TUGAS AKHIR – RE 184804

KAJIAN KUALITAS DAN STATUS MUTU AIR SUNGAI KALIMAS (SEGMEN NGAGEL – JEMBATAN YOS SUDARSO) DENGAN METODE STORET

NOVIA PUSPITA WARDANI
03211640000121

DOSEN PEMBIMBING:
IR. ATIEK MOESRIATI, M.KES.

Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Perencanaan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

TUGAS AKHIR – RE 184804

KAJIAN KUALITAS DAN STATUS MUTU AIR SUNGAI KALIMAS (SEGMEN NGAGEL – JEMBATAN YOS SUDARSO) DENGAN METODE STORET

NOVIA PUSPITA WARDANI
03211640000121

DOSEN PEMBIMBING
IR. ATIEK MOESRIATI, M.KES.

Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

FINAL PROJECT – RE 184804

STUDY OF KALIMAS RIVER (SEGMENT NGAGEL – YOS SUDARSO BRIDGE) WATER QUALITY AND WATER QUALITY STATUS USING METHOD OF STORET

NOVIA PUSPITA WARDANI
03211640000121

ADVISOR
IR. ATIEK MOESRIATI, M.KES.

Department of Environmental Engineering
Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

LEMBAR PENGESAHAN

Kajian Kualitas dan Status Mutu Air Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) dengan Metode STORET

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Noperober
Surabaya

Oleh:
NOVIA PUSPITA WARDANI
NRP. 03211640000121

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Ir. Atiek Moesriati, M.Kes.
NIP. 19570602 198903 2 002

SURABAYA, AGUSTUS 2020

KAJIAN KUALITAS DAN STATUS MUTU AIR SUNGAI KALIMAS (SEGMEN NGAGEL – JEMBATAN YOS SUDARSO) DENGAN METODE STORET

Nama : Novia Puspita Wardani
NRP 03211640000121
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Ir. Atiek Moesriati, M.Kes.

ABSTRAK

Sungai Kalimas dengan panjang 12 km mengalir di tengah Kota Surabaya dari pintu air Ngagel hingga kawasan Pelabuhan Tanjung Perak melewati kawasan permukiman padat penduduk sehingga berpotensi tercemar. Pencemaran yang terjadi di Sungai Kalimas berasal dari limbah domestik dari kegiatan penduduk di sekitar sungai yang secara langsung membuang limbahnya ke sungai. Hal tersebut dapat menjadi faktor penyebab air Sungai Kalimas tidak memenuhi baku mutu peruntukan badan air kelas II dengan kadar DO pada tahun 2019 mencapai 2,5 mg/L sehingga tidak sesuai sebagai tempat wisata air, peternakan, pertanian atau pembudidayaan ikan air tawar. Agar kualitas air sungai terkendali, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menetapkan status mutu air sungai tersebut. Dalam penelitian ini akan dilakukan kajian penentuan status mutu air Sungai Kalimas menggunakan metode STORET.

Metode STORET yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Cara menentukan status mutu air dengan metode STORET yaitu membandingkan data kualitas air sungai dengan baku mutu air sesuai peruntukannya menggunakan sistem nilai US-EPA yang mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas. Parameter pencemar yang digunakan sebagai acuan pada penelitian ini yaitu DO, BOD, COD, TSS, *total coliform*, dan *fecal coliform*. Data parameter kualitas air dianalisis menggunakan metode STORET dan hasilnya digunakan untuk menentukan status mutu air sungai. Status mutu air sungai digunakan sebagai acuan dalam menyusun rencana pengendalian pencemaran air Sungai Kalimas dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*).

Analisis status mutu air Sungai Kalimas tahun 2019 menunjukkan status mutu air Sungai Kalimas adalah tercemar berat pada setiap titik peninjauan dengan nilai STORET pada titik 1 sampai dengan titik 3 berturut-turut sebesar -45, -48, dan -48. Analisis terhadap data kualitas air tahun 2015-2019 menunjukkan status mutu air Sungai Kalimas adalah tercemar berat dengan nilai STORET pada titik 1 dan titik 2 berturut-turut sebesar -40 dan -41. Hasil analisis AHP merekomendasikan metode pengendalian pencemaran air Sungai Kalimas adalah pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai.

Kata Kunci: AHP (*Analytical Hierarchy Process*), kualitas air, Sungai Kalimas, status mutu air, STORET.

STUDY OF KALIMAS RIVER (SEGMENT NGAGEL – YOS SUDARSO BRIDGE) WATER QUALITY AND WATER QUALITY STATUS USING METHOD OF STORET

Name : Novia Puspita Wardani
NRP 03211640000121
Departement : Environmental Engineering
Supervisor : Ir. Atiek Moesriati, M.Kes.

ABSTRACT

Kalimas River with 12 km length flows in the middle of Surabaya City from Ngagel's floodgate untill Tanjung Perak Port area passes through densely populated region, so it is potentially polluted. The pollution of Kalimas River comes from domestic waste from the activities of residents around the river that directly disposed its waste into the river. This can be the factor that caused Kalimas River water quality does not fulfil the quality standard of class II water and the concentration of DO in 2019 reach 2,5 mg/L so that is not suitable as water recration site, animal husbandry, agriculture or fish cultivation. To control the water quality of river, one thing that can be done is to determine the water quality status of a river. In this research, a study will be conducted to determine the water quality status of Kalimas River using STORET method.

STORET method that used in this study refers to Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 concerning Guidlines for Determination of Water Quality Status. The principle to determine water quality status by STORET method is comparing the water quality of river and standard quality of water according to their purposes using US-EPA value system that classifying water quality in four classes. Pollutant parameters used as references in this study are DO, BOD, COD, TSS, total coliform, and fecal coliform. Water quality data based on parameters are analyzed using STORET method and the results are used to determine the water quality status of river. Water quality status of river is used as a reference to arrange the Kalimas River water pollution control plan using AHP (Analytical Hierarchy Process) method.

The water quality status analysis of Kalimas River in 2019 shows that the water quality status of Kalimas River is heavily polluted at each observation point with STORET values at point 1

to point 3 is -45, -48, and -48. Water quality status anaylisis in 2015-2019 shows the water quality status of Kalimas River is heavily polluted at each observation point with STORET value at point 1 and point 2 are -40 and -41. The results of AHP analysis to control water pollution of Kalimas River is the construction of domestic wastewater treatment facilities along the river.

Key Word: AHP (*Analytical Hierarchy Process*), Kalimas River, water quality, water quality status, STORET.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr Wb

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan laporan tugas akhir dengan judul **"Kajian Kualitas dan Status Mutu Air Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) dengan Metode STORET"** ini dapat diselesaikan**.** Laporan ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan dari mata kuliah "Tugas Akhir (TA)" Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Perencanaan dan Kebumian Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Atiek Moesriati, M.Kes. selaku dosen pembimbing tugas akhir, terima kasih atas bimbingan, saran dan kesabarannya dalam penyusunan Tugas Akhir ini,
2. Bapak Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., PhD., Bapak Dr. Ir. Irwan Bagyo S, M.T., dan Ibu Ervin Nurhayati, S.T., M.T., PhD selaku dosen pengarah, terima kasih atas kritik dan saran yang telah diberikan,
3. Ibu Harmin Sulistiyaningtitah, ST., M.T., Ph.D. selaku koordinator Tugas Akhir,
4. Bapak Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, ST., MEPM. selaku kepala Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Perencanaan dan Kebumian,
5. Teman-teman angkatan 2016 atas support serta kebersamaan selama ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada orang tua, kedua kakak, serta setiap pihak yang telah sangat membantu baik secara moral dan materi. Penulisan laporan tugas akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin meskipun dalam kondisi pandemi Covid-19. Oleh karena itu, mohon maaf atas segala kekurangan dalam laporan tugas akhir ini. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak untuk laporan tugas akhir ini menjadi lebih baik lagi.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

ABSTRAK i
ABSTRACT iii
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL iix
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR LAMPIRAN xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1.Latar Belakang 1
1.2.Rumusan Masalah 3
1.3.Tujuan 3
1.4.Ruang Lingkup 3
1.5.Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1.Pencemaran Air 5
2.2.Sumber Pencemaran Air Sungai 5
2.3.Kualitas Air Sungai 6
2.4.Parameter Kualitas Air 7
2.5.Baku Mutu Air Kelas II 10
2.6.Self Purification 11
2.7.Penentuan Status Mutu Air 11
2.7.1.Metode STORET 11
2.7.2.Prosedur Penggunaan 12
2.8.Strategi Pengendalian Pencemaran Air 13
2.9.Analytical Hierarchy Process (AHP) 14
2.10.Penelitian Terdahulu 15
2.10.1.Penentuan Status Mutu Air Metode STORET DAS Kalibaru 15
2.10.2.Kajian Kualitas Perairan Teluk Gorontalo dengan Menggunakan Metode STORET 15
2.10.3.Penentuan Status Mutu Air Tukad Yeh Poh dengan Metode STORET 16
2.10.4.Penentuan Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode Indeks Kualitas Air-National Sanitation Foundation (IKA-SNF) Sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan (Studi Kasus : Sungai Gelis, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah) 16
BAB III METODE PENELITIAN 17
3.1.Deskripsi Umum 17
3.2.Wilayah Penelitian 17

3.2.1.Pembagian Segmen..... 17
3.2.2.Teknik Sampling..... 20
3.3.Kerangka Penelitian..... 20
3.4.Ide Penelitian..... 23
3.5.Studi Literatur..... 23
3.6.Pengumpulan Data..... 23
3.7.Analisis Data..... 24
3.7.1.Analisis Kualitas Air..... 24
3.7.2.Penentuan Status Mutu Air.. 24
3.7.3.Rumusan Strategi Pengendaalian Pencemaran Air Sungai Kalimas..... 24
3.8.Kesimpulan dan Saran..... 25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 27
4.1.Segmentasi Sungai Kalimas..... 27
4.2.Kepadatan Penduduk Tiap Kecamatan di Sekitar Sungai.... 30
4.3.Curah Hujan..... 31
4.4.Kondisi Kualitas Air Sungai Kalimas..... 32
4.4.1.DO (Dissolved Oxygen)..... 32
4.4.2.BOD (Biochemical Oxygen Demand) 35
4.4.3.COD (Chemical Oxygen Demand) 36
4.4.4.TSS (Total Suspended Solid) 39
4.4.5.Fecal Coliform..... 41
4.4.6.Total Coliform..... 43
4.5.Perhitungan Status Mutu Air dengan Metode STORET 45
4.6.Analisis Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso)..... 56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 66
5.1.Kesimpulan..... 66
5.2.Saran..... 66
DAFTAR PUSTAKA..... 67
LAMPIRAN..... 75
BIOGRAFI PENULIS 93

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Kelas II 10
Tabel 2. 2 Penentuan Sistem Nilai untuk Menentukan Status Mutu Air 12
Tabel 2. 3 Skala Perbandingan Berpasangan 15
Tabel 3. 1 Data Pembagian Segmen Sungai Kalimas 18
Tabel 4. 1 Kepadatan Penduduk per Kecamatan Sekitar Sungai Kalimas 30
Tabel 4. 2 Curah Hujan di Kota Surabaya Tahun 2015-2019 32
Tabel 4. 3 Baku Mutu Air Kelas II 32
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan STORET Sungai Kalimas Tahun 2019 49
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan STORET Sungai Kalimas Tahun 2015-2019 50
Tabel 4.6 Hasil Penentuan Status Mutu Air Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) dengan Metode STORET 51
Tabel 4. 7 Aspek dan Alternatif Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Kalimas 58
Tabel 4. 8 Pembobotan Pemilihan Kriteria Alternatif 61
Tabel 4. 9 Pembobotan Pemilihan Alternatif pada Aspek Teknis 61
Tabel 4. 10 Pembobotan Pemilihan Alternatif pada Aspek Non Teknis 62

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Jalur Sungai Kalimas dan Titik Sampling 19
Gambar 3. 2 Teknik Pengambilan Sampel Air Sungai 20
Gambar 3. 3 Kerangka Penelitian..... 22
Gambar 4. 1 Segmen 1 (Titik 1 - Titik 2)..... 28
Gambar 4. 2 Segmen 2 (Titik 2 - Titik 3)..... 29
Gambar 4. 3 Grafik Konsentrasi DO Tahun 2019..... 34
Gambar 4. 4 Grafik Konsentrasi DO Tahun 2015-2019 34
Gambar 4. 5 Grafik Konsentrasi BOD Tahun 2019 35
Gambar 4. 6 Grafik Konsentrasi BOD Tahun 2015-2019..... 36
Gambar 4. 7 Grafik Konsentrasi COD Tahun 2019 37
Gambar 4. 8 Grafik Konsentrasi COD Tahun 2015-2019..... 38
Gambar 4. 9 Grafik Konsentrasi TSS Tahun 2019 39
Gambar 4. 10 Grafik Konsentrasi TSS Tahun 2015-2019..... 40
Gambar 4. 11 Grafik Konsentrasi Fecal Coliform Tahun 2019... 42
Gambar 4. 12 Grafik Konsentrasi Fecal Coliform Tahun 2015-2019 42
Gambar 4. 13 Grafik Konsentrasi Total Coliform Tahun 2019 ... 44
Gambar 4. 14 Grafik Konsentrasi Total Coliform Tahun 2015-2019 44
Gambar 4. 15 Grafik Hasil Skor STORET Sungai Kalimas 60
Gambar 4. 16 Grafik Skor STORET dan Rata-Rata Nilai DO Sungai Kalimas 52
Gambar 4. 17 Grafik Skor STORET dan Rata-Rata Nilai BOD Sungai Kalimas 53
Gambar 4. 18 Grafik Skor STORET dan Rata-Rata Nilai COD Sungai Kalimas 60
Gambar 4. 19 Grafik Skor STORET dan Rata-Rata Nilai TSS Sungai Kalimas 60
Gambar 4. 20 Grafik Skor STORET dan Rata-Rata Nilai Fecal Coliform Sungai Kalimas..... 60
Gambar 4. 21 Grafik Skor STORET dan Rata-Rata Nilai Total Coliform Sungai Kalimas..... 60
Gambar 4. 22 Hirarki Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Kalimas 60
Gambar 4. 23 Penentuan Aspek Terpilih..... 60
Gambar 4. 24 Penentuan Alternatif Terpilih 60

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A 1 TABEL DATA KUALITAS AIR TIAP PARAMETER 79
Tabel A1. 1 Data Konsentrasi BOD Sungai Kalimas Tahun 2019 79
Tabel A1. 2 Data Konsentrasi BOD Sungai Kalimas Tahun 2015-2019 79
Tabel A1. 3 Data Konsentrasi COD Sungai Kalimas Tahun 2019 80
Tabel A1. 4 Data Konsentrasi COD Sungai Kalimas Tahun 2015-2019 80
Tabel A1. 5 Data Konsentrasi TSS Sungai Kalimas Tahun 2019 80
Tabel A1. 6 Data Konsentrasi TSS Sungai Kalimas Tahun 2015-2019 81
Tabel A1. 7 Data Konsentrasi DO Sungai Kalimas Tahun 2019 81
Tabel A1. 8 Data Konsentrasi DO Sungai Kalimas Tahun 2015-2019 81
Tabel A1. 9 Data Konsentrasi Fecal Coliform Sungai Kalimas Tahun 2019 82
Tabel A1. 10 Data Konsentrasi Fecal Coliform Sungai Kalimas Tahun 2015-2019 82
Tabel A1. 11 Data Konsentrasi Total Coliform Sungai Kalimas Tahun 2019 82
Tabel A1. 12 Data Konsentrasi Total Coliform Sungai Kalimas Tahun 2015-2019 83
LAMPIRAN A 2 KUESIONER 80

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sungai banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia seperti untuk tempat penampungan air, alat transportasi, keperluan industri, pengendali banjir, ketersediaan air, irigasi, dan juga sebagai tempat rekreasi. Sungai yang berperan sebagai tempat penampungan air mempunyai kapasitas tertentu yang sangat dipengaruhi aktivitas alami maupun aktivitas manusia. Penentuan kualitas air akibat aktivitas alami maupun manusia akan menurunkan daya guna, hasil guna, produktivitas, daya dukung dan daya tampung dari sumber daya air yang pada akhirnya akan menurunkan kekayaan sumber daya alam (Hendrawan, 2005). Sungai Kalimas merupakan sungai dengan panjang 12 km yang mengalir mulai dari pintu air Ngagel (hulu) sampai ke daerah Tanjung Perak (hilir). Kondisi Sungai Kalimas yang mengalir di tengah kota dan melewati kawasan permukiman padat penduduk menyebabkan Sungai Kalimas berpotensi tercemar. Potensi pencemar Sungai Kalimas yang berupa limbah domestik yang berasal dari kegiatan penduduk yang sengaja secara langsung membuang limbah cair ke sungai (Damanik, 2013).

Dalam Peraturan Daerah Kota Surabaya No. 12 Tahun 2014 tentang RT/RW Kota Surabaya Tahun 2014-2034 disebutkan bahwa Sungai Kalimas akan direncanakan sebagai tempat wisata dan pelayanan angkutan sungai. Berdasarkan hal tersebut, maka seharusnya kualitas air Sungai Kalimas Surabaya memenuhi baku mutu peruntukan tempat rekreasi air yaitu badan air kelas II sesuai dengan PP No.82 Tahun 2001. Namun hasil penelitian Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya Tahun 2019 menunjukkan bahwa pada beberapa titik sampel terdapat parameter yang tidak memenuhi baku mutu air kelas II yaitu parameter BOD, DO, COD, TSS, *fecal coliform,* dan *total coliform*. Dinas Lingkungan Hidup (2019) menyebutkan bahwa terdapat buih pada Sungai Kalimas Surabaya sehingga mengakibatkan kadar oksigen turun mencapai 2,5 mg/L. Padahal untuk sungai kelas II, batas minimum kadar oksigen terlarut yaitu 4 mg/L.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu mengenai prediksi kualitas air sungai Kalimas segmen Ngagel – Taman Prestasi yang menggunakan model Qual2Kw dinyatakan

bahwa berdasarkan hasil identifikasi masih terdapat kualitas air Sungai Kalimas segmen Ngagel – Taman Prestasi belum memenuhi baku mutu badan air kelas II sebagai acuan kelayakan badan air menjadi kawasan rekreasi air. Penelitian yang telah dilakukan tersebut tidak membahas lebih lanjut tentang tingkat pencemaran Sungai Kalimas dengan melihat status mutu airnya. Oleh karena itu, maka diperlukan penelitian yang dapat menetapkan status mutu air Sungai Kalimas Surabaya (segmen Ngagel – Taman Prestasi) untuk memperoleh tingkat pencemarannya. Status mutu air adalah tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu terterntu dengan membandingkan dengan baku mutu air yang ditetapkan (Ali dkk, 2013).

Metode yang dapat digunakan untuk melakukan penentuan status mutu air Sungai Kalimas segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso di Surabaya adalah metode STORET yang berdasarkan pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Kelebihan penggunaan metode STORET dalam menentukan status mutu air yaitu metode ini penggunaannya dapat dipahami dengan mudah oleh masyarakat awam dan dengan metode ini dapat disimpulkan status mutu airnya pada rentang waktu tertentu (Yusrizal, 2015). Setelah didapatkan status mutu air dari hasil perhitungan kemudian dilakukan pencarian upaya pengelolaan kualitas air Sungai Kalimas menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). *Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah tahap penilaian antara faktor pada suatu tingkat hirarki untuk menentukan tingkat kepentingan kriteria (Saaty, 2008). *Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan salah satu jenis teknik analisis multikriteria yang populer yang dapat memberikan urutan prioritas alternatif berdasarkan kriteria yang terstruktur (Hatmoko dkk, 2012).

Diharapkan degan penerapan metode ini, selain dapat ditentukan status mutu air Sungai Kalimas, dapat pula dilakukan penyusunan strategi pengendalian pencemaran air Sungai Kalimas. Hal tersebut dilakukan guna mencegah terjadinya penurunan kualitas air Sungai Kalimas akibat pencemaran oleh limbah domestik. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah DO, BOD, COD, TSS, *Total Coliform*, dan *fecal coliform*, serta sesuai peruntukannya (kategori kelas II).

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana status mutu air Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) dengan menggunakan metode STORET
2. Bagaimana strategi pengendalian pencemaran yang harus dilakukan dalam menjaga kualitas air Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) agar memenuhi baku mutu sesuai peruntukannya (kategori kelas II) dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

1.3. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengkaji status mutu air Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) dengan menggunakan metode STORET
2. Merumuskan rekomendasi strategi pengendalian pencemaran Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Wilayah studi terbagi menjadi 2 segmen dengan 3 titik pengambilan sampel yaitu titik 1 berada di Jembatan Tretek Bungkuk, titik 2 berada di Jembatan Sulawesi, dan titik 3 berada di Jembatan Yos Sudarso.
2. Data kualitas air sungai yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data sekunder dari DLH Kota Surabaya dan BBWS Brantas.
3. Parameter kualitas air yang dianalisis meliputi DO, BOD, COD, TSS, *Total Coliform*, dan *fecal coliform*.
4. Baku mutu kelas air yang digunakan adalah baku mutu air kelas II sesuai pada Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemar Air
5. Mengkaji status mutu air Sungai Kalimas menggunakan metode STORET mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air
6. Strategi pengendalian pencemaran Sungai Kalimas dirumuskan berdasarkan studi literatur dengan metode

kuesioner yang kemudian diolah dengan metode AHP

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk :

1. Memberikan informasi mengenai status mutu air Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembaatan Yos Sudarso) dari hasil perhitungan menggunakan metode STORET
2. Memberikan wawasan serta solusi dalam strategi pengendalian pencemaran Sungai Kalimas (segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) guna mencegah terjadinya penurunan kualitas air sungai.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pencemaran Air

Air yang terdapat di alam tidak semuanya merupakan air yang terpolusi, meskipun air tersebut bukan merupakan air murni. Polusi atau pencemaran air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal dan bukan dari kemurniannya. Tidak selalu air yang tidak terpolusi merupakan air murni, namun air tidak terpolusi merupakan air yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan tertentu karena air tersebut tidak mengandung bahan-bahan tertentu dalam kadar yang melebihi ambang batas yang telah ditetapkan. Air yang terpolusi memiliki ciri-ciri yang sangat bervariasi tergantung pada jenis air dan polutannya atau komponen yang menyebabkan polusi (Purwanto, 2013).

Peraturan Mentri Lingkungan Hidup No. 01 Tahun 2010 Pasal 1 menyebutkan bahwa pencemaran air merupakan masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu air limbah yang telah ditetapkan. Sedangkan identifikasi sumber pencemar air adalah kegiatan penelaahan, penentuan dan/atau penetapan besaran dan/atau karakteristik dampak dari masing- masing sumber pencemar air yang dihasilkan dari kegiatan inventarisasi.

