



TUGAS AKHIR – RE 141581

# **PENENTUAN STATUS MUTU AIR SUNGAI KALIMAS DENGAN METODE STORET DAN INDEKS PENCEMAR (SEGMENT NGAGEL- YOS SUDARSO)**

PETRA DAVINA ESFANDIANDRA MANTHOVANI  
3313100058

## **Dosen Pembimbing**

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember



TUGAS AKHIR – RE 141581

# **PENENTUAN STATUS MUTU AIR SUNGAI KALIMAS DENGAN METODE STORET DAN INDEKS PENCEMAR(SEGMEN NGAGEL- YOS SUDARSO)**

PETRA DAVINA ESFANDIANDRA MANTHOVANI  
3313100058

## **Dosen Pembimbing**

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019



FINAL PROJECT – RE 141581

# **DETERMINING WATER QUALITY STATUS OF KALIMAS RIVER USING STORET METHOD AND POLLUTION INDEX (NGAGEL-YOS SUDARSO SEGMENT)**

PETRA DAVINA ESFANDIANDRA MANTHOVANI  
3313100058

## **Supervisor**

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering, Environment, and Geophysics  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019



**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENENTUAN STATUS MUTU AIR SUNGAI KALIMAS DENGAN  
METODE STORET DAN INDEKS PENCEMAR (SEGMENT NGAGEL  
- YOS SUDARDO)**

**TUGAS AKHIR**

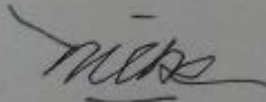
Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

**PETRA DAVINA ESFANDIANDRA MANTHOVANI**  
NRP. 03211340000058

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



Prof. Dr. Ir. Nleke Karnaningroem M. Sc.



**PENENTUAN STATUS MUTU AIR SUNGAI KALIMAS  
DENGAN METODE STORET DAN INDEKS PENCEMARAN  
(SEGMENT NGAGEL-YOS SUDARSO)**

Nama : Petra Davina Esfandiandra Manthovani  
NRP : 3313100058  
Departemen : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.

**ABSTRAK**

Sungai Kalimas merupakan salah satu anak Sungai Surabaya. Sesuai dengan peruntukannya, kualitas air Sungai Kalimas harus memenuhi klasifikasi mutu air kelas II menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan status mutu dari air sungai yang merupakan dasar untuk evaluasi terhadap pengaruh lingkungan sekitar daerah pengaliran sungai yang bersangkutan dan memberi rekomendasi bagi pengambil keputusan berdasarkan status mutu air.

Penentuan status mutu air dalam penelitian ini menggunakan metode STORET dan Indeks Pencemar (IP) yang diatur dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Parameter yang dianalisis meliputi TSS, suhu, pH, BOD, COD dan deterjen (MBAS). Segment penelitian dibagi menjadi 3 segment dengan 4 titik pemantauan, yaitu Jembatan Tretrek Bungkok – Jl. Bung Tomo (Segment I), Jl. Bung Tomo – Jembatan Karimun Jawa (Segment II), dan Jembatan Karimun Jawa – Jembatan Yos Sudarso (Segment III). Pengambilan sampel di masing-masing titik dilakukan selama 7 hari berturut-turut untuk mendapatkan data *time series*.

Hasil uji kualitas air sungai menunjukkan parameter TSS, BOD, dan deterjen (MBAS) pada beberapa sampel air berada di atas baku mutu. Konsentrasi TSS mencapai 130 mg/L dengan baku mutu 50 mg/L, BOD mencapai 13 mg/L dengan baku mutu 3 mg/L, dan deterjen (MBAS) mencapai 0,76 mg/L dengan baku mutu 0,2 mg/L. Konsentrasi COD berada di bawah baku mutu,

walaupun pada beberapa sampel air nilainya mencapai baku mutu, yaitu 25 mg/L. Sedangkan suhu dan pH air di semua titik masih dalam rentang yang diperbolehkan. Hasil analisis menunjukkan skor STORET pada titik ke-1 (0 km) sebesar -20, pada titik ke-2 (1 km) sebesar -20, pada titik ke-3 (3 km) sebesar -24, dan pada titik ke-4 (4,8 km) sebesar -24. Karena skor STORET di semua titik berada pada rentang -11 s/d -30, maka kualitas air Sungai Kalimas berdasarkan metode STORET adalah tercemar sedang. Sedangkan hasil perhitungan dengan metode Indeks Pencemar menunjukkan skor Indeks Pencemar pada setiap titik dalam 7 hari adalah 1,2 hingga 3,26. Karena skor Indeks Pencemar berada pada rentang 1 s/d 5, maka kualitas air Sungai Kalimas berdasarkan metode ini dikategorikan sebagai tercemar ringan.

**Kata kunci: status mutu air, STORET, indeks pencemar, sungai kalimas**

## **DETERMINE WATER QUALITY STATUS OF KALIMAS RIVER USING STORET METHOD DAN POLLUTION INDEX (NGAGEL-YOS SUDARSO SEGMENT)**

Name : Petra Davina Esfandiandra Manthovani  
NRP : 3313100058  
Department : Environmental Engineering  
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.

### **ABSTRACT**

Kalimas river is one of the tributaries of Surabaya river. In accordance with its designation, the water quality of Kalimas river must meet the class II water quality classification according to Government Regulation No. 82/2001. Water quality monitoring is carried out with the aim of determining the quality status of river water which is the basis for evaluating the environmental influences around the river basin and providing recommendations for decision makers based on water quality status.

Determination of water quality status in this study using the STORET method and Pollutant Index (IP) as stipulated in the Decree of the Minister of Environment No. 115/2003 concerning Guidelines for Determining the Status of Water Quality. Parameters analyzed included TSS, temperature, pH, BOD, COD and detergent (MBAS). The research segment is divided into 3 segments with 4 monitoring points, namely Tretek Bungkok bridge – Jl. Bung Tomo (Segment I), Jl. Bung Tomo – Karimun Jawa bridge (Segment II), Karimun Jawa bridge – Yos Sudarso bridge (Segment III). Sampling at each point was carried out for 7 consecutive days to obtain time series data.

The results of the river water quality test showed that TSS, BOD, and detergent (MBAS) concentration in some water samples were above the quality standard. TSS concentration reached to 130 mg/L with a quality standard of 50 mg/L, BOD reached 13 mg/L with a quality standard of 3 mg/L, and detergent reaching 0,76 mg/L with a quality standard of 0,2 mg/L. while the temperature and pH of water at all points were still within the permissible range. The results of the analysis shows the STORET score at the analysis show the STORET score at the first point (0 km) of -20, at the



second point (1 km) of -20, at the third point (3 km) of -24, and at the fourth point (4,8 km) of -24. Because the STORET score at all points was in range of -11 to -30, the Kalimas river water quality stated as moderately polluted. However, the results of calculations using the Pollutant Index method showed the Pollutan Index scores at each point in 7 days were 1,2 to 3,26. Because the pollutant index score is in the range of 1 to 5, the Kalimas river quality based on this method was categorized as lightly polluted.

**Key words: water quality status, STORET, pollution index, kalimas river**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan tepat waktu. Tugas akhir berjudul “Penentuan Status Mutu Air Sungai Kalimas dengan Metode STORET (Segmen Ngagel-Yos Sudarso)” disusun dalam rangka memenuhi tugas akhir dengan memperdalam ilmu teknik lingkungan, pengelolaan sumber daya air. Dalam penyusunan laporan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Keluarga penulis, terutama kedua orang tua yang selalu mendo'akan dan memberikan dukungan.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc. sebagai dosen pembimbing. Terimakasih atas kesediaan, waktu, kesabaran, motivasi, masukan dan ilmu yang diberikan selama proses pembimbingan tugas akhir.
3. Ibu Ir. Atiek Moesriati, M.Kes, Ibu Alia Damayanti, ST., MT., Ph.D, dan Ibu Bieby Voijant Tangahu, ST., MT., Ph.D selaku dosen pengarah, terimakasih atas kesediaan, waktu, masukan, dan ilmu yang diberikan selama proses sidang hingga pembenaran laporan ini.
4. Bapak Edi Pratikno, selaku laboran Laboratorium Kualitas Lingkungan Departemen Teknik Lingkungan ITS, terimakasih atas kesediaan dalam menganalisis sampel air limbah untuk tugas akhir ini.
5. Teman-teman mahasiswa teknik lingkungan, terimakasih atas bantuan dan dukungannya.

Penyusunan laporan ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun tentunya masih terdapat kesalahan. Diharapkan ada saran dan kritik yang membangun untuk penulis.

Surabaya, Desember 2018

Penulis

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	ii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Ruang Lingkup.....	3
1.5 Manfaat .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Gambaran Umum .....	5
2.1.1 Gambaran Umum Kota Surabaya .....	5
2.1.1 Gambaran Umum Sungai Kalimas Surabaya .....	6
2.2 Sumber Pencemaran Air .....	7
2.3 Parameter Kualitas Air .....	8
2.3.1 Suhu.....	8
2.3.2 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i> .....	9
2.3.3 <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i> .....	9
2.3.4 <i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i> .....	9
2.3.5 Derajat Keasaman (pH) .....	10
2.3.6 Deterjen (MBAS).....	10
2.4 Klasifikasi Kualitas Air Sungai .....	11
2.5 Penentuan Lokasi dan Titik Pengambilan Sampel Air .....	12
2.6 Pengukuran dan Perhitungan Debit Aliran Sungai .....	13
2.7 Pengukuran dan Perhitungan Kecepatan Aliran Sungai .....	14
2.8 Status Mutu Air .....	16
2.8.1 Metode STORET .....	16
2.8.2 Prosedur Penggunaan STORET ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.8.3 Analisis Time Series .....	17
2.8.4 Metode Indeks Pencemar .....	17
2.8.5 Prosedur Penggunaan Indeks Pencemar .....	20
2.9 Kajian Terdahulu .....	21
2.9.1 Penentuan Status Mutu Air Kali Wonokromo dengan Metode STORET dan Indeks Pencemar.....	21
2.9.2 Penentuan Status Mutu Air Sungai Kalimas dengan Metode STORET dan Indeks Pencemar.....	22
2.9.3 Penentuan Status Pencemaran Kualitas Air dengan Metode STORET dan Indeks Pencemar (Studi Kasus: Sungai Indragiri Ruas Kuantan Tengah) .....	22
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1 Kerangka Pelaksanaan Penelitian .....	23
3.2 Ide Penelitian .....	25
3.3 Observasi Lapangan .....	25
3.4 Studi Literatur .....	25
3.5 Pengumpulan Data .....	26
3.6 Penentuan Segmen.....	26
3.7 Analisis Data.....	29
3.7.1 Penentuan Kualitas Air Sungai.....	29
3.7.2 Penentuan Status Mutu Air .....	29
3.8 Kesimpulan dan Saran .....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>33</b>
4.1 Penentuan Segmen Sungai Kalimas.....	33
4.2 Analisis Kondisi Hidrolik Sungai Kalimas .....	34
4.3 Analisis Kualitas Air Sungai Kalimas .....	42
4.3.1 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	42
4.3.2 Suhu .....	43
4.3.3 Derajat Keasaman (pH).....	44
4.3.4 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD) .....	45
4.3.5 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) .....	46
4.3.6 Deterjen (MBAS) .....	48
4.4 Penentuan Status Mutu Air Sungai Kalimas .....	49
4.4.1 Analisis dengan Metode STORET .....	49

4.4.2 Analisis dengan Metode Indeks Pencemar (IP) .....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	59
5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran .....	59
DAFTAR PUSTAKA.....	xiii

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Penentuan Sistem Nilai untuk Status Mutu Air.....	50
Tabel 3. 1	Pembagian Segmen Sungai Kalimas .....	26
Tabel 4. 1	Segmentasi Sungai Kalimas .....	33
Tabel 4. 2	Hasil Perhitungan STORET pada Sungai Kalimas ...	52
Tabel 4. 3	Rekapan Status Mutu Air Sungai Kalimas dengan Metode STORET .....	54
Tabel 4. 4	Rekapan Status Mutu Air Sungai Kalimas dengan Metode Indeks Pencemaran.....	57



**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jumlah Hari Hujan Kota Surabaya Tahun 2017 .....	5
Gambar 2. 2 Reaksi Surfaktan dengan Metilen Biru .....	11
Gambar 2. 3 Jenis Pelampung .....	15
Gambar 2. 4 Pelampung Ganda ( <i>Double Floats</i> ) .....	15
Gambar 2. 5 Pernyataan Indeks pada Suatu Peruntukan .....	19
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian .....	25
Gambar 3. 2 Contoh Pengambilan Sampel .....	29
Gambar 3. 3 Segmen Penelitian .....	31
Gambar 4. 1 Segmen I (Jembatan Tretek Bungkok – Jl. Bung Tomo) .....	35
Gambar 4. 2 Segmen II (Jl. Bung Tomo – Jembatan Karimun Jawa ) .....	37
Gambar 4. 3 Segmen III (Jembatan Karimun Jawa – Jl. Yos Sudarso) .....	39
Gambar 4. 4 Kecepatan Aliran Sungai Kalimas .....	41
Gambar 4. 5 Debit Air Sungai Kalimas .....	41
Gambar 4. 6 Konsentrasi TSS di Sungai Kalimas .....	43
Gambar 4. 7 Suhu Air Sungai Kalimas .....	44
Gambar 4. 8 pH Air Sungai Kalimas .....	45
Gambar 4. 9 Konsentrasi BOD di Sungai Kalimas .....	46
Gambar 4. 10 Konsentrasi COD di Sungai Kalimas .....	47
Gambar 4. 11 Konsentrasi Deterjen (MBAS) di Sungai Kalimas	49
Gambar 4. 12 Grafik Nilai STORET pada Sungai Kalimas .....	54
Gambar 4. 13 Grafik Nilai Indeks Pencemar pada Sungai Kalimas .....	57

**Halaman ini sengaja dikosongkan**



## **BAB 1 PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Air Sungai Surabaya mengalir ke Kalimas dan Sungai Wonokromo sebelum akhirnya memasuki muara di Selat Madura (Prihartanto, 2008). Sungai Kalimas memiliki panjang kurang lebih 13,77 km (BLH Kota Surabaya, 2016). Pada aliran Sungai Kalimas terdapat masukan limbah industri yang mengalir dari Sungai Surabaya. Selain itu terdapat masukan limbah domestik baik dari pusat perbelanjaan, pasar, pemukiman, dan hotel (Wahyuningsih, 2017). Limbah dari kegiatan-kegiatan tersebut menyebabkan pencemaran air sungai yang dapat mengganggu fungsi Sungai Kalimas. Menurut Peraturan Kota Daerah Kota Surabaya No. 12 Tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034, kawasan sempadan Sungai Kalimas yang melintasi Kecamatan Wonokromo, Tegalsari, Gubeng, Genteng, Bubutan, Krembangan, Semampir, dan Pabean Cantian diperuntukkan sebagai ruang terbuka hijau dan ruang terbuka non hijau; kegiatan wisata dan olahraga; dan pendirian bangunan pendukung utilitas kota. Klasifikasi mutu air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman harus memenuhi baku mutu air kelas dua menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Pemantauan kualitas air dilakukan dengan tujuan untuk menentukan status mutu dari air sungai yang merupakan dasar untuk evaluasi terhadap pengaruh lingkungan sekitar daerah pengaliran sungai yang bersangkutan, memberi masukan bagi pengambil keputusan dan merupakan peringatan dalam terjadinya kasus pencemaran. Selain itu, pemantauan kualitas air berfungsi untuk memberikan informasi factual tentang kondisi (status) kualitas air masa sekarang kecenderungan masa lalu dan prediksi perubahan lingkungan masa depan (Sari dkk, 2014).

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran air, status mutu air adalah tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu

tertentu dengan membandingkan mutu air atau kelas air yang ditetapkan. Suatu sungai dikatakan terjadi penurunan kualitas air jika air tersebut tidak dapat digunakan sesuai dengan status mutu air secara normal (Ali dkk, 2013).

Penelitian mengenai status mutu air Sungai Kalimas hanya mengambil segmen dari jembatan di Jl. Yos Sudarso hingga hilir (daerah sekitar pelabuhan). Sehingga diperlukan studi penentuan status mutu air Sungai Kalimas dari hulu (percabangan Sungai Surabaya, Sungai Kalimas, dan Sungai Wonokromo hingga jembatan di Jl. Yos Sudarso) agar status mutu air Sungai Kalimas dapat diketahui secara menyeluruh. Hasil analisis status mutu air ini dapat menjadi dasar untuk menentukan rekomendasi strategi pengelolaan yang tepat.

