

TA/TL/2023/1624

TUGAS AKHIR
ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR
COD DAN TSS DI SUNGAI CODE DENGAN
QUAL2Kw

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



MOH. CHOLIL RIFAI
19513174

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023

TUGAS AKHIR
ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR
COD DAN TSS DI SUNGAI CODE DENGAN
QUAL2KW

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



MOH. CHOLIL RIFAI
19513174

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.
NIK. 155131304

Tanggal: 22 Agustus 2023

Mengetahui,*

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



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

Tanggal: 22 Agustus 2023

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR
COD DAN TSS DI SUNGAI CODE DENGAN
QUAL2Kw**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Senin

Tanggal : 21 Agustus 2023

Disusun Oleh :

MOH. CHOLIL RIFAI

19513174

Tim Penguji :

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

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

Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Yogyakarta, 14 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Moh. Cholil Rifai

NIM: 19513174

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya yang melimpah. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, yang telah menjadi suri tauladan bagi umat manusia. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan hasil dari upaya dan kerja keras selama kurun waktu penelitian dari bulan Desember 2022 hingga Maret 2023. Tugas Akhir ini berjudul "Analisis Daya Tampung Beban Pencemar COD dan TSS di Sungai Code dengan QUAL2Kw".

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memahami kapasitas sungai dalam menampung beban pencemar dan mengevaluasi kualitas air di Sungai Code. Selama proses penyusunan skripsi ini kami tidak bisa mengabaikan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua penulis, yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa restu dalam perjalanan kami menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T. Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberi arahan dan masukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng. dan Bapak Hudori, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberi kritik dan saran.
4. Mba Diah, Mba Tika dan Mas Bagus, selaku laboran yang telah mendampingi ketika di laboratorium.
5. Dany dan Ratih, teman satu topik yang telah memberi semangat dalam proses pengerjaan Tugas Akhir.
6. Dan kepada seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat untuk semua

Yogyakarta, 15 Juni 2023

Moh. Cholil Rifai

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

Moh. Cholil Rifai. Analisis Daya Tampung Beban Pencemar COD dan TSS di Sungai Code Dengan QUAL2Kw. Dibimbing oleh Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D..

Penurunan kualitas air disebabkan oleh limbah domestik, saluran drainase, limbah perikanan, dan limbah pertanian baik dari sumber point maupun non-point. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan parameter COD dan TSS sebagai indikator kualitas air di Sungai Code menggunakan software QUAL2Kw. Titik penelitian dibagi menjadi 7 segmen. Penelitian ini menggunakan 2 skenario menurut kondisi *eksisting* dan *trial error* beban pencemar maksimal. Nilai daya tampung didapatkan dari selisih beban pencemar skenario 2 dan skenario 1. Hasilnya Sungai Code memiliki Daya Tampung Beban Pencemar COD dari 282,80 kg/hari sampai 201934,08 kg/hari dan untuk TSS dari 3620,94 kg/hari sampai 1498414 kg/hari. Penurunan Beban Pencemar dapat dilakukan dengan pembuatan terjunan, pelebaran dan mendalamkan sungai serta pembuatan sistem *wetland* dengan tanaman Kangkung Air.

Kata kunci: Kualitas air, QUAL2Kw, COD, TSS

ABSTRACT

Moh. Cholil Rifai. *Analyze the Load Capacity of The Pollution For The Concentration of COD and TSS in Code River with Qual2Kw. Supervised by Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.*

The reduction in water quality is caused by domestic waste, drainage channels, fisheries waste, and agricultural waste, both from point and non-point sources. Therefore, this study uses COD and TSS parameters as indicators of water quality in the Code River using the QUAL2Kw software. The research points are divided into seven segments. This study uses two scenarios based on the existing condition and the trial-and-error approach to determine the maximum pollutant load. The capacity value is obtained from the pollutant load difference between scenarios two and 1. The results show that the Code River has a pollutant load capacity for COD ranging from 282.80 kg/day to 201,934.08 kg/day and for TSS ranging from 3,620.94 kg/day to 1,498,414 kg/day. Reducing the pollutant load can be achieved through the construction of waterfalls, river widening, deepening, and the establishment of a wetland system with Water Spinach plants.