Faktor-faktor yang dapat menjadi penyebab pencemaran air dapat berupa masuknya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam air yang menyebabkan kualitas air menjadi tercemar. Masukan komponen-komponen tersebut disebut dengan *unsur pencemar* yang biasanya masukan tersebut berupa buangan yang masuk ke dalam air secara rutin seperti buangan limbah cair ke dalam badan air (Warlina, 2004).

2.2. Sumber Pencemaran Air Sungai

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 1 Tahun 2010 menyebutkan bahwa pengendalian pencemaran air adalah upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran air serta pemulihan kualitas air untuk menjamin kualias air agar sesuai dengan baku mutu air. Kegiatan pengendalian dilakukan melalui inventarisasi sumber pencemaran air.

1. Sumber Tertentu (*Point Sources*)

Sumber-sumber pencemaran 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 antar lain seperti kegiatan industry 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 effluent 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 dan jenis pencemar khusus yang dibuang, misalnya jenis industry tertentu di suatu daerah menghasilkan beberapa jenis pencemar spesifik.

2. Sumber Tak Tentu (*Area/Diffuse Sources*)

Sumber-sumber pencemar air yang tidak dapat ditentukan lokasinya secara tepat, umumnya terdiri dari sejumlah besar sumber-sumber individu yang relative 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 statistic kegiatan yang menggambarkan aktivitas penghasil limbah. Sumber pencemar air tak tentu atau *diffuse sources* biasanya berasal dari kegiatan pertanian, peternakan, kegiatan industry kecil-menengah, dan kegiatan domestic 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. Kualitas Air Sungai

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001

menyebutkan bahwa mutu air adalah kondisi kualitas air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metoda tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Kriteria mutu air adalah tolok ukur mutu air untuk setiap kelas air. Sedangkan kelas air merupakan peringkat kualitas air yang dinilai masih layak untuk dimanfaatkan bagi peruntukan tertentu. Klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas yaitu :

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 peruntukan 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 peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.4. Parameter Kualitas Air

Analisis kualitas air perlu dilakukan untuk mengetahui kesesuaian air sesuai peruntukan tertentu dengan cara membandingkan parameter yang dianalisis dengan baku mutu air sesuai kelas air (Ali dkk, 2013). Parameter yang digunakan dalam penelitian ini berupa parameter fisika TSS serta parameter kimia DO, BOD, COD, *total* coliform, dan *fecal coliform* pada tiap-tiap segmen, kemudian dibandingkan dengan baku mutu air kelas II yang terdapat pada lampiran PP No. 82 Tahun 2001.

- **TSS (*Total Suspended Solid*)**

TSS atau zat pada tersuspensi adalah zat padat terapung yang dapat menyebabkan minimnya oksigen dalam air.

Kandungan TSS dalam air berhubungan dengan tingkat kecerahan perairan. Kandungan TSS dalam air dapat menghalangi cahaya yang masuk ke perairan sehingga hubungan TSS dan kecerahan perairan merupakan hubungan yang berbanding terbalik (Gazali dkk, 2013).

TSS yang terdiri dari lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik disebabkan karena adanya kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Faktor-faktor yang menyebabkan meningkatnya nilai TSS pada air sungai bisa disebabkan karena banyaknya alih fungsi lahan menjadi daerah terbangun/pemukiman di sekitar aliran sungai, sehingga terjadi peningkatan padatan-padatan tanah yang memasuki aliran sungai melalui *run off* (Ali dkk, 2013).

- **DO (*Dissolved Oxygen*)**

Untuk mengetahui indikator tingkat kesesgaran air dapat menggunakan parameter oksigen terlarut. Oksigen berperan sebagai indicator kualitas perairan, karena peranan oksigen terlarut dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Peran oksigen terlarut pada proses oksidasi dan reduksi sangat penting untuk membantu mengurangi beban pencemaran pada perairan secara alami. Pada umumnya air yang telah tercemar memiliki kandungan oksigen yang sangat rendah karena semakin banyak bahan buangan organik di dalam air maka semakin sedikit sisa kandungan oksigen terlarut di dalam air. Faktor yang dapat menjadi penyebab menurunnya konsentrasi oksigen terlarut di dalam air dapat berasal dari aktivitass manusia seperti kegiatan pertanian dan pembuangan limbah.

Terjadinya penurunan nilai DO di dalam air sungai merupakan akibat dari akumulasi pembuangan limbah domestic dan aktivitas pertanian di sekitar sungai. Suatu perairan dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik dan tingkat pencemarannya rendah jika memiliki kadar oksigen terlarut > 5 mg/L (Ali dkk, 2015).

- ***Chemical Oxygen Demand* (COD)**

COD atau kebutuhan oksigen kimia merupakan jumlah oksigen (mg O_2) yang dibutuhkan dalam suatu perairan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam sample air atau banyaknya jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi

zat organik menjadi CO_2 dan H_2O (Gazali dkk, 2013).

Semakin tinggi angka COD pada suatu perairan menunjukkan semakin besar tingkat pencemaran yang terjadi.Peningkatan nilai COD yang terjadi di air sungai dapat disebabkan oleh pembuangan limbah yang bersumber dari daerah terbangun/pemukiman serta dari daerah pertanian yang berada di sekitar sungai. Perairan yang tidak tercemar memiliki nilai COD biasanya kurang dari 20 mg/L, sedangkan pada perairan tercemar dapat lebih dari 200 mg/L (Ali dkk, 2013).

- **Biochemical Oxygen Demand (BOD)**

BOD adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh bakteri pengurai untuk menguraikan bahan pencemar organik dalam air. Semakin besar konsentrasi BOD pada suatu perairan menunjukkan bahwa konsentrasi bahan organik di dalam air juga tinggi dan juga merupakan indikasi bahwa perairan tersebut telah tercemar. Pada perairan yang tingkat pencemarannya rendah memiliki kadar BOD dalam berkisar antara 0-10 ppm. Terjadinya peningkatan kadar BOD dalam perairan dapat diakibatkan dari bahan-bahan organik yang berasal dari kegiatan pembuangan limbah dari pemukiman langsung ke sungai serta berasal dari lahan pertanian. Peningkatan kadar BOD pada air sungai yang dimulai dari hulu ke hilir menunjukkan bahwa perairan tersebut telah mengalami pencemaran yang diakibatkan oleh buangan limbah domestic serta dari kegiatan pertanian (Ali dkk,2013).

- ***Total Coliform***

Eksistensi bakteri total *Coliform* dalam air sungai berkaitan dengan pembuangan limbah domestik. Limbah domestik mempunyai karakteristik antara lain kekeruhan, TSS, BOD, DO, COD, dan parameter Coliform. Kelompok bakteri coliform merupakan salah satu indikator adanya kontaminan limbah domestik dalam perairan (Agustiningsih dkk, 2012).

Bakteri berkembmang baik pada suhu rendah dan sinar matahari yang sedikit. Kadar fenol yang tinggi mempengaruhi Total Coliform, karena bersifat disinfektan. Penurunan nilai Total Coliform sangat dipengaruhi oleh peran serta masyarakat yang semakin sadar untuk tidak membuang limbah rumah tangga dan peternakan secara langsung ke dalam sungai (Widyastuti, 2012).

- ***Fecal coliform***

Bila dalam suatu perairan terdapat bakteri *fecal coliform*, maka air tersebut termasuk dalam kategoru berbahaya bagi penggunaan domestik karena keberadaan bakteri ini dapat dijadikan sebagai indikator adanya bakteri patogen lain dalam air tersebut. Bakteri *fecal coliform* berasal dari tinja manusia atau hewan berdarah panas dimana secara normal bakteri ini hanya ditemukan didalam saluran pencernaan manusia dan hewan mamalia atau juga dapat ditemukan pada hewan yang telah terkontaminasi dengan tinja (Sulistyorini dkk, 2016).

Urbanisasi dan industrialisasi sangat berpengaruh terhadap keberadaan bakteri *fecal coliform* pada perairan. Bakteri *fecal coliform* akan meningkat pada wilayah sungai perkotaan seiring dengan bertambahnya aliran dan curah hujan (Arisanty dkk, 2017). Bakteri *fecal coliform* merupakan indikasi adanya pencemaran oleh limbah domestik dan peternakan sapi atau unggas (Marlena dkk, 2012).

2.5. Baku Mutu Air Kelas II

Dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 disebutkan bahwa baku mutu air merupakan ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Baku mutu kelas air disesuaikan dengan peruntukan Sungai Kalimas yang direncakan akan digunakan sebagai lokasi wisata air yang seharusnya memenuhi baku mutu air kelas II seperti yang tertera pada Peraturan Daerah Kota Surabaya No. 12 Tahun 2014 . Baku mutu air kelas II dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Kelas II

Parameter	Satuan	Kelas II	Keterangan
Fisika			
TSS	*mg/L*	*50*	
Kimia Anorganik			
BOD	mg/L	3	
COD	mg/L	25	
DO	mg/L	4	angka batas minimum
Mikrobiologi			
total coliform	jml/100 mL	5000	
Fecal coliform	jml/100mL	1000	

Sumber: *Lampiran Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001*

2.6. Self Purification

Self Purification adalah kemampuan air untuk melakukan penjernihan kembali secara alami (Priyana,19994). Sungai memiliki kemampuan *self purification* (memulihkan diri sendiri) dari bahan pencemar, dimana terjadi penurunan kandungan bahan organik dalam air yang ditunjukkan dengan penurunan nilai BOD. Kemampuan *self purification* sungai terjadi disebabkan adanya peningkatan konsentrasi oksigen terlarut dalam air yang berasal dari udara. Kemampuan *self purification* suatu perairan dipengaruhi oleh jarak sungai karena semakin panjang jarak sungai maka kemampuan *self purification* sungai akan semakin bagus (Agustiningsih dkk,2012).

Kemampuan *self purification* air dan peningkatan kualitas air diperlukan untuk *self- maintenance* (perbaikan diri) seluruh ekosistem akuatik, karena *self purification* air dapat memulihkan habitat spesies akuatik. Dengan demikian, *self purification* air sama pentingnya untuk sistem keturunan. Jadi, *self purification* air dapat dianggap sebagai upaya perbaikan ekologis dalam ekosistem akuatik (Wei *et al*., 2009).

2.7. Penentuan Status Mutu Air

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air disebutkan bahwa 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.

2.7.1. Metode STORET

KepMen LH No. 115 Tahun 2003 menyebutkan bahwa Metoda STORET merupakan salah satu metoda untuk menentukan status mutu air yang umum digunakan. Dengan metoda STORET dapat diketahui parameter-parameter yang telah memenuhi atau melampaui baku mutu air. Secara prinsip metoda STORET adalah membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya guna menentukan status mutu air. 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 = -31 cemar berat

2.7.2. Prosedur Penggunaan

Penentuan status mutu air dengan menggunakan metoda STORET menurut Kep Men LH No. 115 Tahun 2003 dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Lakukan pengumpulan data kualitas air dan debit air secara periodic 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 bakumutu 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 2. 2 Penentuan Sistem Nilai untuk Menentukan Status Mutu Air

Jumlah parameter [1)]	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 (1977)

Catatan : [1)] jumlah parameter yang digunakan untuk penentuan mutu air

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

2.8 Strategi Pengendalian Pencemaran Air

Pengendalian pencemaran air seperti yang tertera dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 1 Tahun 2010 meliputi identifikasi sumber pencemar air, penetapan daya tampung beban pencemaran air, penetapan baku mutu air limbah, penetapan kebijakan pengendalian pencemaran air, perizinan, pemantauan kualitas air, pembinaan dan pengawasan, serta penyediaan infromasi. Upaya pengendalian pencemaran air memerlukan perencanaan yang strategis meliputi proses analisis, serta perumusan dan evaluasi strategi pengendalian pencemaran air (Yuliastuti, 2011).

Strategi pengendalian pencemaran air sungai memerlukan serangkaian kriteria dan alternatif untuk mencapai tujuan yang diinginkan sesuai kondisi dan kemampuan sumber daya. Kriteria dan alternatif untuk mencapai tujuan strategi pengendalian pencemaran disusun berdasarkan studi literatur serta berdasarkan pada hasil AHP. Faktor-faktor yang berpengaruh dalam penyusunan strategi pengendalian pencemaran air meliputi :

a. Perilaku masyarakat sebagai penyumbang terjadinya pencemaran air
b. Koordinasi antar instansi yang berkaitan dengan pengelolaan sumber daya air dan pengendalian pencemaran air belum dilakukan secara optimal
c. Perlu adanya instumen di tingkat kebijakan yang dapat dijadikan pedoman pengendalian pencemaran air
d. Perlu adanya kegiatan nyata di lapangan baik berupa pembangunan sistem sanitasi masyarakat maupun konservasi vegetatif.

(Agustiningsih dkk, 2012)

Penentuan strategi pengendalian pencemaran air sungai dilakukan dengan pengisian kuesioner untuk mendapatkan informasi tentang alternatif dalam mencapai tujuan. Hirarki analisis strategi pengendalian pencamaran disusun secara berurutan berdasarkan level yaitu :

1. Goal atau fokus strategi pengendalian pencemaran sungai
2. Faktor yang berperan dalam pengendalian pencemaran sungai
3. Faktor atau pelaku yang berperan dalam pengelolaan sungai
4. Sub tujuan pengelolaan sungai
5. Alternatif strategi pengendalian pencemaran sungai.

(Tabrani dkk, 2017).

2.9 *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan suatu metoda untuk membuat ranking alternatif keputusan dalam memilih salah satu yang terbaik ketika pembuat keputusan memiliki berbagai macam kriteria. AHP tidak hanya membantu analisis mencapai keputusan terbaik, tetapi juga dapat menghasilkan pilihan dengan tingkat rasional yang tinggi (Yuliawati, 2014). Model AHP digunaan sebagai alat analisis karena mudah dimengerti untuk berbagai permasalahan yang tidak terstruktur, dan tidak memaksakan pemikiran linier, serta dapat menangani saling ketergantungan elemen dalam satu sistem (Tabrani dkk, 2017).

Langkah kerja metode AHP yaitu (Munthofa dan Mubarok, 2017) :

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan
2. Membuat struktur hierarki yang diawali dengan tujuan utama
3. Membuat matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan pengaruh setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria setingkat diatasnya. Matriks perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Matriks Perbandingan Berpasangan

	Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3	Kriteria m
Kriteria 1	K11	K12	K13	K1m
Kriteria 2	K21	K22	K23	K2m
Kriteria 3	K31	K32	K33	K3m
Kriteria n	Kn1	Kn2	Kn3	Knm

4. Mendefinisikan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh jumah penilai seluruhnya sebanyak n x [(n-1)/2)] buah, dengan n adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.

   Untuk menentukan nilai kepentingan relatif antar elemen digunakan skala bilangan dari 1 sampai 9. Bila suatu elemen dibandingkan dengan dirinya sendiri maka diberi nilai 1. Perbandingan dilakukan berdasarkan kebijakan pembuat keputusan dengan menilai tingkat kepentingan satu elemen terhadap elemen lainnya. Proses perbandingan berpasangan dimulai dari level hirarki paling atas yang ditujukan untuk memilih kriteria, kemudian diambil elemen yang akan

dibandingkan (Nasibu, 2009). Nilai dan definisi pendapat kualitatif dari skala perbandingan yang diperkenalkan oleh Saaty (1994) dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2. 4 Skala Perbandingan Berpasangan

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan

Sumber: Saaty, 1988

5. Menghitung nilai eigen dan menguji konsistensinya. Jika tidak konsisten maka pengambilan data diulangi
6. Mengulangi langkah 3,4, dan 5 untuk seluruh tingkat hierarki
7. Menghitung vektor eigen setiap matriks perbandingan berpasangan yang merupakan bobot tiap elemen untuk penentuan prioritas elemen-elemen pada tingkat hirarki terendah sampai mencapai tujuan

2.10. Penelitian Terdahulu

2.10.1 Penentuan Status Mutu Air Metode STORET DAS Kalibaru

Penelitian Hariono dkk (2017) yang dilakukan di DAS (Daerah Aliran Sungai) Kalibaru yaitu menganalisis status kualitas air secara berkala dengan menggunakan metode STORET. Penelitian ini dilatarbelakangi akibat penurunan kualitas air di DAS Kalibaru akibat adanya perubahan fungsi lahan di kawasan hulu dari hutan menjadi lahan pertanian budi daya. Hasil analisis menyatakan kualitas air DAS Kalibaru pada periode 2016 untuk mutu kelas I, II, III, dan IV adalah sedang, sedang, baik, dan baik.

2.10.2 Kajian Kualitas Perairan Teluk Gorontalo dengan

Menggunakan Metode STORET

Pada penelitian yang dilakukan Kadim dkk (2016) ini dilakukan pengkajian status mutu air di perairan Teluk Gorontalo yang digunakan sebagai acuan dalam pemantauan pencemaran kualitas air suatu sistem akuatik. Data kualitas air yang digunakan untuk perhitungan dengan metode STORET didapatkan dari hasil sampling. Hasil penelitian menunjukkan bahwa status mutu air Teluk Gorontalo tergolong dalam kategori buruk karena berdasarkan perhitungan dengan metode STORET mendapatkan skor -39.

2.10.3 Penentuan Status Mutu Air Tukad Yeh Poh dengan Metode STORET

Penelitian yang dilakukan oleh Esta dkk (2016) ini membahas mengenai kualitas air Tukad Yeh Poh serta pengklasifikasian mutu air dengan metode STORET menggunakan parameter uji berupa parameter fisik, kimia, dan biologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada daerah hulu menghasilkan skor total -27 yang dikategorikan sebagai tercemar sedang, sedangkan di tengah dan hilir masing-masing -37 dan -49 yang dikategorikan tercemar berat.

2.10.4 Penentuan Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode Indeks Kualitas Air-National Sanitation Foundation (IKA-SNF) Sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan (Studi Kasus : Sungai Gelis, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah)

Penelitian Hanisa dkk (2017) yang membahas mengenai upaya untuk mengetahui tingkat pencemaran air sungai yang terjadi pada DAS Gelis. Hasil perhitungan status mutu air menunjukkan bahwa kualitas air setiap segmen Sungai gelis berstatus sedang sampai buruk dengan nilai berkisar antara 46 sampai 54. Setelah diketahui tingkat pencemaran berdasarkan hasil status mutu air yang didapat, maka diberikan alternatif pengendalian pencemaran berdasarkan aspek teknis dan aspek non teknis.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Deskripsi Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kualitas air dan status mutu air Sungai Kalimas segmen Ngagel sampai Jembatan Yos Sudarso menggunakan metode STORET. Setelah diketahuinya status mutu air Sungai Kalimas selanjutnya dapat diketahui tingkat pencemaran untuk menentukan strategi pengnendalian pencemaran yang sebaiknya dilakukan untuk menjaga kualitas air Sungai Kalimas. Metode penelitian digunakan sebagai gambaran rancangan penelitian berupa dasar prosedur dan langkah-langkah sistematis yang harus dilakukan dalam proses melakukan penelitian.

3.2. Wilayah Penelitian

Sungai Kalimas merupakan sungai yang mengalir di tengah Kota Surabaya berhulu di pintu air Ngagel dan berhilir di daerah Tanjung Perak dengan panjang total 12 km. Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sungai Kalimas dimulai pada segmen jembatan tretek bungkuk Ngagel (hulu) sampai Jembatan Yos Sudarso (hilir) dengan panjang 4,82 km. Pemerintah Kota Surabaya dalam Peraturan Derah Kota Surabaya No 12 Tahun 2014 merencanakan Sungai Kalimas sebagai tempat wisata air, yang berarti kualitas air Sungai Kalimas seharusnya memenuhi baku mutu air kelas II sesuai yang tertera pada PP No. 82 Tahun 2001. Namun berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh DLH pada tahun 2019 diketahui bahwa kualitas air Sungai Kalimas untuk parameter BOD, COD, TSS, DO, *total coliform,* dan *fecal coliform* tidak memenuhi baku mutu air kelas II pada beberapa titik sampel. Lokasi Sungai Kalimas yang dijadikan sebagai objek penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.

3.2.1. Pembagian Segmen

Pada penelitian ini lokasi penelitian dibagi ke dalam 2 segmen yang dimulai dari jembatan tretek bungkuk Ngagel (hulu) hingga Jembatan Yos Sudarso (hilir) (Gambar 3.1). Penentuan batas segmen dipilih berdasarkan adanya *input* dari sumber pencemaran, belokan sungai, perbedaan dimensi, dan tempat yang mudah untuk pengambilan sampel. Pembagian segmen pada Sungai Kalimas dilakukan untuk mengetahui perubahan kualitas air Sungai Kalimas yang terjadi pada tiap segmen dengan

cara pengambilan sample pada tiap titik sampling yang telah ditentukan. Pembagian segmen dan sumber pencemaran per segmen pada sungai dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Data Pembagian Segmen Sungai Kalimas

Segmen	Panjang	Koordinat hulu	Koordinat hilir
1 (titik 1-2)	2,46 km	$7^0$17’49.03”S $112^0$44’30.39”T	$7^0$16’38.05”S $112^0$44’37.82”T
2 (titik 2-3)	2,36 km	$7^0$16’38.05”S $112^0$44’37.82”T	$7^0$15’43.35”S $112^0$44’45.98”T

Sumber: hasil pengukuran Google Eartth

1. Segmen 1 (Titik 1 – Titik 2)

Segmen ini merupakan segmen awal penelitian dengan panjang 2,46 km. Titik 1 merupakan hulu yang terletak di jembatan tretek bungkuk Ngagel dan titik 2 merupakan hilir segmen 1 yang terletak di jembatan Sulawesi Keputran Selatan. Pembagian segmen 1 ini berdasarkan karakteristik kualitas air sungai pada bagian hulu yang berasal dari pintu air Ngagel dan juga karena ada masukan anak sungai.

2. Segmen 2 (Titik 2 – Titik 3)

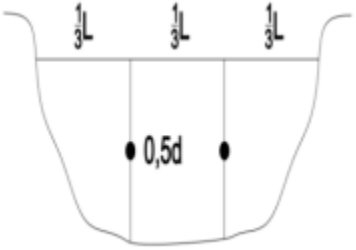
Segmen kedua ini merupakan segmen dengan 2,36 km dibagi berdasarkan adanya masukan limbah domestik (*point source*) dari kegiatan penduduk dan adanya perbedaan lebar sungai. Titik pengambilan sampel pada titik 2 dan titik 3. Titik 2 merupakan titik akhir pengambilan sampel pada segmen 1. Titik 3 terletak di jembatan di Jl. Yos Sudarso.