Penentuan status mutu air dalam penelitian ini menggunakan metode STORET dan Indeks Pencemar (IP) yang diatur dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Metode ini digunakan karena parameter yang dapat digunakan untuk semua parameter yang terdapat pada baku mutu air (Priyono, 2013). Dengan metode STORET dapat diketahui tingkatan klasifikasi mutu parameter-parameter yang telah memnuhi atau melampaui baku mutu air (Walukow, 2010). Penentuan status mutu air sungai berdasarkan perhitungan Indeks Pencemar dapat menunjukkan tingkat ketercemaran sungai dengan membandingkannya dengan baku mutu sesuai kelas air yang diteapkan, sehingga dapat diperoleh informasi dalam menentukan dapat atau tidaknya air sungai dipakai untuk peruntukan tertentu sesuai kelas air (Dewa dkk, 2016). Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah TSS, suhu, pH, BOD, COD dan deterjen (MBAS).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pada aliran Sungai Kalimas terdapat masukan limbah industri yang mengalir dari Sungai Surabaya. Selain itu terdapat masukan limbah domestic baik dari pusat perbelanjaan, pasar, pemukiman, dan hotel. Penelitian mengenai status mutu air Sungai Kalimas hanya mengambil segmen dari jembatan di Jl. Yos Sudarso hingga hilir (daerah sekitar pelabuhan). Sehingga diperlukan studi penentuan status mutu air Sungai Kalimas dari

hulu (percabangan Sungai Surabaya, Sungai Kalimas, dan Sungai Wonokromo hingga jembatan di Jl. Yos Sudarso) agar status mutu air Sungai Kalimas dapat diketahui secara menyeluruh. Metode yang digunakan adalah metode STORET dan Indeks Pencemar. Setelah itu akan diberikan rekomendasi pengelolaan sungai yang sesuai berdasarkan status mutu air yang didapat.

### **1.3 Tujuan**

Tujuan dari studi/penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan status mutu air Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Yos Sudarso) menggunakan metode STORET
2. Menentukan status mutu air Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Yos Sudarso) menggunakan metode Indeks Pencemar
3. Memberikan rekomendasi pengelolaan Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Yos Sudarso) berdasarkan status mutu air hasil analisis

### **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Wilayah studi meliputi Sungai Kalimas dari Jembatan Tretak Bungkuk (Ngagel) sampai Jembatan Yos Sudarso
2. Parameter yang diteliti merupakan parameter fisik dan kimia
3. Parameter kualitas air yang dianalisis meliputi: TSS, suhu, pH, BOD, COD dan deterjen (MBAS)
4. Pengambilan sampel pada setiap segmen yang terbagi jadi 3 segmen dengan 4 titik. Sampel yang diambil tiap segmen adalah pada awal segmen dan akhir segmen tersebut
5. Pengambilan sampel air dilakukan pada bulan Oktober 2018
6. Penentuan status mutu air menggunakan metode STORET dan Indeks Pencemar untuk menentukan status mutu air Sungai Kalimas Surabaya
7. Baku mutu kelas air mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air
8. Analisa parameter dilakukan skala laboratorium di Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan, Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil,

Lingkungan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari studi atau penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi status mutu air Sungai Kalimas berdasarkan hasil analisis dengan metode STORET dan Indeks Pencemar
2. Memberikan referensi kepada Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya maupun instansi terkait lainnya dalam menentukan solusi pengelolaan Sungai Kalimas, terutama segmen Ngagel – Yos Sudarso



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

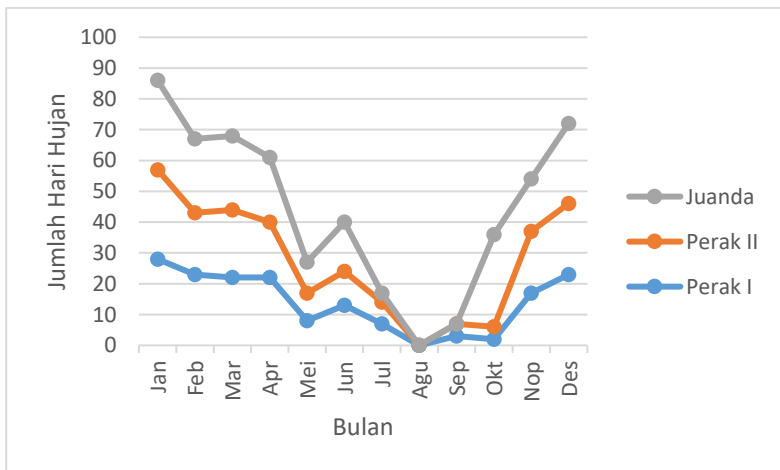
### 2.1 Gambaran Umum

#### 2.1.1 Gambaran Umum Kota Surabaya

Kota Surabaya terletak di antara 112°36'- 11°54' Bujur Timur dan 07°12'- 07°21' Lintang Selatan. Wilayah Kota Surabaya berbatas langsung dengan Selat Madura di sebelah utara dan di sebelah timur, sedangkan di sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Sidoarjo dan berbatasan dengan Kabupaten Gresik di sebelah barat.

Wilayah Kota Surabaya pada umumnya merupakan dataran rendah dengan ketinggian antara 3-6 meter di atas permukaan laut, kecuali daerah di sebelah selatan dengan ketinggian antara 25-50 meter di atas permukaan laut. Total luas wilayah Surabaya adalah 326,36 km<sup>2</sup> dengan Kecamatan Benowo merupakan kecamatan dengan wilayah terluas yaitu 23,73 km<sup>2</sup> yang terletak di Surabaya Barat.

Rata-rata curah hujan Kota Surabaya pada tahun 2017 berkisar 171,7 mm hingga 190,5 mm yang tercatat di tiga stasiun pengamatan meteorology (Perak I, Perak II, dan Stasiun Juanda).



Gambar 2. 1 Jumlah Hari Hujan Kota Surabaya Tahun 2017  
(Sumber: Statistik Kota Surabaya 2018)

Jumlah hari hujan di bulan Januari hingga April dan Nopember hingga Desember tercatat lebih dari 15 hari. Bulan Januari menjadi bulan dengan rata-rata jumlah hari hujan terbanyak, yaitu mencapai 29 hari hujan, sedangkan bulan Agustus rata-rata jumlah hari hujannya paling sedikit dari pada bulan-bulan lainnya.

Rata-rata suhu di Kota Surabaya berkisar 27,91°C hingga 30,20°C. Rata-rata tertinggi tercatat di bulan Oktober sedangkan rata-rata suhu terendah adalah pada bulan Agustus.

Pemerintah Kota Surabaya membagi wilayah menjadi 5 wilayah kerja pembantu walikota, yaitu Surabaya Utara, Surabaya Timur, Surabaya Selatan, Surabaya Barat, dan Surabaya Pusat. Berdasarkan Peraturan Daerah No. 5 Tahun 2001, Kota Surabaya terbagi atas 31 kecamatan.

### **2.1.1 Gambaran Umum Sungai Kalimas Surabaya**

Sungai Kalimas adalah salah satu hilir dari Sungai Surabaya yang berfungsi sebagai system drainase juga berfungsi sebagai tempat wisata, penangkapan ikan, olahraga air, pelabuhan rakyat, dan penggelontor saluran pematusan. Sungai Kalimas diharapkan memberikan kontribusi untuk menyalurkan air limpasan sebesar 20 m<sup>3</sup>/detik untuk mengalirkan debit banjir. Selain menyalurkan air dari sistem Sungai Brantas, Sungai Kalimas juga menerima air limpasan hujan dari beberapa daerah pematusan yang ada di kota Surabaya sendiri sehingga total air yang diairkan ke laut sebesar 70 m<sup>3</sup>/detik (Lasminto, 2016).

Secara administratif, terdapat 8 kecamatan dan 15 kelurahan yang dilalui oleh Sungai Kali Mas. Lebar penampang permukaan sungai bervariasi antara 20-35 m. Bagian terlebar terdapat di Kelurahan Ngagel dengan lebar sungai sekitar 35 meter, yaitu di dekat pintu air. Lebar sungai tersempit terdapat di Kelurahan Bongkaran, dekat dengan Jl. Karet dan Jl. Cokelat dengan lebar sungai sekitar 20 m. Kedalaman Sungai Kalimas adalah antara 1 – 3 m. Sedangkan kedalaman air antara 1 – 2 m pada saat air laut pasang. Kedalaman sungai paling dalam berada pada kawasan Monumen Kapal Selam hingga kawasan Genteng.

## 2.2 Sumber Pencemaran Air

### 1. Sumber Langsung (*Point Source*)

Sumber-sumber pencemar air secara geografis dapat ditentukan lokasinya dengan tepat. Jumlah limbah yang dibuang dapat ditentukan dengan berbagai cara, antara lain dengan pengukuran langsung, perhitungan neraca massa, dan estimasi lainnya. Sumber pencemar air yang berasal dari sumber tertentu antara lain seperti kegiatan industri dan pembuangan limbah domestik terpadu. Data pencemaran air dari sumber tertentu biasanya diperoleh dari informasi yang dikumpulkan dan dihasilkan pada tingkat kegiatan melalui pengukuran langsung dari efluen dan perpindahannya atau melalui penggunaan metode untuk memperkirakan atau menghitung besar pencemaran air. Data yang dibutuhkan untuk inventarisasi sumber tertentu antara lain:

- a) Klasifikasi jenis penghasil limbah, seperti kategori jenis usaha atau kegiatan
- b) Data pencemar spesifik yang dibuang, misalnya jumlah beban pencemar yang terukur atau perkiraan yang dibuang ke air dalam satuan massa per unit waktu
- c) Informasi lokasi jenis pencemar khusus yang dibuang, misalnya jenis industry tertentu di suatu daerah menghasilkan beberapa jenis pencemar spesifik

### 2. Sumber Tidak Langsung (*Non-point Source*)

Sumber-sumber pencemar air yang tidak dapat ditentukan lokasinya secara tepat, umumnya terdiri dari sejumlah besar sumber-sumber individu yang relatif kecil. Limbah yang dihasilkan antara lain berasal dari kegiatan pertanian, permukiman, dan transportasi. Penentuan jumlah limbah yang dibuang tidak dapat ditentukan secara langsung, melainkan dengan menggunakan data statistik kegiatan yang menggambarkan aktivitas penghasil limbah. Sumber pencemar air tak tentu atau *diffuse sources* biasanya berasal dari kegiatan pertanian, peternakan, kegiatan industri kecil-menengah, dan kegiatan domestik atau penggunaan barang-barang konsumsi. Sumber-sumber pencemar air ini umumnya terdiri dari gabungan beberapa

kegiatan kecil atau individual yang berpotensi menghasilkan air limbah yang dalam kegiatan inventarisasi sumber pencemar air tidak dapat dikelompokkan sebagai sumber tertentu.

## **2.3 Parameter Kualitas Air**

Beberapa karakteristik atau indikator kualitas air yang disarankan untuk dianalisis sehubungan pemanfaatan sumberdaya air untuk berbagai keperluan, antara lain parameter fisika dan kimia (Effendi, 2003). Parameter fisik yaitu suhu dan TSS sedangkan parameter kimia yaitu COD, BOD, pH, dan MBAS. Parameter kualitas air selanjutnya akan dianalisis menggunakan alat yang sesuai untuk pengujian pada masing-masing parameter.

### **2.3.1 Suhu**

Suhu memegang peranan penting dalam siklus materi yang akan mempengaruhi sifat fisik kimia dan biologi perairan. Suhu berpengaruh terhadap kelarutan oksigen dalam air, proses metabolisme dan reaksi-reaksi kimia dalam perairan. Kenaikan suhu dalam perairan dapat meningkatkan metabolisme tubuh organisme termasuk bakteri pengurai, sehingga proses dekomposisi bahan organik juga meningkat. Proses ini menyebabkan kebutuhan akan oksigen terlarut menjadi tinggi yang selanjutnya kandungan oksigen terlarut di dalam air menjadi menurun (Gazali, 2013).

Suhu sangat berpengaruh terhadap proses-proses yang terjadi dalam badan air. Suhu air buangan kebanyakan lebih tinggi daripada suhu badan air. Hal ini erat hubungannya dengan proses biodegradasi. Pengamatan suhu dimaksudkan untuk mengetahui kondisi perairan dan interaksi antara suhu dengan aspek kesehatan habitat dan biota air lainnya. Kenaikan suhu air akan menimbulkan beberapa akibat, seperti (1) jumlah oksigen terlarut di dalam air menurun; (2) kecepatan reaksi kimia meningkat; (3) kehidupan ikan dan hewan air lainnya terganggu; (4) jika batas suhu yang mematikan terlampaui, ikan dan hewan air lainnya akan mati (Fardiaz, 1992).

Menurut Corbitt (2004), saat air terlepas ke lingkungan dengan suhu yang cukup tinggi atau rendah daripada kondisi sekitarnya, permasalahan perbedaan suhu akan muncul. Suhu air

terkait dengan kondisi fisik, kimia, dan biologi. Ekosistem akuatik dapat terganggu sebagai hasil dari perbedaan suhu.

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

*Total Suspended Solid (TSS)* atau total padatan tersuspensi adalah padatan yang tersuspensi di dalam air berupa bahan-bahan organik dan anorganik yang dapat disaring dengan kertas milipore berpori-pori 0,45  $\mu\text{m}$ . Materi yang tersuspensi mempunyai dampak buruk terhadap kualitas air karena mengurangi penetrasi matahari ke dalam badan air, kekeruhan air meningkat, yang menyebabkan gangguan pertumbuhan bagi organisme produser (Huda, 2009).

Penentuan zat padat tersuspensi (TSS) berguna untuk mengetahui kekuatan pencemaran air limbah domestik, dan juga berguna untuk penentuan efisiensi unit pengolahan air (BAPPEDA, 1997). Air buangan industri mengandung jumlah padatan tersuspensi dalam jumlah padatan yang sangat bervariasi, tergantung dari jenis industrinya. Air buangan dari industri fermentasi dari industri tekstil sering mengandung padatan tersuspensi dalam jumlah relative tinggi. Seperti halnya padatan terendap, padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar/cahaya ke dalam air sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis (Fardiaz, 1992).

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

Menurut Boyd *dalam* Agustira (2013) COD merupakan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air, hal ini karena bahan organik yang ada sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat sehingga segala macam bahan organik baik yang mudah diurai maupun yang kompleks dan sulit diurai akan teroksidasi.

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

*Biological Oxygen Demand* atau Kebutuhan Oksigen Biologis (KOB) adalah suatu analisis empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi di dalam air. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasikan)

hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagai zat-zat organik yang tersuspensi dalam air.

Kandungan BOD dalam air ditentukan berdasarkan selisih oksigen terlarut sebelum dan sesudah pengeraman selama 5x24 jam pada suhu 20°C. BOD digunakan sebagai indikator terjadinya pencemaran dalam suatu perairan. Nilai BOD suatu perairan tinggi menunjukkan bahwa perairan tersebut sudah tercemar (Agustira, 2013).

### **2.3.5 Derajat Keasaman (pH)**

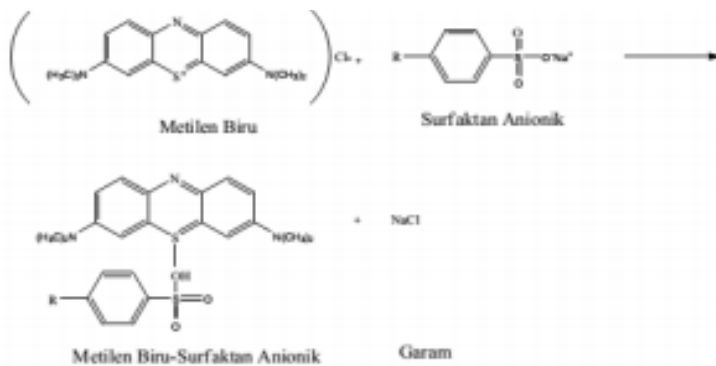
Derajat keasaman merupakan gambaran jumlah atau aktivitas ion hydrogen dalam perairan. Secara umum nilai pH menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Perairan dengan nilai pH = 7 adalah netral, pH < 7 dikatakan kondisi perairan bersifat asam, sedangkan pH > 7 dikatakan kondisi perairan bersifat basa (Effendi, 2003). Adanya karbonat, bikarbonat dan hidroksida akan menaikkan kebasaan air, sementara adanya asam-asam mineral bebas dan asam karbonat menaikkan keasaman suatu perairan.

Sejalan dengan pernyataan tersebut, Mahida (1986) menyatakan bahwa limbah buangan industri dan rumah tangga dapat mempengaruhi nilai pH perairan. Nilai pH dapat mempengaruhi spesiasi senyawa kimia dan toksisitas dari unsur-unsur renik yang terdapat di perairan, sebagai contoh H<sub>2</sub>S yang bersifat toksik banyak ditemui di perairan tercemar dan perairan dengan nilai pH rendah.