Keywords: Water quality, QUAL2Kw, COD, TSS

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Asumsi Penelitian	3
1.6 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian Sungai	5
2.2 Sungai Code.....	6
2.3 Pencemaran Sungai.....	6
2.3.1 Sumber Pencemar Air Sungai	6
2.3.2 Jenis Kegiatan yang Menimbulkan Pencemaran.....	7
2.4 Daya Tampung Beban Pencemar.....	8
2.5 Baku Mutu Air.....	9
2.6 Parameter Sumber Pencemar	10
2.6.1 COD (Chemical Oxygen Demand)	10
2.6.2 TSS (Total Suspended Solid)	11
2.7 Pemodelan Lingkungan	11
2.8 QUAL2Kw.....	12
2.8.1 Kelebihan Qual2Kw.....	13
2.8.2 Kekurangan Qual2Kw.....	13
2.9 Penelitian Sebelumnya.....	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	17

3.1	Tahapan Penelitian	17
3.2	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	18
3.3	Jenis dan Variabel Penelitian	20
3.3.1	Jenis Penelitian	20
3.3.2	Variabel Penelitian.....	20
3.4	Pengumpulan Data	20
3.5	Metode Analisis Data	22
3.5.1	Input Data	22
3.5.2	Data Sumber Pencemar.....	23
3.5.3	Kalibrasi Data	25
3.5.4	Validasi Data.....	25
3.5.5	Simulasi Model.....	25
3.5.6	Perhitungan Beban Pencemar	26
3.5.7	Daya Tampung Beban Pencemar.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Gambaran Umum Lokasi dan Titik Sampling Sungai Code	28
4.1.1	Gambaran Umum Lokasi.....	28
4.1.2	Titik Sampling	28
4.2	Kondisi Hidrolik Sungai Code	37
4.2.1	Debit Sungai Code	37
4.2.2	Debit Beban Pencemar Sungai Code	40
4.3	Kondisi Air Sungai Code	41
4.3.1	Temperatur Air	41
4.3.2	Derajat Keasaman (pH)	43
4.3.3	COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	45
4.3.4	TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	46
4.4	Sumber Pencemar Sungai Code	48
4.5	Pemodelan Kualitas Air Sungai Code dengan software QUAL2Kw.....	49
4.5.1	Input Data Sebelum Kalibrasi Model	49
4.5.2	Kalibrasi Model	52
4.5.3	Validasi Model.....	56
4.5.4	Simulasi Model.....	58

4.6 Analisis Hasil Penelitian	63
4.6.1 Beban Pencemar Sungai Code	63
Berdasarkan Tabel 4.19 sampai Tabel 4.20, pada parameter COD memiliki beban pencemar tertinggi pada segmen 7 sebanyak.....	64
4.6.2 Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar	64
4.7 Penurunan Beban Pencemar	66
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	69
5.1 Simpulan	69
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	77
RIWAYAT HIDUP.....	94

