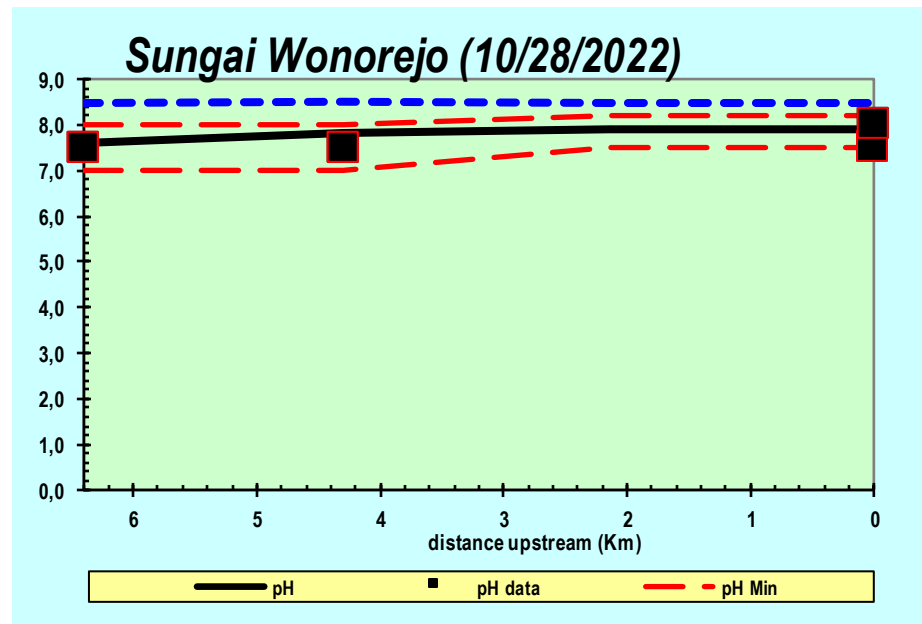
**Sungai Wonorejo (10/28/2022)**

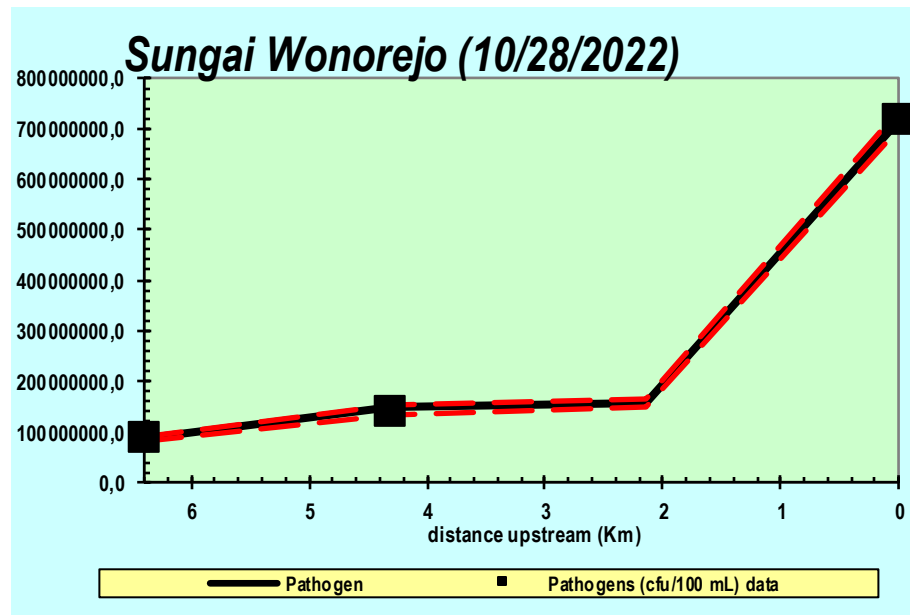
| distance upstream (Km) | CBODf (mgO <sub>2</sub> /L) data | CBODf (mgO <sub>2</sub> /L) (calculated) |
|------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|
| 0                      | 62                               | 62                                       |
| 4.2                    | 60                               | 60                                       |
| 6.5                    | 70                               | 70                                       |

Dari gambar 4.19 diketahui bahwa kandungan COD pada sungai wonorejo menurun seiring dengan penurunan DO disungai tersebut. Hal ini ditunjukkan dengan tren garis (model) yang terlihat telah mengikuti tren titik kotak hitam (data).

55







Gambar 4. 22 Skenario 1 Parameter Total Coliform

Sumber: QUAL2kw (2022)

Setelah kalibrasi data kualitas air sungai berhasil dilakukan *running* sehingga terbentuk tren garis (model) mendekati data input. Dari hasil *running*, maka didapatkan nilai *fitness* yang dihasilkan dari skenario 1 sebesar 0,5975. Nilai 0,5975 menunjukkan kesesuaian model dengan data eksisting. Nilai *fitness* akan meningkat apabila terjadi peningkatan dari model yaitu tren garis (model) mendekati data input (Hendriarianti, 2015). Dengan diperolehnya nilai *fitness* = 0,5975 berarti nilai tersebut lebih besar dari 0,5, maka dalam modelling telah reliabel dan dapat dilanjutkan ke simulasi yang lain (Sagara, 2013). Nilai *fitness* dapat dilihat pada gambar 4.23.