### **2.3.6 Deterjen (MBAS)**

Air limbah rumah tangga merupakan sumber yang banyak ditemukan di lingkungan. Salah satu komponennya yang dapat berdampak buruk bagi lingkungan berasal dari deterjen karena manusia pasti menggunakan deterjen setiap harinya sebagai bahan pembersih di rumah tangga. Jenis deterjen yang banyak digunakan di rumah tangga sebagai bahan pencuci pakaian dan bahkan piring adalah deterjen merek Rinso anti noda. Deterjen jenis ini mengandung ABS (alkyl benzene sulphonate) yang merupakan deterjen tergolong keras. Deterjen tersebut sukar dirusak oleh mikroorganisme (nonbiodegradable) sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan (Haderiah dan Dewi, 2015).

Proses sublimasi adalah proses pemisahan senyawa dari campuran berdasarkan adsorpsi senyawa tersebut pada gelembung gas dan proses ini lebih unggul dari proses adsorpsi biasa karena hanya surfaktan yang dapat terambil atau dipisahkan. Proses sublimasi ini bertujuan untuk mengurangi kandungan surfaktan pada limbah atau untuk mengambil kembali surfaktan dari larutan detergen dan surfaktan yang terambil dapat digunakan kembali. Keberhasilan proses sublimasi ini diukur dengan nilai MBAS. Nilai MBAS sebelum dan sesudah reaksi dibandingkan sehingga dapat diketahui recovery surfaktan. MBAS adalah kompleks bahan aktif dengan metilen biru yang bersifat nonpolar dan dapat diekstrak oleh kloroform. Intensitas warna biru dari MBAS dapat diukur dengan spektrofotometer UV-Vis. Reaksi antara surfaktan dengan metilen biru dapat diamati pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Reaksi Surfaktan dengan Metilen Biru

#### 2.4 Klasifikasi Kualitas Air Sungai

Dalam upaya pengendalian pencemaran lingkungan khususnya pencemaran terhadap air sungai sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air pada bagian ketiga (klasifikasi dan kriteria mutu air), Pasal 8 disebutkan bahwa klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 kelas.

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang

- mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
2. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
  3. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut
  4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut

Baku mutu parameter didasarkan pada kualitas air kelas II sebagai berikut:

FISIKA	
Temperatur	deviasi 3
TSS	50 mg/L
KIMIA	
pH	6 - 9
BOD	3 mg/L
COD	25 mg/L
MBAS	0,2 mg/L

*Sumber: PP 82 Tahun 2001*

## 2.5 Penentuan Lokasi dan Titik Pengambilan Sampel Air

Langkah awal dalam penentuan lokasi pengambilan sampel air sungai adalah mengetahui tentang geografi yang menggambarkan aliran sungai serta aktivitas yang ada di sekitar daerah aliran sungai. Secara umum, penentuan lokasi pengambilan sampel air sungai adalah:

- a) Daerah hulu daerah air sumber alamiah yaitu lokasi yang belum pencemaran



- b) Daerah pemanfaatan atau peruntukan air sungai yaitu suatu lokasi dimana air sungai akan dimanfaatkan untuk bahan baku air minum, air untuk rekreasi, industry, perikanan, pertanian dan lain-lain
- c) Daerah yang potensial sebagai penerima kontaminan yaitu lokasi yang mengalami perubahan kualitas air disebabkan setelah adanya aktivitas industri, pertanian, domestik dan lain sebagainya
- d) Daerah pertemuan dua sungai atau lokasi masuknya anak sungai
- e) Daerah hilir atau muara yaitu daerah pasang-surut pertemuan antara air sungai dengan air laut

**2.6 Pengukuran dan Perhitungan Debit Aliran Sungai**

Debit suatu sungai/saluran pada prinsipnya diketahui dengan melakukan pengukuran kecepatan aliran dan penampang sungai/salura (Natalia,2013). Rumus umum untuk menghitung debit adalah (Giorgi, 2007):

$$Q = A \times V \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

Q = debit (m<sup>3</sup>/s)

A = luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

V = kecepatan aliran rata-rata (m/s)

Pengukuran kecepatan aliran dapat dihitung dengan menggunakan alat ukur pelampung. Ketentuan pelaksanaan pengukuran kecepatan aliran dengan menggunakan pelampung berdasarkan pada SNI 8066:2015 adalah sebagai berikut:

- a) Menggunakan jenis pelampung permukaan atau pelampung yang sebagian tenggelam di dalam aliran dan tergantung pada bahan yang tersedia dan kondisi aliran.
- b) Lintasan pelampung harus mudah diamati, kalau perlu pelampung diberi tanda khusus terutama untuk pengukuran debit pada malam hari.
- c) Pengukuran kecepatan aliran harus dipilih pada bagian alur yang lurus, dan memenuhi salah satu syarat berikut.

- bagian alur yang lurus paling sedikit tiga kali lebar aliran atau
  - lintasan pelampung pada bagian alur yang lurus paling sedikit memerlukan waktu tempuh lintasan 40 detik.
- d) Adanya fasilitas untuk melemparkan pelampung, misalnya jembatan.
- e) Lintasan pelampung paling sedikit mencakup tiga titik dan di setiap titik lintasan paling sedikit dilakukan dua kali pengukuran.
- f) Kecepatan aliran dapat dihitung dengan rumus:

$$V = c \times \frac{L}{t} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

V = kecepatan aliran (m/s)

L = panjang lintasan pelampung (m)

t = waktu tempuh lintasan pelampung (s)

c = koefisien kecepatan

Sedangkan kecepatan aliran rata-rata pada jalur vertikal dapat dilakukan dengan metode 1 titik, 2 titik, dan 3 titik tergantung kedalaman air dan ketelitian yang diinginkan (Gambar 2.1). Kecepatan rata-rata dihitung dengan menggunakan rumus perhitungan antara lain:

- a) menggunakan 1 titik :

$$V_{rata-rata} = V_{0,6} \dots\dots\dots(2.3)$$

- b) menggunakan 2 titik :

$$V_{rata-rata} = (V_{0,2} + V_{0,8}) / 2 \dots\dots\dots(2.4)$$

- c) menggunakan 3 titik :

$$V_{rata-rata} = [((V_{0,2} + V_{0,8}) / 2) + V_{0,6}] \times 0,5 \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

$V_{0,2}$  = kecepatan aliran pada titik 0,2 d (m/s)

$V_{0,6}$  = kecepatan aliran pada titik 0,6 d (m/s)

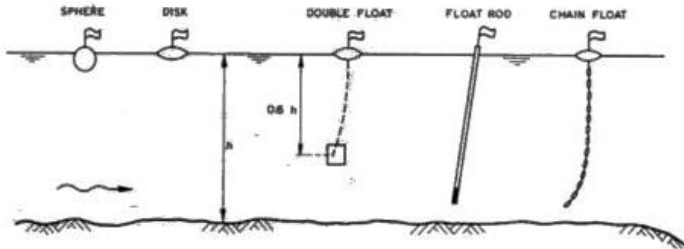
$V_{0,8}$  = kecepatan aliran pada titik 0,8 d (m/s)

## 2.7 Pengukuran dan Perhitungan Kecepatan Aliran Sungai

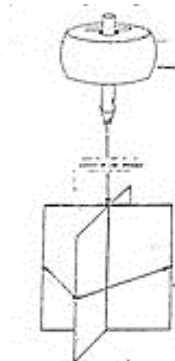
Kecepatan air di setiap segmen sungai dapat ditentukan oleh:

- a) Pelampung permukaan (*surface load*)
- b) Pelampung ganda (*double floats*)
- c) Jenis pelampung lainnya

Berikut gambar jenis pelampung bisa dilihat pada Gambar 2.3 dan Gambar 2.4.



Gambar 2. 3 Jenis Pelampung



Gambar 2. 4 Pelampung Ganda (*Double Floats*)

Pelampung ganda atau *Double Floats* seperti pada Gambar 2.4. dapat digunakan untuk pengukuran kecepatan di kedalaman sungai. *Double Floats* adalah pelampung ganda terdiri dari pelampung permukaan (bola) dan *sub-surface body* pelampung yang dapat diposisikan pada kedalaman 0,6 di bawah permukaan, atau kedalaman yang lain sesuai dengan SNI. Besar koefisien yang digunakan bila *sub-surface body* pelampung berada pada kedalaman 0,6, koefisiennya kira-kira sama dengan 1,0 dan pada 0,5 kedalaman, Koefisiennya kira-kira sama dengan 0,96.

Koefisien ini digunakan bila tidak memungkinkan untuk memeriksa koefisien secara langsung (ISO 748,2007).

## **2.8 Status Mutu Air**

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, mutu air adalah kondisi kualitas air yang diukur dan diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan dengan menggunakan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan. Status mutu air adalah tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan pada baku mutu yang ditetapkan. Penentuan status mutu air dapat menggunakan Metode Storet dan Metode Indeks Pencemar.

### **2.8.1 Metode STORET**

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, Metoda STORET merupakan salah satu metoda untuk menentukan status mutu air yang umum digunakan. Dengan metoda STORET ini dapat diketahui parameter-parameter yang telah memenuhi atau melampaui baku mutu air. STORET adalah singkatan dari *Storage* dan *Retrieval* yang dikembangkan oleh *Enviromental Protection Agency* (EPA-USA) sebagai pangkalan data kualitas air, biologi, dan fisik untuk digunakan oleh berbagai institusi. Secara prinsip metoda STORET adalah membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya guna menentukan status mutu air. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.115 Tahun 2003, kelebihan STORET adalah dapat menggabungkan banyak data parameter kualitas air sehingga gambaran mengenai kualitas air akan lebih komprehensif dan tidak terpaku pada parameter-parameter tertentu. Kekurangan yang dimiliki adalah tidak adanya jumlah parameter tetap yang harus digunakan. Semakin banyak parameter kualitas air yang digunakan dalam perhitungan STORET, maka akan semakin tepat gambaran kualitas air yang didapat.

Cara untuk menentukan status mutu air adalah dengan menggunakan sistem nilai dari "US-EPA (Environmental

Protection Agency)” dengan mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas, yaitu:

- (1) Kelas A: baik sekali, skor = 0 → memenuhi baku mutu
- (2) Kelas B: baik, skor = -1 s/d -10 → cemar ringan
- (3) Kelas C: sedang, skor = -11 s/d -30 → cemar sedang
- (4) Kelas D: buruk, skor  $\geq$  -31 → cemar berat

Awalnya STORET dikembangkan untuk menilai mutu air untuk “specific use” misal peruntukan air minum. Namun belakangan metode tersebut juga dapat dipakai untuk menilai “overall use” air (Anonim, 2011). Penentuan status mutu air menggunakan time series data.

### **2.8.2 Analisis Time Series**

Wei (2006) mengatakan bahwa time series adalah serangkaian pengamatan terhadap suatu variabel yang diambil dari waktu ke waktu dan dicatat secara berurutan menurut urutan waktu kejadiannya dengan interval waktu yang tetap. Sedangkan menurut Cryer (1986) Time series diartikan sebagai serangkaian data yang didapatkan berdasarkan pengamatan dari suatu kejadian pada urutan waktu terjadinya.

Dari suatu data *time series* akan dapat diketahui pola perkembangan suatu peristiwa, kejadian atau variabel. Jika perkembangan suatu peristiwa mengikuti suatu pola yang teratur, maka berdasarkan pola perkembangan tersebut akan dapat diramalkan peristiwa yang bakal terjadi dimasa yang akan datang

### **2.8.3 Metode Indeks Pencemar**

Metode kedua yang direkomendasikan oleh Permen LH No 115 Tahun 2003 yang dikembangkan oleh Sumitomo dan Nemerow (1970) pada Universitas Texas yaitu suatu indeks yang berkaitan dengan senyawa pencemar pada suatu peruntukan. Indeks ini dikenal dengan Indeks Pencemar (Pollution Indeks) yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relative terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Pengelolaan kualitas air atas dasar Indeks Pencemar dapat memberikan masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan air untuk suatu peruntukan serta melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas perairan

akibat kehadiran senyawa pencemar. Indeks Pencemar Air mewakili cara aritmatika untuk mengintegrasikan parameter untuk menilai status kimia dan ekologi perairan pedalaman. IP, berdasarkan parameter fisik dan kimia, telah digunakan untuk sungai Latvia, Yunani, dan Serbia serta untuk Laut Putih. Studi-studi ini menunjukkan bahwa penggunaan indeks ini menyederhanakan evaluasi status dan itu cocok untuk aplikasi untuk jenis tubuh air yang berbeda. Keuntungan dari IP adalah memungkinkan kombinasi parameter yang berbeda; Selain itu, tidak ada batasan dalam jumlah atau jenis parameter yang digunakan (Popovic *et al*, 2016).

Jika  $L_{ij}$  menyatakan konsentrasi dalam baku mutu suatu peruntukan, dan  $C_i$  menyatakan konsentrasi parameter kualitas air pada suatu perairan yang diperoleh dari hasil pengukuran suatu lokasi pada alur sungai maka Indeks Pencemar merupakan fungsi dari:

$$C_i/L_{ij}. P_{ij} = (C_1/L_{1j}, C_2/L_{2j}, C_3/L_{3j}) \dots\dots\dots(2.6)$$

Nilai  $C_i/L_{ij} = 1,0$  ini adalah nilai kritik, jika  $C_i/L_{ij}$  makin besar menunjukkan makin besarnya tingkat pencemaran pada suatu perairan, jika nilai  $C_i/L_{ij}$  dibawah 1 maka kualitas perairan tersebut berada pada baku mutu sesuai dengan peruntukannya.

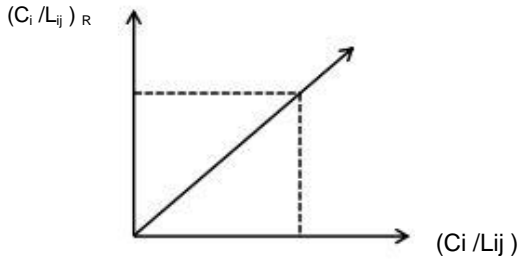
$$P_{ij} = ((C_i/L_{ij})_R, (C_i/L_{ij})_M) \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

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

$(C_i/L_{ij})_M$  = nilai  $C_i/L_{ij}$  maksimal

Jika  $(C_i/L_{ij})_R$  merupakan ordinat dan  $(C_i/L_{ij})_M$  merupakan absis maka  $P_{ij}$  merupakan titik potong dari  $(C_i/L_{ij})_R$  dan  $(C_i/L_{ij})_M$  dalam bidang yang dibatasi oleh kedua sumbu tersebut.



Gambar 2. 5 Pernyataan Indeks pada Suatu Peruntukan  
 Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003

Perairan akan semakin tercemar untuk suatu peruntukan (j) jika nilai  $(C_i/L_{ij})_R$  dan atau  $(C_i/L_{ij})_M$  adalah lebih besar dari 1,0. Jika nilai maksimum dan atau nilai rata-rata dari  $(C_i/L_{ij})$  maka tingkat pencemaran suatu badan air akan semakin besar juga. Jadi panjang garis titik asal hingga titik  $PI_j$  merupakan faktor yang memiliki makna untuk menyatakan tingkat pencemaran.

$$PI_j = m \sqrt{((C_i/L_{ij})_M)^2 + (C_i/L_{ij})_R^2} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

$m$  = faktor penyeimbang Keadaan kritik digunakan untuk menghitung nilai  $m$

$PI_j = 1,0$  jika nilai maksimum  $C_i/L_{ij} = 1,0$  dan nilai rata-rata  $C_i/L_{ij} = 1,0$  maka,  $1,0 = m \sqrt{1^2 + 1^2}$ , maka  $m = \frac{1}{\sqrt{2}}$ , maka

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}{2}} \dots\dots\dots (2.9)$$

Pada Indeks Pencemar ini, mengklasifikasi status mutu air berdasarkan nilai Indeks Pencemarnya (IP). Klasifikasi status mutunya sebagai berikut:

1. Memenuhi baku mutu, dengan nilai IP ( $0 < IP < 1,0$ )
2. Cemar ringan, dengan nilai IP ( $1 < IP < 5$ )

3. Cemar sedang, dengan nilai IP ( $5 < IP < 10$ )
4. Cemar berat, dengan nilai IP ( $10 < IP$ )

### 2.8.5 Prosedur Penggunaan Indeks Pencemar

Jika  $L_{ij}$  menyatakan konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam Baku Mutu suatu Peruntukan Air ( $j$ ), dan  $C_i$  menyatakan konsentrasi parameter kualitas air ( $i$ ) yang diperoleh dari hasil analisis cuplikan air pada suatu lokasi pengambilan cuplikan dari suatu alur sungai, maka  $P_{ij}$  adalah Indeks Pencemar bagi peruntukan ( $j$ ) yang merupakan fungsi dari  $C_i/L_{ij}$ . Harga  $P_{ij}$  ini dapat ditentukan dengan cara:

1. Pilih parameter-parameter yang jika harga parameter rendah maka kualitas air akan membaik
2. Pilih konsentrasi parameter baku mutu yang tidak memiliki rentang
3. Hitung harga  $C_i/L_{ij}$  untuk tiap parameter pada setiap lokasi pengambilan cuplikan.
4. Jika nilai konsentrasi parameter yang menurun menyatakan tingkat pencemaran meningkat, misal DO. Tentukan nilai teoritik atau nilai maksimum  $C_{im}$  (misal untuk DO, maka  $C_{im}$  merupakan nilai DO jenuh). Dalam kasus ini nilai  $C_i/L_{ij}$  hasil pengukuran digantikan oleh nilai  $C_i/L_{ij}$  hasil perhitungan, yaitu:

$$(C_i/L_{ij})_{baru} = \frac{C_{im} - C_i \text{ (hasil pengukuran)}}{C_{im} - L_{ij}} \dots\dots\dots(2.10)$$

5. Jika nilai baku  $L_{ij}$  memiliki rentang
  - untuk  $C_i < L_{ij}$  rata-rata

$$(C_i/L_{ij})_{baru} = \frac{[C_i - (L_{ij}) \text{ rata-rata}]}{\{(L_{ij})_{minimum} - (L_{ij}) \text{ rata-rata}\}} \dots\dots\dots(2.11)$$

- untuk  $C_i > L_{ij}$  rata-rata

$$(C_i/L_{ij})_{baru} = \frac{[C_i - (L_{ij}) \text{ rata-rata}]}{\{(L_{ij})_{maksimum} - (L_{ij}) \text{ rata-rata}\}} \dots\dots\dots(2.12)$$

6. Keraguan timbul jika dua nilai  $(C_i/L_{ij})$  berdekatan dengan nilai acuan 1,0, misal  $C_1/L_{1j} = 0,9$  dan  $C_2/L_{2j} = 1,1$  atau



perbedaan yang sangat besar, misal  $C_3/L_{3j} = 5,0$  dan  $C_4/L_{4j} = 10,0$ . Dalam contoh ini tingkat kerusakan badan air sulit ditentukan. Cara untuk mengatasi kesulitan ini adalah:

- (1) Penggunaan nilai  $(C_i/L_{ij})_{\text{hasil pengukuran}}$  kalau nilai ini lebih kecil dari 1,0
- (2) Penggunaan nilai  $(C_i/L_{ij})_{\text{baru}}$  jika nilai  $(C_i/L_{ij})_{\text{hasil pengukuran}}$  lebih besar dari 1,0

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = 1,0 + P \cdot \log(C_i/L_{ij})_{\text{hasil pengukuran}} \dots\dots\dots(2.13)$$

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

7. Tentukan nilai rata-rata dan nilai maksimum dari keseluruhan  $C_i/L_{ij}$  ( $(C_i/L_{ij})_R$  dan  $(C_i/L_{ij})_M$ )
8. Tentukan harga  $PI_j$

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}{2}} \dots\dots\dots(2.14)$$

## 2.9 Kajian Terdahulu

### 2.9.1 Penentuan Status Mutu Air Kali Wonokromo dengan Metode STORET dan Indeks Pencemar

Purnamasari (2017) meneliti status mutu air Kali Wonokromo dari pintu air Kali Wonokromo (hulu) hingga aliran sungai di Jl. Ir. Soekarno (hilir). Parameter kualitas air yang dianalisis meliputi suhu, pH, DO, BOD, TSS, COD,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , dan  $\text{PO}_4$ . Pengambilan sampel air dilakukan pada musim penghujan. Hasil analisis menunjukkan bahwa status mutu air Kali Wonokromo berdasarkan perhitungan dengan metode STORET adalah cemar sedang. Sedangkan hasil analisis menggunakan metode Indeks Pencemar menunjukkan bahwa status air Kali Wonokromo cemar ringan.

### **2.9.2 Penentuan Status Mutu Air Sungai Kalimas dengan Metode STORET dan Indeks Pencemar**

Penelitian yang dilakukan Sumaji (2017) mengambil Sungai Kalimas (segmen Taman Prestasi – Jembatan Petekan). Parameter kualitas air yang dianalisis meliputi suhu, TSS, pH,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , BOD, COD, dan DO. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada musim penghujan. Status mutu air Sungai Kalimas berdasarkan metode STORET berada pada kondisi tercemar berat. Hasil penggunaan metode Indeks Pencemar menunjukkan status mutu air tercemar ringan.

### **2.9.3 Penentuan Status Pencemaran Kualitas Air dengan Metode STORET dan Indeks Pencemar (Studi Kasus: Sungai Indragiri RUas Kuantan Tengah)**

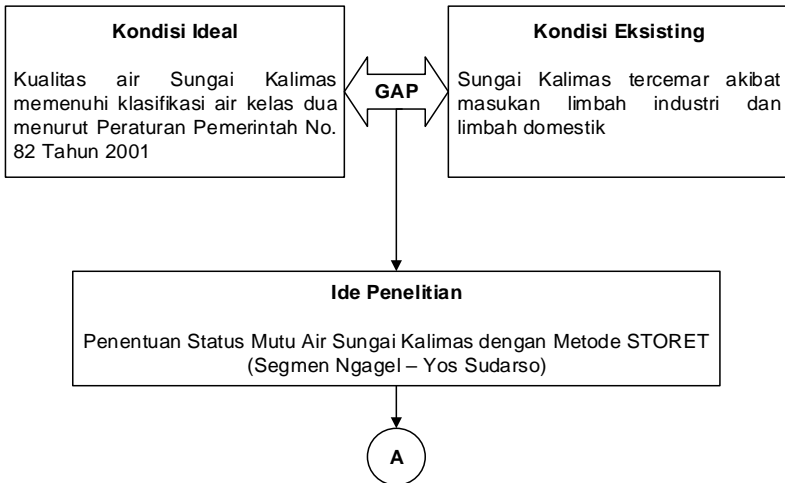
Kajian dilakukan dengan pengambilan sampel air di dua titik penamatan yang terbentang pada ruas Kuantan Tengah sepanjang 1 km. Sampel air kemudian dianalisis menggunakan 24 parameter, baik parameter fisik, kimia, maupun biologis. Berdasarkan baku mutu I (Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001), status pencemaran air pada sungai Indragiri untuk metode STORET adalah cemar berat dan metode Indeks Pencemar cemar sedang. Berdasarkan baku mutu II, status pencemaran air untuk metode STORET adalah cemar sedang dan metode Indeks Pencemar adalah cemar sedang.

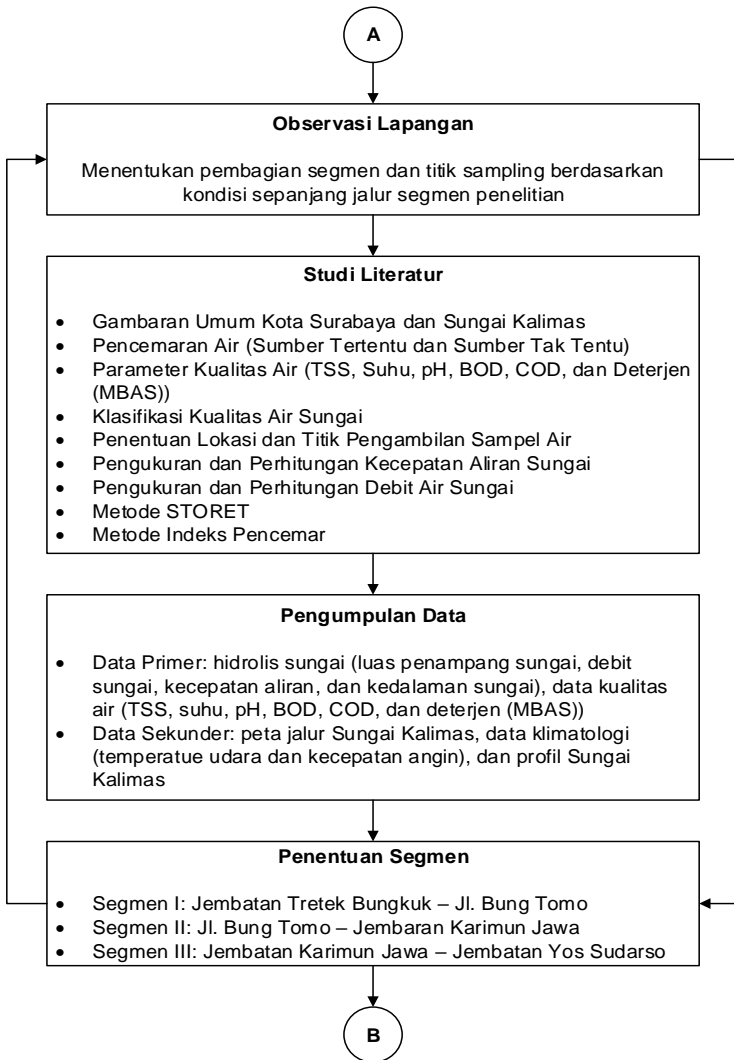
## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

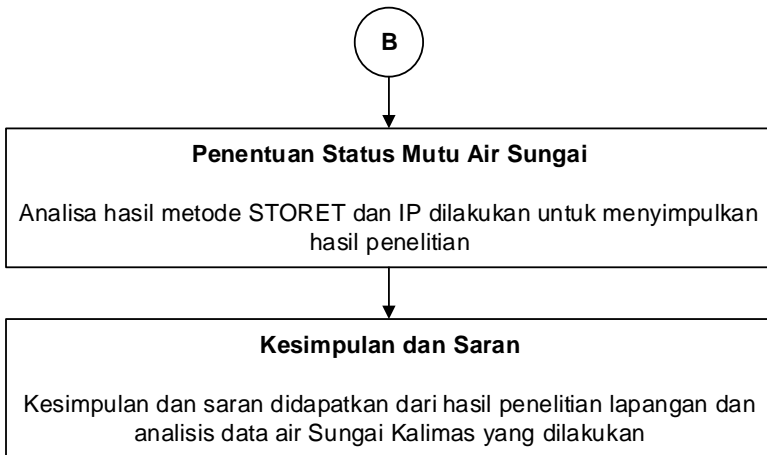
### 3.1 Kerangka Pelaksanaan Penelitian

Kerangka pelaksanaan penelitian merupakan dasar dan alur pemikiran yang digunakan untuk melaksanakan tahapan penelitian. Kerangka pelaksanaan penelitian dibuat dalam bentuk gambaran visual tahapan penelitian untuk mempermudah peneliti dalam melaksanakan penelitian. Tujuan dibuat kerangka penelitian adalah sebagai pedoman untuk melaksanakan penelitian sehingga dapat memudahkan dalam pelaksanaan penelitian dan mengurangi risiko yang dapat terjadi selama berlangsungnya penelitian.

Kerangka penelitian ini digunakan sebagai pedoman dalam melakukan penelitian dimana belum ada kajian atau penelitian mengenai status mutu air Sungai Kalimas (segmen Ngagel –Yos Sudarso) menggunakan metode STORET dan Indeks Pencemar. Kerangka penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.1.







Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian

### 3.2 Ide Penelitian

Ide penelitian merupakan keluaran dari hasil analisis adanya gap antara kondisi eksisting dan kondisi ideal. Idealnya kualitas air sungai Kalimas memenuhi baku mutu kelas II menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 dan status mutu air sungai diteliti dari bagian hulu hingga hilir secara keseluruhan. Namun, keadaan eksisting menunjukkan banyaknya air limbah yang dibuang ke Kalimas dari berbagai sumber, baik *point source* maupun *non-point source* dan penelitian yang telah dilakukan hanya mengkaji sebagian segmen sungai. Sehingga, muncul ide untuk melakukan kajian status mutu air sungai Kalimas dari hulu (kawasan Ngagel) hingga Jl. Yos Sudarso (batas segmen yang telah dikaji).

### 3.3 Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan setelah penentuan ide penelitian. Observasi ini bertujuan untuk mengetahui keadaan sekitar sungai sehingga dapat ditentukan letak titik sampling air dan pembagian segmen Sungai Kalimas.

### 3.4 Studi Literatur

Studi literature dibutuhkan untuk mendapatkan teori yang digunakan sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian. Sumber

literatur yang digunakan dalam penelitian dapat berasal dari jurnal, peraturan pemerintah, dan laporan tugas akhir yang berhubungan dengan penelitian serta *text book*.

### 3.5 Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data yang dikumpulkan disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Berikut ini merupakan detail data yang digunakan pada penelitian ini.

1. Pengumpulan data primer: data hidrolis sungai (luas penampang sungai, debit sungai, kecepatan aliran, dan kedalaman sungai), data kualitas (TSS, suhu, pH, BOD, COD dan deterjen (MBAS))
2. Pengumpulan data sekunder: peta Jalur Sungai Kalimas, data klimatologi (temperatur udara), dan profil Sungai Kalimas

### 3.6 Penentuan Segmen

Dalam penelitian ini Sungai Kalimas yang akan diteliti adalah di mulai dari hulu Sungai Kalimas (Ngagel) hingga jembatan Yos Sudarso. Panjang segmen yang dianalisis sepanjang 4,8 km. Segmen akan dibagi menjadi 3 segmen dengan jumlah 4 titik. Data lokasi pembagian segmen dilakukan dengan observasi lapangan dan meninjau peta lokasi Sungai Kalimas. Pembagian segmen Sungai Kalimas pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Gambar 3.3.

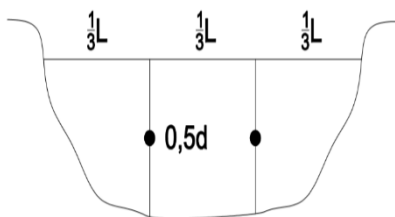
Tabel 3. 1 Pembagian Segmen Sungai Kalimas

Segmen	Panjang (km)	Koordinat	
		Hulu	Hilir
Jembatan Tretek Bungkuk – Jl. Bung Tomo	1	7°17'49.1"S 112°44'30.5"E	7°17'19.5"S 112°44'39.5"E
Jl. Bung Tomo – Jembatan Karimu Jawa	2	7°17'19.5"S 112°44'39.5"E	7°16'21.6"S 112°44'40.6"E
Jembatan Karimun Jawa – Jembatan Yos Sudarso	1,8	7°16'21.6"S 112°44'40.6"E	7°15'44.2"S 112°44'46.6"E

Sumber: *Google Earth* (2018)

Dalam penelitian ini, sampel air pada hulu sungai diambil pada pukul 07.00 WIB karena jam ini aktivitas puncak kegiatan domestik masyarakat dilakukan (Sumaji, 2017). Titik sampling berikutnya diambil berdasarkan kecepatan aliran (fungsi waktu) sungai dimana air pada titik pertama tiba pada titik kedua. Penentuan titik sampling didasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.57:2008 dilihat dari debit sungai. Pengambilan sample air dilakukan disetiap titik selama tujuh hari berturut-turut untuk membentuk data *time series*.

Pengukuran debit dilakukan dengan menggunakan dua cara yaitu alat dan pengukuran manual. Pengukuran kecepatan aliran dapat dilakukan dengan alat ukur pelampung. Ketentuan pelaksanaan pengukuran kecepatan aliran dengan pelampung berdasarkan SNI 8066:2015. Metode pengambilan contoh air permukaan dilakukan sesuai SNI 6989.57:2008. Berikut contoh teknik pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Contoh Pengambilan Sampel  
Sumber: Badan Standardisasi Nasional (2008)

### 3.7 Analisis Data

#### 3.7.1 Penentuan Kualitas Air Sungai

Menetapkan kelayakan kualitas air sungai dilakukan dengan membandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dengan nilai baku mutu berdasarkan PP No. 82 tahun 2001, tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

#### 3.7.2 Penentuan Status Mutu Air

Analisa hasil metode STORET dan Indeks Pencemar dilakukan untuk menyimpulkan hasil penelitian. Hasil analisa parameter selanjutnya dilakukan perhitungan dengan

menggunakan metode STORET dan Indeks Pencemar untuk menentukan status mutu pada setiap titik pengambilan sampel. Perhitungan dengan menggunakan metode STORET dan Indeks Pencemar didasarkan pada tinjauan pustaka. Hasil perhitungan tersebut kemudian dianalisa kecenderungan (tren) dari setiap perubahan status mutu sepanjang segmen Sungai Kalimas.

### **3.8 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan dan saran didapatkan dari hasil penelitian lapangan dan analisis data air Sungai Kalimas yang dilakukan berupa status mutu air Sungai Kalimas berdasarkan metode STORET dan Indeks Pencemaran. Selain itu, akan diajukan rekomendasi pengelolaan Sungai Kalimas berdasarkan hasil status mutu airnya.