Gambar 3. 1 Jalur Sungai Kalimas dan Titik Sampling

Sumber: Google Earth (2020)

3.2.2. Teknik *Sampling*

Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.57:2008 menyebutkan bahwa penentuan titik pengambilan sampel air sungai ditentukan berdasarkan debit air sungai. Data yang didapatkan dari penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kualitas debit air Sungai Kalimas adalah sebesar 6,23 m^3/detik sehingga sesuai dengan peraturan (SNI) 6989.57:2008 maka pengambilan sampel dengan debit antara 5 m^3/detik – 150 m^3/detik dilakukan pada jarak 1/3 dan 2/3 lebar sungai dengan kedalaman 0,5 kali dari kedalaman permukaan atau diambil dengan alat *integrated sampler* yang kemudian akan didapatkan contoh air dari permukaan sampai ke dasar secara merata seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 yang kemudian dicampurkan.



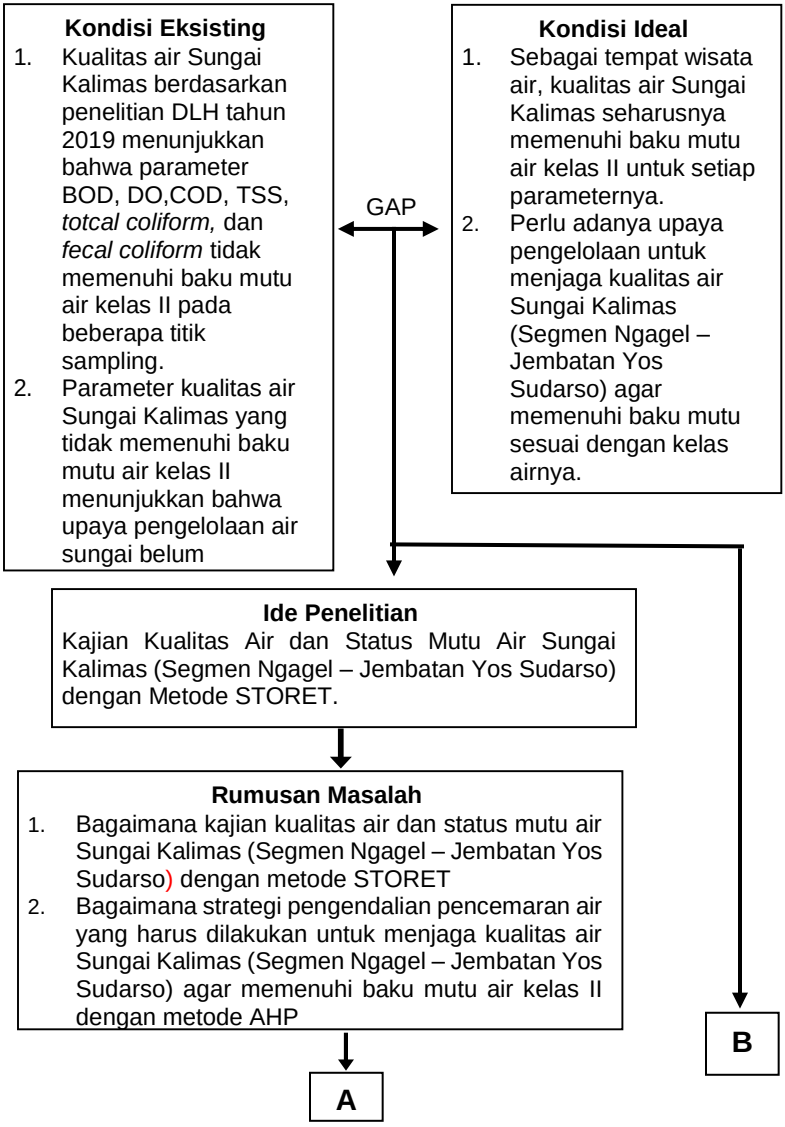
Gambar 3. 2 Teknik Pengambilan Sampel Air Sungai
Sumber: SNI 6989.57:2008

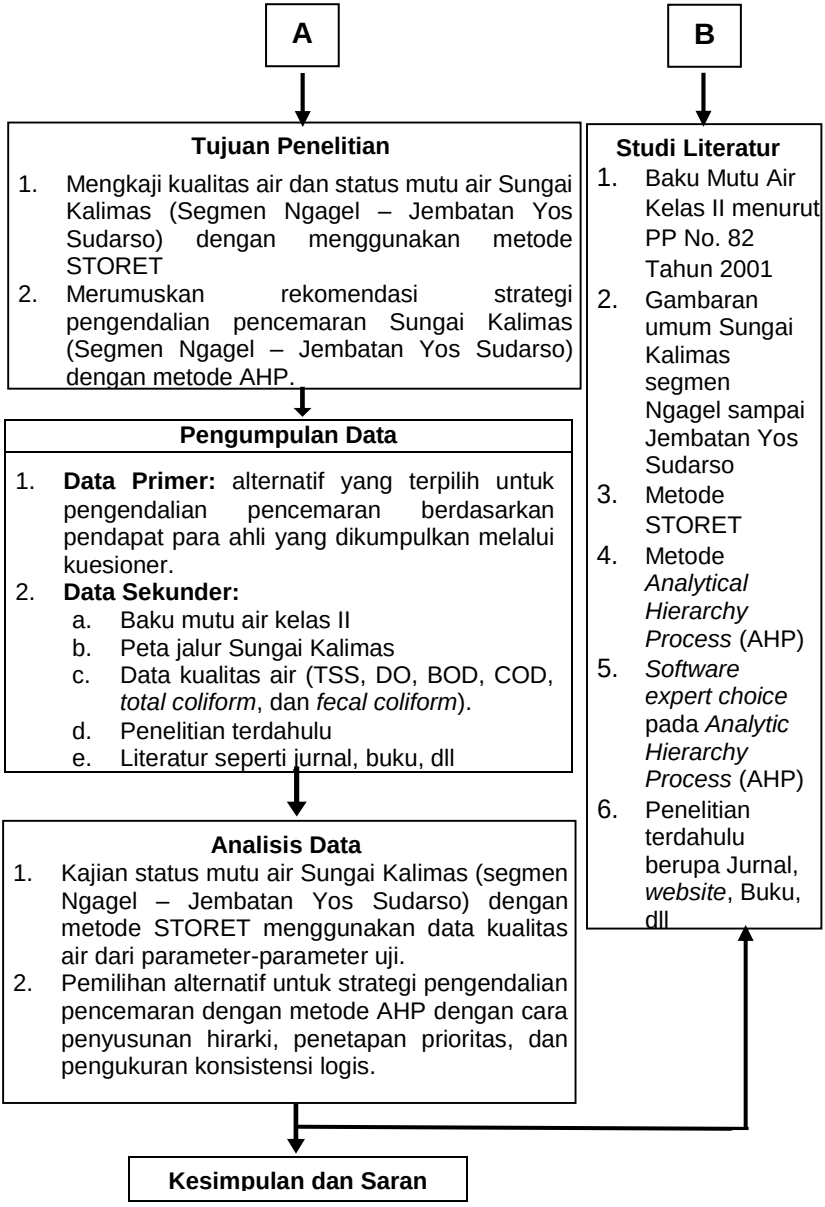
Pengambilan sampel dilakukan dimulai dari segmen awal sampai segmen akhir. Penentuan titik pengambilan sampel ini didasarkan pada aktivitas penggunaan air sepanjang segmen penelitian yang sebagian besar berada di daerah padat permukiman, perkantoran, perniagaan dan pergudangan. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan ember plastik yang bersih dengan diikat dan bagian dalam ember diberi pemberat. Kemudian air sampel yang telah didapat disimpan ke dalam botol plastik bersih dengan cara memasukkan botol ke dalam air sampai botol terisi penuh dan tidak ada udara yang masuk, lalu tutup botol dengan rapat.

3.3. Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian dibuat dalam bentuk visual sebagai dasar dan alur pelaksanaan penelitian dengan tujuan sebagai pedoman untuk mempermudah peneliti dalam melaksanakan tiap tahap penelitian dan juga untuk mengurangi risiko yang dapat

terjadi selama berlangsungya penelitian. Tahap awal penelitian dimulai dengan ide penelitian yang kemudian dilanjutkan dengan observsai lapangan untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian. Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3.





Gambar 3. 3 Kerangka Penelitian

3.4. Ide Penelitian

Keberadaan Sungai Kalimas yang mengalir di daerah permukiman padat penduduk menyebabkan Sungai Kalimas berpotensi mengalami pencemaran oleh limbah domestik yang berasal dari permukiman di sekitar sungai. Hal tersebut diperjelas dengan hasil penelitian DLH tahun 2019 yang menyatakan bahwa kualitas air Sungai Kalimas tidak memenuhi baku mutu air kelas II pada parameter BOD, DO, COD, TSS, *total* coliform, dan *fecal coliform* sesuai baku mutu air menurut PP No. 82 Tahun 2001. Seharusnya Sungai Kalimas yang direncanakan akan dijadikan sebagai sarana wisata air oleh Pemerintah Kota Surabaya kualitas airnya harus memenuhi baku mutu air kelas II. Untuk mengetahui tingkat pencemaran pada Sungai Kalimas segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso maka perlu dilakukan kajian mengenai status mutu airnya selain itu juga perlu dilakukan kajian mengenai strategi pengendalian pencemaran Sungai Kalimas supaya kualitas airnya dapat memenuhi peruntukannya sebagai kategori air kelas II. Oleh karena itu, maka penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian kualitas dan status mutu air Sungai Kalimas segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso dengan metode STORET dan merumuskan strategi pengendalian pencemaran yang harus dilakukan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

3.5. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan tujuan agar mendapatkan teori pendukung penelitian yang akurat dan berkaitan dengan penelitian ini sehingga dapat dijadikan pedoman dalam pelaksanaan penelitian. Literatur yang dapat digunakan didapatkan dari sumber yang ada seperti jurnal atau artikel ilmiah, peraturan pemerintah, text book, laporan penelitian, tugas akhir, dan tesis terdahulu yang berkorelasi dengan penelitian yang akan dilakukan. Literatur yang digunakan untuk penelitian ini yaitu baku mutu air kelas II, Daerah Aliran Sungai, parameter kualitas air Sungai Kalimas, perhitungan dengan metode STORET, perumusan strategi pengendalian pencemaran dengan metode AHP, penelitian sejenis yang telah dilakukan sebelumnya.

3.6. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi yang dapat menunjang penelitian. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data-data

yang telah didapatkan kemudian diolah dan dianalisis agar didapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian.

1. Data primer
   Data primer merupakan data yang didapatkan secara langsung dalam penelitian. Data primer yang dikumpulkan berupa : data informasi terkait strategi pengendalian pencemaran yang dilakukan untuk pengelolaan kualitas air Sungai Kalimas yang didapatkan melalui kuisioner yang dianalisa dengan metode AHP. Kuisioner untuk responden terletak pada lampiran. Responden atau *keyperson* yang dipilih merupakan ahli dalam bidang pengendalian pencemaran perairan.
2. Data sekunder
   Data sekunder dapat diperoleh saat sebelum maupun bersamaan saat penelitian berlangsung. Data sekunder yang dikumpulkan berupa : baku mutu badan air kelas II, data hidrolis sungai berupa panjang sungai, peta jalur Sungai Kalimas, data kualitas air Sungai Kalimas segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso dengan parameter BOD, COD, DO, TSS, *total coliform*, dan *fecal coliform*.

3.7. Analisis Data

3.7.1. Analisis Kualitas Air

Data hasil pengujian kualitas air yang meliputi parameter DO, BOD, COD, TSS, *total coliform*, dan *fecal coliform* dibandingkan dengan baku mutu yang telah ditetapkan. Baku mutu kualitas air sungai yang digunakan mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

3.7.2. Penentuan Status Mutu Air

Hasil analisis kualiltas air pada tiap titik sampling selanjutnya dihitung dengan menggunakan metode STORET untuk menentukan status mutu pada tiap titik sampling. Dengan perhitungan menggunakan STORET kemudian dilakukan analisis kecenderungan perubahan status mutu pada tiap segmen penelitian. Selanjutnya dapat ditentukan status mutu air Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) untuk mengetahui tingkat pencemarannya.

3.7.3. Rumusan Strategi Pengendaalian Pencemaran Air Sungai Kalimas

Penyusunan strategi pengendalian pencemaran air Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) dilakukan berdasarkan data hasil analisis kualitas air dan juga berdasarkan studi literatur untuk menentukan aspek kriteria dan alternatif untuk mencapai strategi pengendalian pencemaran air sungai. Kemudian dilakukan penyusunan hirarki AHP dan selanjutnya dilakukan perbandingan setiap alternatif pengelolaan sesuai aspek yang telah ditentukan. Hasil perbandingan yang telah dilakukan oleh seluruh *keyperson* sebagai responden kemudian diolah dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan bantuan program *Expert Choice v11* untuk membantu menentukan skala prioritas pengambilan keputusan serta besarnya nilai rasio konsistensi.

3.8. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dapat disusun setelah melakukan analisis data. Kesimpulan berupa ringkasan dan jawaban dari rumusan masalah penelitian. Saran diberikan untuk penelitian yang dapat dilakukan selanjutnya dengan berdasrkan pada hasil pembahasan dari analisis data.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Segmentasi Sungai Kalimas

Segmen dalam penelitian ini dibagi mulai dari hulu Sungai Kalimas yaitu Jembatan Tretek Bungkuk Ngagel hingga Jembatan Yos Sudarso. Pembagian segmen pada Sungai Kalimas ini didasarkan pada adanya masukan beban pencemar dari kegiatan domestik yang masuk ke badan air serta adanya jembatan untuk kemudahan dalam pengambilan air sampel sungai. Selain itu pembagian segmen juga didasarkan pada adanya belokan dan perubahan dimensi sungai. Pembagian segmen ini dilakukan untuk membantu mendapatkan bagaimana kemampuan *self purification* dari Sungai Kalimas Surabaya dilihat dari perubahan kualitas air pada setiap segmennya. Karakteristik setiap segmen dijelaskan sebagai berikut :

1. Segmen 1 (Titik 1 – Titik 2)

Segmen 1 yang terletak pada koordinat $7^0$17’49.03”S $112^0$44’30.39”T pada hulu dan koordinat $7^0$16’38.05”S $112^0$44’37.82”T pada hilir ini terdapat 2 titik pengambilan sampel. Titik 1 terletak di jembatan tretek bungkuk Ngagel, sedangkan titik 2 berada di Jembatan Sulawesi di daerah Keputran Selatan. Titik 1 (jembatan tretek bungkuk) ini berada di wilayah Kecamatan Wonokromo, sedangkan titik 2 (jembatan Sulawesi) ini berada di wilayah Kecamatan Tegalsari. Penggunaan lahan di sekitar segmen 1 ini yaitu terdapat permukiman warga, budidaya ikan lele yang memanfaatkan air sungai, pemeliharaan ayam, terdapat Lotte Mart, dan lain lain (Wahyuningsih, 2017). Pada Peta Sungai Kalimas segmen 1 dapat dilihat pada Gambar 4.1.

2. Segmen 2 (Titik 2 – Titik 3)

Segmen 2 yang terletak pada koordinat $7^0$16’38.05”S $112^0$44’37.82”T pada hulu dan koordinat $7^0$15’43.35”S $112^0$44’45.98”T pada hilir ini terdapat 2 titik pengambilan sampel. Titik 2 merupakan hilir pada segmen 1 dan titik 3 berada di Jembatan Yos Sudarso. Titik 3 (jembatan Yos Sudarso) ini berada di wilayah Kecamatan Genteng. Wilayah sekitar segmen 2 ini digunakan untuk pasar tradisional, tempat mandi dan buang air, memancing, dan juga terdapat taman pada tepi sungai (Wahyuningsih, 2017). Peta Sungai Kalimas segmen 3 ini dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Gambar 4. 1 Segmen 1 (Titik 1 - Titik 2)
Sumber: Google Earth (2020)

Gambar 4. 2 Segmen 2 (Titik 2 - Titik 3)
Sumber: Google Earth (2020

4.2. Kepadatan Penduduk Tiap Kecamatan di Sekitar Sungai

Pendekatan permasalahan lingkungan harus dilakukan secara holistik yang meliputi aspek budaya, estetis, sosial, dan manusiawi serta pengembangan teknologi (Keraf, 2002). Pengelolaan sanitasi dan kesehatan lingkungan dipengaruhi oleh nilai, persepsi, pengetahuan, serta sikap dan tradisi yang melekat pada kekhidupan masyarakat (Agustiningsih, 2012).

Kepadatan penduduk berpengaruh penting dalam upaya pengelolaan sungai karena kegiatan penduduk di sekitar sungai menjadi faktor yang mempengaruhi pemanfaatan lahan di sekitarnya.Ruang lingkup penelitian ini yaitu daerah tangkapan air yang dimulai dari Kecamatan Wonokromo yang merupakan daerah pengambilan sampel titik 1, Kecamatan Tegalsari daerah pengambilan sampel titik 2, serta Kecamatan Genteng daerah pengambilan sampel titik 3. Data kepadatan penduduk dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Kepadatan Penduduk per Kecamatan Sekitar Sungai Kalimas

No	Tahun	Luas Wilayah (Km^2)	Jumlah Penduduk	Kepadatan Penduduk (jiwa/Km^2)
Kecamatan Wonokromo				
1	2015	6,7	-	-
2	2016		168240	14789
3	2017		171135	17643
4	2018		167720	25033
Kecamatan Tegalsari				
5	2015	4,29	117297	27341
6	2016		117492	27387
7	2017		117400	27366
8	2018		117429	27387
Kecamatan Genteng				
9	2015	3,41	70398	13733
10	2016		70476	2067
11	2017		70669	20724
12	2018		61934	18162

Sumber: BPS.go.id , 2020

Berdasarkan data jumlah penduduk, dapat diketahui bahwa

jumlah penduduk terbanyak terdapat di Kecamatan Wonokromo yaitu daerah yang melingkupi titik 1. Sedangkan jumlah penduduk terendah terdapat di Kecamatan Genteng yang melingkupi titik 3.

4.3. Curah Hujan

Kualitas air sungai sebagaai air permukaan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan terutama apabila terjadi hujan (Raharjo dkk, 2013). Curah hujan merupakan salah satu komponen iklim yang dapat digunakan untuk menentukan tipe iklim, berdasarkan tipe curah hujan dan perbandingan variasi jumlah bulan kering dan bulan basah (Setyowati dan Suharini, 2011). Data curah hujan di wilayah Sungai Kalimas dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Curah Hujan di Kota Surabaya Tahun 2015-2019

Bulan	Curah Hujan (mm)				
	Tahun 2015	Tahun 2016	Tahun 2017	Tahun 2018	Tahun 2019
Januari	353,9	284,1	-	284,1	380,4
Februari	300,4	410,5	249,3	410,5	339
Maret	246,1	144,6	244	144,6	227,3
April	128,2	129,7	102,5	129,7	288,2
Mei	75,2	351,5	157,9	351,5	5,6
Juni	0,7	126,8	91,1	126,8	0
Juli	0	90,1	22,2	90,1	0
Agustus	0	36,6	0	36,6	0
September	0	0	0	0	0
Oktober	0	0	0	0	0
November	130,2	117,9	321,6	117,9	25,1
Desember	183	358,8	291,1	358,8	133,2
Rata-Rata	118,14	170,88	134,52	170,88	116,57

Sumber: dataonline.bmkg.go.id (2020)

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa data curah hujan yang diambil setiap bulan selama tahun 2015 sampai tahun 2019 dengan rata-rata curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2016 dan tahun 2018 dengan curah hujan 170,88 mm per tahun. Sedangkan curah hujan rata-rata terendah terjadi pada tahun 2019 dengan curah hujan 116,57 mm per tahun. Berdasarkan data curah hujan Kota Surabaya pada Tabel 4.2,dapat diketahui bahwa

bulan kering terjadi pada Bulan Juni sampai bulan Oktober. Sedangkan untuk bulan basah terjadi pada Bulan November sampai bulan Mei.

4.4. Kondisi Kualitas Air Sungai Kalimas

Kondisi kualitas air merupakan kondisi air yang menunjukkan kandungan makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain yang terdapat di dalam perairan. Kualitas air dinyatakan dengan parameter yang sesuai untuk menggambarkan suatu kondisi perairan. Parameter tersebut diukur dengan menggunakan metode tertentu sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku (Agustiningsih, 2012).

Pengumpulan data sekunder kualitas air Sungai Kalimas didapatkan dari DLH Kota Surabaya dan BBWS Brantas dengan parameter uji yang digunakan yaitu DO, BOD, COD, TSS, *total coliform,* dan *fecal coliform*. Kedua sumber data ini memiliki *time series* yang berbeda. Data analisis kualitas air DLH Kots Surabaya dilakukan selama tahun 2018 sampai tahun pada beberapa bulan di setiap tahunnya. Sedangkan data hasil analisis kualitas air yang dilakukan oleh BBWS Brantas dilakukan selama satu tahun sekali dimulai pada tahun 2015 sampai tahun 2019. Data hasil analisis kualitas air dari seluruh sumber kemudian dibandingkan dengan baku mutu air kelas II pada Lampiran Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Baku mutu air kelas II sesuai pada PP No. 82 Tahun 2001 dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Baku Mutu Air Kelas II

Parameter	Satuan	Kelas II
Residu Tersuspensi	mg/L	50
BOD	mg/L	3
COD	mg/L	25
DO	mg/L	4
Total Coliform	jml/100 mL	5000
Fecal Coliform	jml/100 mL	1000

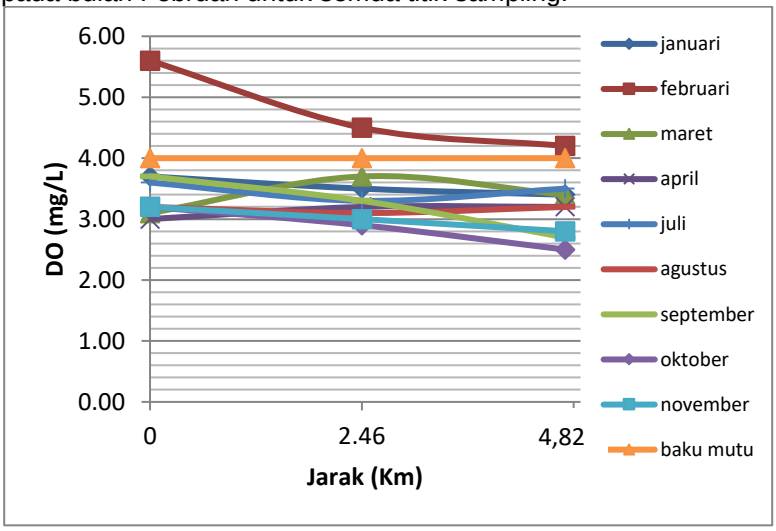
Sumber: PP No. 82 Tahun 2001

4.4.1. DO (*Dissolved Oxygen*)

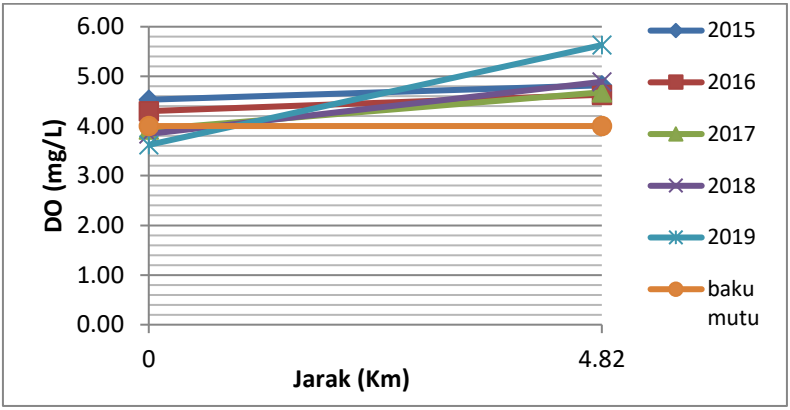
Dissolved Oxygen (DO) adalah kandungan oksigen yang terdapat di dalam air sehingga jika hasil analisis pengukuran DO menunjukkan bahwa DO di air sungai tersebut lebih kecil

dibandingan dari buku mutu maka dapat disimpulkana bahwa air tersebut tercemar (Trisnawati dan Masduqi, 2013). Oksigen terlarut (DO) dalam air sangat dibutuhkan untuk mendukung kehidupan organisme akuatik. Sumber utama DO yaitu berasal dari fotosintesis. Konsentrasi DO dapat menjadi indikator adanya pencemaran organik (Siahaan dkk, 2011).