|                                    |          |       |            | Auto-calibration inputs |           |           |
|------------------------------------|----------|-------|------------|-------------------------|-----------|-----------|
| Parameter                          | Value    | Units | Symbol     | Auto-cal                | Min value | Max value |
| <b>Stoichiometry:</b>              |          |       |            |                         |           |           |
| Carbon                             | 40       | gC    | gC         | No                      | 30        | 50        |
| Nitrogen                           | 7.2      | gN    | gN         | No                      | 3         | 9         |
| Phosphorus                         | 1        | gP    | gP         | No                      | 0.4       | 2         |
| Dry weight                         | 100      | gD    | gD         | No                      | 100       | 100       |
| Chlorophyll                        | 1        | gA    | gA         | No                      | 0.4       | 2         |
| <b>Inorganic suspended solids:</b> |          |       |            |                         |           |           |
| Settling velocity                  | 0.06128  | m/d   | $v_i$      | Yes                     | 0         | 2         |
| <b>Oxygen:</b>                     |          |       |            |                         |           |           |
| Reaeration model                   | Internal |       |            | f(u h)                  |           |           |
| Temp correction                    | 1.024    |       | $\theta_o$ |                         |           |           |
| Reaeration wind effect             | None     |       |            |                         |           |           |

0,5975

Sumber: QUAL2kw (2022)

Tabel 4. 17 RMSPE Parameter Temperatur

| Lokasi  | St    | At    | St-At/At | (St-At/At) <sup>2</sup> |
|---------|-------|-------|----------|-------------------------|
| Titik 1 | 33,90 | 34,00 | -0,003   | 0,00000865052           |
| Titik 2 | 28,40 | 29,00 | -0,021   | 0,000428062             |
| Titik 3 | 30,20 | 30,90 | -0,023   | 0,000513191             |
| Total   |       |       |          | 0,000941253             |
| RMSPE   |       |       |          | 1,77%                   |

Keterangan:

At = nilai model

Tabel 4. 18 RMSPE Parameter pH

| Lokasi  | St  | At  | St-At/At | (St-At/At) <sup>2</sup> |
|---------|-----|-----|----------|-------------------------|
| Titik 1 | 7,5 | 7,6 | -0,01316 | 0,00017313              |
| Titik 2 | 7,5 | 7,8 | -0,03846 | 0,00147929              |
| Titik 3 | 8   | 7,9 | 0,012658 | 0,000160231             |
| Total   |     |     |          | 0,001812651             |
| RMSPE   |     |     |          | 2,46%                   |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2022

Keterangan:

Lokasi = Tempat pengambilan sampel

St = nilai skenario

At = nilai model

Tabel 4. 19 RMSPE Parameter DO

| Lokasi  | St   | At   | St-At/At | (St-At/At) <sup>2</sup> |
|---------|------|------|----------|-------------------------|
| Titik 1 | 1,15 | 1,22 | -0,05738 | 0,003292126             |
| Titik 2 | 0,85 | 0,89 | -0,04494 | 0,002019947             |
| Titik 3 | 0,53 | 0,55 | -0,03636 | 0,001322314             |
| Total   |      |      |          | 0,006634387             |
| RMSPE   |      |      |          | 4,70%                   |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2022

Keterangan:

Lokasi = Tempat pengambilan sampel

St = nilai skenario

At = nilai model

Tabel 4. 20 RMSPE Parameter COD

| Lokasi  | St   | At   | St-At/At | (St-At/At) <sup>2</sup> |
|---------|------|------|----------|-------------------------|
| Titik 1 | 69   | 70,4 | -0,01989 | 0,000395467             |
| Titik 2 | 60,5 | 61,9 | -0,02262 | 0,000511534             |
| Titik 3 | 60,5 | 63,1 | -0,0412  | 0,001697806             |
| Total   |      |      |          | 0,002604807             |
| RMSPE   |      |      |          | 2,95%                   |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2022

Keterangan:

Lokasi = Tempat pengambilan sampel

St = nilai skenario

At = nilai model

| Lokasi  | St   | At   | St-At/At | (St-At/At) <sup>2</sup> |
|---------|------|------|----------|-------------------------|
| Titik 1 | 2,64 | 2,71 | -0,02583 | 0,000667202             |
| Titik 2 | 4,75 | 4,85 | -0,02062 | 0,000425125             |
| Titik 3 | 4,22 | 4,3  | -0,0186  | 0,000346133             |
| Total   |      |      |          | 0,00143846              |
| RMSPE   |      |      |          | 2,19%                   |

Keterangan:

St = nilai skenario

At = nilai model

| Lokasi  | St        | At        | St-At/At | (St-At/At) <sup>2</sup> |
|---------|-----------|-----------|----------|-------------------------|
| Titik 1 | 85850000  | 86550000  | -0,008   | 0,00006541              |
| Titik 2 | 140000000 | 149770000 | -0,065   | 0,004255391             |
| Titik 3 | 715000000 | 715000000 | 0        | 0                       |
| Total   |           |           |          | 0,004320804             |
| RMSPE   |           |           |          | 3,80%                   |

Keterangan:

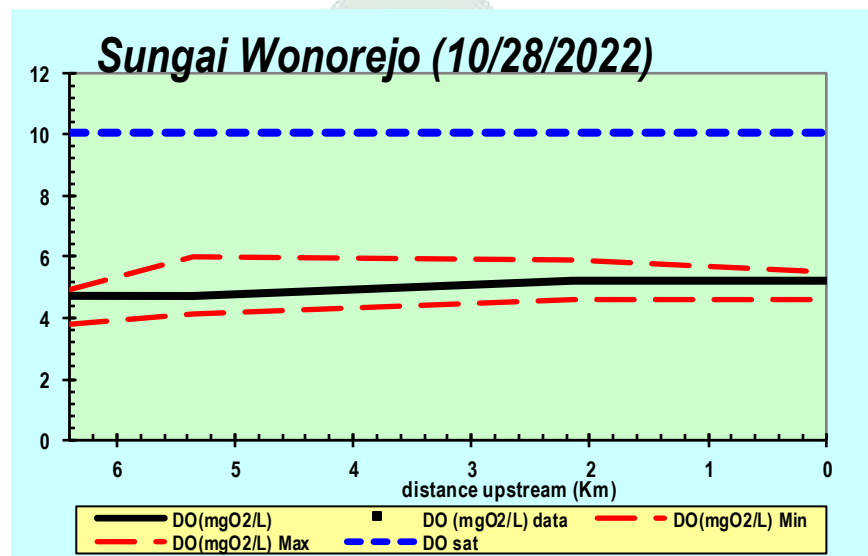
St = nilai skenario

At = nilai model

61

#### 4.4.3 Skenario 2

Selanjutnya skenario yang dilakukan yaitu skenario 2, pada skenario ini data eksisting tidak digunakan lagi kecuali data sumber pencemar (*point source*). Pada hulu sungai disesuaikan dengan baku mutu Sungai Wonorejo yaitu kelas 3 yang sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. Untuk *Point Source* menggunakan data sekunder dari DLH Kota Surabaya. Berikut hasil dari skenario 2:



Gambar 4. 24 Skenario 2 Parameter DO

Sumber: QUAL2kw (2022)

Dari Gambar 4.24 hasil dari skenario 2 menunjukkan bahwa nilai DO telah memenuhi baku mutu air kelas III PP RI No 22 Tahun 2021. Nilai DO yang melebihi baku mutu disebabkan terdapat banyaknya beban pencemar limbah domestik dari rumah penduduk. Garis putus warna biru menunjukkan nilai DO *saturation* yaitu sebesar 10,6 mg/l.

Garis biru menunjukkan keterangan DO *saturation* yaitu menunjukkan jumlah oksigen yang ada pada Sungai Wonorejo, garis hitam menunjukkan hasil data pemodelan Sungai Wonorejo, garis merah putus-putus DO max menunjukkan kapasitas maksimal pencemaran Sungai Wonorejo dan garis merah putus-putus DO min menunjukkan kapasitas minimal sumber pencemaran Sungai Wonorejo. Pada Headwater diasumsikan 6,4km dengan nilai 4,72 mg/l, titik ke 2

**Sungai Wonorejo (10/28/2022)**

Y-axis: CBODs (mgO<sub>2</sub>/L) (0 to 6)

X-axis: distance upstream (Km) (0 to 6)

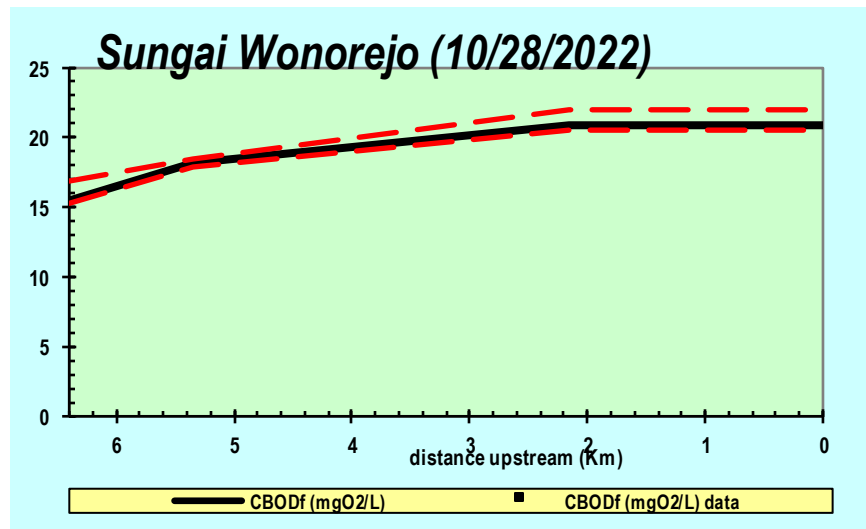
Legend:

- CBODs (mgO<sub>2</sub>/L)
- CBODs (mgO<sub>2</sub>/L) data

| distance upstream (Km) | CBODs (mgO <sub>2</sub> /L) (Curve) | CBODs (mgO <sub>2</sub> /L) (Data) |
|------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 6                      | 4.5                                 | 4.8                                |
| 5                      | 4.8                                 | 4.8                                |
| 4                      | 5.0                                 | 5.0                                |
| 3                      | 5.2                                 | 5.2                                |
| 2                      | 5.5                                 | 5.5                                |
| 1                      | 5.6                                 | 5.6                                |
| 0                      | 5.6                                 | 5.6                                |

Sumber: QUAL2kw (2022)