Gambar 3. 3 Segmen Penelitian  
 Sumber: *Google Earth* (2018)

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## BAB IV` HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Penentuan Segmen Sungai Kalimas

Panjang Sungai Kalimas yang digunakan dalam penelitian ini adalah 4.8 km dari hulu (Jembatan Tretek Bungkuk) hingga Jl. Yos Sudarso. Sungai Kalimas sepanjang segmen penelitian dibagi menjadi 3 segmen yang masing-masing dibatasi oleh jembatan. Penentuan segmen bertujuan untuk mempermudah analisa perubahan kualitas air sepanjang aliran Sungai Kalimas. Penggunaan jembatan pada awal dan akhir segmen bertujuan untuk mempermudah pengambilan sampel air dan mendapatkan data hidrolik seperti kecepatan dan debit. Penentuan segmen selain didasarkan pada adanya tempat untuk pengambilan sampel juga didasarkan pada adanya belokan, masukan air limbah, maupun perubahan dimensi sungai. Pembagian segmen ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Segmentasi Sungai Kalimas

Segmen	Jarak dari Hulu (km)
Jembatan Tretek Bungkuk – Jl. Bung Tomo	0 - 1
Jl. Bung Tomo – Jembatan Karimu Jawa	1 - 3
Jembatan Karimun Jawa – Jl. Yos Sudarso	3 - 4,8

Sumber: Hasil Pengamatan, 2018

- 1. Segmen I (Jembatan Tretek Bungkuk – Jl. Bung Tomo)**  
Segmen I merupakan segmen awal atau hulu pada koordinat 7°17'49.1"S 112°44'30.5"E sampai 7°17'19.5"S 112°44'39.5"E dengan jarak 1 km. Segmen I ini dibagi berdasarkan karakteristik kualitas air sungai dengan pemasukan aliran dari Sungai Darmo Kali. Segmen merupakan kawasan pemukiman, perniagaan, perhotelan dan sekolahan. Segmen dapat dilihat pada Gambar 4.1.

## **2. Segmen II (Jl. Bung Tomo – Jembatan Karimun Jawa)**

Segmen II merupakan segmen yang terletak pada koordinat  $7^{\circ}17'19.5''\text{S}$   $112^{\circ}44'39.5''\text{E}$  sampai  $7^{\circ}16'21.6''\text{S}$   $112^{\circ}44'40.6''\text{E}$ . dengan jarak 2 km. Segmen II ini dibagi berdasarkan karakteristik kualitas air sungai dengan pemasukan aliran dari saluran Kalibokor. Segmen ini merupakan kawasan pemukiman, perniagaan dan sekolahan. Segmen dapat dilihat pada Gambar 4.2.

## **3. Segmen III (Jembatan Karimun Jawa – Jl. Yos Sudarso)**

Segmen III merupakan segmen yang terletak pada koordinat  $7^{\circ}16'21.6''\text{S}$   $112^{\circ}44'40.6''\text{E}$  sampai  $7^{\circ}15'44.2''\text{S}$   $112^{\circ}44'46.6''\text{E}$  dengan jarak 1,8 km. Segmen III ini dibagi berdasarkan karakteristik kualitas air sungai dengan pemasukan aliran dari saluran yang berasal dari Jalan Sumatera. Segmen ini merupakan kawasan perniagaan, perhotelan, perkantoran, sekolah dan rumah sakit. Segmen dapat dilihat pada Gambar 4.3.

### **4.2 Analisis Kondisi Hidrolik Sungai Kalimas**

Kondisi hidrolik Sungai Kalimas meliputi kedalaman sungai, lebar sungai, kecepatan aliran, dan debit air. Data hidrolik diperoleh dari data primer yaitu pengukuran di lapangan setiap hari selama 7 hari berturut-turut mulai tanggal 29 September 2018 hingga 5 Oktober 2017. Analisis kondisi hidrolik dilakukan di masing-masing titik pengambilan sampel air.

Kecepatan aliran Sungai Kalimas diperoleh melalui pengukuran menggunakan pelampung ganda (*double floats*). Teknik pengukuran yang digunakan adalah metode satu titik dimana pengukuran kecepatan air dilakukan pada kedalaman 0,6d (0,6 kali kedalaman air). Untuk itu diperlukan pengukuran kedalaman sungai sebelum bisa mengukur kecepatan aliran. Kemudian ditetapkan jarak tempuh pelampung, dalam penelitian ini 5 meter, dan diukur waktu tempuh pelampung untuk jarak yang telah ditentukan. Kecepatan aliran dihitung dengan persamaan 2.1. Hasil pengukuran kecepatan aliran dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 1 Segmen I (Jembatan Tretek Bunguk – Jl. Bung Tomo)  
 Sumber: *Google Earth* (2018)

**Halaman ini sengaja dikosongkan**



Gambar 4. 2 Segmen II (JI. Bung Tomo – Jembatan Karimun Jawa )  
 Sumber: *Google Earth* (2018)

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

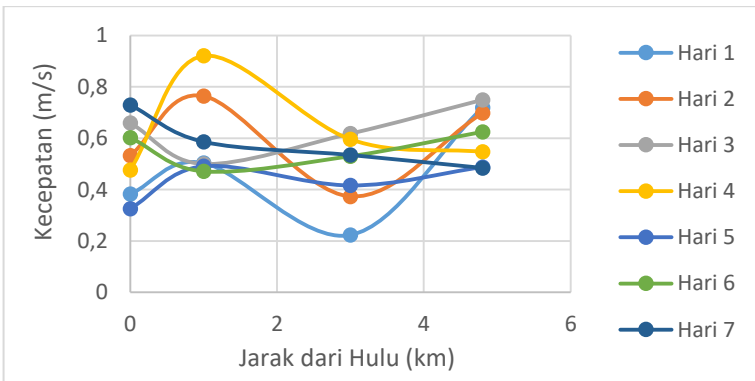




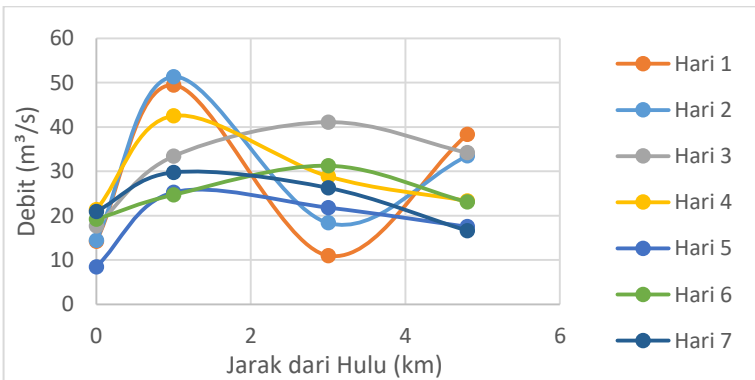
Gambar 4. 3 Segmen III (Jembatan Karimun Jawa – Jl. Yos Sudarso)  
 Sumber: *Google Earth* (2018)

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

Debit air Sungai Kalimas diperlukan sebagai data pembandingan terhadap fluktuasi konsentrasi parameter pencemar sungai. Data debit air dapat diperoleh melalui pengukuran kedalaman, lebar penampang basah sungai, dan hasil perhitungan kecepatan aliran. Luas penampang basah sungai dihitung berdasarkan hasil pengukuran kedalaman dan lebar penampang. Kemudian debit air dihitung menggunakan persamaan 2.2. Hasil perhitungan debit air sungai dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 4 Kecepatan Aliran Sungai Kalimas  
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)



Gambar 4. 5 Debit Air Sungai Kalimas  
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Kecepatan aliran paling tinggi terdapat pada jarak 1 km dari hulu di hari ke-4 dengan nilai mencapai 0,92 m/s. Sedangkan kecepatan aliran paling rendah terdapat pada jarak 3 km dari hulu di hari ke 1 dengan nilai 0,22 m/s. Berbanding lurus dengan kecepatan aliran, debit air paling tinggi terdapat pada jarak 1 km dari hulu di hari ke-2 dengan nilai 51,33 m<sup>3</sup>/s dan debit terendah terjadi pada jarak 3 km dari hulu di hari ke-1 dengan nilai 10,97 m<sup>3</sup>/s. Kedua grafik menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan aliran maka semakin besar debit air, sebaliknya apabila kecepatan aliran menurun maka semakin turun pula debit air.

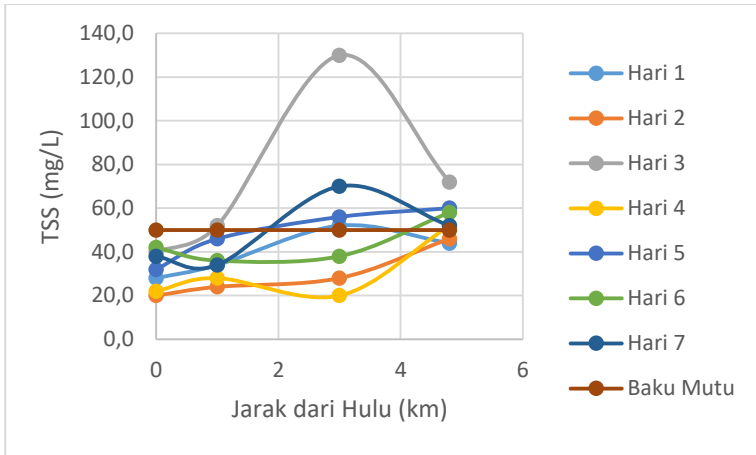
#### **4.3 Analisis Kualitas Air Sungai Kalimas**

Menurut SNI 6989.57:2008, pengambilan sampel dengan debit sungai 5 – 150 m<sup>3</sup>/s diambil pada jarak 1/3 dan 2/3 lebar sungai pada kedalaman 0,5 kali kedalaman dari permukaan. Hal ini dilakukan agar diperoleh data kualitas air Sungai Kalimas yang representatif. Pada penelitian ini dianalisa 6 parameter kualitas air yaitu TSS, suhu, pH, BOD, COD dan deterjen (MBAS). Baku mutu yang digunakan adalah baku mutu air kelas II sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Pengambilan sampel air dilakukan di setiap titik selama 7 hari berturut-turut. Ketentuan metode pengambilan sampel disesuaikan dengan hasil perhitungan debit air saat itu. Sampel air kemudian dianalisis di Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan, Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

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

Baku mutu TSS untuk klasifikasi air kelas II adalah 50 mg/L. Hasil uji laboratorium konsentrasi TSS selama 7 hari ditunjukkan pada Gambar 4.6. Grafik tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi TSS dari hulu hingga hilir mengalami kenaikan secara signifikan, dari rata-rata 40 mg/L hingga sekitar 50 mg/L. Hal ini dikarenakan adanya belokan dan perbedaan dimensi di sepanjang aliran sungai yang mempengaruhi kecepatan aliran sungai. Tren TSS berkorelasi dengan tren kecepatan aliran karena semakin rendah kecepatan aliran air maka partikel padatan makin mudah mengendap.



Gambar 4. 6 Konsentrasi TSS di Sungai Kalimas  
 Sumber: Hasil Uji Laboratorium (2018)

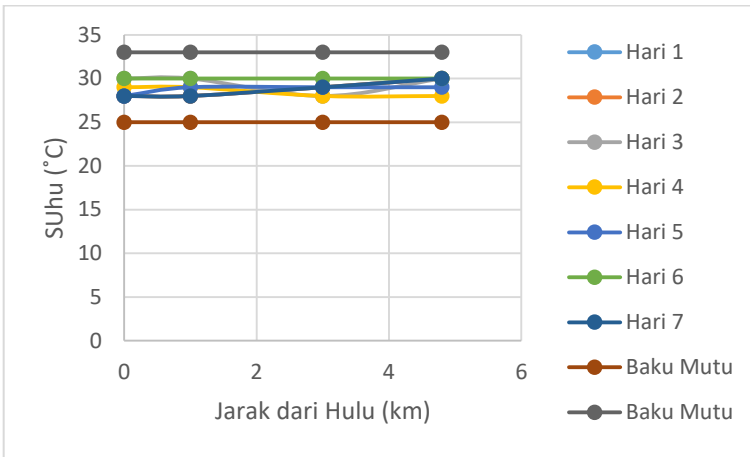
Kenaikan TSS diantaranya disebabkan oleh masukan saluran dari kanan dan kiri sungai, seperti saluran Kalibokor. TSS juga dipengaruhi oleh kedalaman sungai, dimana kadar TSS tertinggi ditemukan pada titik ke-3 yang merupakan titik paling dangkal ( $\pm 1,5$  m).

#### 4.3.2 Suhu

Pada baku mutu air kelas II, suhu air maksimum memiliki deviasi 3 terhadap suhu ambien. Berdasarkan Statistik Kota Surabaya (2018), rata-rata suhu di Kota Surabaya berkisar  $27,91^{\circ}\text{C}$  hingga  $30,20^{\circ}\text{C}$ . Sehingga, suhu air sungai seharusnya berada antara  $25^{\circ}\text{C}$  -  $33^{\circ}\text{C}$ . Pengukuran suhu air dilakukan saat sampel air diambil menggunakan thermometer alkohol. Hasil pengukuran suhu air Sungai Kalimas ditunjukkan pada Gambar 4.7. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu air Sungai Kalimas pada saat pengambilan sampel air masih dalam rentang yang diperbolehkan.

Menurut Agustining (2012), tinggi rendah suhu air sungai dipengaruhi oleh suhu udara sekitarnya dan intensitas paparan

sinar matahari yang masuk ke badan air, intensitas sinar matahari dipengaruhi oleh penutupan awan, musim dan waktu dalam hari, semakin banyak intensitas sinar matahari yang mengenai badan air maka akan membuat suhu air sungai semakin tinggi.



Gambar 4. 7 Suhu Air Sungai Kalimas  
Sumber: Hasil Pengukuran (2018)

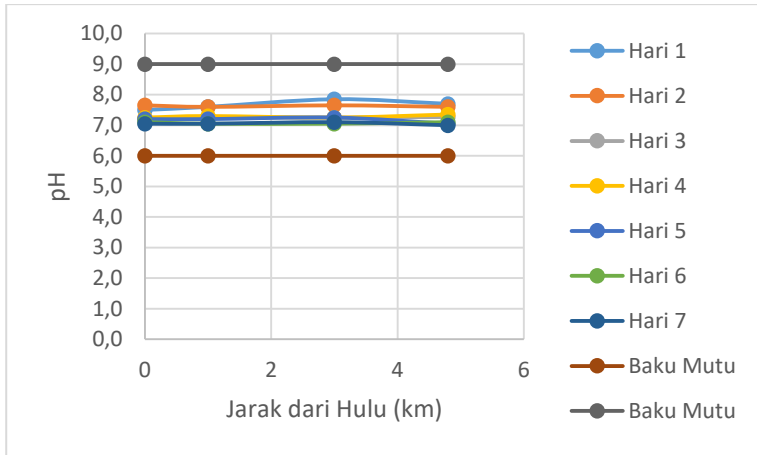
Grafik di atas menunjukkan bahwa suhu air dari hulu ke hilir cenderung meningkat. Hal ini disebabkan waktu pengambilan sampel yang semakin siang, dimana suhu udara ambien dan paparan sinar matahari juga meningkat.

#### 4.3.3 Derajat Keasaman (pH)

Rentang pH yang diperbolehkan pada baku mutu air kelas II adalah 6 – 9. Hasil pengukuran pH pada sampel air disajikan pada Gambar 4.8. Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa pH air Sungai Kalimas dalam 7 hari pengambilan sampel air berada pada rentang yang aman, dengan nilai 7 hingga 7,85.

Menurut Maniagasi dkk (2013), rendahnya pH suatu perairan disebabkan oleh kandungan asam sulfat yang terkandung pada perairan cukup tinggi. Sebaliknya untuk tingginya pH suatu

perairan dapat disebabkan oleh tingginya kapur yang masuk ke perairan tersebut.

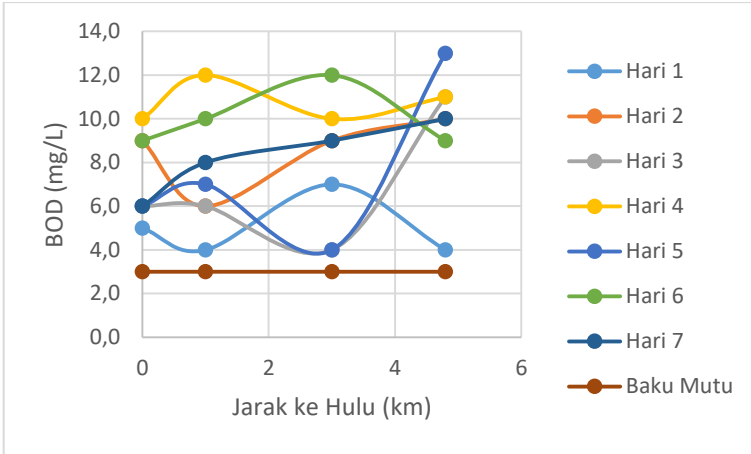


Gambar 4. 8 pH Air Sungai Kalimas  
Sumber: Hasil Uji Laboratorium (2018)

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

Pada baku mutu air kelas II konsentrasi maksimal BOD<sub>5</sub> dalam air adalah 3 mg/l. Hasil uji laboratorium BOD ditunjukkan pada Gambar 4.9. Grafik tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi BOD pada semua titik di semua hari melebihi baku mutu dengan nilai tertinggi mencapai 13 mg/L.