Data hasil analisis konsentrasi oksigen terlarut dapat dilihat pada Lampiran A1 Tabel A1.7 dan Tabel A1.8 serta pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4. Hasil analisis oksigen terlarut Sungai Kalimas yang dilakukan selama beberapa bulan di tahun 2019 oleh DLH Kota Surabaya pada 3 titik sampling menunjukkan bahwa nilai oksigen terlarut berkisar antara 2,5 – 5,6 mg/L. Sedangkan hasil analisis DO yang dilakukan selama tahun tahun 2015 - 2019 oleh BBWS Brantas pada 2 titik sampling menunjukkan bahwa nilai DO berkisar antara 3,62 – 5,63 mg/L. Data analisis DO bulanan menunjukkan bahwa kadar DO yang berada di atas 4 mg/L seperti pada tahun 2019 yaitu hanya terjadi pada bulan Februari untuk semua titik sampling.



Gambar 4. 3 Grafik Konesntrasi DO Tahun 2019
Sumber: DLH Kota Surabaya (2019)



Gambar 4. 4 Grafik Konsentrasi DO Tahun 2015-2019

Sumber: BBWS Brantas (2019)

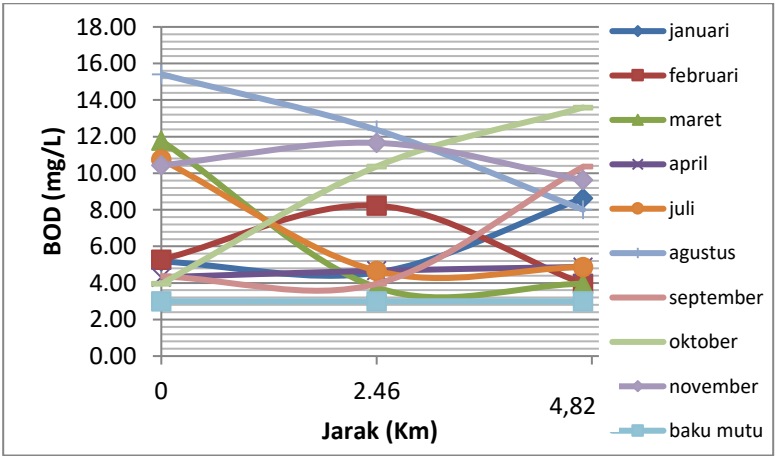
Nilai DO terendah terjadi pada Bulan Oktober tahun 2019 pada segmen 2 di titik 3, dengan angka DO mencapai 2,5 mg/L. Nilai DO rendah dipengaruhi oleh adanya peningkatan jumlah sumber pencemar yang masuk ke dalam Sungai Kalimas baik dari limbah rumah tangga, perkantoran, hotel, pergudangan, pertokoan, pusat perbelanjaan, dan rumah makan serta karena kurangnya aerasi (Maghfiroh, 2016). Pencemaran pada segmen 2 ini berasal dari limbah pasar tradisional di Kayon yang sebagian besar bahan organik (Wahyuningsih, 2017). Peningkatan nilai DO yang terjadi pada tahun 2019 dikarenakan adanya bangunan bendung atau terjunan. Air sungai yang mengalir melewati bangunan bendung atau terjunan mengalami perubahan bentuk aliran air dari subkritis menuju aliran kritis dan super kritis sehingga harus terjadi pelepasan energi untuk mengembalikan aliran ke subkritis yang ditandai dengan olakan air. Proses olakan air meningkatkan kandungan DO karena meningkatnya kontak air dengan udara atau aerasi (Arief, 2014).

Apabila kedua data tersebut dirata-rata,maka didapatkan hasil bahwa data pengukuran rata-rata DO bulanan pada tahun 2019 masih tidak memenuhi baku mutu air kelas II karena kurang dari 4 mg/L pada setiap titik sampel. Sedangkan hasil rata-rata tahunan dimulai dari tahun 2015 sampai tahun 2019 menunjukkan masih berada di dalam ambang baku mutu air kelas II karena hasil rata-rata berada di atas 4 mg/L . Bila data analisis tersebut dibandingkan dengan baku mutu air kelas II berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 untuk parameter DO, maka berdasrkan kedua hasil

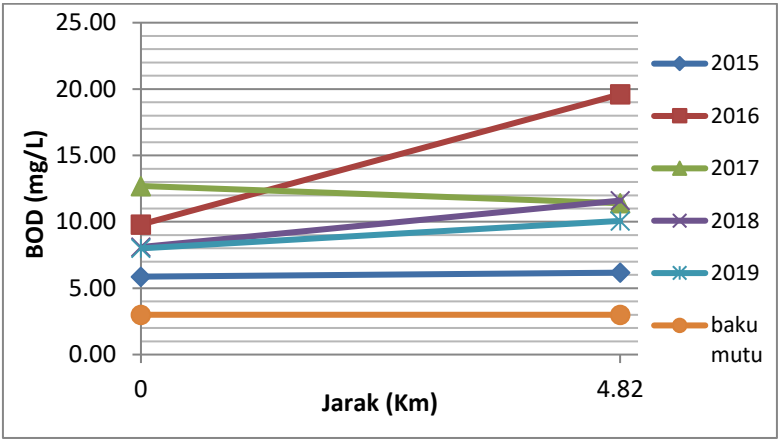
rata-rata kadar DO di air Sungai Kalimas tidak memenuhi baku mutu air kelas II untuk data bulanan selama tahun 2019 dan memenuhi baku mutu air kelas II untuk data tahunan selama tahun 2015 sampai tahun 2019.

4.4.2. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Kadar BOD dalam suatu air sungai dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat pencemaran suatu sungai. Semakin tinggi nilai BOD dalam air sungai maka dapat dikatakan bahwa air sungai tersebut semakain tercemar. Akumulasi kadar BOD dari sumber pencemar akan menimbulkan beban cemaran terhadap kemampuan suatu sungai untuk pulih kembali (Nugraha dan Cahyorini, 2007). Hasil analisis kadar BOD Sungai Kalimas yang dilakukan pada beberapa bulan di tahun 2019 menunjukkan bahwa kadar BOD tidak memenuhi baku mutu air kelas II untuk seluruh titik. Begitu pula dengan analisis kadar BOD yang dilakukan selama tahun 2015-2019 menunjukkan bahwa kadar BOD melebih ambang batas baku mutu air kelas II sesuai pada PP No. 82 Tahun 2001 yaitu sebesar 3 mg/L. Hasil analisis BOD yang dilakukan oleh DLH Kota Surabaya pada tahun 2019 berkisar antara 3,76 – 15,42 mg/L. Sedangkan hasil analisis BOD yang dilakukan BBWS Brantas pada tahun 2015-2019 berkisar antara 5,87 – 19,60 mg/L. Data rekap hasil analisis BOD dapat dilihat pada Gambar 4.5 dani Gambar 4.6 serta pada Lampiran A1 Tabel A1.1 dan Tabel A1.2.



Gambar 4. 5 Grafik Konsentrasi BOD Tahun 2019
Sumber: DLH Kota Surabaya (2019)



Gambar 4. 6 Grafik Konsentrasi BOD Tahun 2015-2019

Sumber: BBWS Brantas (2019)

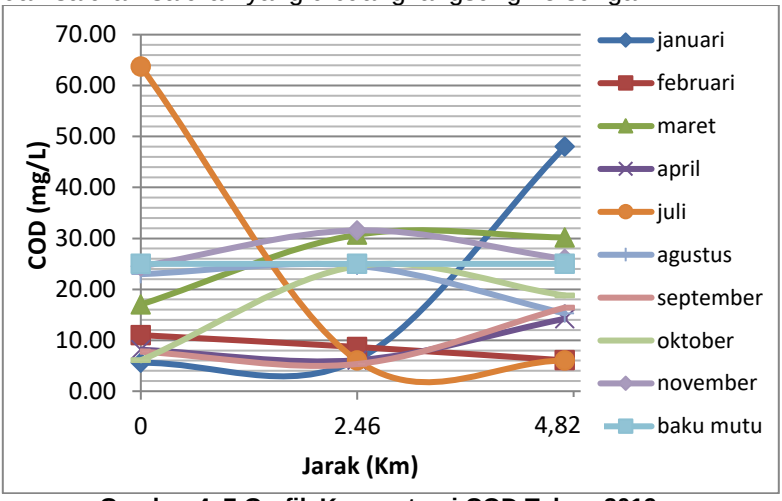
Berdasarkan pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 dapat diketahui bahwa terjadi fluktuasi kadar BOD pada setiap bulan dan setiap tahunnya. Tingginya nilai BOD dalam air sungai menunjukkan bahwa dalam air sungai tersebut terdapat banyak bahan organik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang sulit didegradasi secara biologis. Contohnya seperti tumbuhan dan hewan yang telah mati, hasil buangan limbah domestik dan industri (Yogafanny, 2015). Berdasarkan Gambar 4.5, rata-rata nilai BOD tertinggi terjadi di tiitk 1 dan titik 2 yang diakibatkan banyaknya masukan bahan organik di titik ini akibat pemanfaatan air sungai yang digunakan sebagai MCK pada titik 1 dan karena ada masukan buangan sampah dari Pasar Keputran pada titik 2. Kadar BOD pada segmen 2 di titik 3 pada Bulan Oktober tahun 2019 menunjukkan angka yang terbilang tinggi yaitu sebesar 13,6 mg/L yang menyebabkan turunnya nilai DO pada titik tersebut (Gambar 4.3). Dari hasil pengukuran kadar BOD pada Sungai Kalimas menunjukkan bahwa pada seluruh titik kadar BOD berada diatas 3 mg/L yang berarti bahwa Sungai Kalimas dapat dikategorikan sebagai sungai yang tercemar. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa Sungai Kalimas sudah tidak sesuai dengan peruntukannya sesuai kategori kelas II.

4.4.3. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

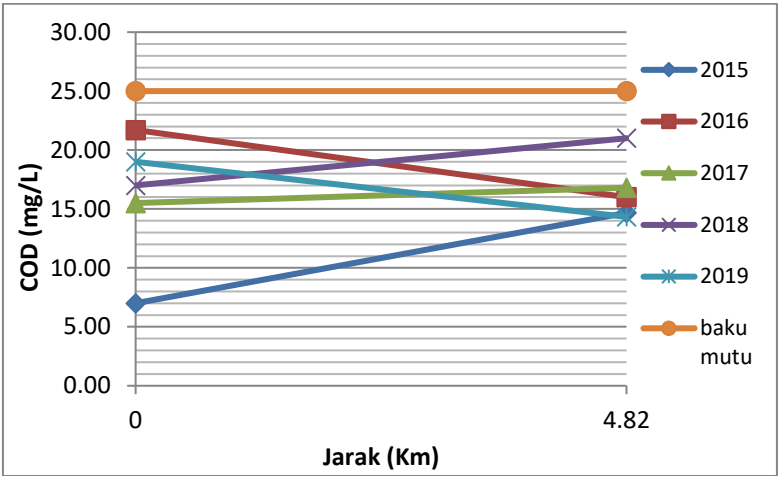
Berdasarkan kemampuan oksidasi, penentuan nilai COD dianggap paling baik dalam menggambarkan keberadaan bahan

organik baik yang dapat didekomposisi secara biologi maupun yang tidak (Effendi, 2003). Nilai COD dalam suatu perairan dapat menggambarkan jumlah total bahan organik yang ada. Oleh karenanya nilai BOD dapat sama dengan COD namun tidak dapat lebih besar karena BOD hanya menggambarkan jumlah bahan organik yang sifatnya mudah didegradasi oleh mikroba (Atima, 2014).

Nilai konsentrasi COD yang diketahui dari hasil pengukuran DLH Kota Surabaya pada beberapa bulan di tahun 2019 berkisar antara 5,34 – 63,75 mg/L. Sedangkan dari hasil pengukuran COD yang dilakukan oleh BBWS Brantas tiap tahun mulai tahun 2015 sampai 2019 menunjukkan konsentrasi COD berkisar antara 7 – 21,7 mg/L. Data hasil pengukuran COD secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A1 Tabel A1.3 dan Tabel A1.4 serta pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8. Berdasarkan Gambar 4.7, dapat diketahui bahwa nilai COD tertinggi terjadi di titik 1 pada bulan Juli dengan nilai 63,75 mg/L. Hal tersebut dikarenakan pada titik 1 terdapat masukan limbah organik dari kegiatan penduduk di sekitar sungai yang memanfaatkan air sungai sebagai sarana MCK dan juga masukan limbah domestik dari saluran-saluran yang dibuang langsung ke sungai



Gambar 4. 7 Grafik Konsentrasi COD Tahun 2019
Sumber: DLH Kota Surabaya (2019)



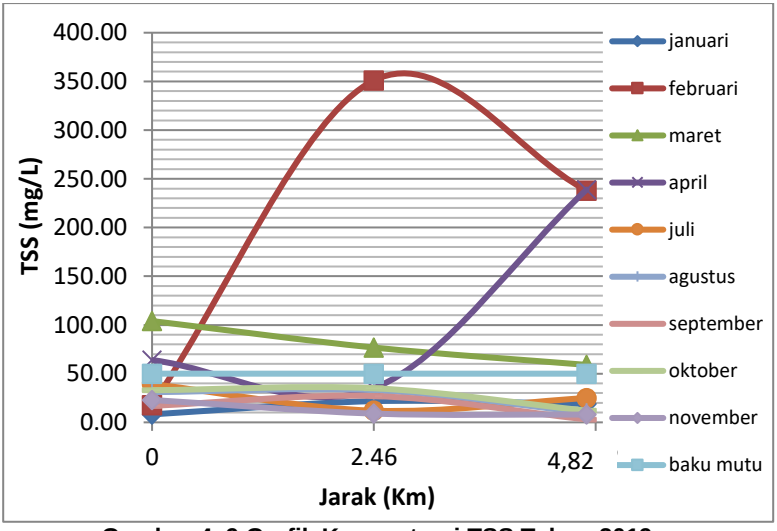
Gambar 4. 8 Grafik Konsentrasi COD Tahun 2015-2019

Sumber: BBWS Brantas (2019)

Berdasarkan Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 dapat diketahui bahwa konsentrasi COD mengalami fluktuasi pada setiap bulan dan setiap tahunnya. Konsentrasi COD yang tinggi menandakan bahwa semakin tercemar suatu perairan tersebut. Nilai COD berkorelasi dengan nilai BOD krena BOD termasuk nilai COD yang menunjukan nilai organik *biodegradable* dan *non biodegradable* (Awalunikhmah, 2017). Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai COD terendah terjadi pada titik 1 selama tahun 2015 sampai 2019, begitu pula nilai BOD terendah selama tahun 2015 sampai 2019 juga terjadi pada titik 1 (Gambar 4.6). Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya tidak lebih dari 20 mg/L. Kadar COD yang tinggi dalam suatu perairan tidak diinginkan oleh kepentingan pembudidayaan perikanan dan pertanian (Mahyudin dkk, 2015). Apabila data hasil pengukuran COD secara bulanan pada tahun 2019 dirata-rata dan dibandingkan dengan nilai maksimum COD pada baku mutu air kelas II sesuai pada PP No. 82 Tahun 2001 maka didapatkan hasil bahwa pada titik 1 kualitas air sungai tercemar karena melebihi ambang batas. Sedangkan bila data hasil perhitungan COD secara tahunan mulai tahun 2015-2019 dirata-rata maka dapat dikatakan bahwa air sungai dengan parameter COD masih dapat digunakan sesuai peruntukannya untuk wisata air, budidaya ikan air tawar, peternakan, dan pertanian karena berada dibawah ambang batas air kelas II yaitu 25 mg/L sesuai yang tercantum dalam PP No. 82 Tahun 2001.

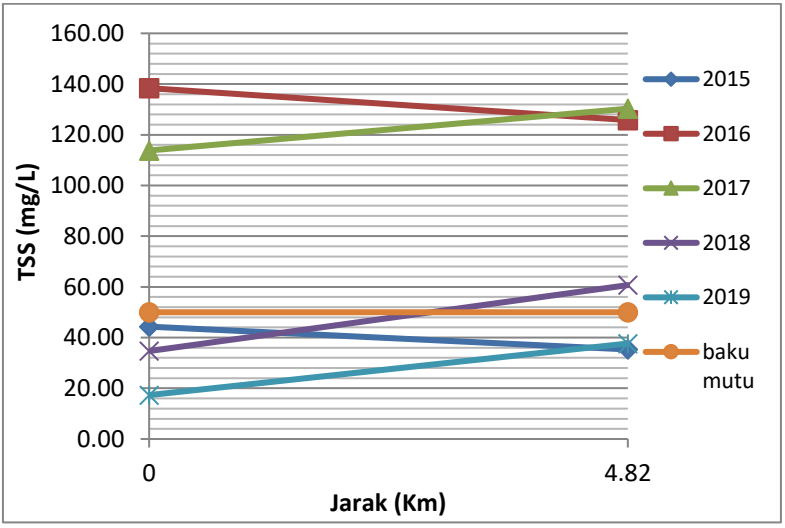
4.4.4. TSS (*Total Suspended Solid*)

Faktor yang mempengaruhi nilai TSS dalam air sungai adalah adalah curah hujan. Volume air limpasan mempunyai hubungan dengan curah hujan. Tanah akan terkikis, terangkut oleh air limpasan pada musim hujan dan mengalir ke sungai (Puspita dkk, 2016). Kadar TSS dari hasil pengukuran yang dilakukan oleh DLH Kota Surabaya pada tahun 2019 beriksar antara 3-351 mg/L dan nilai TSS yang melebihi baku mutu terjadi pada bulan Februari, Maret, dan April. Sedangkan pada data hasil pengukuran TSS yang dilakukan BBWS Brantas, nilai TSS berkisar antara 17,33 – 138,4 mg/L dan nilai TSS yang melebihi baku mutu terjadi pada tahun 2016 dan 2017, serta pada tahun 2018 di titik 2. Berdasarkan Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 dapat diketahui bahwa konsentrasi nilai TSS terjadi fluktuasi pada setiap bulan dan tahunnya. Tingginya kadar TSS yang terjadi pada titik 2 di segmen 1 dan titik 3 di segmen 2 (Gambar 4.9) terjadi akibat adanya masukan anak sungai pada segmen 1, serta karena adanya perbedaan dimensi sungai pada segmen 2 ini. Data hasil pengukuran TSS secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A1 Tabel A1.5 daan Tabel A1.6 serta pada Gambar 4.9 dan pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 9 Grafik Konsentrasi TSS Tahun 2019

Sumber: DLH Kota Surabaya (2019)



Gambar 4. 10 Grafik Konsentrasi TSS Tahun 2015-2019

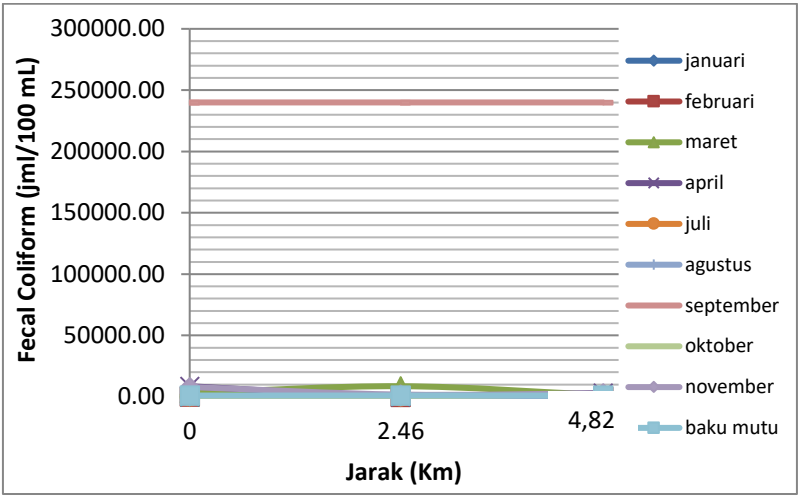
Sumber: BBWS Brantas (2019)

Tingginya nilai TSS pada air sungai disebabkan akibat adanya masukan limbah domestik. Sedangkan rendahnya nilai TSS pada air sungai disebabkan akibat berkurangnya laju aliran air sehingga sebagian TSS terendapkan dan debit aliran air berkurang (Dewa dkk, 2015). Nilai TSS yang tinggi juga diduga dipengaruhi oleh dekomposisi sampah bahan organik yang berasal dari lingkungan pemukiman penduduk serta aktivitas jual beli bahan makanan (Asuhadi dan Manan, 2018). Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.9 bahwa nilai TSS tertinggi pada tahun 2019 terjadi di titik 2 pada bulan Februari dengan nilai TSS 351 mg/L karena pada titik 2 ini terdapat fasilitas pasar serta permukiman warga yang diduga bahan-bahan tersuspensi di area ini bersumbmer dari bahan-bahan organik dari sampah pemukiman maupun sampah pasar yang dibuang secara langsung ke sungai. Apabila data pengukuran TSS dirata-rata dan dibandingkan dengan baku mutu TSS untuk air kelas II menurut PP No. 82 tahun 2001 maka dapat diketahui apakah Sungai Kalimas dapat dimanfaatkan sesuai peruntukannya atau tidak. Data hasil pengukuran TSS yang dilakukan oleh DLH tahun 2019 jika dirata-rata, maka dapat diketahui bahwa kandungan TSS yang tidak melebihi baku mutu hanya pada titik 1 hal ini berarti hanya pada titik 1 saja air sungai dapat dimanfaatkan sesuai

peruntukannya. Sedangkan untuk rata-rata nilai TSS dari pengukuran yang dilakukan BBWS tahun 2015 sampai 2019 diketahui bahwa kadar TSS melebihi baku mutu sehingga dapat dikatakan air Sungai Kalimas tercemar dan tidak dapat dimanfaatkan sesuai peruntukan air kelas II yaitu untuk wisata air, budidaya ikan, pertanian, dan peternakan.