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kelas Sungai PERGUB DIY No 20 Tahun 2008	9
Tabel 3. 1 Lokasi Titik Sampling Air Sungai Code	18
Tabel 3. 2 Data Primer dan Alat yang digunakan.....	21
Tabel 3. 3 Data yang perlu di input pada worksheet	22
Tabel 3. 4 Simulasi Model.....	26
Tabel 4. 1 Titik Lokasi Pengambilan Sampel Air	30
Tabel 4. 2 Kondisi Titik Sampling.....	32
Tabel 4. 3 Data Hidrolik Sungai Code.....	37
Tabel 4. 4 Debit Beban Pencemar Sungai Code	41
Tabel 4. 5 Temperatur Air Sungai Code.....	42
Tabel 4. 6 pH Air Sungai Code.....	43
Tabel 4. 7 COD Air Sungai Code	45
Tabel 4. 8 TSS Air Sungai Code.....	47
Tabel 4. 9 Nilai Konsentrasi Sumber Pencemar COD dan TSS	48
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan RMSPE Debit.....	57
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan RMSPE Kecepatan Aliran	57
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan RMSPE Kedalaman Sungai	57
Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan RMSPE Parameter COD.....	58
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan RMSPE Parameter TSS	58
Tabel 4. 15 Perbandingan Model Skenario 2 dengan Baku Mutu COD.....	61
Tabel 4. 16 Perbandingan Model Skenario 2 dengan Baku Mutu TSS	62
Tabel 4. 17 Beban Pencemar COD Skenario 1	63
Tabel 4. 18 Beban Pencemar TSS Skenario 1	63
Tabel 4. 19 Beban Pencemar COD Skenario 2.....	64
Tabel 4. 20 Beban Pencemar TSS Skenario 2	64
Tabel 4. 21 Daya Tampung Beban Pencemar COD	65
Tabel 4. 22 Daya Tampung Beban Pencemar TSS.....	65

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian.....	17
Gambar 3. 2 Lokasi Titik <i>Sampling</i> Sungai Code	18
Gambar 3. 4 Segmentasi Sungai Code.....	19
Gambar 4. 1 Debit Sungai Code (m ³ /detik).....	38
Gambar 4. 2 Hasil Dari Perhitungan Mass Balance Debit Sungai Code.....	39
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Temperatur Air Sungai Code dengan Baku Mutu	42
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan nilai pH dengan baku mutu.....	44
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Nilai COD dengan Baku Mutu	45
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Nilai TSS Baku Mutu	47
Gambar 4. 7 Model Debit Sebelum Kalibrasi.....	50
Gambar 4. 8 Model Kecepatan Aliran Sebelum Kalibrasi	50
Gambar 4. 9 Model Kedalaman Sebelum Kalibrasi	51
Gambar 4. 10 Model COD sebelum Kalibrasi.....	51
Gambar 4. 11 Model TSS Sebelum Kalibrasi.....	52
Gambar 4. 12 <i>Hydraulic Model</i> pada <i>Worksheet Reach</i>	53
Gambar 4. 13 Model Debit Sungai Code.....	53
Gambar 4. 14 Model Kecepatan Aliran Sungai Code	54
Gambar 4. 15 Model Kedalaman Sungai Code	54
Gambar 4. 16 Model COD Sungai Code	55
Gambar 4. 17 Model TSS Sungai Code.....	56
Gambar 4. 18 Skenario 1 Parameter COD.....	59
Gambar 4. 20 Skenario 1 Parameter TSS	60
Gambar 4. 21 Perbandingan Model dengan Skenario 1 Baku Mutu TSS	60
Gambar 4. 22 Perbandingan Model Skenario 2 dengan Baku Mutu COD.....	61
Gambar 4. 23 Perbandingan Model Skenario 2 dengan Baku Mutu TSS	62

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Debit dan Konsentrasi <i>Non Point Source</i> :	77
Lampiran 2 Data QUAL2Kw :	84
Lampiran 3 Pergub DIY :	86
Lampiran 4 Dokumentasi Pengambilan Sampel Air :	90
Lampiran 5 Dokumentasi Pada Saat di Laboratorium :	92
Lampiran 6 Penampang Basah Sungai Code.....	94

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semua makhluk hidup di bumi ini memerlukan air sebagai salah satu komponen kehidupan, dan salah satu sumber air yang mudah diakses adalah sungai (Adrianto,2018). Berdasarkan informasi dari BPLHD Yogyakarta, Sungai Code memiliki total panjang sekitar 41 km, dengan panjang bagian tengah sungai mencapai 8,73 km saat melintasi kota Yogyakarta.