Fluktusi konsentrasi BOD terjadi sejak di hulu sungai. Hal ini mengindikasikan adanya fluktuasi buangan limbah yang dibawa oleh Kali Surabaya. Kenaikan BOD terjadi pada dari titik 3 ke 4. Peningkatan konsentrasi BOD dipengaruhi oleh peningkatan beban buangan organik ke badan air. Di sepanjang segemen tersebut terdapat masukan limbah dari supermall, rumah sakit dan perhotelan sebagai *point sources*. Konsentrasi BOD juga dipengaruhi oleh TSS karena TSS menyatakan jumlah padatan tarsuspensi terlarut organik maupun anorganik (Tchobanoglous, *et al.*, 2014)



Gambar 4. 9 Konsentrasi BOD di Sungai Kalimas  
Sumber: Hasil Uji Laboratorium (2018)

#### 4.3.5 Chemical Oxygen Demand (COD)

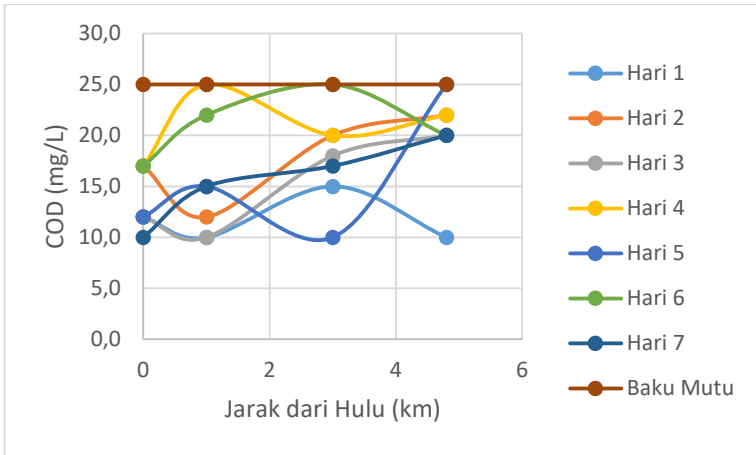
Baku mutu parameter COD untuk air kelas II adalah 25 mg/L. Hasil uji laboratorium parameter COD pada sampel air Sungai Kalimas ditunjukkan pada Gambar 4.10. Hasil uji menunjukkan bahwa parameter COD di semua titik pengambilan sampel memenuhi baku mutu, namun nilainya sudah mendekati batas yang diperbolehkan.

Tren COD berhubungan lurus dengan tren BOD. Korelasi ini dikarenakan nilai BOD termasuk ke dalam nilai COD yang merupakan nilai polutan organik biodegradable dan non-biodegradable. Kenaikan COD disebabkan adanya masukan polutan organik baik dari kegiatan permukiman maupun masukan dari saluran di kanan-kiri sungai. Sedangkan penurunan COD disebabkan adanya proses degradasi polutan organik oleh sungai (*self purification*).

Menurut Ramadhani dkk (2016), *self purification* adalah kemampuan alamiah dari air sungai dalam melakukan proses penjernihan kembali. Konsentrasi polutan yang tinggi dapat menyebabkan proses dekomposisi secara biologis tidak mampu untuk mengurangi beban pencemar dan akhirnya dekomposisi

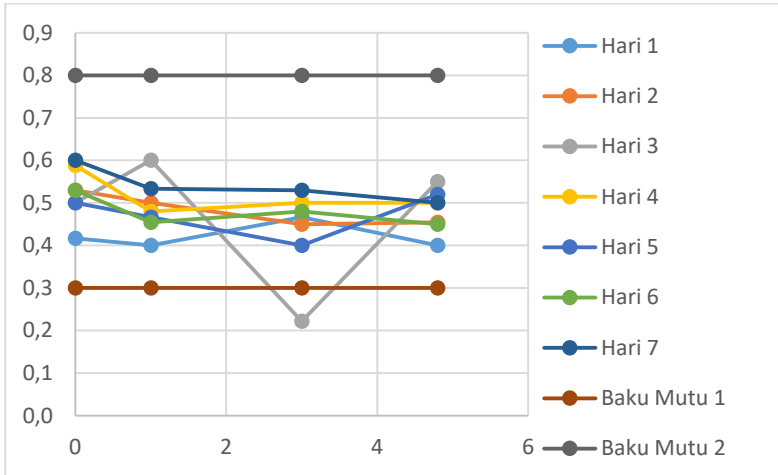


secara kimiawi mulai aktif membantu memecah dan menguraikan beban pencemar yang masuk ke aliran air sungai.



Gambar 4. 10 Konsentrasi COD di Sungai Kalimas  
Sumber: Hasil Uji Laboratorium (2018)

#### 4.3.6 BOD/COD



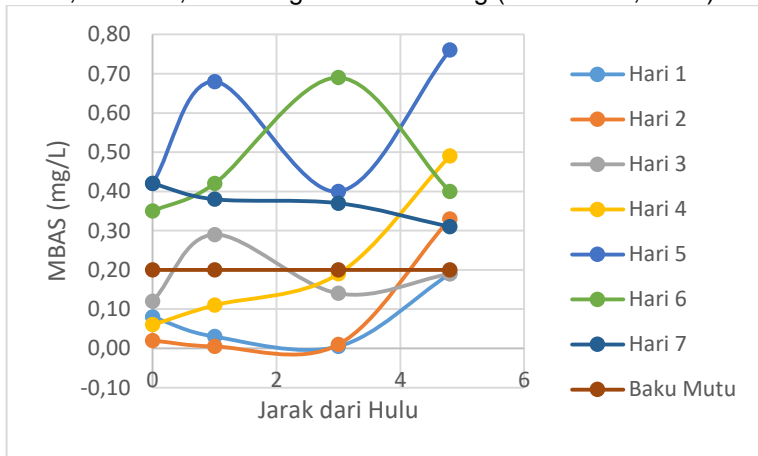
Berdasarkan Tchobanoglous et. al., tipikal rasio BOD/COD untuk air limbah domestik yang belum diolah adalah 0,3-0,8. Jika ratio dibawah 0,3 berarti komponen limbah mengandung toksin dan dibutuhkan aklimatisasi mikroorganisme untuk stabilisasi. Dari sepanjang segmen sungai, semua beradai diatas 0,3 kecuali pada titik ke 3 di hari ke 3. Hal ini membuat sungai tidak memiliki kemampuan untuk *self purification*. Jika tidak dapat melakukan *self purification*, sungai....

#### 4.3.7 Deterjen (MBAS)

Baku mutu deterjen pada baku air kelas II sebesar 200 µg/L (0,2 mg/L). Analisis deterjen direpresentasikan dengan kadar surfaktan anion secara MBAS (*Methylen Blue Active Surfactan*). Hasil uji laboratorium ditunjukkan pada Gambar 4.11. Hasil uji memperlihatkan beberapa sampel yang tidak memenuhi baku mutu, terutama sampel pada titik ke-4.

Limbah deterjen dihasilkan oleh penggunaan deterjen oleh aktivitas *laundry* masyarakat maupun perhotelan yang menyediakan jasa *laundry*. Konsentrasi deterjen di titik ke-4 meningdikasikan adanya akumulasi limbah deterjen di hilir aliran

sungai. Akumulasi deterjen dalam air dapat meningkatkan nilai kandungan COD, BOD, DO, dan angka permanganate (Wulandari, 2017). Selain kandungan surfaktan anionic, limbah *laundry* juga mengandung fosfat. Fosfat terlarut adalah salah satu bahan nutrisi yang menstimulasi pertumbuhan alga dan rumput-rumputan dalam danau, estuaria, dan sungai berair tenang (Utomo dkk, 2018).



Gambar 4. 11 Konsentrasi Deterjen (MBAS) di Sungai Kalimas  
Sumber: Hasil Uji Laboratorium (2018)

#### 4.4 Penentuan Status Mutu Air Sungai Kalimas

Penentuan status mutu air Sungai Kalimas dilakukan setelah analisa kualitas air sungai. Penentuan status mutu ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai hasil uji laboratorium dan pengukuran setiap parameter dengan baku mutu yang ditetapkan.

##### 4.4.1 Analisis dengan Metode STORET

Perhitungan STORET dapat dilakukan setelah semua parameter kualitas air yang diuji telah dianalisa. Baku mutu yang digunakan adalah baku mutu air kelas II berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001.

Penentuan status mutu air dengan menggunakan metoda STORET dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Lakukan pengumpulan data kualitas air dan debit air secara periodik sehingga membentuk data dari waktu ke waktu (time series data)
2. Bandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dengan nilai baku mutu yang sesuai dengan kelas air.
3. Jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran < baku mutu) maka diberi skor 0.
4. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran > baku mutu), maka diberi skor:

Tabel 4. 2 Penentuan Sistem Nilai untuk Status Mutu Air

Jumlah contoh <sup>1)</sup>	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
<10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-Rata	-3	-6	-9
≥10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-Rata	-6	-12	-18

Sumber: Canter (1997)

Catatan: <sup>1)</sup> jumlah parameter yang digunakan untuk penentuan status mutu air.

5. Jumlah negative dari seluruh parameter dihitung dan ditentukan status mutunya dari jumlah skor yang didapat dengan menggunakan sistem nilai

Berikut contoh perhitungan dengan metode STORET di titik ke-1. Dalam menghitung skor untuk tiap parameter digunakan Tabel 4.2. dengan jumlah parameter yang dipakai <10.

### Parameter Fisika

#### 1. TSS

- Standar baku mutu air kelas II = 50 mg/l
- Nilai maksimum TSS = 42 mg/l → 0
- Nilai minimum TSS = 20 mg/l → 0
- Nilai rata-rata TSS = 31,7 mg/l → 0

- Skor parameter TSS =  $0 + 0 + 0 = 0$

## 2. Suhu

- Standar baku mutu air kelas II = deviasi 3  
- Nilai maksimum suhu =  $30\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow 0$   
- Nilai minimum suhu =  $28\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow 0$   
- Nilai rata-rata suhu =  $28,71\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow 0$   
- Skor parameter suhu =  $0 + 0 + 0 = 0$

## Parameter Kimia

### 3. pH

- Standar baku mutu air kelas II =  $6 - 9$   
- Nilai maksimum pH =  $7,65 \rightarrow 0$   
- Nilai minimum pH =  $7,05 \rightarrow 0$   
- Nilai rata-rata pH =  $7,27 \rightarrow 0$   
- Skor parameter pH =  $0 + 0 + 0 = 0$

### 4. BOD<sub>5</sub>

- Standar baku mutu air kelas II =  $3\text{ mg/l}$   
- Nilai maksimum BOD<sub>5</sub> =  $10\text{ mg/l} \rightarrow -2$   
- Nilai minimum BOD<sub>5</sub> =  $5\text{ mg/l} \rightarrow -2$   
- Nilai rata-rata BOD<sub>5</sub> =  $7,29\text{ mg/l} \rightarrow -6$   
- Skor parameter BOD<sub>5</sub> =  $(-2) + (-2) + (-6) = -10$

### 5. COD

- Standar baku mutu air kelas II =  $25\text{ mg/l}$   
- Nilai maksimum COD =  $17\text{ mg/l} \rightarrow 0$   
- Nilai minimum COD =  $10\text{ mg/l} \rightarrow 0$   
- Nilai rata-rata COD =  $13,38\text{ mg/l} \rightarrow 0$   
- Skor parameter COD =  $0 + 0 + 0 = 0$

### 6. MBAS

- Standar baku mutu air kelas II =  $0,0002\text{ mg/l}$   
- Nilai maksimum MBAS =  $0,42\text{ mg/l} \rightarrow -2$   
- Nilai minimum MBAS =  $0,02\text{ mg/l} \rightarrow -2$   
- Nilai rata-rata MBAS =  $0,21\text{ mg/l} \rightarrow -6$   
- Skor parameter MBAS =  $(-2) + (-2) + (-6) = -10$

## Total Skor

- Skor parameter TSS =  $0$   
- Skor parameter suhu =  $0$   
- Skor parameter pH =  $0$

- Skor parameter BOD<sub>5</sub> = -10
  - Skor parameter COD = 0
  - Skor parameter MBAS = -10 +
- = -20 (Tercemar Sedang)

Hasil perhitungan tiga titik lainnya dapat dilihat pada table berikut.  
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan STORET pada Sungai Kalimas

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu	Satuan	Hasil Pengukuran			Skor
					Maks	Min	Rata-rata	
1	0	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/l	42	20	31.70	0
		Suhu	Devi-asi 3	°C	30	28	28.71	0
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 – 9	Tanpa Satuan	7.65	7.05	7.28	0
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L O <sub>2</sub>	10	5	7.29	-10
		COD	25	mg/L O <sub>2</sub>	17	10	13.38	0
		MBAS	0.2	mg/L LAS	0.42	0.02	0.21	-10
<b>Total</b>							<b>-20</b>	
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu	Satuan	Hasil Pengukuran			Skor
					Maks	Min	Rata-rata	
2	1	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/l	52	24	36.28	-1
		Suhu	Devi-asi 3	°C	30	28	28.85	0
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 – 9	Tanpa Satuan	7.6	7.05	7.29	0
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L O <sub>2</sub>	12.00	4.00	7.57	-10
		COD	25	mg/L O <sub>2</sub>	25.00	10.00	15.57	0

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu	Satuan	Hasil Pengukuran			Skor
					Maks	Min	Rata-rata	
		MBAS	0.2	mg/L LAS	0.68	0.01	0.27	-10
		<b>Total</b>						<b>-20</b>
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu	Satuan	Hasil Pengukuran			Skor
					Maks	Min	Rata-rata	
3	3	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/l	130.00	20.0	56.29	-4
		Suhu	Devi-asi 3	°C	30	28	28.86	0
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 – 9	Tanpa Satuan	7.85	7.05	7.343	0
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L O <sub>2</sub>	12.00	4.00	7.857	-10
		COD	25	mg/L O <sub>2</sub>	10.00	25.0	17.86	0
		MBAS	0.2	mg/L LAS	0.76	0.19	0.258	-10
		<b>Total</b>						<b>-24</b>
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu	Satuan	Hasil Pengukuran			Skor
					Maks	Min	Rata-rata	
4	4.8	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/l	44.00	72.0	54.86	-4
		Suhu	Devi-asi 3	°C	30	28	29.57	0
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 – 9	Tanpa Satuan	7.70	7.00	7.30	0
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L O <sub>2</sub>	13.00	4.00	9.71	-10
		COD	25	mg/L O <sub>2</sub>	25.00	10.0	19.86	0
		MBAS	0.2	mg/L LAS	0.76	0.19	0.38	-10
		<b>Total</b>						<b>-24</b>

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Tabel 4.3 merupakan rekap status mutu air Sungai Kalimas pada setiap titik sepanjang segmen penelitian dengan STORET. Status mutu air ini berdasarkan rekap pengukuran selama 7 hari berturut-turut.

Tabel 4. 4 Rekap Status Mutu Air Sungai Kalimas dengan Metode STORET

<b>Titik</b>	<b>Jarak dari Hulu</b>	<b>Skor Storet</b>	<b>Status Mutu</b>
1	0 km	-20	Tercemar Sedang
2	1 km	-20	Tercemar Sedang
3	3 km	-24	Tercemar Sedang
4	4.8 km	-24	Tercemar Sedang

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)



Gambar 4. 12 Grafik Nilai STORET pada Sungai Kalimas  
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh status mutu air sepanjang Sungai Kalimas adalah tercemar sedang. Hal ini dibuktikan dengan



skor STORET yang berada pada rentang -11 hingga -30. Skor sepanjang sungai relatif konstan yaitu berada pada rentang (-20) hingga (-24). Kondisi tersebut disebabkan oleh nilai parameter seperti TSS, BOD<sub>5</sub> dan MBAS. Parameter tersebut tidak memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan sehingga mengakibatkan skoring STORET yang bernilai semakin negatif.

#### 4.4.2 Analisis dengan Metode Indeks Pencemar (IP)

Analisis dengan metode Indeks Pencemar juga dihitung setelah semua parameter selesai dianalisa. Hal yang membedakan perhitungan metode Indeks Pencemar dengan STORET adalah bahwa status mutu air ditentukan dengan dasar-dasar perhitungan yang telah dijabarkan pada sub bab 2.8.4. Hasil rekap perhitungan Indeks Pencemar tiap segmen disajikan pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.13.

Contoh perhitungan IP hari 1 di Titik 1 (0 Km)

##### 1. TSS

- Baku Mutu TSS (Li) = 50 mg/l
- Konsentrasi TSS (Ci) = 28 mg/l
- Ci/Li = 28/50 = 0,56

Karena nilai Ci/Li < 1, maka digunakan nilai Ci/Li sesuai hasil perhitungan di atas.