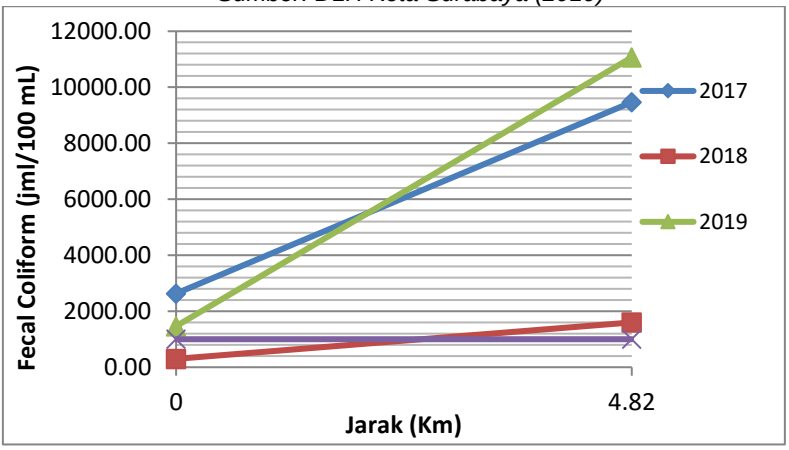
4.4.5. *Fecal Coliform*

Kelompok bakteri coliform menjadi salah satu indikator adanya kontaminan limbah domestik dalam perairan (Agustiningsih, 2012). Bakteri *fecal coliform* adalah sub kelompok dari bakteri *total coliform.* Bakteri *fecal coliform* dapat ditemukan di usus dan kotoran manusia dan hewan (WA Depth Health, 2016). Pencemar *fecal coliform* banyak dijumpai pada limbah domestik terutama pada *grey water* dan *black water* (Putra dkk, 2015). Kandungan kadar *fecal coliform* tertinggi pada tahun 2019 terjadi pada bulan September dengan nilai sebesar 240000 jml/100 mL pada seluruh titik sampel. Nilai *fecal coliform* yang tinggi dapat dikarenakan adanya sumber pencemar seperti sampah dan limbah rumah tangga (Marwati dkk, 2008). Tingginya kandungan *fecal coliform* pada ketiga titik menunjukkan bahwa masih banyak masyarakat yang tidak memiliki jamban dan kamar mandi yang melakukan aktivitas buang air besar dan mandi di sungai dimana sungai tersebut juga digunakan oleh masyarakat sebagai pembuangan limbah rumah tangga baik cair maupun padat (Rahmadani dan Ridlo, 2019). Hasil pengukuran *fecal coliform* pada tahun 2015 sampai tahun 2019, kadar *fecal coliform* tertinggi terjadi pada tahun 2019 dengan nilai 11066,67 jml/100 mL. Data hasil pengukuran *fecal coliform* secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A1 Tabel A1.9 dan Tabel A1.10 serta pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12.



Gambar 4. 11 Grafik Konsentrasi Fecal Coliform Tahun 2019

Sumber: DLH Kota Surabaya (2019)



Gambar 4. 5 Grafik Konsentrasi Fecal Coliform Tahun 2015-2019

Sumber: BBWS Brantas (2019)

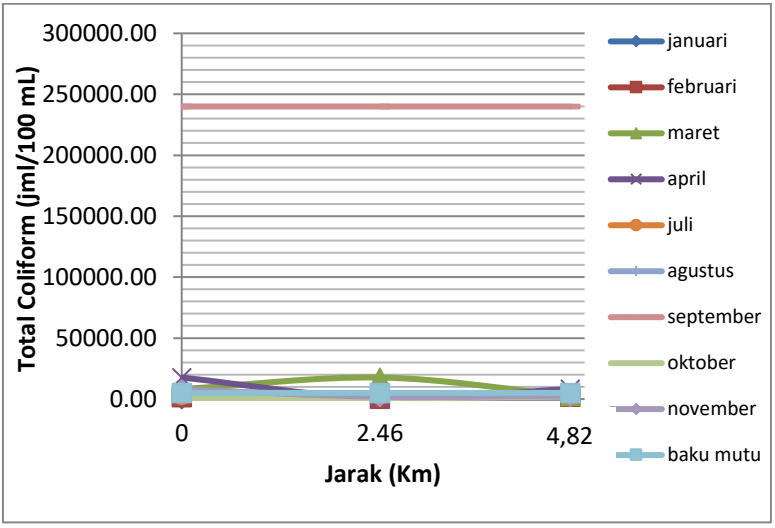
Konsentrasi *fecal coliform* pada tahun 2019 berkisar antara 0-240000 jml/100 mL. Sedangkan pada tahun 2015 sampai 2019, nilai *fecal coliform* berkisar antara 300-11066,66 jml/100 mL. Kandungan bakteri *fecal coliform* dipengaruhi oleh volume air. Kandungan bakteri *fecal coliform* menjadi lebih tinggi pada saat musim kemarau daripada saat musim hujan (Arisanty dkk, 2017). Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.11 bahwa konsentrasi

Fecal Coliform tertinggi terjadi pada bulan kering yaitu Bulan September dengan curah hujan 0 mm/bulan (Tabel 4.6).

Apabila hasil pengukuran *fecal coliform* selama tahun 2019 dirata-rata, maka dapat diketahui bahwa kondisi air dengan parameter *fecal coliform* dapat dikatakan tidak memenuhi baku mutu air kelas II pada semua titik. Sedangkan apabila data hasil pengukuran *fecal coliform* setiap satu tahun selama tahun 2015 sampai tahun 2019 dirata-rata maka dapat dikatakan bahwa kualitas air untuk parameter *fecal coliform* tidak memenuhi baku mutu air kelas II yang berarti air sungai tidak dapat dimanfaatkan sesuai peruntukannya.

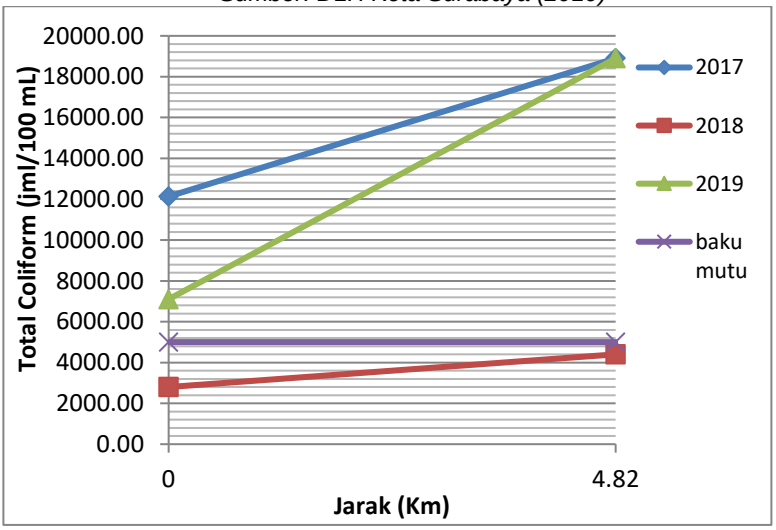
4.4.6. *Total Coliform*

Total coliform menjadi indikator yang digunakan untuk menentukan aman atau tidaknya air untuk dikonsumsi. Coliform merupakan mikroba yang paling sering ditemukan di badan air yang tercemar. Pencemaran limbah domestik dapat dideteksi dengan menghitung bakteri *total coliform* yang terbawa masuk ke sungai oleh tinja manusia (Khotimah, 2013). Selama tahun 2019, kadar *total coliform* berkisar antara 8-240000 dengan konsentrasi tertinggi terjadi pada bulan kering yaitu bulan September dengan curah hujan 0 mm/bulan (Tabel 4.6) pada semua titik. Tingginya kadar coliform selain dikarenakan pembuangan limbah domestik secara langsung ke sungai, juga kemungkinan karena terjadinya kebocoran di seprtic tank terdekat maupun fasilitas sanitasi yang terletak terlalu dekat dengan sumur yang diambil dari air tanah untuk kegiatan domestik masyarakat (Lin *et al.,* 2009). Penggunaan air yang sudah tercemar bakteri coliform tersebut untuk kegiatan domestik seperti mandi dan cuci dapat menjadi faktor pencemar lingkungan akibat pembuangan air limbah yang dilakukan secara langsung ke sungai. Selain itu, faktor lain yaitu adanya pembuangan air limbah tinja secara langsung ke sungai melalui selokan yang terbuat dari pipa paralon (Rahmadani dan Ridlo, 2019). Sedangkan hasil pengukuran *total coliform* yang dilakukan selama tahun 2015 sampai 2019 berkisar antara 2800-18900 jml/100 mL. Konsentrasi *total coliform* tertinggi selama tahun 2015-2019 terjadi pada tahun 2015 dan 2017 pada titik 2. Data hasil pengukuran *total coliform* secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran A1 Tabel A1.11 dan Tabel A1.12 juga dapat dilihat pada Gambar 4.13 dan Gambar 4.14.



Gambar 4. 13 Grafik Konsentrasi Total Coliform Tahun 2019

Sumber: DLH Kota Surabaya (2019)



Gambar 4. 14 Grafik Konsentrasi Total Coliform Tahun 2015-2019

Sumber: BBWS Brantas (2019)

Keberadaan bakteri *total coliform* dalam air sungai dipengaruhi oleh adanya kegiatan pembuangan limbah domestik. Aktivitas penduduk yang tinggal di sekitar sungai yang

menggunakan air sungai sebagai tempat mandi, cuci, dan buang air besar menjadi penyumbang terjadinya peningkatan bahan organik ke dalam sungai (Agustiningsih dkk, 2012). Kualitas air sungai kelas II menurut PP No. 82 Tahun 2001 seharusnya kandungan *total coliform* tidak melebihi 5000 jml/100 mL. Hasil rata-rata konsentrasi *total coliform* selama tahun 2019 menunjukkan hanya pada titik 1 saja kualitas air untuk parameter *total coliform* masih memenuhi baku mutu air kelas II. Bila hasil pengukuran selama tahun 2015-2019 dilakukan rata-rata, maka didapatkan hasil bahwa air sungai tidak dapat dimanfaatkan sesuai peruntukannya karena hasil rata-rata melebihi baku mutu air kelas II.

4.5. Perhitungan Status Mutu Air dengan Metode STORET

Penentuan status mutu air dengan metode STORET digunakan sebagai acuan dalam pemantauan kualitas air dengan tujuan untuk mengetahui kualitas suatu perairan. Dengan menggunakan metode STORET maka tingkat klasifikasi mutu parameter-parameter yang telah memenuhi baku mutu air sesuai peruntukannya dapat diketahui (Walukow,2010). Parameter yang digunakan untuk menentukan status mutu air dalam penelitian ini yaitu BOD, COD, DO, TSS, *total coliform,* dan *fecal coliform* yang kemudian akan dibandingkan dengan baku mutu air kelas II pada Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Penggunaan metode STORET dalam menetapkan status mutu air Sungai Kalimas mengacu pada rekomendasi yang ditetapkan oleh Kementrian Lingkungan hidup dalam KepMen LH No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Pada penelitian ini, data yang digunakan merupakan data time series tahunan serta data time series bulanan. Data hasil uji kualitas air tiap parameter dapat dilihat pada Lampiran A1 dimulai dari Tabel A1.1 sampai Tabel A1.12. Berikut merupakan contoh perhitungan STORET pada Titik 1 pada tiap parameter uji. Digunakan Tabel 2.2 untuk menghitung skor STORET untuk setiap parameter uji dengan jumlah parameter yang dipakai adalah <10.

A. Data Penelitian DLH Kota Surabaya Tahun 2019

Parameter Fisika

1. TSS

- Baku Mutu Air Kelas II : 50 mg/L

- Nilai Maksimum TSS : 104 mg/L = -1
- Nilai Minimum TSS : 8,2 mg/L = 0
- Nilai rata-rata TSS : 37,48 mg/L = 0
- Skor parameter TSS : (-1) + 0 + 0 = -1

Parameter Kimia

2. BOD

- Baku Mutu Air Kelas II : 3 mg/L
- Nilai Maksimum BOD : 15,42 mg/L = -2
- Nilai Minimum BOD : 3,95 mg/L = -2
- Nilai rata-rata BOD : 7,94 mg/L = -6
- Skor parameter BOD : (-2) + (-2) + (-6) = -10

3. COD

- Baku Mutu Air Kelas II : 25 mg/L
- Nilai Maksimum COD : 63,75 mg/L = -2
- Nilai Minimum COD : 5,58 mg/L = 0
- Nilai rata-rata COD : 18,54 mg/L = 0
- Skor parameter COD : (-2) + 0 + 0 = -2

4. DO

- Baku Mutu Air Kelas II : 4 mg/L
- Nilai Maksimum DO : 5,6 mg/L = 0
- Nilai Minimum DO : 3 mg/L = -2
- Nilai rata-rata DO : 3,57 mg/L = -6
- Skor parameter DO : 0 + (-2) + (-6) = -8

Parameter Biologi

5. *Fecal Coliform*

- Baku Mutu Air Kelas II : 1000 jml/100 mL
- Nilai Maksimum *Fecal Coliform*: 240000 jml/100 mL = -3
- Nilai Minimum *Fecal Coliform* : 3 jml/100 mL = 0
- Nilai rata-rata *Fecal Coliform* : 28931 jml/100 mL = -9
- Skor parameter *Fecal Coliform* : (-3) + 0 + (-9) = -12

6. *Total Coliform*

- Baku Mutu Air Kelas II : 5000 jml/100 mL
- Nilai Maksimum *Total Coliform*: 240000 jml/100 mL = -3
- Nilai Minimum *Total Coliform* : 8 jml/100 mL = 0
- Nilai rata-rata *Total Coliform* : 31392 jml/100 mL = -9
- Skor parameter *Total Coliform* : (-3) + 0 + (-9) = -12

Total Skor

- Skor parameter TSS = -1

- Skor parameter BOD = -10
- Skor parameter COD = -2
- Skor parameter DO = -8
- Skor parameter *Fecal Coliform* = -12
- Skor parameter *Total Colifrom* = -12
- Skor total seluruh parameter = -45

B. Data Penelitian BBWS Brantas 2015-2019

Parameter Fisika

1. TSS

- Baku Mutu Air Kelas II : 50 mg/L
- Nilai Maksimum TSS : 138,4 mg/L = -1
- Nilai Minimum TSS : 17,33 mg/L = 0
- Nilai rata-rata TSS : 69,71 mg/L = -3
- Skor parameter TSS : (-1) + 0 + (-4) = -4

Parameter Kimia

2. BOD

- Baku Mutu Air Kelas II : 3 mg/L
- Nilai Maksimum BOD : 12,7 mg/L = -2
- Nilai Minimum BOD : 5,87 mg/L = -2
- Nilai rata-rata BOD : 8,89 mg/L = -6
- Skor parameter BOD : (-2) + (-2) + (-6) = -10

3. COD

- Baku Mutu Air Kelas II : 25 mg/L
- Nilai Maksimum COD : 21,7 mg/L = 0
- Nilai Minimum COD : 7 mg/L = 0
- Nilai rata-rata COD : 16,04 mg/L = 0
- Skor parameter COD : 0 + 0 + 0 = 0

4. DO

- Baku Mutu Air Kelas II : 4 mg/L
- Nilai Maksimum DO : 4,53 mg/L = 0
- Nilai Minimum DO : 3,62 mg/L = -2
- Nilai rata-rata DO : 4,04 mg/L = 0
- Skor parameter DO : 0 + (-2) + 0 = -2

Parameter Biologi

5. *Fecal Coliform*

- Baku Mutu Air Kelas II : 1000 jml/100 mL
- Nilai Maksimum *Fecal Coliform*: 2633,33 jml/100 mL = -3

- Nilai Minimum *Fecal Coliform* : 300 jml/100 mL = 0
- Nilai rata-rata *Fecal Coliform* : 1466,67 jml/100 mL = -9
- Skor parameter *Fecal Coliform* : (-3) + 0 + (-9) = -12

6. *Total Coliform*

- Baku Mutu Air Kelas II : 5000 jml/100 mL
- Nilai Maksimum *Total Coliform*: 12133,33 jml/100 mL = -3
- Nilai Minimum *Total Coliform* : 2800 jml/100 mL = 0
- Nilai rata-rata *Total Coliform* : 7344,44 jml/100 mL = -9
- Skor parameter *Total Coliform* : (-3) + 0 + (-9) = -12

Total Skor

- Skor parameter TSS = -4
- Skor parameter BOD = -10
- Skor parameter COD = 0
- Skor parameter DO = -2
- Skor parameter *Fecal Coliform* = -12
- Skor parameter *Total Colifrom* = -12
- Skor total seluruh parameter = -40

Hasil perhitungan STORET secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.4 sampai Tabel 4.5.

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan STORET Sungai Kalimas Tahun 2019

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Titik	Jarak dari Hulu (Km)	Data Sampel			Skor
						Rata-Rata	Nilai Minimum	Nilai Maksimum	
Kimia Anorganik									
1	DO	mg/L	4	1	0,00	3,59	3	5,6	-8
				2	2,46	3,39	2,9	4,5	-8
				3	4,82	3,21	2,5	4,2	-8
2	BOD	mg/L	3	1	0	7,94	3,95	15,42	-10
				2	2,46	7,14	3,76	12,37	-10
				3	4,82	7,54	3,96	13,60	-10
3	COD	mg/L	25	1	0	18,54	5,58	63,75	-2
				2	2,46	15,98	5,34	31,56	-2
				3	4,82	20,11	6,03	47,99	-2
Fisika									
4	TSS	mg/L	50	1	0	37,48	8,2	104	-1
				2	2,46	66,73	9	351	-4
				3	4,82	68,11	3	239	-4
Mikrobiologi									
5	*Fecal Coliform*	Jml/100 mL	1000	1	0	28931	3	240000	-12
				2	2,46	27901,22	0	240000	-12
				3	4,82	27903,11	4	240000	-12
6	*Total Coliform*	Jml/100 mL	5000	1	0	31392	8	240000	-12
				2	2,46	29533,78	180	240000	-12
				3	4,82	29091,11	140	240000	-12

Sumber: Hasil Perhitungan (2020)

Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan STORET Sungai Kalimas Tahun 2015-2019

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Titik	Jarak dari Hulu (Km)	Data Sampel			Skor
						Rata-Rata	Nilai Minimum	Nilai Maksimum	
Kimia Anorganik									
1	DO	mg/L	4	1	0	4,04	3,62	4,53	-2
				2	4,82	4,93	4,63	5,63	0
2	BOD	mg/L	3	1	0	8,89	5,87	12,70	-10
				2	4,82	11,77	6,17	19,60	-10
3	COD	mg/L	25	1	0	16,04	7,00	21,70	0
				2	4,82	16,56	14,33	21,00	0
Fisika									
4	TSS	mg/L	50	1	0	69,71	17,33	138,40	-4
				2	4,82	77,96	35,33	130,30	-4
Mikrobiologi									
5	*Fecal Coliform*	Jml/100 mL	1000	1	0	1466,67	300,00	2633,33	-12
				2	4,82	7377,78	1600,00	11066,67	-15
6	*Total Coliform*	Jml/100 mL	5000	1	0	7344,44	2800,00	12133,33	-12
				2	4,82	14066,67	4400,00	18900,00	-12

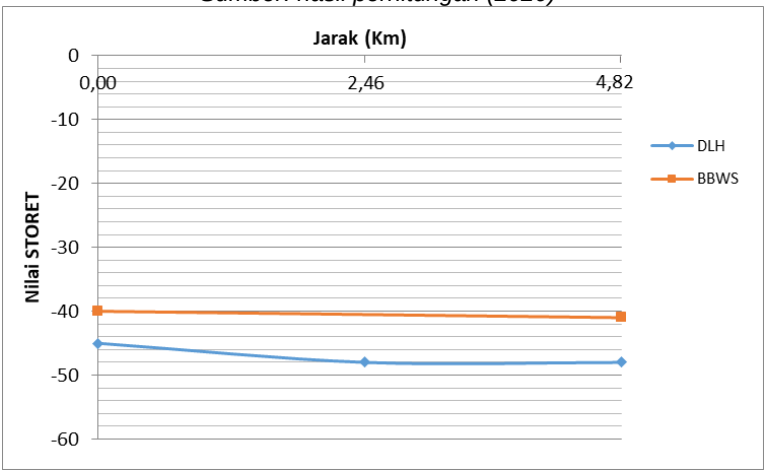
Sumber: Hasil Perhitungan (2020)

Rekap hasil status mutu air Sungai Kalimas dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan pada Gambar 4.15.