Sungai Code terdiri dari ekosistem yang terbagi menjadi tiga bagian, yaitu hulu, tengah, dan hilir. Bagian hulu sungai Code digunakan untuk pertanian, sedangkan bagian tengah lebih banyak dihuni oleh penduduk meskipun ada beberapa area yang digunakan untuk pertanian dan industri. Di bagian hilir, area persawahan, permukiman, industri, tempat tinggal, dan restoran lebih dominan. Pemanfaatan air dari sungai memiliki dampak positif yaitu dapat memenuhi kebutuhan hidup warga sekitar, namun juga memiliki dampak negatif yaitu menurunkan kualitas air sungai karena penggunaan yang tidak terkontrol. Memburuknya kualitas air Sungai Code disebabkan oleh sumber pencemar yang timbul dari residu rumah tangga, saluran irigasi, residu perikanan dan residu pertanian dari sumber point maupun non-point. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, parameter COD dan TSS digunakan sebagai indikator kualitas air di Sungai Code.

Pengambilan sampel air sungai dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai kondisi sungai, tetapi membutuhkan waktu dan biaya yang tinggi. Oleh karena itu, dilakukan pemodelan sungai untuk mengurangi waktu dan biaya pengamatan. Model QUAL2Kw adalah pilihan terbaik untuk menyederhanakan informasi mengenai mutu air sungai. QUAL2Kw adalah teknik pemodelan terkini yang dapat meniru dan menyederhanakan keadaan mutu air sungai secara grafis. Validasi yang kuat dalam metode pemodelan QUAL2Kw dalam menggambarkan kualitas air sungai (Rezagama, dkk, 2019)

Seiring dengan meningkatnya laju pertumbuhan penduduk di sekitar Sungai Code, kawasan tersebut dijadikan tempat permukiman. Hal ini mengakibatkan kompleksitas masalah di wilayah aliran Sungai Code semakin meningkat. Dampaknya mencakup pencemaran air sungai, penyusutan lebar sungai, meningkatnya erosi dan penumpukan endapan, yang akhirnya menyebabkan seringnya terjadi banjir di daerah tersebut (Lupiyanto, dkk, 2010). Sungai secara alami memiliki kemampuan untuk membersihkan diri dari bahan pencemar. Namun, jika limbah terus-menerus dibuang ke sungai tanpa melalui proses pengolahan, dikhawatirkan sungai akan melampaui kapasitasnya dalam menampung pencemaran. Penggunaan model QUAL2Kw bertujuan untuk menghitung daya tampung beban pencemar, *software* tersebut merupakan salah satu metode yang digunakan untuk pengelolaan dengan tepat dan mengurangi tingkat pencemaran Sungai Code serta menjaga kualitas airnya. Oleh karena itu, penggunaan metode ini diharapkan dapat memberikan informasi yang diperlukan dalam upaya pengendalian pencemaran dan pemeliharaan kebersihan Sungai Code, sebagaimana dijelaskan oleh Pelletier pada tahun 2008. Metode ini berdasarkan acuan dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 tahun 2010. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur sejauh mana limbah dapat memasuki sungai tanpa mengakibatkan pencemaran. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman tentang pencemaran air serta menjadi pedoman bagi pemerintah dalam mengelola sumber air sungai, terutama di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam kajian ini, rumusan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Berapa jumlah beban pencemar COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solids*) yang terdapat dalam air Sungai Code?
2. Apa saja sumber pencemar yang memasuki aliran Sungai Code?
3. Berapa kapasitas daya tampung Sungai Code yang dipengaruhi oleh beban pencemar COD dan TSS?
4. Berapa jumlah besaran pencemar yang perlu dikurangi di Sungai Code?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kondisi terkini kualitas air Sungai Code untuk mengkaji parameter COD dan TSS..
2. Mengidentifikasi sumber kontaminan yang masuk ke dalam aliran Sungai Code.
3. Mengestimasi Daya Tampung Sungai Code terhadap jumlah pencemaran COD dan TSS menggunakan *software* QUAL2Kw.
4. Menentukan jumlah beban pencemar yang harus dikurangi di Sungai Code agar sesuai dengan alokasi beban pencemar yang ditetapkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Studi ini memiliki beberapa keunggulan, di antaranya:

1. Meningkatkan kualitas wawasan tentang evaluasi kelayakan air sungai, sehingga dapat memberikan wawasan yang lebih baik dalam memahami
2. Permasalahan pencemaran air. Mengedukasi masyarakat mengenai asal-usul pencemaran sungai dari aktivitas sehari-hari, dengan tujuan meningkatkan kesadaran akan pentingnya menjaga kebersihan dan mutu air sungai.
3. Membantu pemerintah setempat dalam menghadapi masalah polutan pada perairan sungai, terutama di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan menyediakan panduan yang komprehensif tentang strategi dan langkah-langkah yang dapat diambil untuk mengurangi pencemaran air sungai.

1.5 Asumsi Penelitian

Dalam rangka mengelola kualitas air sungai, dilakukan analisis menggunakan *software* QUAL2Kw untuk memastikan kapasitas daya tampung sungai terkait dengan jumlah polutan yang masuk. Analisis ini bertujuan untuk merumuskan strategi dan upaya dalam pengelolaan kualitas air sungai berdasarkan kondisi yang ada saat ini.

1.6 Ruang Lingkup

Penelitian ini mempunyai ruang lingkup sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di sepanjang Sungai Code yang terletak di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, mulai dari hulu hingga hilir.
2. Daerah penelitian dipisahkan menjadi 7 segmen yang berlokasi di bagian hulu, tengah, dan hilir Sungai Code di Yogyakarta.
3. Pengambilan sampel air dilakukan mulai dari Jembatan Boyong di Kecamatan Pakem hingga Jembatan Pacar Wonokromo di Kecamatan Pleret.
4. Penelitian dilakukan pada periode bulan Desember 2022 hingga Maret 2023.
5. Pengambilan sampel air sungai Code mengikuti metode yang dijelaskan dalam standar SNI 9689.57:2008 tentang “Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan”.
6. karakteristik polutan yang diuji dalam penelitian ini adalah COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solids*).
7. Pengujian sampel air untuk parameter COD dilakukan sesuai dengan standar SNI 6989.2.2019 yang mengatur cara uji kebutuhan oksigen kimia COD (*Chemical Oxygen Demand*) dengan menggunakan metode *refluks* tertutup secara *spektrofotometri*.
8. Pengujian sampel air untuk parameter TSS dilakukan sesuai dengan standar SNI 6989.3.2019 yang mengatur cara uji padatan tersuspensi total TSS (*Total Suspended Solids*) dengan menggunakan metode *gravimetri*.
9. Baku mutu air Sungai Code untuk kelas I, II, dan III didasarkan pada Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 20 Tahun 2008.
10. Perangkat lunak yang digunakan untuk pemodelan dalam kajian ini yaitu QUAL2Kw versi 5.1.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sungai

Menurut Peraturan Pemerintah RI No 38 Tahun 2011 pengertian sungai merupakan “Tempat pergerakan air dari hulu hingga hilir dengan adanya batas air di dalamnya yang dibatasi oleh garis tepi di sebelah kanan dan kiri”. Daerah aliran sungai (DAS) itu sendiri mengandung potensi alam yang bisa digunakan makhluk hidup sehingga membentuk kesatuan lingkungan hidup (Asdak, 2010). Pada umumnya, perubahan dalam perilaku hidrologi, seperti banjir yang lebih sering terjadi, erosi dan sedimentasi sungai yang meningkat, serta penurunan kualitas air, merupakan tanda-tanda kerusakan DAS. Dalam hal ini, upaya penanganan pengelolaan DAS dapat dilakukan melalui penangkalan pergeseran fungsi lahan, pengelolaan lingkungan hidup, dan melaksanakan peraturan dengan tegas (Muwardi, 2010).