##### 2. Suhu

- Baku Mutu Suhu (Li) = deviasi 3
- Suhu (Ci) = 28 °C
- Suhu Udara Ambien = 28 °C

Karena suhu merupakan parameter yang memiliki rentang maka digunakan persamaan 2.8.

$$Li \text{ (rata-rata)} = \frac{(25+31)}{2} = 28$$

$$(Ci/Li)_{\text{baru}} = \left[ \frac{C_j - L_{ij}(\text{rata-rata})}{L_{ij}(\text{minimum}) - L_{ij}(\text{rata-rata})} \right]$$

$$= \left[ \frac{28-28}{31-28} \right]$$

$$= 0$$

##### 3. pH

- Baku Mutu pH (Li) = 6 - 9

- pH (Ci) = 7,5

Karena pH merupakan parameter yang memiliki rentang maka digunakan persamaan 2.8.

$$Li \text{ (rata-rata)} = \frac{(7,5)}{9} = 0,83$$

$$(C_i/L_i)_{\text{baru}} = \left[ \frac{C_j - L_{ij(\text{rata-rata})}}{L_{ij(\text{minimum})} - L_{ij(\text{rata-rata})}} \right]$$

$$= \left[ \frac{7,5 - 7,5}{9 - 7,5} \right]$$

$$= 0$$

#### 4. BOD<sub>5</sub>

- Baku Mutu BOD<sub>5</sub> (Li) = 3 mg/l

- Konsentrasi BOD<sub>5</sub> (Ci) = 5 mg/l

- Ci/Li = 5/3 = 1,67

Karena nilai Ci/Li > 1 maka digunakan persamaan 2.10.

- Ci/Li = 1 + P.Log (Ci/Li)

= 1 + 5.Log (1,67)

= 2,11

#### 5. COD

- Baku Mutu COD (Li) = 25 mg/l

- Konsentrasi COD (Ci) = 12mg/l

- Ci/Li = 12/25 = 0,48

#### 6. MBAS

- Baku Mutu MBAS (Li) = 0,2 mg/l

- Konsentrasi MBAS (Ci) = 0,08 mg/l

- Ci/Li = 0,08/0,2 = 0,4

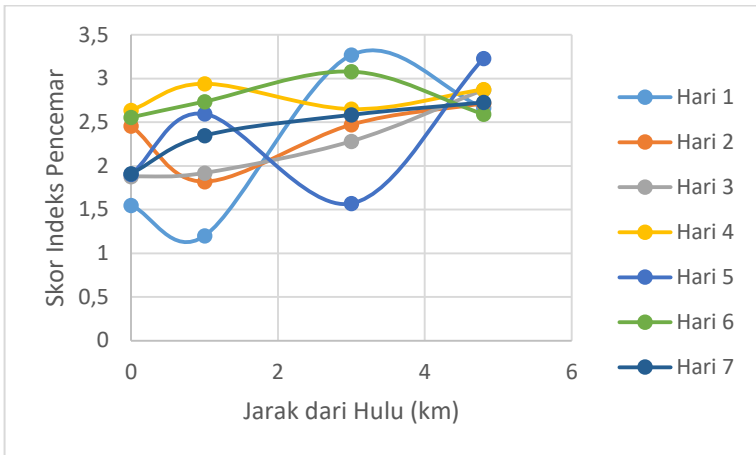
Setelah seluruh nilai Ci/Li diketahui selanjutnya dihitung nilai Indeks Pencemar (IP) menggunakan persamaan 2.6.

Ci/Li rata-rata = 0,59

Ci/Li maksimum = 2,11

$$PI_j = \sqrt{\frac{(2,11)^2 + (0,59)^2}{2}}$$

$$= 1,55 \text{ (Tercemar Ringan)}$$



Gambar 4. 13 Grafik Nilai Indeks Pencemar pada Sungai Kalimas  
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Hasil dari perhitungan menunjukkan IP Sungai Kalimas sepanjang segmen penelitian relatif sama yaitu berstatus tercemar ringan. Hal ini dikarenakan skor IP yang berada antara 1 dan 10. Skor IP mengalami fluktuasi di sepanjang segmen setiap harinya. Kenaikan nilai Ci/Li berbanding lurus dengan naiknya konsentrasi TSS, BOD<sub>5</sub>, dan MBAS. Hasil status mutu air berdasarkan IP dapat dilihat pada Tabel 4.5.



Tabel 4. 5 Rekapitan Status Mutu Air Sungai Kalimas dengan Metode Indeks Pencemaran

Titik	Jarak dari Hulu (Km)	IP Score													
		Hari 1	Keterangan	Hari 2	Keterangan	Hari 3	Keterangan	Hari 4	Keterangan	Hari 5	Keterangan	Hari 6	Keterangan	Hari 7	Keterangan
1	0,0	1,55	Tercemar Ringan	2,46	Tercemar Ringan	1,88	Tercemar Ringan	2,64	Tercemar Ringan	1,9	Tercemar Ringan	2,56	Tercemar Ringan	1,91	Tercemar Ringan
2	1	1,2	Tercemar Ringan	1,82	Tercemar Ringan	1,92	Tercemar Ringan	2,94	Tercemar Ringan	2,6	Tercemar Ringan	2,74	Tercemar Ringan	2,35	Tercemar Ringan
3	3	3,26	Tercemar Ringan	2,47	Tercemar Ringan	2,28	Tercemar Ringan	2,65	Tercemar Ringan	1,57	Tercemar Ringan	3,08	Tercemar Ringan	2,58	Tercemar Ringan
4	4,8	2,66	Tercemar Ringan	2,72	Tercemar Ringan	2,87	Tercemar Ringan	2,88	Tercemar Ringan	3,23	Tercemar Ringan	2,6	Tercemar Ringan	2,73	Tercemar Ringan

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Halaman ini sengaja dikosongkan

#### **4.4 Karakteristik Tiap Segmen Sungai**

##### **1. Segmen I**

Segmen ini memiliki kenaikan kecil pada parameter TSS. Untuk parameter BOD, tidak memiliki pola yang konkrit dan tidak memenuhi baku mutu, juga adanya akumulasi dari segmen sebelumnya. Parameter COD berbanding lurus dengan parameter BOD, walaupun memenuhi baku mutu.





#### 4.6 Rekomendasi Pengelolaan Sungai Kalimas

1. Segmen I (Jembatan Tretak Bungkok-Jl. Bung Tomo)

Jika dilihat dari hasil nilai STORET dan Indeks Pencemar, Segmen I memiliki beban pencemaran yang paling sedikit dibandingkan segmen lainnya. Dalam segmen ini ada beberapa point sources yaitu bengkel, restaurant, pemukiman, perhotelan dan sekolahan. Untuk bengkel dan restaurant, dapat digunakan grease trap untuk mengolah minyak atau oli hasil dari kegiatan. Untuk pemukiman, upaya rekomendasi pengelolaan yang tepat pada segmen ini adalah menyediakan IPAL komunal setempat untuk mengolah air limbah rumah tangga (*grey water*). Untuk sekolahan dibutuhkan septik tank yang sehat. Perlunya peningkatan manajemen IPAL yang lebih baik untuk perhotel di daerah segmen ini.

2. Segmen II (Jl. Bung Tomo-Jembatan Karimun Jawa)

Dilihat dari hasil laboratorium penelitian parameter TSS, terjadi fluktuasi yang tinggi pada Segmen II yang mencapai sebesar 130 mg/L. Upaya rekomendasi pengelolaan yang tepat untuk segmen ini adalah meningkatkan mutu pengelolaan parameter khususnya TSS dengan cara melakukan pengerukan sungai.

Dalam segmen ini ada beberapa point sources yaitu supermall, permukiman, perniagaan dan sekolahan. Pada point sources supermall dan perniagaan dibutuhkan IPAL untuk mengolah limbah yang dihasilkan sebelum dibuang ke sungai.

3. Segmen III (Jembatan Karimun Jawa-Jl. Yos Sudarso)

Jika dilihat dari hasil nilai STORET dan Indeks Pencemar, Segmen III memiliki beban pencemaran yang paling banyak dibandingkan segmen lainnya. Segmen III memiliki *point sources* yang paling banyak yaitu supermall, perhotelan dan rumah sakit. Rumah sakit membutuhkan IPAL sebelum dibuang ke sungai. Selain peningkatan mutu IPAL dari masing-masing *point sources*, dibutuhkan peningkatan penegakan hukum

kepada industri atau pelaku lain yang terbukti mencemari lingkungan sungai dengan pemantauan dan pengawasan aktif dengan kerjasama industri yang melibatkan masyarakat.

**Halaman ini sengaja dikosongkan**



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir mengenai penentuan status mutu air Sungai Kalimas dengan metode STORET dan IP, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil analisis menunjukkan skor STORET pada titik ke-1 (0 km) sebesar -20, pada titik ke-2 (1 km) sebesar -20, pada titik ke-3 (3 km) sebesar -24, dan pada titik ke-4 (4,8 km) sebesar -24. Karena skor STORET di semua titik berada pada rentang -11 s/d -30, maka kualitas air Sungai Kalimas berdasarkan metode STORET adalah tercemar sedang. Hasil ini berdasarkan perhitungan keseluruhan selama periode pengambilan sampel
2. Pada IP status mutu air dapat ditentukan pada setiap kali sampling. Hasil perhitungan dengan metode Indeks Pencemar menunjukkan skor Indeks Pencemar pada setiap titik dalam 7 hari adalah 1,2 hingga 3,26. Karena skor Indeks Pencemar berada pada rentang 1 s/d 5, maka kualitas air Sungai Kalimas berdasarkan metode ini dikategorikan sebagai tercemar ringan.
3. Rekomendasi pengelolaan Sungai Kalimas tiap segmen didasarkan pada parameter yang tidak memenuhi baku mutu dengan melakukan pengelolaan air limbah di sungai, *point source* dan *non point source*

#### **5.2 Saran**

Pada penelitian penentuan status mutu air selanjutnya hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian dengan parameter yang lebih banyak sehingga dapat diketahui perbandingan status mutu dengan STORET dan IP pada jumlah parameter yang berbeda.
2. Perlu ditambahkan titik pengambilan sampel dan waktu pengambilan sampel sehingga dapat lebih representatif dalam menentukan status mutu air



**Halaman ini sengaja dikosongkan**





## DAFTAR PUSTAKA

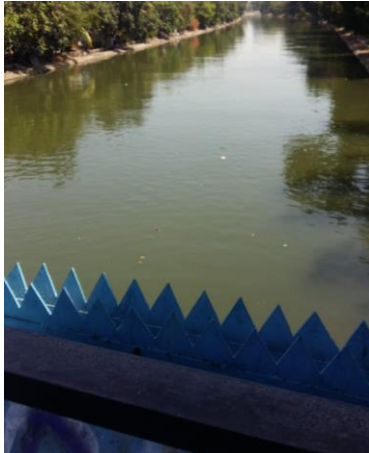
- Ali, Azwar., Soemarno., dan Purnomo, Mangku. 2013. "Kajian Kualitas Air dan Status Mutu Air Sungai Metro di Kecamatan Sukun Kota Malang". **Jurnal Bumi Lestari** 13, 2:265-274
- Arnelli. 2010. "Sublasi Surfaktan dari Larutan Detergen dan Larutan Detergen Sisa Cucian serta Penggunaannya Kembali sebagai Detergen". **Jurnal Kimia Sains dan Aplokasi** 13, 1:4-7
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. 2017. **Statistik Daerah Kota Surabaya 2018**. Surabaya: CV. Azka Putra Pratama
- Dewa, Charista., Susanawati, Liliya Dewi., Widadmono, Bambang Rahardi. 2016. "Daya Tampung Sungai Gede Akibat Pencemaran Limbah Cair Industri Tepung Singkong di Kecamatan Ngadiluwih Kabupaten Kediri". **Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan** 35-43
- Haderiah., Dewi, Novi Utami. 2015. "Meminimalisir Kadar Detergen dengan Penambahan Koagulan dan Filtrasi Media Saring pada Limbah Kamar Mandi". **Higiene** 1, 1
- Hanisa, Estu., Nugraha, Winardi Dwi., Sarminingsih, Anik. 2017. "Penentuan Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode Indeks Kualitas Air-National Sanitation Foundation (IKA-NSF) Sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan (Studi Kasus: Sungai Gelis, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah)". **Jurnal Teknik Lingkungan** 6,1
- Hermawan, Chitra. 2017. "Penentuan Status Pencemaran Kualitas Air dengan Metode STORET dan Indeks Pencemaran (Studi Kasus: Sungai Indragiri Ruas Kuantan Tengah)". **Jurnal Rekayas** 7, 2:1-11
- Lasminto, Umboro. 2016. "Studi Potensi Tampung Air Sebagai Sumber Air Baku Kota Surabaya". **Simposium I Jaringan Perguruan Tinggi untuk Pembangunan Infrastruktur Indonesia** 43-49
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2003. **Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air**
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2010. **Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air**

- Presiden Republik Indonesia. 2001. **Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air**
- Prihartanto. 2008. "Pengaruh Fluktuasi Debit Terhadap Pola Fluktuasi Karbon di Sungai Surabaya". **Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia** 10, 2:106-111
- Priyono, Thesa Septine Citri., Yuliani, Emma., Sayekti, Rini Wahtu. 2013. "Studi Penentuan Status Mutu Air di Sungai Surabaya untuk Keperluan Bahan Baku Air Minum". **Jurnal Teknik Pengairan** 4, 1:53-60
- Purnamasari, Dian Eva. 2017. **Penentuan Status Mutu Air Kali Wonokromo dengan Metode STORET dan Indeks Pencemar**. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Sari, Ratna Novita., Istirokhatun, Titik., Sudarno. 2014. **Analisis Penentuan Kualitas Air dan Status Mutu Sungai Progo Hulu Kabupaten Temanggung**. Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang
- Sheftiana, Ulfah Sarah., Sarminingsih, ANik., Nugraha, WInardi D. 2017. "Penentuan Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode Indeks Pencemaran Sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan (Studi Kasus: Sungai Gelis, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah)". **Jurnal Teknik Lingkungan** 6,1
- Sumaji, Rosalia Awalunikhmah. 2017. **Penentuan Status Mutu Air Sungai Kalimas dengan Metode STORET dan Indeks Pencemaran**. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Walikota Surabaya. 2014. **Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034**
- Wahyuningsih, Khirun Nisak. 2017. **Strategi Pengelolaan Kualitas Air Sungai Kalimas Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur**. Sarjana Thesis Universitas Brawijaya
- Walukow, Auldry F. 2010. "Penentuan Status Mutu Air dengan Metode STORET di Danau Sentani Jaya Pura Propinsi Papua". **Berita Biologi** 10, 3

**Halaman ini sengaja dikosongkan**



**LAMPIRAN A**  
**DOKUMENTASI KEGIATAN PENGAMBILAN SAMPEL DAN**  
**PENGUKURAN DATA HIDROLIK SUNGAI KALIMAS**



Gambar A.1 Kondisi Air Sungai Kalimas di Jembatan Tretek Bungkuk (Titik 1)



Gambar A.2 Kondisi Air Sungai di Jl. Bung Tomo (Titik 2)



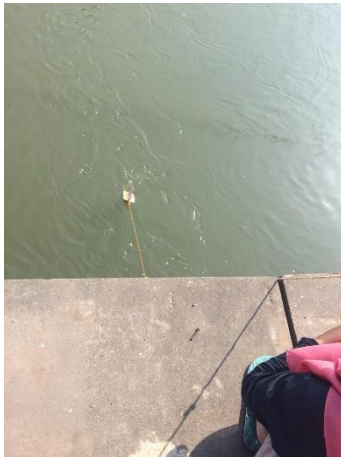
Gambar A.3 Kondisi Air Sungai di Jembatan Karimun Jawa  
(Titik 3)



Gambar A.4 Kondisi Air Sungai di Jembatan Yos Sudarso  
(Titik 4)



Gambar A.5 Pengukuran Lebar Sungai



Gambar A.6 Pengukuran Kecepatan Aliran Sungai



Gambar A.7 Pengambilan Sampel Air Sungai Kalimas



Gambar A.8 Pewardahan Sampel Air



**LAMPIRAN B**  
**HASIL PENGUKURAN HIDROLIK SUNGAI KALIMAS DAN**  
**HASIL UJI LABORATORIUM SAMPEL AIR**

Tabel B.1 Debit Air Sungai Kalimas

Ti-tik	Jarak dari Hulu (km)	Debit Air (m <sup>3</sup> /s)						
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7
1	0	14,17	14,38	17,69	21,32	8,44	19,17	20,93
2	1	49,47	51,33	33,41	42,52	25,25	24,69	29,76
3	3	10,97	18,36	41,09	28,89	21,82	31,26	26,27
4	4,8	38,31	33,47	34,20	23,30	17,49	23,08	16,60
<b>Rata-rata</b>		<b>28,23</b>	<b>29,38</b>	<b>31,60</b>	<b>29,01</b>	<b>18,25</b>	<b>24,55</b>	<b>23,39</b>

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel B.2 Kecepatan Aliran Sungai Kalimas