Tabel 4.6 Hasil Penentuan Status Mutu Air Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) dengan Metode STORET

No	Titik	Jarak dari Hulu (km)	skor STORET	Status Mutu
	DLH Kota Surabaya Tahun 2019			
4	Titik 1	0	-45	tercemar berat
5	Titik 2	2,46	-48	tercemar berat
6	Titik 3	4,82	-48	tercemar berat
	BBWS Brantas Tahun 2015-2019			
7	Titik 1	0	-40	tercemar berat
8	Titik 2	4,82	-41	tercemar berat

Sumber: hasil perhitungan (2020)



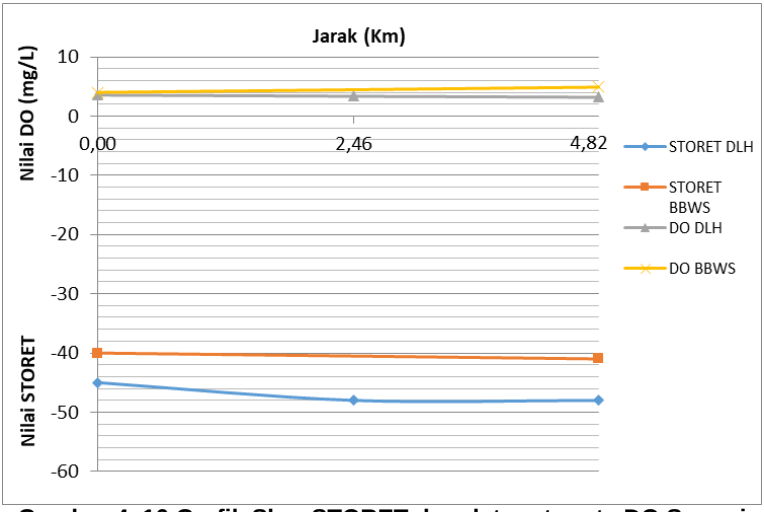
Gambar 4. 15 Grafik Hasil Skor STORET Sungai Kalimas

Sumber: Perhitungan skor STORET (2020)

Berdasarkan Gambar 4.15, dapat dilihat bahwa perhitungan STORET berdasarkan data kualitas air dari DLH Surabaya dan dari BBWS Brantas memiliki trend yang sama yaitu semakin menurun dari hulu ke hilir yang berarti tingkat pencemaran semakin ke hilir semakin memburuk. Hal ini disebabkan karena terdapat masukan buangan dari anak sungai pada segmen 1 yang terbawa sampai ke hilir. Hasil perhitungan STORET Sungai Kalimas (segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) selama tahun

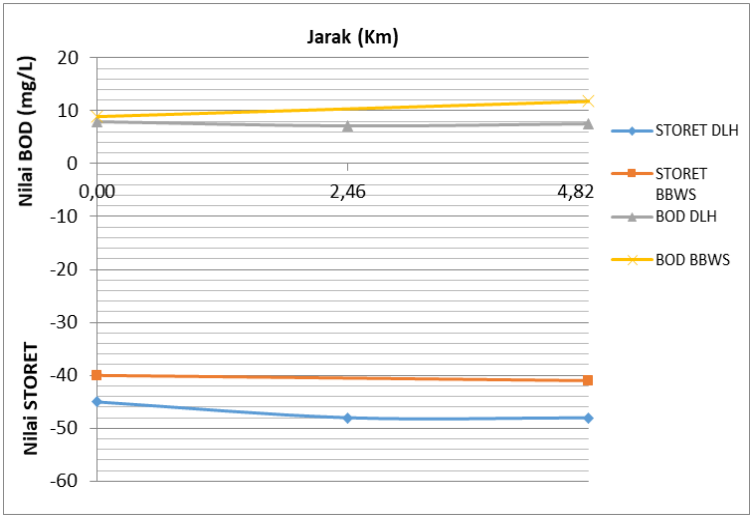
2019 menunjukkan bahwa Sungai Kalimas masuk ke dalam kategori tercemar berat untuk seluruh titik sampel. Dengan diketahui nilai STORET pada titik 1 sampai titik 3 berturut-turut adalah -45, -48, -48. Nilai rata-rata parameter yang melebihi baku mutu pada titik 1 adalah parameter BOD, DO, dan *fecal coliform*. Sedangkan pada titik 2, nilai rata-rata parameter yang melebihi baku mutu adalah parameter BOD, TSS, DO, *fecal coliform,* dan *total coliform.* Untuk titik 3, nilai rata-rata parameter yang melebihi baku mutu yaitu parameter BOD, DO, TSS, *fecal coliform,* dan *total coliform*.

Sedangkan hasil perhitungan nilai STORET berdasarkan data kualitas air selama tahun 2015 sampai 2019 menunjukkan bahwa Sungai Kalimas (segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) masuk ke dalam kategori kelas tercemar berat pada seluruh titik. Dengan hasil perhitungan nilai STORET pada titik 1 dan titik 2 adalah -40 dan -41. Nilai parameter yang melebihi baku mutu pada seluruh titik adalah parameter TSS, BOD, *fecal coliform*, dan *total coliform*. Grafik nilai STORET dan data rata-rata tiap parameter dapat dilihat pada Gambar 4.16 sampai Gambar 4.21.



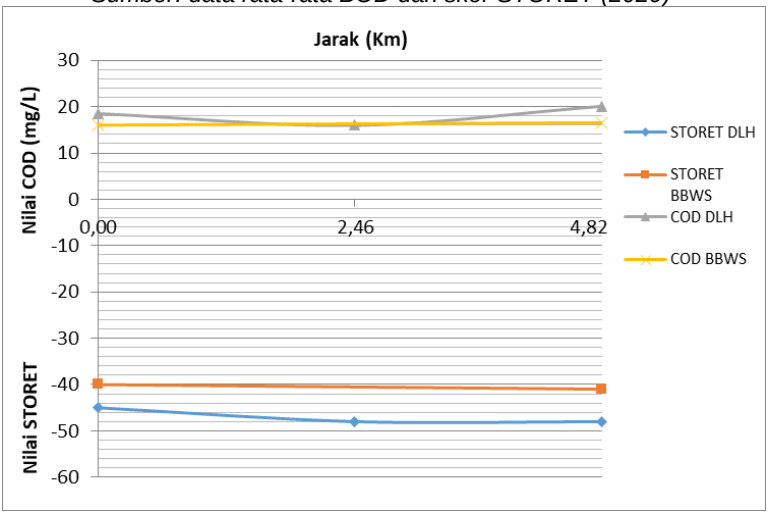
Gambar 4. 16 Grafik Skor STORET dan data rata-rata DO Sungai Kalimas

Sumber: data rata-rata DO dan skor STORET (2020)



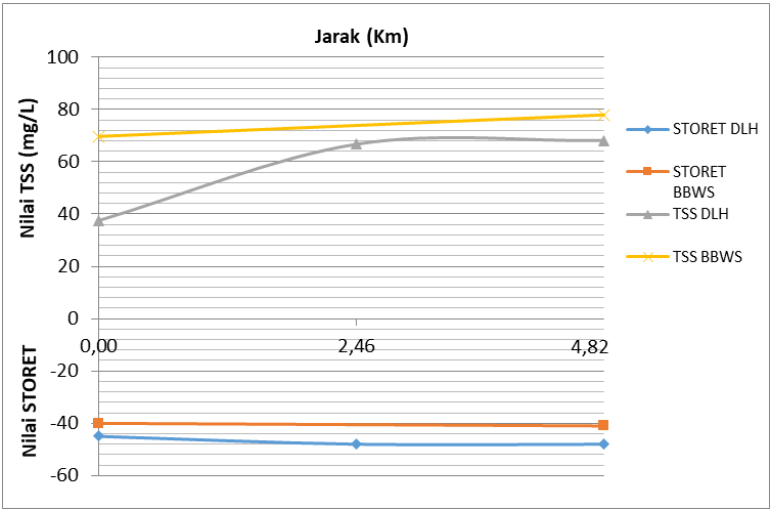
Gambar 4. 17 Grafik Skor STORET dan data rata-rata BOD Sungai Kalimas

Sumber: data rata-rata BOD dan skor STORET (2020)



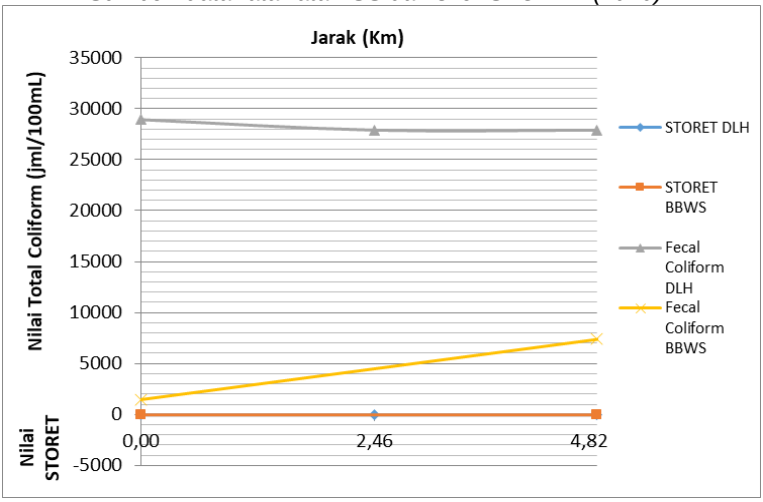
Gambar 4. 18 Grafik Skor STORET dan data rata-rata COD Sungai Kalimas

Sumber: data rata-rata COD dan skor STORET (2020)



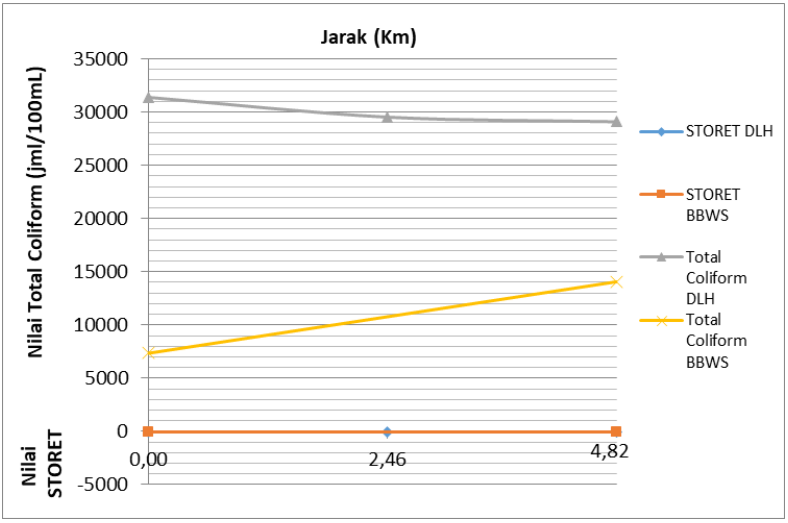
Gambar 4. 19 Grafik Skor STORET dan data rata-rata TSS Sungai Kalimas

Sumber: data rata-rata TSS dan skor STORET (2020)



Gambar 4. 20 Grafik Skor STORET dan data rata-rata *Fecal Coliform* Sungai Kalimas

Sumber: data rata-rata Fecal Coliform dan skor STORET (2020)



Gambar 4. 21 Grafik Skor STORET dan data rata-rata *Total Coliform* Sungai Kalimas

Sumber: data rata-rata Total Coliform dan skor STORET (2020)

Berdasarkan Gambar 4.16 sampai Gambar 4.21 dapat dilihat bahwa nilai STORET dengan parameter pencemar saling berkorelasi yaitu semakin tinggi nilai parameter pencemar, maka semakin negatif skor STORET yang didapat yang berarti semakin tinggi tingkat pencemarannya. Parameter pencemar air yang tidak memenuhi baku mutu menyebabkan nilai STORET menjadi semakin negatif. Dalam penelitian ini, parameter yang menyumbang skor terbanyak dan berpengaruh besar dalam pembobotan untuk penentuan status mutu air sungai adalah parameter biologi yaitu *fecal coliform* dan *total coliform*. Hal tersebut dikarenakan bobot tiap parameter biologi dinilai 3 kali lebih besar dibandingkan bobot parameter fisika ataupun bobot parameter kimia. Berdasarkan hasil status mutu air tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa kondisi Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) masuk ke dalam kelas D yaitu tercemar berat.

Perhitungan STORET merupakan salah satu metode perhitungan indeks kuaitas air yang penting digunakan untuk memberikan gambaran keseluruhan kuaitas air sungai kepada pembuat kebijakan yang berkepentingan. Metode STORET juga sangat diperlukan guna menyederhanakan berbagai nilai

parameter pencemar air sungai menjadi sebuah angka yang mampu merepresentasikan kualitas air sungai untuk dipahami masyarakat dengan mudah (Romdania dkk, 2018). Selain itu, metode STORET dapat mengidentifikasi kontaminan yang menyebabkan pencemaran secara lebih sensitif dan representatif (Jubaedah dkk, 2015).

4.6 Analisis Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso)

Pengendalian pencemaran sungai merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menjaga kualitas lingkungan dari aspek pengendalian sesuai pada Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlidungan dan Pengelolaan Lingkungan Hiudp. Strategi pengendalian pencemaran Sungai Kalimas disusun dengan memperhatikan beberapa aspek serta alternatif untuk didapatkan hasil yang sesuai dengan kondisi dan kemampuan sumber daya yang ada. Strategi pengendalian pencemaran Sungai Kalimas dirumuskan berdasarkan hasil dari AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dengan penyusunan aspek serta alternatif dilakukan berdasarakan studi literatur. Berdasarkan hasil studi literatur, maka didapatkan aspek-aspek utama penanggulangan pencemaran yang dapat digunakan dalam penyusunan upaya pengelolaan Sungai Kalimas, yaitu :

a. Aspek Teknis
   Penanggulangan pencemaran air sungai secara teknis bersumber pada limbah yang dibuang ke sungai, misalnya dengan mengelola limbah atau menambah alat bantu yang dapat mengurangi pencemaran.
b. Aspek Non-teknis
   Penanggulangan pencemaran air sungai secara non teknis dengan cara menciptakan peraturan perundangan yang dapat merencanakan, mengatur, dan mengawasi segala macam bentuk kegiatan yang berpotensi menimbulkan pencemaran. Peraturan yang dimaksud ini harus dapat memberikan gambaran jelas mengenai kegiatan yang dilaksanakan, misalnya seperti AMDAL, pengaturan dan pengawasan kegiatan dan menanamkan perilaku disiplin

(Warlina, 2004).

Hasil penyusunan aspek tersebut digunakan untuk menyusun alternatif-alternatif yang sesuai untuk strategi pengendalian pencemaran Sungai Kalimas. Penyusunan alternatif-alternatif yang sesuai dengan kondisi Sungai Kalimas dilakukan berdasarkan studi literatur. Alternatif berdasarkan aspek teknis yaitu :

1. Membangun fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai.
   Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran limbah cair yaitu dengan melakukan pengolahan sebelum dibuang ke badan air. Pengolahan tersebut dapat dilakukan dengan cara membangun fasilitas pengolahan limbah domestik berupa IPAL komunal (Yuliastuti, 2011). Selain itu, diperlukan juga pembangunan fasilitas MCK komunal, karena sebagian besar masyarakat di sepanjang Sungai Kalimas banyak yang melakukan kegiatan MCK di sungai (Wahyuningsih, 2017).
2. Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah.
   Perlu ada penegasan dari pihak pemerintah mengenai larangan kepada masyarakat untuk mendirikan bangunan, merusak pintu air, membuang sampah ke sungai, membuang limbah berbahaya, dan lain sebagainya (Hanisa dkk, 2017).
3. Pembuatan taman di sepanjang sungai.
   Perbaikan daerah di tepi sungai dengan membuat taman guna merapikan daerah di sepanjang tepi sungai. Karena sebagian besar bantaran Sungai Kalimas digunakan sebagai pemukiman warga sehingga tidak mungkin dilakukan penggusuran pemukiman tersebut. Salah satu taman di tepi Sungai Kalimas seperti pada Taman Keputran berhasil membuat area sungai lebih tertata rapi dan bersih (Wahyuningsih, 2017).

Sedangkan alternatif berdasarkan aspek non teknis yaitu :

1. Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai.
   Diperlukan peran masyarakat dalam usaha melaporkan kepada pihak berwajib jika ada pihak-pihak yang melakukan pencemaran di lingkungan sekitar sungai (Hanisa dkk, 2017). Pelaporan dapat dilakukan secara lisan maupun secara tertulis ke dinas terkait untuk segera diidentifikasi sumber permasalahan yang terjadi (Wahyuningsih, 2017).

2. Sosialisasi program kali bersih.
   Pengadaan kegiatan sosialisasi dilakukan untuk menambah kepedulian masyarakat akan lingkungan khususnya perairan sungai Kalimas dikarenakan Sungai Kalimas berperan sangat vital dalam membantu memenuhi kebutuhan hidup masyarakat di Kota Surabaya (Wahyuningsih, 2017). Sosialisasi yang dilakukan berupa penyuluhan tentang gaya hidup bersih dan sehat serta program sanitasi berbasis masyarakat (Hanisa dkk, 2017).
3. Pentaatan pelaksanaan peraturan pemerintah.
   Diperlukan kesadaran setiap masyarakat untuk menjaga sungai dari pencemaran dengan cara taat melaksanakan peraturan yang berlaku untuk tidak melakukan pencemaran sungai (Hanisa dkk, 2017).

Aspek dan alternatif strategi pengendalian pencemaran Sungai Kalimas dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 2 Aspek dan Alternatif Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Kalimas

Aspek	Alternatif	Keterangan
Teknis	Membangun fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai (3)	Kegiatan pengolahan air limbah domestik dapat ditingkatkan dengan penyediaan fasilitas MCK komunal dan fasilitas sanitasi lain untuk mengurangi pembuangan limbah domestik ke sungai.
	Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah (1)	Peraturan berupa larangan kepada masyarakat terhadap kegiatan yang dapat mencemari sungai seperti : membuang sampah, membuang limbah berbahaya dll harus ditetapkan secara tegas oleh pemerintah untuk ditaati oleh masyarakat.
	Pembuatan taman di sepanjang sungai (2)	Pembuatan taman di tepi sungai untuk membuat daerah sepanjang sungai menjadi daerah yang bersih sehingga fungsi sungai dapat kembali sesuai peruntukannya

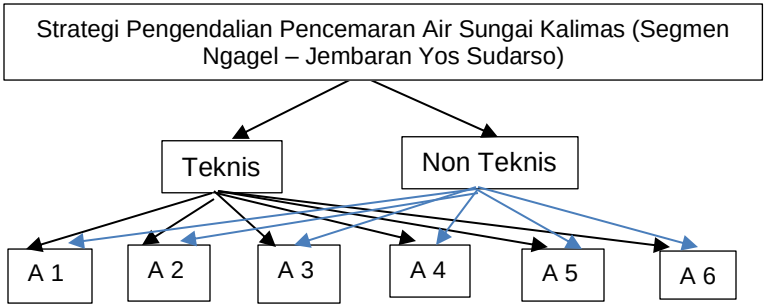
Non Teknis	Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai (1)	Peran serta masyarakat dalam melaporkan kepada pihak berwajib jika ada pihak-pihak yang melakukan pencemaran sungai.
	Sosialisasi program kali bersih (1)	Sosialisasi dan penyuluhan tentang gaya hidup bersih dan sehat kepada masyarakat untuk tidak membuang limbah domestik secara langsung ke sungai.
	Pentaatan pelaksanaan peraturan pemerintah (1)	Masyarakat sekitar sungai harus tertib dan taat dalam melaksanakan peraturan pemerintah guna melakukan upaya menjaga sungai dari pencemaran.

Sumber: (1) Hanisa dkk (2017)
(2) Wahyuningsih (2017)
(3) Yuliastuti (2011)

Kemudian dari seluruh alternatif tersebut, dilakukan penilaian numerik sesuai prioritas dengan membandingkan antar alternatif. Hasil dari penilaian tersebut akan didapatkan alternatif terpilih untuk menentukan hasil analisis. Tahapan dalam analisis ini yaitu :

1. Identifikasi kriteria dalam penentuan alternatif
2. Menyusun hirarki dengan kriteria berdasarkan hasil studi literatur
3. Menentukan bobot prioritas dengan perbandingan antar alternatif
4. Mengukur konsistensi pemberian nilai dalam pembandingan antar alternatif

Kemudian dilakukan penyusunan hirarki untuk menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan upaya pengelolaan sungai sebagai prioritasnya. Kerangka hirarki berfungsi untuk mencapai tujuan upaya pengelolaan air sungai. Struktur hirarki upaya pengelolaan sungai Kalimas dapat dilihat pada Gambar 4.22.



Gambar 4. 22 Hirarki Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Kalimas

Keterangan:

A1 = Membangun fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai

A2 = Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah

A3 = Pembuatan taman di sepanjang sungai

A4 = Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai

A5 = Sosialisasi program kali bersih

A6 = Pentaatan pelaksanaan peraturan pemerintah

Pembobotan untuk masing-masing aspek dan alternatif didapatkan melalui kuesioner dengan responden yang dipilih sebagai *keyperson*. Untuk mencapai tujuan strategi pengendalian pencemaran air Sungai Kalimas secara tepat sasaran, responden yang dipilih merupakan *keyperson* yang representatif memberikan kontribusi pengelolaan air sungai (Tabrani dkk, 2017). Dalam penelitian ini, responden yang dipilih sebagai narasumber kuesioner yaitu tidak semua stakeholder, hanya tenaga ahli dan instansi terkait dikarenakan adanya keterbatasan kondisi. Berdasarkan hasil kuesioner, maka hasil dikuantifikasi dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang mana diperoleh alternatif yang paling sesuai untuk diterapkan dalam pengendalian pencemaran Sungai Kalimas (segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso). Hasil strategi pengendalian pencemaran dengan prioritas terpilih nantinya dapat digunakan oleh instansi terkait untuk mempermudah memberikan kebijakan yang tepat sehingga dapat menyelesaikan masalah pencemaran sungai (Tabrani dkk, 2017).