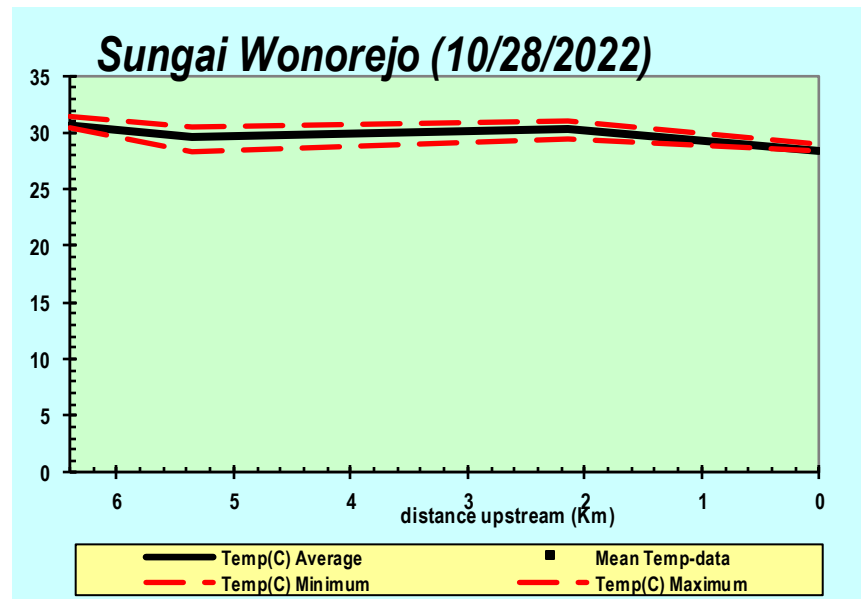
63

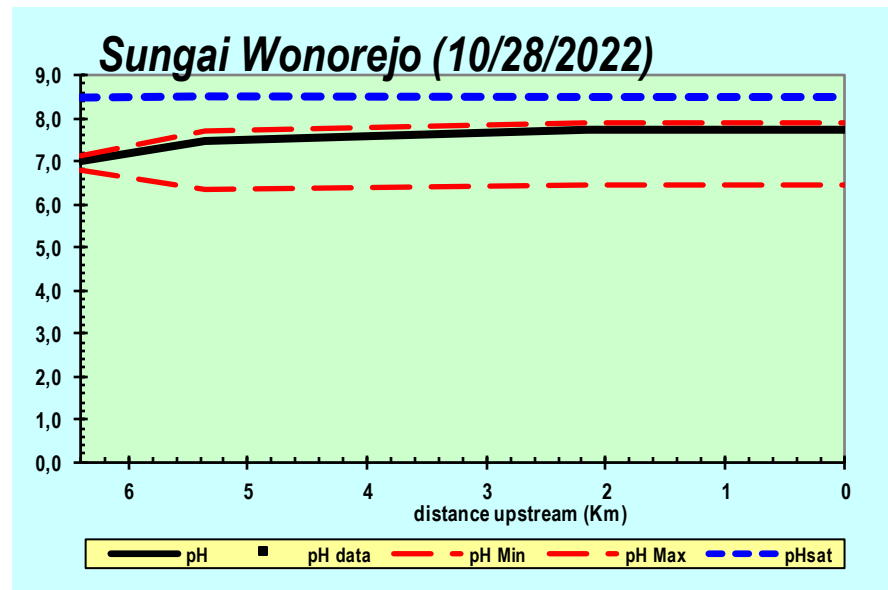


Gambar 4. 26 Skenario 2 Parameter COD

Sumber: QUAL2kw (2022)

Pada gambar 4.26 menunjukkan jika garis model pada hulu telah memenuhi baku mutu sungai kelas III yaitu 40 mg/l. Garis model mengalami peningkatan pada kilometer selanjutnya tetapi masih berada pada batas baku mutu. Garis hitam menunjukkan hasil data pemodelan Sungai Wonorejo, kotak hitam menunjukkan hasil data eksisting Sungai Wonorejo, garis merah putus-putus COD max menunjukkan kapasitas maksimal pencemaran Sungai Wonorejo dan garis merah putus-putus COD min menunjukkan kapasitas minimal sumber pencemaran Sungai Wonorejo. Pada Headwater diasumsikan 6,4km dengan nilai 15,49 mg/l, titik ke 2 diasumsikan 4,3 km dengan nilai 18,14mg/l dan titik 3 diasumsikan 0km dengan nilai 20,89mg/l.

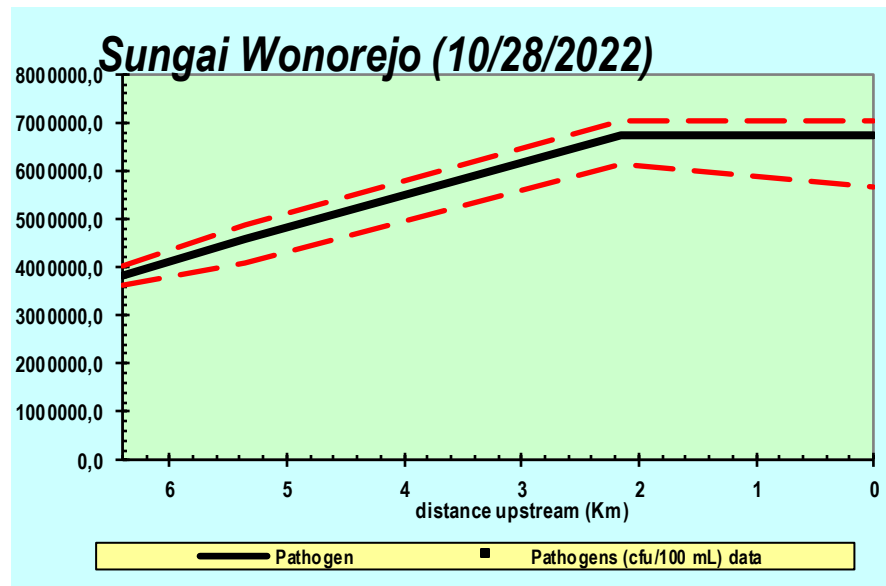




Gambar 4. 28 Skenario 2 Parameter pH

Sumber: QUAL2kw (2022)

Pada Gambar 4.28 menunjukkan nilai pH stabil serta memenuhi baku mutu air kelas III pada semua segmen. Pada garis berwarna biru yang terdapat pada grafik menunjukkan nilai pH *saturation* yaitu 8,50. Garis hitam menunjukkan hasil data pemodelan Sungai Wonorejo, kotak hitam menunjukkan hasil data eksisting Sungai Wonorejo, garis merah putus-putus pH max menunjukkan kapasitas maksimal pencemaran Sungai Wonorejo dan garis merah putus-putus pH min menunjukkan kapasitas minimal sumber pencemaran Sungai Wonorejo. Pada Headwater diasumsikan 6,4km dengan nilai 7, titik ke 2 diasumsikan 4,3 km dengan nilai 7,49 dan titik 3 diasumsikan 0km dengan nilai 7,73.