Ti-tik	Jarak dari Hulu (km)	Kecepatan Aliran (m/s)						
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7
1	0	0,38	0,53	0,66	0,48	0,33	0,60	0,73
2	1	0,50	0,76	0,50	0,92	0,49	0,47	0,59
3	3	0,22	0,37	0,60	0,60	0,42	0,53	0,53
4	4,8	0,72	0,70	0,62	0,55	0,49	0,63	0,48
<b>Rata-rata</b>		<b>0,46</b>	<b>0,59</b>	<b>0,63</b>	<b>0,63</b>	<b>0,43</b>	<b>0,56</b>	<b>0,58</b>

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel B.3 Suhu Air Sungai Kalimas

Ti-tik	Jarak dari Hulu (km)	Suhu Air (°C)						
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7
1	0	28	28	30	29	28	30	28
2	1	28	28	30	29	29	30	28
3	3	29	29	28	28	29	30	29
4	4,8	30	30	30	28	29	30	30
<b>Rata-rata</b>		<b>28,75</b>	<b>28,75</b>	<b>29,5</b>	<b>28,5</b>	<b>28,75</b>	<b>30</b>	<b>28,75</b>

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel B.4 pH Air Sungai Kalimas

Ti-tik	Jarak dari Hulu (km)	pH Air						
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7
1	0	7,5	7,65	7,2	7,25	7,2	7,1	7,05
2	1	7,6	7,6	7,25	7,3	7,2	7,05	7,05
3	3	7,85	7,65	7,25	7,25	7,25	7,05	7,1
4	4,8	7,7	7,6	7,27	7,35	7,05	7,1	7
<b>Rata-rata</b>		7,66	7,63	7,24	7,29	7,18	7,08	7,05

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel B.5 Konsentrasi TSS pada Sungai Kalimas

Ti-tik	Jarak dari Hulu (km)	TSS (mg/L)						
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7
1	0	28	20	40	22	32	42	38
2	1	34	24	52	28	46	36	34
3	3	52	28	130	20	56	38	70
4	4,8	44	46	72	52	60	58	52
<b>Rata-rata</b>		39,5	29,5	73,5	30,5	48,5	43,5	48,5

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel B.6 Konsentrasi BOD pada Sungai Kalimas

Ti-tik	Jarak dari Hulu (km)	BOD (mg/L)						
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7
1	0	5	9	6	10	6	9	6
2	1	4	6	6	12	7	10	8
3	3	7	9	4	10	4	12	9
4	4,8	4	10	11	11	13	9	10
<b>Rata-rata</b>		5	8,5	6,75	10,75	7,5	10	8,25

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel B.7 Konsentrasi COD pada Sungai Kalimas

Ti-tik	Jarak dari Hulu (km)	COD (mg/L)						
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7
1	0	12	17	12	17	12	17	10
2	1	10	12	10	25	15	22	15
3	3	15	20	18	20	10	25	17
4	4,8	10	22	20	22	25	20	20
<b>Rata-rata</b>		11,75	17,75	15	21	15,5	21	15,5

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel B.8 Konsentrasi Detergen (MBAS) pada Sungai Kalimas

Ti-tik	Jarak dari Hulu (km)	Detergen (MBAS) (mg/L)						
		Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7
1	0	0,08	0,02	0,12	0,06	0,42	0,35	0,42
2	1	0,03	0,005	0,29	0,11	0,68	0,42	0,38
3	3	0,005	0,01	0,14	0,19	0,4	0,69	0,37
4	4,8	0,19	0,33	0,19	0,49	0,76	0,4	0,31
<b>Rata-rata</b>		0,076	0,091	0,185	0,213	0,565	0,465	0,37

Sumber: Hasil Analisis (2018)

**LAMPIRAN C**  
**HASIL PERHITUNGAN DENGAN METODE INDEKS**  
**PENCEMAR**

Tabel C.1 Perhitungan Indeks Pencemar Hari ke-1

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
1	0	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	28	0,56	0,56	
		Suhu	deviasi 3	°C	28	1	0,00	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,5	0,83	0,00	
		BOD	3	mg/L.O <sub>2</sub>	5	1,67	2,11	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	12	0,48	0,48	
		MBAS	0,2	mg/L	0,08	0,40	0,40	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>						<b>0,59</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>						<b>2,11</b>
		<b>PI</b>						<b>1,55</b>
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
2	1	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	34	0,68	0,68	
		Suhu	deviasi 3	°C	28	1	0,00	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,6	0,84	0,07	
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	4	1,33	1,62	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	10	0,40	0,40	
		MBAS	0,2	mg/L	0,03	0,15	0,15	

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru
		<b>Ci/Li rata-rata</b>					<b>0,49</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>					<b>1,62</b>
		<b>PI</b>					<b>1,20</b>
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru
3	3	<b>Fisika</b>					
		TSS	50	mg/L	52	1,04	1,09
		Suhu	deviasi 3	°C	29	1,04	0,33
		<b>Kimia</b>					
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,85	0,87	0,23
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	15	5	4,49
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	7	0,28	0,28
		MBAS	0,2	mg/L	0,005	0,03	0,03
		<b>Ci/Li rata-rata</b>					<b>1,08</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>					<b>4,49</b>
<b>PI</b>					<b>3,27</b>		
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru
4	4.8	<b>Fisika</b>					
		TSS	50	mg/L	44	0,88	0,88
		Suhu	deviasi 3	°C	30	1,07	0,67
		<b>Kimia</b>					
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7.7	0,86	0,13
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	10	3,33	3,61
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	4	0,16	0,16

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru
		MBAS	0,2	mg/L	0,19	0,95	0,95
		<b>Ci/Li rata-rata</b>					<b>1,07</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>					<b>3,61</b>
		<b>PI</b>					<b>2,66</b>

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel C.2 Perhitungan Indeks Pencemar Hari ke-2

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru
1	0	<b>Fisika</b>					
		TSS	50	mg/L	20	0,40	0,40
		Suhu	deviasi 3	°C	28	1	0,00
		<b>Kimia</b>					
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,65	085	0,10
		BOD	3	mg/L.O <sub>2</sub>	9	3	3,39
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	17	068	0,68
		MBAS	0,2	mg/L	0,02	0,1	0,10
		<b>Ci/Li rata-rata</b>					<b>0,78</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>					<b>3,39</b>
<b>PI</b>					<b>2,46</b>		
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru
2	1	<b>Fisika</b>					
		TSS	50	mg/L	24	0,48	0,48
		Suhu	deviasi 3	°C	28	1	0,00

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,6	0,84	0,07	
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	6	2	2,51	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	12	0,48	0,48	
		MBAS	0,2	mg/L	0,005	0,03	0,03	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>					<b>0,59</b>	
		<b>Ci/Li maksimum</b>					<b>2,51</b>	
		<b>PI</b>					<b>1,82</b>	
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
3	3	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	28	0,56	0,56	
		Suhu	deviasi 3	°C	29	1,04	0,33	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,65	0,85	0,10	
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	9	3	3,39	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	20	0,8	0,80	
		MBAS	0,2	mg/L	0,01	0,05	0,05	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>					<b>0,87</b>	
		<b>Ci/Li maksimum</b>					<b>3,39</b>	
<b>PI</b>					<b>2,47</b>			
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
4	4.8	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	46	0,92	0,92	

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
		Suhu	deviasi 3	°C	30	1,07	0,67	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,6	0,84	0,07	
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	10	3,33	3,61	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	22	0,88	0,88	
		MBAS	0,2	mg/L	0,33	1,65	2,09	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>					<b>1,37</b>	
		<b>Ci/Li maksimum</b>					<b>3,61</b>	
		<b>PI</b>					<b>2,73</b>	

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel C.3 Perhitungan Indeks Pencemar Hari ke-3

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
		<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	28	0,56	0,56	
		Suhu	deviasi 3	°C	28	1	0,00	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,5	0,83	0,00	
		BOD	3	mg/L.O <sub>2</sub>	5	1,67	2,11	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	12	0,48	0,48	
		MBAS	0,2	mg/L	0,08	0,40	0,40	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>					<b>0,59</b>	
		<b>Ci/Li maksimum</b>					<b>2,11</b>	
		<b>PI</b>					<b>1,55</b>	



Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
2	1	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	34	0,68	0,68	
		Suhu	deviasi 3	°C	28	1	0,00	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,6	0,84	0,07	
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	4	1,33	1,62	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	10	0,40	0,40	
		MBAS	0,2	mg/L	0,03	0,15	0,15	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>						<b>0,49</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>						<b>1,62</b>
		<b>PI</b>						<b>1,20</b>
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
3	3	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	52	1,04	1,09	
		Suhu	deviasi 3	°C	29	1,04	0,33	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,85	0,87	0,23	
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	15	5	4,49	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	7	0,28	0,28	
		MBAS	0,2	mg/L	0,005	0,03	0,03	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>						<b>1,08</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>						<b>4,49</b>
		<b>PI</b>						<b>3,27</b>

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
4	4.8	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	44	0,88	0,88	
		Suhu	deviasi 3	°C	30	1,07	0,67	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7.7	0,86	0,13	
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	10	3,33	3,61	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	4	0,16	0,16	
		MBAS	0,2	mg/L	0,19	0,95	0,95	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>						<b>1,07</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>						<b>3,61</b>
		<b>PI</b>						<b>2,66</b>

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel C.4 Perhitungan Indeks Pencemar Hari ke-4

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
1	0	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	28	0,56	0,56	
		Suhu	deviasi 3	°C	28	1	0,00	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,5	0,83	0,00	
		BOD	3	mg/L.O <sub>2</sub>	5	1,67	2,11	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	12	0,48	0,48	
		MBAS	0,2	mg/L	0,08	0,40	0,40	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>						<b>0,59</b>

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru
		<b>Ci/Li maksimum</b>					<b>2,11</b>
		<b>PI</b>					<b>1,55</b>
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru
2	1	<b>Fisika</b>					
		TSS	50	mg/L	34	0,68	0,68
		Suhu	deviasi 3	°C	28	1	0,00
		<b>Kimia</b>					
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,6	0,84	0,07
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	4	1,33	1,62
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	10	0,40	0,40
		MBAS	0,2	mg/L	0,03	0,15	0,15
		<b>Ci/Li rata-rata</b>					<b>0,49</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>					<b>1,62</b>
		<b>PI</b>					<b>1,20</b>
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru
3	3	<b>Fisika</b>					
		TSS	50	mg/L	52	1,04	1,09
		Suhu	deviasi 3	°C	29	1,04	0,33
		<b>Kimia</b>					
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,85	0,87	0,23
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	15	5	4,49
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	7	0,28	0,28
		MBAS	0,2	mg/L	0,005	0,03	0,03

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru
		<b>Ci/Li rata-rata</b>					<b>1,08</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>					<b>4,49</b>
		<b>PI</b>					<b>3,27</b>
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru
4	4.8	<b>Fisika</b>					
		TSS	50	mg/L	44	0,88	0,88
		Suhu	deviasi 3	°C	30	1,07	0,67
		<b>Kimia</b>					
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7.7	0,86	0,13
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	10	3,33	3,61
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	4	0,16	0,16
		MBAS	0,2	mg/L	0,19	0,95	0,95
		<b>Ci/Li rata-rata</b>					<b>1,07</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>					<b>3,61</b>
<b>PI</b>					<b>2,66</b>		

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel C.5 Perhitungan Indeks Pencemar Hari ke-5

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru
1	0	<b>Fisika</b>					
		TSS	50	mg/L	28	0,56	0,56
		Suhu	deviasi 3	°C	28	1	0,00

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,5	0,83	0,00	
		BOD	3	mg/L.O <sub>2</sub>	5	1,67	2,11	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	12	0,48	0,48	
		MBAS	0,2	mg/L	0,08	0,40	0,40	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>					<b>0,59</b>	
		<b>Ci/Li maksimum</b>					<b>2,11</b>	
		<b>PI</b>					<b>1,55</b>	
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
2	1	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	34	0,68	0,68	
		Suhu	deviasi 3	°C	28	1	0,00	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,6	0,84	0,07	
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	4	1,33	1,62	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	10	0,40	0,40	
		MBAS	0,2	mg/L	0,03	0,15	0,15	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>					<b>0,49</b>	
		<b>Ci/Li maksimum</b>					<b>1,62</b>	
<b>PI</b>					<b>1,20</b>			
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
3	3	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	52	1,04	1,09	

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
		Suhu	deviasi 3	°C	29	1,04	0,33	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,85	0,87	0,23	
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	15	5	4,49	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	7	0,28	0,28	
		MBAS	0,2	mg/L	0,005	0,03	0,03	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>						<b>1,08</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>						<b>4,49</b>
<b>PI</b>						<b>3,27</b>		
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
4	4.8	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	44	0,88	0,88	
		Suhu	deviasi 3	°C	30	1,07	0,67	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7.7	0,86	0,13	
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	10	3,33	3,61	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	4	0,16	0,16	
		MBAS	0,2	mg/L	0,19	0,95	0,95	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>						<b>1,07</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>						<b>3,61</b>
<b>PI</b>						<b>2,66</b>		

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel C.6 Perhitungan Indeks Pencemar Hari ke-6

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
1	0	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	28	0,56	0,56	
		Suhu	deviasi 3	°C	28	1	0,00	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,5	0,83	0,00	
		BOD	3	mg/L.O <sub>2</sub>	5	1,67	2,11	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	12	0,48	0,48	
		MBAS	0,2	mg/L	0,08	0,40	0,40	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>						<b>0,59</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>						<b>2,11</b>
		<b>PI</b>						<b>1,55</b>
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
2	1	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	34	0,68	0,68	
		Suhu	deviasi 3	°C	28	1	0,00	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,6	0,84	0,07	
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	4	1,33	1,62	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	10	0,40	0,40	
		MBAS	0,2	mg/L	0,03	0,15	0,15	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>						<b>0,49</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>						<b>1,62</b>
		<b>PI</b>						<b>1,20</b>

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
3	3	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	52	1,04	1,09	
		Suhu	deviasi 3	°C	29	1,04	0,33	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,85	0,87	0,23	
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	15	5	4,49	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	7	0,28	0,28	
		MBAS	0,2	mg/L	0,005	0,03	0,03	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>						<b>1,08</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>						<b>4,49</b>
		<b>PI</b>						<b>3,27</b>
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
4	4.8	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	44	0,88	0,88	
		Suhu	deviasi 3	°C	30	1,07	0,67	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7.7	0,86	0,13	
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	10	3,33	3,61	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	4	0,16	0,16	
		MBAS	0,2	mg/L	0,19	0,95	0,95	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>						<b>1,07</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>						<b>3,61</b>
		<b>PI</b>						<b>2,66</b>

Sumber: Hasil Analisis (2018)



Tabel C.7 Perhitungan Indeks Pencemar Hari ke-7

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
1	0	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	28	0,56	0,56	
		Suhu	deviasi 3	°C	28	1	0,00	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,5	0,83	0,00	
		BOD	3	mg/L.O <sub>2</sub>	5	1,67	2,11	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	12	0,48	0,48	
		MBAS	0,2	mg/L	0,08	0,40	0,40	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>						<b>0,59</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>						<b>2,11</b>
		<b>PI</b>						<b>1,55</b>
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
2	1	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	34	0,68	0,68	
		Suhu	deviasi 3	°C	28	1	0,00	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,6	0,84	0,07	
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	4	1,33	1,62	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	10	0,40	0,40	
		MBAS	0,2	mg/L	0,03	0,15	0,15	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>						<b>0,49</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>						<b>1,62</b>
		<b>PI</b>						<b>1,20</b>

Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
3	3	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	52	1,04	1,09	
		Suhu	deviasi 3	°C	29	1,04	0,33	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7,85	0,87	0,23	
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	15	5	4,49	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	7	0,28	0,28	
		MBAS	0,2	mg/L	0,005	0,03	0,03	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>						<b>1,08</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>						<b>4,49</b>
		<b>PI</b>						<b>3,27</b>
Ti-tik	Jarak dari Hulu (Km)	Parameter	Baku Mutu Air Kelas II	Satuan	Hasil Pengukuran	Ci/Li	Ci/Li baru	
4	4.8	<b>Fisika</b>						
		TSS	50	mg/L	44	0,88	0,88	
		Suhu	deviasi 3	°C	30	1,07	0,67	
		<b>Kimia</b>						
		pH	6 - 9	Tanpa Satuan	7.7	0,86	0,13	
		BOD <sub>5</sub>	3	mg/L.O <sub>2</sub>	10	3,33	3,61	
		COD	25	mg/L.O <sub>2</sub>	4	0,16	0,16	
		MBAS	0,2	mg/L	0,19	0,95	0,95	
		<b>Ci/Li rata-rata</b>						<b>1,07</b>
		<b>Ci/Li maksimum</b>						<b>3,61</b>
		<b>PI</b>						<b>2,66</b>

Sumber: Hasil Analisis (2018)