Kemudian dari hasil kuesioner dilakukan analisis untuk pembobotan aspek dan alternatif seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.8. sampai Tabel 4.9. Menurut Faklatehan (2016) dalam AHP setiap pembobotan harus memiliki nilai *inconsistency* tidak lebih dari 10% atau 0,1 dan jika lebih maka penilaian tidak konsisten dan pertimbangan yang dilakukan perlu diperbaiki. Setelah melalui analisis menggunakan *Expert Choice v11* maka pembobotan aspek teknis dan aspek non teknis dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 3 Pembobotan Pemilihan Kriteria Alternatif

	Aspek Teknis	Aspek Non Teknis
Aspek Teknis	4,44961	
Aspek Non Teknis	Incon : 0,0	

Sumber: hasil analisis, 2020

Sehingga berdasarkan Tabel 4.8 diatas maka dapat diperoleh nilai pembobotan aspek teknis untuk aspek non teknis adalah sebesar 4,44961 yang apabila dikaitkan dengan aspek non teknis, maka aspek teknis memiliki prioritas lebih penting dibandingkan aspek non teknis karena nilai *inconsistency* dari pemilihan kriteria tersebut adalah sebesar 0,0. Sedangkan pembobotan alternatif pada seluruh aspek yang dilakukan dari hasil kuesioner yang didapatkan dari responden dapat dilihat pada tabel 4.9 sampe tabel 4.10. Pembobotan pemilihan alternatif berdasarkan aspek teknis dapat dilihat pada Tabel 4.9 dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Pembobotan Pemilihan Alternatif pada Aspek Teknis

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1		3,13017	5,88566	2,37841	5,9814	1,41421
A2			4,52702	1,86121	4,11953	1,86121
A3				1,96799	1,69048	5,85601
A4					2,36907	2,63215
A5						4,75683
A6	Incon = 0,02					

Sumber: hasil analisis, 2020

Keterangan :

A1 = Membangun fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai

A2 = Ketegasan pelaksanaan Peraturan Pemerintah

A3 = Pembuatan taman di sepanjang sungai

A4 = Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai
A5 = Sosialisasi program kali bersih
A6 = Pentaatan pelaksanaan peraturan pemerintah

Sedangkan pembobotan berdasarkan pada pemilihan alternatif dari aspek non teknis dapat dilihaat pada Tabel 4.10, dengan rincian sebagai berikut :

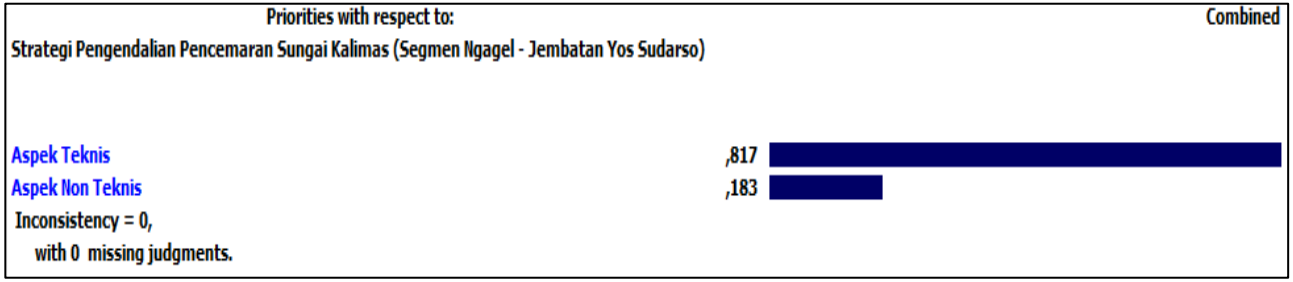
Tabel 4. 5 Pembobotan Pemilihan Alternatif pada Aspek Non Teknis

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1		2,63215	2,36907	5,59508	1,51967	5,47723
A2			3,72242	1,73205	1,56508	2,82843
A3				6,70074	4,44961	5,95789
A4					3,87298	1,86121
A5						2,82843
A6	Incon = 0,03					

Sumber: hasil analisis, 2020

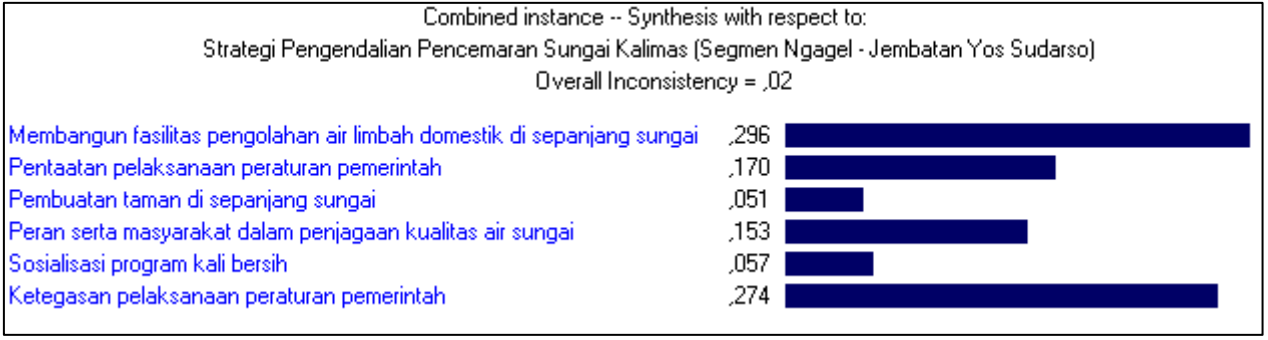
Keterangan :
A1 = Membangun fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai
A2 = Ketegasan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah
A3 = Pembuatan taman di sepanjang sungai
A4 = Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai
A5 = Sosialisasi program kali bersih
A6 = Pentaatan pelaksanaan peraturan pemerintah

Berdasarkan hasil pembobotan alternatif pada tiap aspek seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10 maka dapat diketahui nilai *inconsistency* nya. Hasil pembobotan tiap alternatif pada aspek teknis memiliki nilai *inconsistency* sebesar 0,02. Sedangkan hasil pembobotan tiap alternatif pada aspek non teknis memiliki nilai *inconsistency* sebesar 0,03. Karena nilai *inconsistency* kedua hasil pembobotan tersebut berada dibawah 0,1 (10%) maka dapat dikatakan bahwa konsistensi pembobotan tersebut baik (Saaty, 1992). Hasil penentuan aspek dan alternatif yang terpilih dapat dilihat pada Gambar 4.23 dan Gambar 4.24.



Gambar 4. 23 Penentuan Aspek Terpilih

Sumber: Hasil analisis, 2020



Gambar 4. 24 Penentuan Alternatif Terpilih

Sumber: Hasil analisis, 2020

Dalam pemilihan kriteria aspek dengan bobot prioritas tertinggi untuk mencapai goal dilakukan dengan menggunakan *software Expert Choice v11*. Berdasarkan Gambar 4.15 dapat diketahui bahwa kriteria aspek teknis memiliki prioritas sebesar 0,817 dan kriteria aspek non teknis memiliki prioritas sebesar 0,183. Nilai *inconsistency* didapatkan 0,0 dengan prioritas tertinggi adalah pada kriteria aspek teknis. Nilai *inconsistency* rata-rata pada keseluruhan penilaian alternatif pada gambar 4.16 adalah sebesar 0,02 yang berarti penilaian tersebut memiliki konsisteni yang bagus karena diatas 0,1 (Saaty, 1992). Nilai *inconsistency* rata-rata pada keseluruhan penilaian alternatif sebesar 0,02, sehingga dapat dikatakan bahwa aspek teknis memiliki prioritas yang lebih tinggi dibandingkan aspek non teknis, ditunjukkan dengan nilai *inconsistency* pada penilaian seluruh alternatif terhadap aspek teknis adalah sebesar 0,02.

Dari Gambar 4.16 dapat dilihat urutan prioritas dengan yang terpilih adalah 4 (empat) prioritas utama dalam strategi pengendalian pencemaran sungai dengan nilai diatas 0,1 yang diperlukan yaitu :

1. Membangun fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai dengan bobot sebesar 0,296
2. Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah dengan bobot sebesar 0,274
3. Pentaatan peraturan pemerintah dengan bobot sebesar 0,170
4. Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai dengan bobot sebesar 0,153

Berdasarkan urutan prioritas utama dalam penetapan strategi pengendalian pencemaran sungai diatas, maka perlu dilakukan upaya pengendalian pencemaran Sungai Kalimas (segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) dengan urutan sebagai berikut:

1. Diperlukan upaya pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai, yang antara lain dengan membangun MCK komunal dan fasilitas sanitasi yang sejenisnya untuk mengurangi pembuangan limbah domestik langsung ke sungai. Hal ini dikarenakan kondisi dan kualitas air Sungai Kalimas dipengaruhi oleh masukan buangan limbah yang berasal dari kegiatan masyarakat di sepanjang sungai, dan kualtas air sungai tesebut belum memenuhi baku mutu air kelas II untuk peruntukan wisata air. Selain itu masyarakat di sepanjang Sungai Kalimas memanfaatkan air sungai sebagai tempat mandi, cuci, dan buang air besar, sehingga

berdasarkan hasil analisa STORET dapat diketahui bahwa air Sungai Kalimas tercemar berat.

2. Diperlukan upaya ketegasan dalam pelaksanaan peraturan pemerintah (khususnyga Pemerintah Kota Surabaya) mengenai pelarangan pembuangan air limbah domestik langsung ke Sungai Kalimas. Pemerintah harus tegas terhadap masyarakat dengan cara mengikut sertakan pihak berwajib dalam pengelolaan sungai sesuai peruntukkannya. Dan apabila terjadi pelanggaran terhadap peraturan perundangan mengenai larangan kegiatan yang dapat menimbulkan penceamaran sungai perlu diberikan sangsi tegas berupa denda dengan nilai rupiah yang tinggi atau kurungan .
3. Pentaatan Peraturan Pemerintah
   Perlunya pentaatan masyarakat terhadap peraturan pemerintah yang sudah berlaku untuk senantiasa menjaga lingkungan. Bentuk pentaatan masyarakat terhadap peraturan pemerintah yang berlaku dapat dilakukan dengan melakukan pengolahan limbah domestik dari hasil kegiatan masyarakat sebelum dibuang ke sungai. Pengolahan limbah domestik dilakukan dengan mengacu pada baku mutu air limbah domestik sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. P.68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
4. Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai
   Diperlukan peningkatan kepedulian dan peran serta masyarakat dalam menjaga kualitas sumber daya air dengan cara pencegahan terjadinya pencemaran air sungai. Masyarakat berperan dalam penyumbang buangan air limbah ke sungai dari aktivitas domestik sehari-hari. Masyarakat menggunakan air Sungai Kalimas sebagai tempat mandi, cuci, dan buang air besar. Peran masyarakat dengan cara tidak membuang air limbah dari hasil kegiatannya secara langsung ke sungai dilakukan untuk meningkatkan kepedulian dalam perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Selain itu, peran serta masyarakat dalam melaporkan kepada pihak berwajib bila terjadi bentuk pelanggaran dari pihak lain seperti membuang limbah domestik ke sungai juga sangat diperlukan guna menjaga kualitas air sungai agar tetap terjaga.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian tugas akhir mengenai kajian kualitas dan status mutu air Sungai Kalimas (segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) dengan metode STORET ini yaitu :

1. Berdasarkan kajian status mutu air Sungai Kalimas (segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) dengan metode STORET didapatkan hasil bahwa status mutu airnya tercemar berat. Hasil perhitungan status mutu air Sungai Kalimas pada tahun sampai tahun 2015-2019 menunjukkan bahwa Sungai Kalimas masuk pada kategori air kelas IV dengan skor STORET pada titik 1 dan titik 2 adalah -40 dan -41 yang diakibatkan dari pencemaran air limbah domestik yg dibuang secara langsung ke sungai. Hasil perhitungan STORET selama tahun 2019 juga menunjukkan kualitas air sungai masuk kelas IV, dengan nilai pada titik 1, titik 2, dan titik 3 adalah -45, -48, dan -48.
2. Hasil pembobotan kriteria dengan menggunakan metode AHP untuk beberapa alternatif, didapatkan alternatif dengan prioritas tertinggi untuk pengendalian pencemaran sungai yaitu pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai dengan skor sebesar 0,296 untuk mengurangi buangan limbah domestik ke sungai sehingga kualitas air sungai dapat dikembalikan sesuai peruntukannya (kategori kelas II).

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan penambahan titik sampling atau segmen pada bagian sungai yang berpotensi terjadi perubahan kualitas air akibat dari adanya masukan anak sungai, adanya terjunan, adanya perubahan dimensi sungai, adanya belokan, serta adanya masukan pembuangan limbah sehingga perubahan kualitas air dan status mutu air lebih representatif.
2. Perlu dilakukan penambahan *keyperson* sebagai responden kuesioner dari masyarakat di sekitar DAS Kalimas sehingga hasil strategi pengendalian pencemaran yang terpilih dapat lebih representatif.

DAFTAR PUSTAKA

Agustiningsih, D., Sasongko, S. B., Sudarno. 2012. **Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal**. Jurnal Presipitasi. Vol. 9 No.2.

Agustiningsih, Dyah. 2012. Kajian Kualitas Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air Sungai. Tesis. Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro.

Ali, A., Soemarno, Purnomo, M. 2013. **Kajian Kualitas Air dan Status Mutu Air Sungai Metro di Kecamatan Sukun Kota Malang**. Jurnal Bumi Lestari. Vol. 13 No.2, pp:265-274.

Anshori, M. A. N., Christanto, J. 2016. **Efektivitas Sarana Sanitasi (MCK Komunal) di Kota Kediri**. Jurnal Bumi Indonesia. Vol. 5 No. 1.

Arief, Achmad. 2014. **Pengaruh Keberadaan Bendung dan Terjunan pada Konsentrasi Oksigen dalam Air.** Jurnal Rekayasa Sipil. Vol. 2(2).

Arisanty, D., Adyatma, S., Huda, N. 2017. **Analisis Kandungan Bakteri Fecal Coliform pada Sungai Kuin Kota Banjarmasin.** Majalah Geografi Indonesia. Vol. 31. No. 2.

Asuhadi, S., Manna, A. 2018. **Status Mutu Air Pelabuhan Panggulubelo Berdasarkan Indeks STORET dan Indeks Pencemaran**. Jurnal Kelautan Nasional. Vol. 12 No. 2. pp 109-110.

Atima, Wa. 2015. **BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah.** Jurnal Biology Science & Education. Vol.4 No.1.

Badan Standardisasi Nasional. 2008. **SNI 6989.57:2008 tentang Air dan Air Limbah–Bagian 57: Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan.**

Badan Pusat Statistik. 2019. **Kota Surabaya Dalam Angka.**

Badan Pusat Statistik. 2018. **Kota Surabaya Dalam Angka.**

Badan Pusat Statistik. 2017. **Kota Surabaya Dalam Angka.**

Badan Pusat Statistik. 2016. **Kota Surabaya Dalam Angka.**

Damanik, D. A., Karnaningroem, N., Supryadi, D. B. Supryadi, D. B. 2013. **Model Prediksi Kualitas Air di Sungai Kalimas Surabaya (Segmen Ngagel – Taman Prestasi) dengan Pemodelan QUAL2Kw**.

Dewa, C., Susanawati, L. D., Wdiatmono, B. R. 2015. **Daya Tampung Sungai Gede Akibat Pencemaran Limbah Cair Industri Tepung Singkong di Kecamatan Ngadiluwih Kabupaten Kediri.** Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan.

Effendi, Hefni. 2003. **Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan.** Penerbit KANISIUS. Yogyakarta.

Esta, K. A., Suarya, P., Suastuti, N. G. A. M. D. A. 2016. **Penentuan Status Mutu Air Tukad Yeh Poh dengan Metode STORET**. Jurnal Kimia. Vol. 10 No. 1. pp 65-74.

Faklatehan, A. Faroby. 2016. *Analytical Hierarchy Process (AHP)*.

Teknik Pengambilan Keputusan Untuk Pembangunan Daerah.Jakrta: PT.Indomedia Pustaka.

Gazali, I., Widiatmono, R. B., dan Wirosoedarmo, R. 2013. **Evaluasi Dampak Pembuangan Limbah Cair Pabrik Kertas Terhadap Kualitas Air Sungai Klinter Kabupaten Nganjuk**. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem, 1(2), hal.1-8.

Hanisa, E., Nugraha, W.D., Sarminingsih, A. 2017. **Penentuan Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode Indekskualitas Air-National Sanitation Foundation (IKA-NSF) Sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan (Studi Kasus : Sungai Gelis, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah).** Jurnal Teknik Lingkungan. Vol. 6. No.1.

Hariono, B., Riskiawwan, H. Y., Sugiyarto, Anwar, S. 2017. **Penentuan Status Mutu Air Metode STORET DAS Kalibaru**. Prosiding Sentrinov. Vol. 3.

Hatmoko, W., Triweko, R. W., Yudianto, D. 2012. **Sistem Pendukung Keputusan Untuk Perencanaan Alokasi**

Air Secara Partisipatoris pada Suatu Wilayah Sungai. Jurnal Teknik Hidraulik. Vol.3 No.1.

Hermawan, Chitra. 2017. **Penentuan Status Pencemaran Kualitas Air dengan Metode STORET dan Indeks Pencemaran (Studi Kasus : Sungai Indragiri Ruas Kuantan Tengah)**. Jurnal Rekayasa. Vol. 07 No.02.

Hendrawan, Diana. 2005. **Kualitas Air Sungai dan Situ di DKI Jakarta**. Makara, Teknologi. Vol 9. 13-19.

Jubaedah, D. 2015. **Water Quality Index of Floodplain River Lubuk Lampam South Sumatra Indonesia**. Journal of Environmental Science and Development. Vol. 6(4).

Kadim, M. K., Pasisingi, N., Paramata A. R. 2017. **Kajian Kualitas Perairan Teluk Gorontalo dengan Menggunakan Metode STORET**. Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan. Vol. 6 No. 3. pp 235-241.

Keraf, A.S. 2002. **Etika Lingkungan**. Kompas. Jakarta.

Khotimah, Siti. 2013. **Kepadatan Bakteri Coliform di Sungai Kapuas Kota Pontianak.**

Lestari, Febrianti. 2015. **Sebaran Nitrogen Anorganik Terlarut di Perairan Pesisir Kota Tanjungpinang, Kepulauan Riau**. Dinamika Maritim. Vol. 4(2). pp 88-96.

Lin, C. Y., Abdullah, M. H., Musta, B., Aris, A. Z. 2010. **Assesment of Selected Chemical and Microbial Parameters in Groundwater of Pulau Tiga, Sabah, Malaysia.** Sains Malaysiana. Vol. 39(3). pp 337-345.

Mahyudin, Soemarno, Prayogo, T. B. 2015. **Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang**. J-PAL. Vol. 6 No. 2.

Marganof. 2007. **Model Pengendalian Pencemaran Perairan di Danau Maninjau Sumatera Barat. Bogor**: Laporan hasil penelitian Sekolah Pasca Sarjana, IPB Bogor.

Marlena, B., Sasongko, S.B., Sutrisnanto, D. 2012. **Kajian Pengelolaan Sub DAS Garang Hulu Terhadap Kualitas Air Sungai.** Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan.

Marwati, N. M., Mardani, N. K., Sundra, I. K. 2008. **Kualitas Air Sumur Gali Ditinjau dari Kondisi Lingkungan Fisik dan Perilaku Masyarakat di Wilayah Puskesmas I Denpasar Selatan.** Ecotrophic. Vol. 5(1). pp 63-69.

Menteri Lingkungan Hidup. 2003. **Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air**.

Menteri Lingkungan Hidup. 2010. **Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air**.

Munthafa, A. E., Mubarok, H. 2017. **Penerapan Metode *Analytical Hierarchy Process* dalam Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Mahasiswa Berprestasi.** Jurnal Siliwangi. Vol.3. No.2.

Nasibu, I. Z. 2009. **Penerapan Metode AHP dalam Sistem Pendukung Keputusan Penempatan Karyawan Menggunakan Aplikasi *Expert Choice*.** Jurnal Pelangi Ilmu. Vol. 2 No.5.

Nugraha, W. D., Cahyorini, L. 2007. **Identifikasi Daya Tampung Beban Cemaran BOD Sungai dengan Model QUAL2E (Studi Kasus Sungai Gung, Tegal – Jawa Tengah).** Jurnal Presipitasi. Vol. 3. No. 2.

Pemerintah Republik Indonesia. 2001. **Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air.**

Pemerintah Kota Surabaya. 2014. **Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya 2014-2034.**

Permana, D. I., Widyastuti, M., 2012. **Studi Perubahan Kualitas Air Sungai Winongo Tahun 2003 dan 2012**.

Priyana, Yuli. 1994. **Masalah Sumberdaya Air Sungai di Pulau Jawa**. Forum Geografi. No. 14 dan 15.

Purwanto, Didik. 2013. **Pengembangan Media Komik IPA Terpadu Tema Pencemaran Air Sebagai Media Pembelajaran Untuk Siswa SMP Kelas VII**. Jurnal Pendidikan Sains *e-Pensa*. Vol. 01 No. 01. pp 71-76.

Puspita, I., Ibrahim, L., Hartono, D. 2016. **Pengaruh Perilaku Masyarakat yang Bermukim di Kawasan Bantaran Sungai Terhadap Penurunan Kualitas Air Sungai Karang Anyar Kota Tarakan.** Jurnal Manusia dan Lingkungan. Vol. 23. No.2.

Putra, A. A., Syafrudin, Nugraha, W. D. 2015. **Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran BOD dan Fecal Coliform Sungai Beringin Kota Semarang dengan Software QUAL2E.** Jurnal Teknik Lingkungan. Vol. 4. No.3.

Rahmadani, R. D., Ridlo, I. A. 2019. **Perilaku Masyarakat dalam Pembuangan Tinja ke Sungai di Kelurahan Rangkah, Surabaya.** Jurnal Promkes: The Indonesian Journal of Health Promotion and Health Education. Vol 8(1). pp 87-89.

Romdania, Y., Herison A., Susilo, G. E., Novilyansa E. 2018. **Kajian Penggunaan Metode IP, STORET, dan CCME WQI dalam Menentukan Status Kualitas Air.**

Saaty, T.L. 1994. ***Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with The Analytic Hierarchy Process***. Pittsburg RWS Publications: Pittsburg.

Saaty, T.L. 2008. ***Decission Making with The Analytic Hierarchy Process.***. International Journal Services Sciences. Vol.1 No.1. 83-98.

Sahabuddin, H., Harisuseno, D., Yuliani, Warlina, Lina. 2004. **Pencemaran Air: Sumber, Dampak dan Penanggulangannya**. Makalah Pribadi Institut Pertanian Bogor.

Siahaan, R., Indrawan, A., Soedharma, D., Prasetyo, L.B. 2011. **Kualitas Air Sungai Cisadene, Jawa Barat – Banten (Water Quality of Cisadane River, West Java – Banten).** Jurnal Ilmiah Sains. Vol. 11 No.2.

Sulistyorini, I. S., Edwin, M., Arung, A.S. 2016. **Analisis Kualitas Air Pada Sumber Mata Air di Kecamatan Karangan dan Kalorang Kabupaten Kutai Timur.** Jurnal Hutan Tropis. Vol.4 No.1.

Tabrani, Siswanto, Suprayogi, I. 2017. **Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Kampar dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus : DAS Kampar Segmen Propinsi Sumatera Barat).** Jom FTEKNIK. Vol. 4 No.1.

Tanjung, R. H. R., Hendra, K. M., Suwito. 2016. **Pemantauan Kualitas Air Sungai Digoel, Distrik Jair, Kabupaten Boven Digoel, Papua**. Jurnal Biologi Papua. Vol. 8 N0. 1. pp 38-47.

Trisnawati, A. dan Masduqi, A. 2013. **Analisis Kualitas dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Kali Surabaya**. Jurnal Purifikasi. Vol. 14 No. 2. pp 90-98.

Wahyuningsih, Khoirun Nisak. 2017. **Strategi Pengelolaan Kualitas Air Sungai Kalimas Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur.** Tugas Akhir. Jurusan Manajemen Sumber Daya Perairan, Universitas Brawijaya.

Walukow, A. F. 2010. **Penentuan Status Mutu Air dengan Metode STORET di Danau Sentanijayapura Propinsi Papua.** Berita Biologi. Vol. 10. No. 3.

Warlina, Lina. 2004. **Pencemaran Air : Sumber, Dampak dan Penanggulangannya**. Makalah Pribadi.