Gambar 4. 29 Skenario 2 Parameter Total Coliform

Sumber: QUAL2kw (2022)

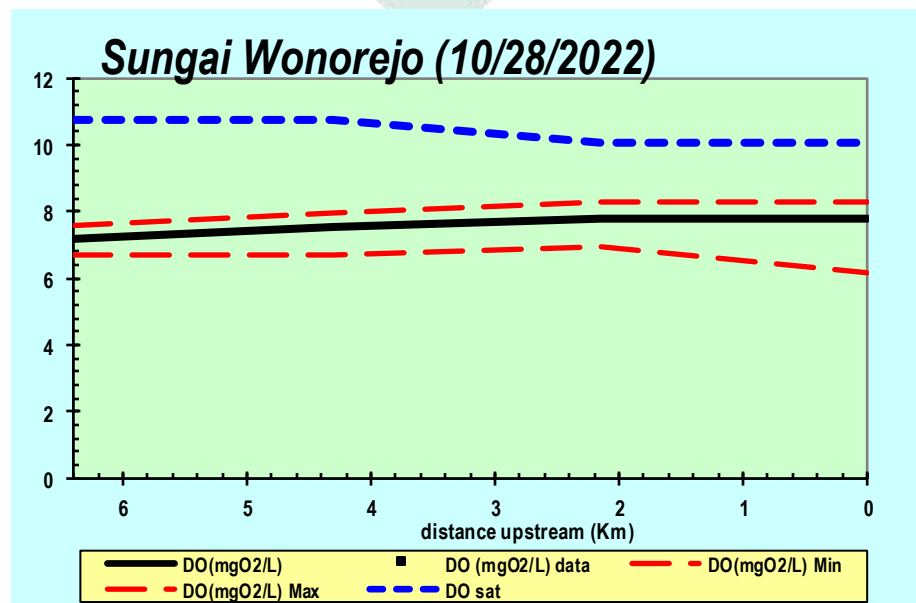
Dari gambar 4.29 menunjukkan nilai total coliform pada skenario 2 melebihi baku mutu air kelas III PP RI No 22 Tahun 2021. Nilai total coliform yang melebihi baku mutu disebabkan bakteri gram negatif yang terkandung dalam buangan limbah baik limbah domestik maupun limbah non domestik di sekitar sungai (Nurjanah, 2018). Garis hitam menunjukkan hasil data pemodelan Sungai Wonorejo, kotak hitam menunjukkan hasil data eksisting Sungai Wonorejo, garis merah putus-putus total coliform max menunjukkan kapasitas maksimal pencemaran Sungai Wonorejo dan garis merah putus-putus total coliform min menunjukkan kapasitas minimal sumber pencemaran Sungai Wonorejo. Pada Headwater diasumsikan 6,4km dengan nilai 3.824.686,07MPN/100mL, titik ke 2 diasumsikan 4,3 km dengan nilai 4.594.360MPN/100mL dan titik 3 diasumsikan 0km dengan nilai 6.738.718,36MPN/100mL.

#### 4.4.4 Skenario 3

Pada skenario 3 ini data pada hulu disesuaikan dengan baku mutu air kelas III. Data sampling pada *worksheet* WQ Data juga dihilangkan sama seperti skenario 2. Berdasarkan penjelasan Agustiningsih (2012), semakin panjang jarak maka kemampuan *self-purifikasi* sungai akan semakin bagus. Kemampuan *self-purifikasi* sungai terjadi dikarenakan penambahan konsentrasi oksigen terlarut dalam air yang berasal dari udara.

Hasil skenario 3 menunjukkan bahwa kondisi kualitas air sungai memenuhi baku mutu air kelas III untuk semua parameter. Hal tersebut dilakukannya *trial and error* agar mengetahui kemampuan *self-purifikasi* pada Sungai Wonorejo. Data hasil keluaran QUAL2Kw yang digunakan pada skenario 3 dari semua parameter terdapat dalam gambar 4.30 hingga 4.35.

Tren garis (model) Gambar 4.30 hingga 4.35 menunjukkan bahwa parameter DO, BOD, COD, temperatur, suhu, dan total coliform telah memenuhi baku mutu air kelas III.



Gambar 4. 30 Skenario 3 Parameter DO  
Sumber: QUAL2kw (2022)







$$\text{Daya tampung} = \text{beban pencemar} - \text{kondisi awal} \quad (3.3)$$

Tabel 4. 25 Hasil DTBP Sungai Wonorejo

| DTBP     | DO<br>(Mg/L) | BOD<br>(Mg/L) | COD<br>(Mg/L) | Temperatur<br>(°C) | pH      | Total Coliform<br>(MPN/100 mL) |
|----------|--------------|---------------|---------------|--------------------|---------|--------------------------------|
| Segmen 1 | 2,8300       | -0,1300       | -2,4100       | -2,1800            | 0,0400  | -300000,0000                   |
| Segmen 2 | 2,5800       | -0,8300       | -3,7200       | -1,4500            | -0,0600 | -300000,0000                   |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2022

Berdasarkan Tabel 4.25 diketahui jika nilai DTBP pada Sungai Wonorejo parameter pH segmen 1 serta DO pada segmen 1 dan 2 bernilai positif (+). Hal ini dapat terjadi dikarenakan sungai mengalami *self-purification* yakni usaha pemurnian air dari zat yang mencemari secara alamiah dengan reaerasi sehingga oksigen yang masuk ke dalam air terjadi secara cepat (Hendrasarie & Cahyani, 2010). Sedangkan menurut PP No. 22 Tahun 2021, daya tampung beban pencemar adalah kemampuan sungai dalam menerima masukan limbah tanpa menyebabkan air sungai tercemar. Dari data pada Tabel 4.22, daya tampung beban pencemar untuk parameter BOD, COD, temperature, total coliform di segmen 1 dan segmen 2, serta pH di segmen 2 bernilai negatif (-), yang berarti kandungan pencemar untuk parameter tersebut melebihi daya tampung dan Sungai Wonorejo tidak dapat menampung beban pencemar tersebut.