Fungsi sungai secara umum telah dijelaskan dalam Peraturan Pemerintah RI No 37 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan DAS, yang mana fungsi sungai ber fungsi untuk kehidupan sehari-hari manusia karena ketersediannya yang berlangsung selama 24 jam per hari. Fungsi sungai di antaranya seperti memenuhi kebutuhan rumah tangga, pembangkit energi listrik, memperbaiki mutu air dari polusi, pengalir banjir, serta menjadi habitat untuk berbagai jenis organisme di bumi.

Sungai secara alamiah mempunyai kemampuan untuk memperbaiki dirinya sendiri dari pencemaran yang disebut dengan self purification, namun demikian kemampuan ini memiliki kekurangan dalam menampung zat polusi karena jumlah pencemar maksimum dapat melemahkan kinerja self purification sungai, yang berakibat pada ketidakefektifan proses pemulihan sungai. Self purification ini yang kemudian membatasi jumlah zat pencemar yang masuk agar tidak lebih dari daya tampung sungai (Tien dkk, 2011). Adapun kemampuan self purification pada sungai terpengaruh oleh beberapa penyebab sebagai berikut : (1) Aliran air sungai; (2) Debit limbah; (3) Jenis pencemar yang masuk; (4) Konsentrasi bahan pencemar; (5) Suhu air; (6)Turbulensi aliran sungai.

2.2 Sungai Code

Sungai Code adalah suatu sungai yang terletak di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, berhulu di kaki Gunung Merapi dan melewati tiga kabupaten, yakni Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul. Menurut Peraturan Gubernur DIY No 22 tahun 2007, bagian hulu Sungai Code yang terletak di Dusun Dayakan, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman menjadi mata air bersih karena termasuk dalam klasifikasi sungai kelas satu, aliran air dari Dayakan ke arah hilir hingga Kampung Surokrasan tergolong sungai kelas dua, sedangkan Sungai Code bagian hilir tergolong dalam kategori sungai kelas tiga.

2.3 Pencemaran Sungai

Sungai yang merupakan perairan terbuka seringkali memperoleh masukan limbah (effluent) dari banyaknya aktivitas kehidupan sekitarnya, hal ini karena terdapat oknum-oknum yang mempergunakan sungai sebagai wadah pembuangan limbah. Akibat dari masuknya limbah ke dalam air sungai adalah dapat mengubah sifat fisika, kimia, dan biologis dalam air tersebut (Kusuma, 2014).

Adapun faktor penting terjadinya polusi air yaitu meningkatnya kuantitas penduduk diikuti dengan meningkatnya aktivitas domestic, pertanian peternakan, industri, dan lain sebagainya. Sejalan dengan hal ini, produksi limbah yang meningkat juga harus ditampung oleh lingkungan. Kebanyakan penduduk Indonesia memiliki kebiasaan membuang sampah ke sungai yang dilakukan sejak dulu sampai saat ini, hal ini berdampak pada terjadinya kontaminasi serta penyusutan mutu air sungai (Agustiningasih dkk, 2012).

2.3.1 Sumber Pencemar Air Sungai

Sumber pencemaran air dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Sumber Pencemar Tertentu (*Point Source*)

Sumber pencemaran tertentu, yang juga dikenal sebagai point source, merujuk pada sumber pencemaran air yang lokasinya dapat diidentifikasi secara jelas dan spesifik. Sumber pencemaran ini relatif mudah diidentifikasi, dikontrol, dan diukur. Contoh dari sumber pencemaran point source termasuk limbah industri yang tidak dikelola

dengan baik, saluran drainase, serta limbah dari instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang tidak memenuhi standar baku mutu air limbah yang diperbolehkan untuk dibuang ke sungai (Pangestu et al., 2017).