Wei, G., Yang, Z., Cui, B., Li, B., Chen, H., Bai, J., Dong, S. 2009. **Impact of Dam Construction on Water Quality and Water Self-Purification Capacity of The Lancang River, China**. Water Resour Manage. 23:1763-1780.

Yogafanny, Ekha. 2015. **Pengaruh Aktivitas Warga di Sempadan Sungai Terhadap Kualitass Air Sungai Winongo**. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan. Vol. 7 No. 1. pp 41-50.

Yudo, Satmoko. 2010. **Kondisi Kualitas Air Sungai Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta ditinjau dari Parameter Organik, Amoniak, Fosfat, Detergen dan Bakteri Coli**. Jurnal Akuakultur Indonesia 6(1) p: 34-36.

Yuliastuti, Etik. 2011. **Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air.** Tesis. Ilmu Lingkungan, Universitas

Diponegoro.

Yuliawati, Dona. 2014. **Penerapan Metode AHP dalam Peningkatan Kualitas Pemetaan Jabatan Struktural Karyawan (Studi Kasus IBI Darmajaya).**

Yusrizal, Hero. 2015. **Efektivitas Metode Perhitungan STORET, IP dan CCME WQI dalam Menentukan Status Kualitas Air Way Sekampung Provinsi Lampung**. Tugas Akhir. Master Thesis. Ilmu Lingkungan. Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

LAMPIRAN A 1 TABEL DATA KUALITAS AIR TIAP PARAMETER

Tabel A1. 1 Data Konsentrasi BOD Sungai Kalimas Tahun 2019

Titik	Jarak dari Hulu (km)	Konsentrasi BOD (mg/L)								
		Januari	Februari	Maret	April	Juli	Agustus	September	Oktober	November
Tahun 2019										
1	0,00	5,18	5,28	11,78	4,31	10,75	15,42	4,36	3,95	10,44
2	2,46	4,57	8,23	3,76	4,67	4,67	12,37	3,95	10,37	11,66
3	4,82	8,63	3,96	3,96	4,87	4,87	8,01	10,36	13,60	9,63

Sumber : DLH Kota Surabaya (2019)

Tabel A1. 2 Data Konsentrasi BOD Sungai Kalimas Tahun 2015-2019

Titik	Jarak dari Hulu (km)	Konsentrasi BOD (mg/L)				
		2015	2016	2017	2018	2019
1	0	5,87	9,80	12,70	8,10	8,00
2	4,82	6,17	19,60	11,40	11,60	10,07

Sumber : BBWS Brantas (2019)

Tabel A1. 3 Data Konsentrasi COD Sungai Kalimas Tahun 2019

Titik	Jarak dari Hulu (km)	Konsentrasi COD (mg/L)								
		Januari	Februari	Maret	April	Juli	Agustus	September	Oktober	November
Tahun 2019										
1	0,00	5,58	11,01	17,02	8,14	63,75	22,98	7,78	6,06	24,51
2	2,46	6,18	8,68	30,72	6,10	6,05	24,62	5,34	24,56	31,56
3	4,82	47,99	6,06	30,18	14,22	6,03	15,30	16,42	18,80	25,98

Sumber : DLH Kota Surabaya (2019)

Tabel A1. 4 Data Konsentrasi COD Sungai Kalimas Tahun 2015-2019

Titik	Jarak dari Hulu (km)	Konsentrasi COD (mg/L)				
		2015	2016	2017	2018	2019
1	0	7,00	21,70	15,50	17,00	19,00
2	4,82	14,67	16,00	16,80	21,00	14,33

Sumber : BBWS Brantas (2019)

Tabel A1. 5 Data Konsentrasi TSS Sungai Kalimas Tahun 2019

Titik	Jarak dari Hulu (km)	Konsentrasi TSS (mg/L)								
		Januari	Februari	Maret	April	Juli	Agustus	September	Oktober	November
Tahun 2019										
1	0	8,2	17,8	104	64	39,3	31	17	33	23
2	2,46	21,8	351	76,8	35	12	33	27	35	9
3	4,82	19	238	59	239	25	10	3	12	8

Sumber : DLH Kota Surabaya (2019)

Tabel A1. 6 Data Konsentrasi TSS Sungai Kalimas Tahun 2015-2019

Titik	Jarak dari Hulu (km)	Konsentrasi TSS (mg/L)				
		2015	2016	2017	2018	2019
1	0	44,33	138,4	113,8	34,7	17,33
2	4,82	35,33	125,8	130,3	60,7	37,67

Sumber : BBWS Brantas (2019)

Tabel A1. 7 Data Konsentrasi DO Sungai Kalimas Tahun 2019

Titik	Jarak dari Hulu (km)	Konsentrasi DO (mg/L)								
		Januari	Februari	Maret	April	Juli	Agustus	September	Oktober	November
Tahun 2019										
1	0	3,7	5,6	3,1	3	3,6	3,2	3,7	3,2	3,2
2	2,46	3,5	4,5	3,7	3,2	3,3	3,1	3,3	2,9	3
3	4,82	3,4	4,2	3,4	3,2	3,5	3,2	2,7	**2,5**	2,8

Sumber : DLH Kota Surabaya (2019)

Tabel A1. 8 Data Konsentrasi DO Sungai Kalimas Tahun 2015-2019

Titik	Jarak dari Hulu (km)	Konsentrasi DO (mg/L)				
		2015	2016	2017	2018	2019
1	0	4,53	4,3	3,93	3,84	**3,62**
2	4,82	4,82	4,63	4,68	4,89	**5,63**

Sumber : BBWS Brantas (2019)

Tabel A1. 9 Data Konsentrasi Fecal Coliform Sungai Kalimas Tahun 2019

Titik	Jarak dari Hulu (km)	Konsentrasi Fecal Coliform (jml/100 mL)								
		Januari	Februari	Maret	April	Juli	Agustus	September	Oktober	November
Tahun 2019										
1	0	3	100	3200	8600	540	24	240000	12	7900
2	2,46	17	0	8600	50	440	24	240000	180	1800
3	4,82	4	300	1460	3200	920	44	240000	2400	2800

Sumber : DLH Kota Surabaya (2019)

Tabel A1. 10 Data Konsentrasi Fecal Coliform Sungai Kalimas Tahun 2015-2019

Titik	Jarak dari Hulu (km)	Konsentrasi Fecal Coliform (jml/100 mL)				
		2015	2016	2017	2018	2019
1	0	-	-	2633,33	300,00	1466,67
2	4,82	-	-	9466,67	1600,00	11066,67

Sumber : BBWS Brantas (2019)

Tabel A1. 11 Data Konsentrasi Total Coliform Sungai Kalimas Tahun 2019

Titik	Jarak dari Hulu (km)	Konsentrasi Total Coliform (jml/100 mL)								
		Januari	Februari	Maret	April	Juli	Agustus	September	Oktober	November
Tahun 2019										
1	0	8	1600	8200	17600	3440	3600	240000	180	7900
2	2,46	350	300	17600	424	3750	1400	240000	180	1800
3	4,82	140	1100	2680	8200	3500	1000	240000	2400	2800

Sumber : DLH Kota Surabaya (2019)

Tabel A1. 12 Data Konsentrasi Total Coliform Sungai Kalimas Tahun 2015-2019

Titik	Jarak dari Hulu (km)	Konsentrasi Total Coliform (mg/L)				
		2015	2016	2017	2018	2019
1	0	-	-	12133,33	2800,00	7100,00
2	4,82	-	-	18900,00	4400,00	18900,00

Sumber : BBWS Brantas (2019)

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN A 2 KUESIONER

Kuisioner Upaya Pengelolaan Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso)

Perkenalkan saya Novia Puspita Wardani, mahasiswi S1 Teknik Lingkungan ITS Surabaya. Saat ini saya sedang melaksanakan penelitian mengenai Kajian Kualitas dan Status Mutu Air Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) dengan Metode STORET. Hasil dari penelitian ini adalah alternatif strategi pengendalian pencemaran Sungai Kalimas yang dapat dilakukan untuk menjaga kualitas air sungai agar memenuhi baku mutu air kelas II sesuai peruntukannya sebagai wisata air. Saya memohon kesediaan Bapak/Ibu sebagai responden untuk mengisi kuesioner dengan pilihan alternatif strategi pengendalian pencemaran air untuk diterapkan di Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso). Apabila Bapak/Ibu membutuhkan informasi lebih lanjut, dapat menghubungi saya melalui email : noviapuspitawardani@gmail.com atau di No. HP : 089613230677. Atas bantuan Bapak/Ibu saya ucapkan terima kasih.

I. Identitas Responden

Nama :

Jabatan :

(Data Bapak/Ibu dijamin kerahasiannya dan hanya digunakan untuk kepentingan tugas akhir)

II. Petunjuk Pengisian

Dalam kuesioner ini terdapat dua bagian yang harus diisi. Bagian pertama terdapat perbandingan kriteria yang hasilnya akan digunakan sebagai dasar dalam pemilihan alternatif strategi pengendalian pencemaran air yang paling memungkinkan untuk diterapkan. Sedangkan pada bagian kedua terdapat perbandingan alternatif strategi pengendalian pencemaran air yang akan dipilih. Responden diminta untuk memberikan skala prioritas baik pada perbandingan kriteria maupun alternatif dengan cara memberikan tanda centang pada kolom skala. Terdapat angka 1-9 dalam kolom skala yang menunjukkan prioritas. Semakin tinggi angka yang

dipilih, maka tingkat prioritas kriteria maupun alternatif juga semakin besar. Definisi angka skala yang digunakan dan contoh pemilihan prioritas yang dapat dilakukan oleh responden dapat ditunjukkan sebagai berikut :

1 : kedua kriteria sama penting
3 : kriteria sedikit lebih penting dibanding kriteria pembandingnya
5 : kriteria lebih penting dibanding kriteria pembandingnya
7 : kriteria sangat lebih penting dibanding kriteria pembandingnya
9 : kriteria mutlak lebih penting dibanding kriteria pembandingnya
2,4,6,8 : nilai tengah

Contoh pemilihan prioritas yang dapat dilakukan oleh responden :

Alternatif	Prioritas																Alternatif
Alternatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Alternatif

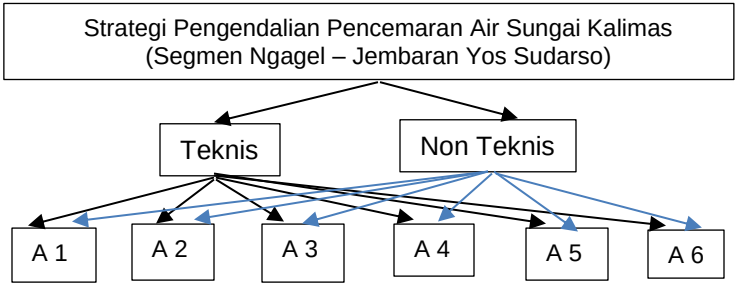
Dalam tabel pemilihan terdapat rentang angka 1-9 kekiri dan kekanan dimana memberikan arah prioritas. Kearah kiri memberikan prioritas terhadap alternatif 1 dan kearah kanan memberikan prioritas terhadap alternatif 2. Rentang angka pada penilaian prioritas, angka 1 merupakan skala prioritas paling rendah dan angka 9 merupakan skala prioritas paling tinggi.

Masing-masing kriteria dan alternatif dapat dilihat berikut ini :

Aspek	Alternatif	Keterangan
Teknis	Membangun fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai	Kegiatan pengolahan air limbah domestik dapat ditingkatkan dengan penyediaan fasilitas MCK komunal dan fasilitas sanitasi lain untuk mengurangi pembuangan limbah domestik ke sungai.
	Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah	Peraturan berupa larangan kepada masyarakat terhadap kegiatan yang dapat mencemari sungai seperti : membuang sampah, membuang limbah berbahaya, dll harus ditetapkan secara tegas oleh pemerintah untuk ditaati oleh masyarakat.

	Pembuatan taman di sepanjang sungai	Pembuatan taman di tepi sungai untuk membuat daerah sepanjang sungai menjadi daerah yang bersih sehingga fungsi sungai dapat kembali sesuai peruntukannya
Non Teknis	Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai	Peran serta masyarakat dalam melaporkan kepada pihak berwajib jika ada pihak-pihak yang melakukan pencemaran sungai
	Sosialisasi program kali bersih	Sosialisasi dan penyuluhan tentang gaya hidup bersih dan sehat kepada masyarakat untuk tidak membuang limbah domestik secara langsung ke sungai.
	Pentaatan pelaksasnaan peraturan pemerintah	Masyarakat sekitar harus tertib dan taat dalam melaksanakan peraturan pemerintah guna melakukan upaya menjaga sungai dari pencemaran.

Berikut merupakan hirarki AHP (*Analytical Hierarchy Process*) yang disusun berdasarkan aspek-aspek serta alternatif upaya pengelolaan yang telah ditentukan.



Keterangan :
A1 = Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai
A 2 = Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah
A 3 = Pembuatan taman di sepanjang sungai
A 4 = Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai

A 5 = Sosialisasi program kali bersih
A 6 = Pentaatan pelaksanaan peraturan pemerintah

Responden diminta untuk membandingkan secara berpasangan 2 aspek dan 6 alternatif dengan memberikan tanda lingkaran pada aspek dan alternatif yang dirasa lebih penting.

Sebagai contoh :

A. Prioritas Aspek

Prioritas aspek berdasarkan dari kedua aspek yaitu aspek teknis dan aspek non teknis mana yang menurut responden menjadi prioritas untuk mendasari dalam pemilihan alternatif strategi pengendalian pencemaran air sungai dapat dilihat pada tabel berikut :

Aspek	Prioritas																	Aspek
Teknis	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Non Teknis

Penjelasan dari jawaban tersebut adalah aspek teknis sangat penting dibandingkan dengan aspek non teknis.

B. Prioritas Alternatif Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai

Prioritas alternatif strategi pengendalian pencemaran air sungai berdasarkan dari aspek teknis, alternatif mana yang menurut responden menjadi prioritas untuk dipilih sebagai strategi pengendalian pencemaran air sungai yang paling tepat dilakukan dapat dilihat sebagai berikut:

Alternatif	Prioritas																	Alternatif
Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah
Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan taman di sepanjang sungai
Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai

Penjelasan dari jawaban tersebut adalah :

1. Kolom pertama : alterntif “Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai” **sangat menjawab** aspek “Teknis” dibandingkan dengan alternatif “Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah”
2. Kolom kedua : alternatif “Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai” **cukup menjawab** aspek “Teknis” dibandingkan dengan alternatif “Pembuatan taman di sepanjang sungai”
3. Kolom ketiga : alternatif “Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai” **sangat menjawab sekali** aspek “Teknis” dibandingkan dengan alternatif “Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai”

Hasil analisis status mutu air Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Taman Prestasi) menggunakan metode STORET dapat dilihat sebagai berikut :

No	Titik	Jarak dari Hulu (km)	skor STORET	Status Mutu
	DLH 2019			
4	Titik 1	0	-45	tercemar berat
5	Titik 2	2,46	-48	tercemar berat
6	Titik 3	4,82	-48	tercemar berat
	BBWS 2015-2019			
7	Titik 1	0	-40	tercemar berat
8	Titik 2	4,82	-41	tercemar berat

Sumber : Hasil Perhitungan (2020)

III. Pertanyaan Kuesioner

Responden diminta untuk memberikan skala prioritas terhadap perbandingan aspek serta alternatif upaya pengelolaan berikut dengan memberikan tanda lingkaran

A. Prioritas Aspek

Aspek	Prioritas																	Aspek
Teknis	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Non Teknis

B. Berdasarkan Biaya Investasi dan Pengolahan

1. Alternatif upaya pengelolaan berdasarkan **Aspek Teknis**

Alternatif	Prioritas																	Alternatif
Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah
Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan taman di sepanjang sungai
Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai
Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sosialisasi program kali bersih
Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pentaatan pelaksanaan peraturan peraturan pemerintah
Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan taman di sepanjang sungai
Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai
Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sosialisasi program kali bersih

Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pentaatan pelaksanaan peraturan pemerintah
Pembuatan taman di sepanjang sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai
Pembuatan taman di sepanjang sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sosialisasi program kali bersih
Pembuatan taman di sepanjang sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pentaatan pelaksanaan peraturan pemerintah
Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sosialisasi program kali bersih
Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pentaatan pelaksanaan peraturan pemerintah
Sosialisasi program kali bersih	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pentaatan pelaksanaan peraturan pemerintah

2. Alternatif upaya pengelolaan berdasarkan **Aspek Non Teknis**

Alternatif	Prioritas																	Alternatif
Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah
Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan taman di sepanjang sungai

Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai
Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sosialisasi program kali bersih
Pembangunan fasilitas pengolahan air limbah domestik di sepanjang sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pentaatan pelaksanaan peraturan peraturan pemerintah
Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pembuatan taman di sepanjang sungai
Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai
Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sosialisasi program kali bersih
Ketegasan pelaksanaan peraturan pemerintah	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pentaatan pelaksanaan peraturan pemerintah
Pembuatan taman di sepanjang sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai
Pembuatan taman di sepanjang sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sosialisasi program kali bersih
Pembuatan taman di sepanjang sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pentaatan pelaksanaan peraturan pemerintah

Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sosialisasi program kali bersih
Peran serta masyarakat dalam penjagaan kualitas air sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pentaatan pelaksanaan peraturan pemerintah
Sosialisasi program kali bersih	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pentaatan pelaksanaan peraturan pemerintah

IV. Saran dari Narasumber

Terima Kasih

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIOGRAFI PENULIS

Penulis bernama lengkap Novia Puspita Wardani merupakan anak terakhir dari tigas bersaudara lahir di Kota Temanggung pada tanggal 02 November 1997. Penulis menempuh pendidikan di SDN 2 Jampiroso pada tahun 2004-2010. Pada tahun 2011-2013 penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 2 Temanggung. Kemudian dilanjutkan pendidikan tingkat atas di SMAN 1 Temanggung pada tahun 2013-2016. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Tenik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2016.

Selama perkuliahan, penulis aktif pada organisasi maupun kepanitiaan di Departemen Teknik Lingkungan dan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis aktif menjadi Staff Divisi Kewirausahaan HMTL pada periode 2017/2018 dan menjadi Bendahara Divisi Kewirausahaan HMTL pada periode 2018/2019. Kemudian penulis juga telah melaksanakan kerja praktik di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ pada tahun 2019 dengan rincian tugas melakukan evaluasi TPS limbah B3 PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ di site OPF Balongan. Penulis telah mengikuti berbagai pelatihan dan seminar nasional dan internasional selama tahun 2016-2020 dalam rangka untuk pengembangan diri dan penambahan wawasan. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang dapat dikirim pada email noviapuspitawardani@gmail.com guna memperbaiki diri untuk kedepannya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL PERENCANAAN DAN KEBUMIAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FORM FTA-03

KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Novia Puspita Wardani
NRP : 03211640000121
Judul : Kajian Kualitas dan Status Mutu Air Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) dengan Metode STORET

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.	28-02-2020	Penentuan titik sampling dan parameter untuk analisis STORET. Pemilihan parameter dan titik sampling sesuaikan dengan kondisi sungai.	
2.	04-03-2020	Penambahan parameter biologi untuk analisis STORET dan beri penjelasan mengenai pemilihan titik sampling.	
3.	21-04-2020	Pergantian judul menjadi "Kajian Kualitas dan Status Mutu Air Sungai Kalimas (Segmen Ngagel – Jembatan Yos Sudarso) dengan Metode STORET" Perbaikan pada : - Bab I (judul, latar belakang, ruang lingkup) - Bab II (ditambahkan teori *mass balance)* - Bab III (perbaikan disesuaikan dengan bab I) - Bab IV (pembahasan kualitas air sungai menggunakan data sekunder)	
4.	28-04-2020	- Pemilihan responden untuk kuesioner AHP dipilih dari tenaga pendidik dan dari praktisi - Alternatif-alternatif yang diberikan untuk kuesioner AHP harus disesuaikan dengan kondisi sungai	
5.	05-05-2020	- Bab II tambahkan literatur mengenai penelitian terdahulu yang relevan (menggunakan metode yang sama) - Strategi pengendalian pencemaran dipastikan sudah sesuai untuk diterapkan di objek penelitian. Cari tahu kondisi sungai seperti: kepemilikan lahan, penggunaan lahan, dll.	
6.	15-06-2020	- Pembahasan hasil AHP di Bab IV lebih diperjelas. - Tambahkan literatur pendukung dalam pembahasan di Bab IV	
7.	22-07-2020	- Perbaikan Abstrak. Perlu ditambah penjelasan mengenai penggunaan metode AHP. - Perbaikan Bab I perlu ditambah penjelasan mengenai metode AHP di bagian latar belakang. - Bab IV lebih diperjelas penjelasan di bagian kualitas air pada tiap parameter.	
8.	27-05-2020	- Tambahkan data curah hujan - Jelaskan mengenai DO sag akibat pengaruh adanya terjunan di sungai	
9.	05-07-2020	- Masukkan hasil analisis dengan AHP di abstrak.	

No.	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
		- Pembahasan kualitas air sungai tiap parameter pada bab IV lebih diperjelas lagi (beri penjelasan penyebab terjadinya fluktuasi kualitas air sungai). - Perbaikan saran.	
10.	08-07-2020	- Perbaikan abstrak Bahasa Indonesia - Perbaikan abstrak Bahasa Inggris - Buat grafik hasil perhitungan STORET - Saran lebih diperjelas lagi. Pemilihan saran dipastikan benar-benar sesuai.	

Surabaya, 08 Agustus 2020
Dosen Pembimbing

Ir. Atiek Moesriati, M.Kes.

Saran Perbaikan Ujian Lisan TA Genap 2019/2020

Lisan MKL

Lab Manajemen Kualitas Lingkungan

Input NRP anda (tanpa spasi,format: 32xxxxxxxxxx) *

3211640000121

Novia Puspita Wardani (3211640000121)

Dosen Pembimbing: Ir. Atiek Moesriati, MKes

Saran:

Dosen Penguji 1: Ir. Mas Agus Mardyanto, ME., PhD

Saran:

1. Gambarkan grafik data bersama hasilperhitungan STORET per parameter
2. Perbaiki abstrak Bahasa Inggris
3. Jelaskan mengapa penting melakukan analisis dengan STORET

LULUS, Lulus dengan perbaikan

Dosen Penguji 2: Dr. Ir. Irwan Bagyo S, MT.

Saran:

Opsi stretegi harus ada acuannya...murni teknis sesuai kondisi (lihat lagi rekaman)

LULUS

Dosen Penguji 3: Ervin Nurhayati, S.T., M.T., Ph.D.

Saran:

(1) Bahasan tentang top down - bottom up, revisi.
(2) Perbaiki lampiran kuisioner yang masih salah.
(3) Perjelas saran.
(4) Baca ulang seluruh laporan, perbaiki.

LULUS