Setelah didapatkan daya tampung beban pencemar Sungai Wonorejo, maka dapat ditentukan besar daya dukungnya. Menurut Irsanda (2014) penentuan daya dukung dapat diperoleh melalui selisih antara daya tampung beban pencemar dengan beban pencemar itu sendiri. Dengan memperoleh besar dari daya dukung juga dapat dilakukan dengan mengalihkan besar konsentrasi (baik konsentrasi BOD maupun konsentrasi parameter kualitas air yang lain) yang tidak mencemari sungai sesuai dengan baku mutu dengan debit aliran sungai (Maulidya, 2009). Tetapi pada penelitian ini perhitungan daya dukung tidak dibahas dan dihitung. Sebatas penentuan daya tampung beban pencemar Sungai Wonorejo saja.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

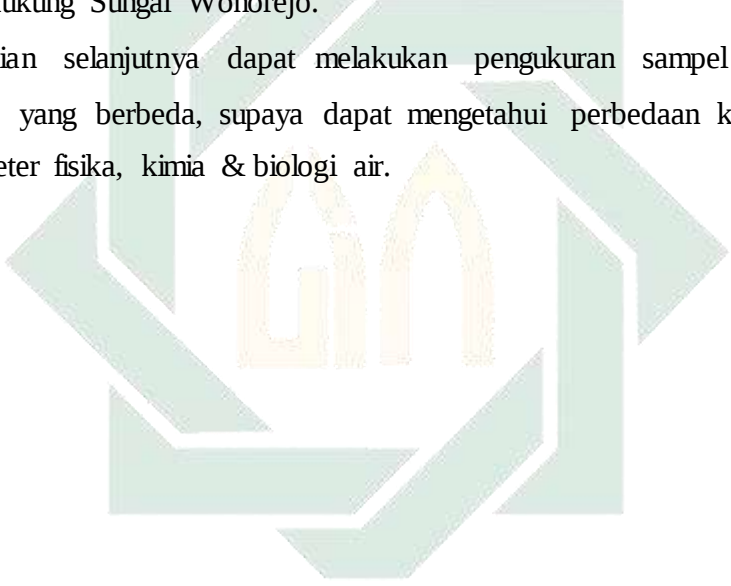
1. Kualitas air Sungai Wonorejo pada titik 1, 2 dan 3 melebihi baku mutu PP RI No 22 Tahun 2021 kelas 3 sungai pada parameter DO, COD, Total coliform, dan pada parameter suhu hanya pada titik 1 yang melebihi baku mutu. Sedangkan pada parameter pH, BOD, Cu dan parameter suhu pada titik 2 dan 3 masih pada batas ambang baku mutu. Masing-masing nilai pada parameter yang didapatkan yaitu parameter DO titik 1, 2 & 3 yaitu 1,15 mg/l, 0,85 mg/l & 0,53 mg/l. Nilai COD yaitu 69 mg/l, 60,5 mg/l & 60,5 mg/l. Nilai Total Coliform yaitu 85850000 MPN/100ml, 140000000 MPN/100ml & 715000000 MPN/100ml. Nilai suhu yaitu 33,9 °C, 28,4 °C & 30,2 °C. Nilai pH yaitu 7,5 mg/l, 7,5 mg/l & 8 mg/l. Nilai BOD yaitu 2,64 mg/l, 4,75 mg/l & 4,22 mg/l. Nilai Cu yaitu 0,00265 mg/l, 0,00265 mg/l & 0,00265 mg/l.
2. Pada skenario 1 dilakukan input data kualitas air eksisting dengan parameter suhu, pH, DO, BOD, COD dan Total Coliform dan hasil di semua pemodelan parameter mendekati tren garis (model). Selanjutnya skenario 2 terdapat penambahan data yaitu data sumber pencemar (*point source*) dan hasil yang didapatkan yaitu di semua parameter mengalami kenaikan pada grafiknya. Untuk *point source* menggunakan data sekunder dari DLH Kota Surabaya. Untuk skenario 3 menunjukkan bahwa kondisi kualitas air sungai mendekati baku mutu air kelas III untuk semua parameter, hal tersebut dilakukan *trial and error* untuk mengetahui kemampuan *sel-purifikasi* pada Sungai Wonorejo.
3. Didapatkan hasil analisa DTBP (Daya Tampung Beban Pencemar) dari pemodelan QUAL2Kw di Sungai Wonorejo pada segmen 1 yaitu DO (2,83 mg/l), BOD (-0,13 mg/l), COD (-2,41 mg/l), temperature (-2,18 °C), pH (0,40), Total Coliform (-300000 MPN/100ml). Pada segmen 2 yaitu DO

(2,58 mg/l), BOD (-0,83 mg/l), COD (-3,72 mg/l), temperatur (-1,45 °C), pH (-0,06), Total Coliform (-300000 MPN/100ml).

## 5.2 Saran

Adapun saran dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode pemantauan kualitas air yang berbeda supaya dapat menambah referensi yang berbeda.
2. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan analisis mengenai perhitungan daya dukung Sungai Wonorejo.
3. Penelitian selanjutnya dapat melakukan pengukuran sampel air pada musim yang berbeda, supaya dapat mengetahui perbedaan konsentrasi parameter fisika, kimia & biologi air.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR PUSTAKA