2. Sumber Tidak Tentu (*non Point Source*)

Sumber pencemaran non-point source mengacu pada sumber pencemar air yang tidak dapat ditentukan secara spesifik karena lokasi pencemarannya tidak langsung menuju sungai, tetapi mencemari area sekitar sungai, seperti tanah, sebelum akhirnya masuk ke dalam sungai. Segala kegiatan yang terjadi di sekitar sungai dapat menghasilkan polutan dan beban pencemar yang perlu diketahui untuk pengelolaan air yang tepat. Namun, identifikasi sumber pencemar *non point source* cukup sulit dilakukan dengan akurasi, karena sifatnya yang tidak langsung atau tidak terlokalisasi secara jelas. Sumber pencemaran non-point source dapat disebabkan oleh hujan atau salju yang mencuci debu, kotoran hewan ternak, sedimen, dan minyak dari permukaan tanah yang kemudian mengalir menuju sungai, danau, atau air tanah (Syahril, 2016). Contoh lain dari sumber pencemar non-point source termasuk aktivitas pertanian, peternakan, industri kecil/menengah, serta dari aktivitas rumah tangga. Rembesan dari tangki septik juga merupakan contoh pencemaran non-point source (Pangestu dkk, 2017).

2.3.2 Jenis Kegiatan yang Menimbulkan Pencemaran

Berikut adalah beberapa jenis kegiatan yang secara umum menyebabkan pencemaran sungai :

1. Kegiatan Industri

Kegiatan industri yang biasanya menghasilkan limbah dalam bentuk cair maupun padat akan mempengaruhi keadaan fisik, biologi, dan kimia pada badan air tersebut. Kebanyakan zat pencemar yang dihasilkan oleh kegiatan industri berupa logam berat, antara lain yaitu seng, tembaga, dan timbal, yang bersuhu tinggi. Hal ini menyebabkan air bertemperatur tinggi, sehingga air akan sulit menyerap oksigen dan hal ini tentu berdampak pada kehidupan biota air. Kualitas dan kuantitas air

limbah industri tentunya berbeda-beda yang ditentukan oleh ukuran industri, teknologi persiapan yang digunakan, dan jumlah air yang digunakan selama proses produksi (Effendi, 2003).

2. Kegiatan Domestik

Berdasarkan PermenLHK No.68 Tahun 2016 mengemukakan bahwa “Limbah domestik bermula dari banyaknya penggunaan air pada kegiatan sehari-hari oleh manusia ataupun makhluk hidup lainnya”. Jenis air limbah domestik pada proporsi rumah tangga dapat dikategorikan dalam 2 jenis, antara lain *grey water* dan *black water*. *Grey water* adalah air bekas mandi, air limbah dari dapur, dan air cucian, sementara *black water* terdiri dari tinja dan urin. (Said, 2017).

3. Kegiatan Pertanian

Pencemaran air juga dapat disebabkan oleh zat pestisida dan pupuk yang mengandung fosfat yang digunakan oleh para petani. Pestisida memang dapat dimanfaatkan untuk mengontrol organisme perusak dan mengefektifkan pertanian. Namun demikian, limbah pestisida dapat membawa resiko terjadinya translokasi yang bermula dari proses kontaminasi pestisida, hal ini berlanjut pada kemungkinan terjadinya bioakumulasi terhadap rantai makanan dalam ekosistem perairan (Atiam, 2010). Di samping itu, limbah pupuk dengan kandungan fosfat bisa mendatangkan terjadinya kelebihan nutrien, hal ini dicirikan dengan tumbuhan lumut yang tumbuh dengan drastis.