- Abd Kamal Neno, H. H., & Wahid, A. (2016). Hubungan debit air dan tinggi muka air di sungai lambagu kecamatan tawaeli kota palu. *Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako, WARTA RIMBA ISSN*, 2406-8373.
- Agustiningsih, D., Budi Sasongko, S., & Sudarno, S. (2012). Analisis kualitas air dan strategi pengendalian pencemaran air Sungai Blukar kabupaten Kendal. *Jurnal Presipitasi*, 9(2), hal. 64-71.
- Agustira, R., K. S. Lubis dan Jamilah. 2013. Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air dan Debit Sungai Pada Kawasan DAS Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 1(3):615-625.
- Alfionita, A. N. A., Patang, P., & Kaseng, E. S. (2019). Pengaruh Eutrofikasi Terhadap Kualitas Air Di Sungai Jeneberang. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 5(1), 9.
- Amaliyah, S., Purnobasuki, H., Nurhidayati, T., & Saptarini, D. (2012). Pengaruh Umur Tegakan Tanaman Terhadap Adaptasi Pneumatophor *Avicennia alba* di Kawasan Wonorejo-Surabaya. *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 15(1), 11-14.
- Amaliyah, S., Purnobasuki, H., Nurhidayati, T., & Saptarini, D. (2012). Pengaruh Umur Tegakan Tanaman Terhadap Adaptasi Pneumatophor *Avicennia alba* di Kawasan Wonorejo-Surabaya. *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 15(1), 11-14.
- Arnop, O., Budiyanto, B., & Saefuddin, R. (2019). Kajian Evaluasi Mutu Sungai Nelas Dengan Metode Storet Dan Indeks Pencemaran. *Naturalis: Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 8(1), 15-24.
- Arora, P. (2017). *Physical, Chemical and Biological Characteristics of Water (e Content Module)*. *Environmental Sciences*.
- Ashar, Y. K. (2020). Analisis Kualitas (BOD, COD, DO) Air Sungai Pesanggrahan Desa Rawadenok Kelurahan Rangkepan Jaya Baru Kecamatan Mas Kota 103 Depok. *Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan*.

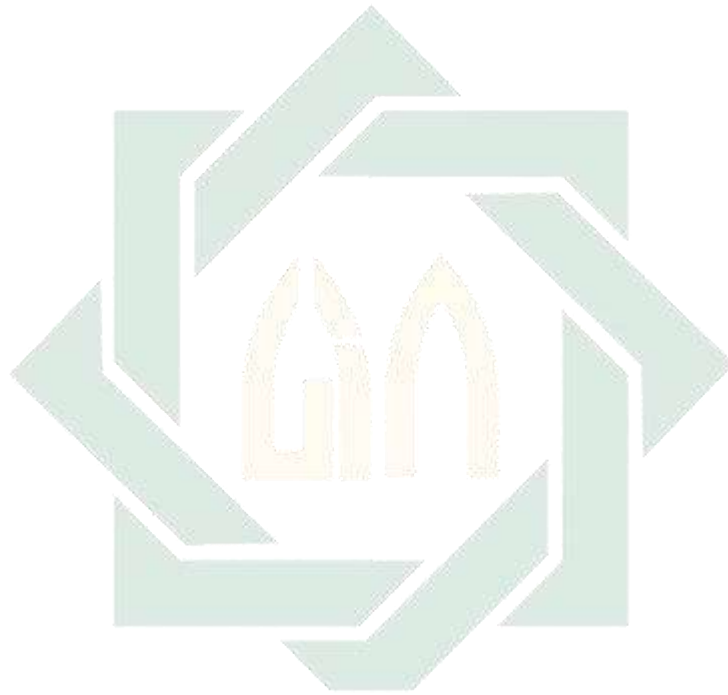
- Awalliyah, T., & Suryana, I. (2019). Indeks Pencemaran Perairan Pangempang Kecamatan Muara Badak Kabupaten Kutai Kartanegara. 6, 8.
- Badan Lingkungan Hidup (BLH) Surabaya 2014. Permasalahan Sungai. <https://lh.surabaya.go.id/web/wh/?c=main&m=sungai>. Diakses pada 1 Agustus 2022
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 6989.57:2008 tentang Air dan Air Limbah Bagian 57: Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan.
- Dewi, Y. S. (2012). Efektivitas jumlah rumpun tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solm) dalam pengendalian limbah cair domestik. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 13(2), 151-158.
- Dhillal, H. A. Q. (2021). Analisis Daya Tampung Beban Cemaran TSS Dan Fosfat Di Bagian Tengah Sungai Winongo Dengan Metode Qual2kw.
- Djoharam, V., Riani, E., & Yani, M. (2018). Analisis kualitas air dan daya tampung beban pencemaran sungai pesanggrahan di wilayah provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(1), 127-133.
- Fatmawati, R., Masrevanah, A., dan Solichin, M. 2012. Kajian Identifikasi Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Ngrowo dengan Menggunakan Paket Program QUAL2Kw. *Jurnal Teknik Pengairan*, 3(2), hal.122–131.
- Febriyana, N. A. (2016). *Identifikasi Daya Tampung Beban Pencemaran Air Kali Surabaya Segmen Tambangan Cangkir–Bendungan Gunungsari Dengan Pemodelan Qual2kw* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Graha, I. (2015). *Identifikasi kualitas air Kali Dami kota Surabaya dengan metode qual 2KW* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Hadi, A. 2007. *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*.
- Hamidi, R., Furqon, M. T., & Rahayudi, B. (2017). Implementasi Learning Vector Quantization (LVQ) untuk Klasifikasi Kualitas Air Sungai. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN*, 2548, 964X.
- Hendriarianti, E. 2015 *Manual Model Kualitas Air Sungai:QUALWKw*. Surabaya: Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya.

- Hendrasarie, N., dan Cahyani. 2010. Kemampuan *Self Purification* Kali Surabaya, ditinjau dari Parameter Organik Berdasarkan Model Matematis Kualitas Air. *Environmental Teknologi: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(1), hal.1-11.
- Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor Indonesia (LIPI).
- Indrawati dan Muhsin. 2010. Keanekaragaman Tumbuhan Air pada Perairan Sungai dan Rawa di Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara. *Warta – Wiptek* 16(2): 112-122.
- Irsanda, P. G. R., Karnaningroem, N., dan Bambang, D. 2014 Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo dengan Metode Qual2kw. *Jurnal Teknik ITS*, 3(1), hal.D47-D52.
- Kannel, P. R., Lee, S., Lee, Y. S., Kanel, S. R., & Pelletier, G. J. (2007). Application of automated QUAL2Kw for water quality modeling and management in the Bagmati River, Nepal. *Ecological modelling*, 202(3-4), 503-517.
- Komunitas Jurnal Peduli Lingkungan (KJPL). 2009. Air Kali Wonorejo-Rungkut Tercemar Limbah Berat. <http://kjpl-indonesia.blogspot.com/2009/08/air-kali-wonorejo-rungkut-tercemar.html> . Diakses 29 Agustus 2022.
- Lisnawati, Y., & Wibowo, A. (2010). Analisis fluktuasi debit air akibat perubahan penggunaan lahan di kawasan puncak Kabupaten Bogor. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7(4), 221-226.
- Lumaela, A. K., B. W. Otok, dan Sutikno. 2013. Pemodelan Chemical Oxygen Demand (COD) Sungai di Surabaya Dengan Metode Mixed Geographically Weighted Regression. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*. 02(01).
- Maghfiroh, L. (2016). *Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Kalimas Surabaya (Segmen Taman Prestasi-Jembatan Petekan) Dengan Pemodelan QUAL2Kw* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Marlina, N., Hudori, H., & Hafidh, R. (2017). Pengaruh Kekasaran Saluran Dan Suhu Air Sungai Pada Parameter Kualitas Air COD, TSS Di Sungai Winongo 106 Menggunakan Software Qual2kw. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 9(2), 122–133.

- Masduqi, A., & Apriliani, E, 2008. Estimation of Surabaya River Water Quality Using Kalman Filter Algorithm. *IPTEK The Journal for Technology and Science*, 19(3).
- Maulidya, I. 2009. Studi Daya Dukung dan Daya Tampung Kali Surabaya Segmen Gunungsari-Jagir dengan Metode Linear Programming. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS.
- McCreary, Jeremy. 2004. DO Meter and Measurement
- Nasution, F. D. (2016). Profil Pencemaran Air Sungai di Muara Batang Arau Kota Padang dari Tinjauan Fisis dan Kimia. 5(1), 6.
- Nurjanah, P. (2018). Analisis Pengaruh Curah Hujan Terhadap Kualitas Air Parameter Mikrobiologi Dan Status Mutu Air Di Sungai Code, Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia, 135.
- Nursetiawan, I. (2017). Pengaruh Kepemimpinan Lurah terhadap Kinerja Pegawai (Studi Deskriptif Kuantitatif di Kelurahan Cigembor Kecamatan Ciamis Kabupaten Ciamis). *Moderat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan*, 3(2), 131-143.
- Pelletier, G dan Chapra, S. 2006. A Modelling Framework or Simulating River and Stream Water Quality. Washington: Environmental Assessment Program, Olympia.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2021. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Priambodho, K. 2005. *Kualitas Air Lindi Pada Tempat Pembuangan Akhir*
- Purwati, S. U. (2015). Karakteristik Bioindikator Cisdane: Kajian Pemanfaatan Makrobentik Untuk Menilai Kualitas Sungai Cisdane. *Jurnal Ecolab*, 9(2), 47-59.
- Puspitasari, D. E. (2009). Dampak pencemaran air terhadap kesehatan lingkungan dalam perspektif hukum lingkungan (Studi kasus sungai Code di Kelurahan Wirogunan Kecamatan Mergangsan dan Kelurahan Prawirodirjan Kecamatan Gondomanan Yogyakarta). *Mimbar Hukum-Fakultas Hukum Universitas Gadjah Mada*, 21(1), 23-34.

- Putri, F. M., Sasmita, A., & Asmura, J. (2021). Pengaruh pH terhadap Efisiensi Air Limbah Grey Water dengan Media Honeycomb. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 8, 1-4.
- Rahmi, R. (2022). Pemodelan Kualitas Air Sungai Berdasarkan Parameter DO Dan BOD Menggunakan Software Qual2kw (Studi Kasus: Sungai Winongo, Provinsi DIY).
- Sagara, M. R. N. 2013. Identifikasi dan Prediksi Kualitas Air di Kali Bokor Surabaya Menggunakan Metode Qual2Kw. Tugas Akhir. Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Sara, P. S., Astono, W., & Hendrawan, D. I. (2018). Kajian Kualitas Air Di Sungai Ciliwung Dengan Parameter BOD DAN COD. 7.
- Sari, E. K., & Wijaya, O. E. (2019). Penentuan Status Mutu Air Dengan Metode Indeks Pencemaran Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Ogan Kabupaten Ogan Komering Ulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3).
- Sebayang, P. 2015. *Teknologi Pengolahan Air Kotor dan Payau Menjadi Air Bersih dan Layak Minum*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Penerbit PT. Gramedia : Jakarta.
- Setiawan, R., & Purwanto, Y. (2018). Perbandingan Pengukuran Debit Sungai Dengan Metode Pelampung Dan Current Meter. Prosiding Hasil Penelitian dan Kegiatan, 8.
- Susanto, M., Ruslan, M., Biytamoko, D., & Kissinger. (2021). Analisis Status Mutu Air Sungai Petangkep Dengan Pendekatan Indeks Pencemar. *EnviroScientiae*, 17(02).
- Syafi'I M dan Ali Masduqi. 2011. Aplikasi Model Simulasi Komputer QUAL2Kw Pada Studi Pemodelan Kualitas Air Kali Surabaya. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Tombakan, F., & Takaendengan, T. (2021). Identifikasi Dan Pengukuran Debit Aliran Sungai Sario. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 3(3), 10.
- Widyaningsih, W., Supriharyono, S., & Widyorini, N. (2016). Analisis Total Bakteri Coliform Di Perairan Muara Kali Wiso Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 5(3), 157–164.

- Wifarula, Y.O .,& Marlina, N. (2021). Analisis Daya Tampung Beban Pencemar BOD, COD dan TSS di Sungai Widuri dengan Menggunakan *Software* Qual2Kw. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Wulan, A. R., Sirang, K., & Kadir, S. (2018). Kuantitas Dan Kualitas Air Daerah Aliran Sungai Satui Kabupaten Tanah Bumbu. *Jurnal Sylva Scintae*, 1(1).



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A