2.4 Daya Tampung Beban Pencemar

Beban Pencemar (BP) adalah jumlah pencemaran yang masuk ke dalam sungai sesuai dengan kondisi saat ini, yang mencakup unsur-unsur pencemar yang terdapat dalam air limbah. Rumus yang digunakan untuk menghitungnya adalah sebagai berikut (Dewata, 2018) :

$$BP \left(\frac{kg}{hari} \right) = \text{Debit} \left(\frac{m^3}{detik} \right) \times \text{Konsentrasi} \left(\frac{mg}{l} \right) \times 86,4$$

Daya tampung beban pencemar (DTBP) sungai merujuk pada kapasitas sungai untuk menerima masukan polutan tanpa menyebabkan terjadinya pencemaran dalam sungai itu sendiri. Rumus yang digunakan untuk menghitung daya tampung air sungai adalah sebagai berikut :

$$\text{Daya Tampung} = \frac{\text{Beban Pencemar Sesuai BMA} \left(\frac{kg}{hari}\right) - \text{Beban Pencemar Terukur} \left(\frac{kg}{hari}\right)}{1}$$

Standar kualitas air yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) Nomor 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi DIY.

2.5 Baku Mutu Air

Persyaratan kualitas air adalah jumlah maksimal elemen kimia, organisme, zat, atau energi yang diizinkan dalam sumber air, sesuai dengan Peraturan Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001. Penerapan standar kualitas air dipengaruhi oleh penggunaan yang dimaksud dan aksesibilitas sumber air. Mengingat Sungai Code terletak di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, kriteria kualitas yang tepat sesuai dengan Peraturan Gubernur Yogyakarta Nomor 20 tahun 2008, yang dibagi menjadi empat kelas dan dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Kelas Sungai PERGUB DIY No 20 Tahun 2008

Kelas	Fungsi
I	Air yang dimanfaatkan untuk keperluan seperti air minum dan fungsi lainnya yang memerlukan kualitas air yang serupa dengan air minum.
II	Air yang digunakan untuk fasilitas rekreasi air, budidaya ikan air tawar, pertanian, peternakan, atau keperluan lain yang membutuhkan kualitas air yang setara dengan penggunaan tersebut.
III	Air yang digunakan untuk budidaya ikan air tawar, peternakan, irigasi pertanian, atau keperluan lain yang

Kelas	Fungsi
	membutuhkan kualitas air yang sama dengan penggunaan tersebut.
IV	Air yang digunakan untuk irigasi pertanian dan keperluan lain yang membutuhkan kualitas air yang setara dengan penggunaan tersebut.

Sungai Code, yang terletak di satu provinsi, menjadikan pemerintah provinsi bertanggung jawab atas pengelolaan kualitas air Sungai Code sesuai dengan Pasal 5 Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. Pengelolaan kualitas air lintas kabupaten/kota dilakukan oleh pemerintah provinsi. Penggunaan kelas baku mutu I, II, dan III ditetapkan berdasarkan Peraturan Gubernur DIY Nomor 22 Tahun 2007 tentang penetapan kelas air sungai di Provinsi DIY. Dalam konteks penelitian ini, Sungai Code terbagi menjadi beberapa segmen dengan kelas baku mutu yang berbeda. “Bagian hulu Sungai Code (Jembatan Ngentak) memiliki baku mutu kelas I, bagian tengah (Jembatan Godolayu, Jembatan Sayidan, Jembatan Keparakan) memiliki baku mutu kelas II, dan bagian hilir (Jembatan Tungkak, Jembatan Ngoto, Jembatan Pacar Wonokromo) memiliki baku mutu kelas III”.

2.6 Parameter Sumber Pencemar

Penelitian ini menggunakan acuan parameter COD dan TSS untuk pemantauan Sungai Code.

2.6.1 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Nilai COD didefinisikan sebagai kriteria polutan air yang disebabkan oleh zat organik yang secara alami dapat dioksidasi oleh proses mikrobiologis dan berdampak pada penurunan oksigen terlarut (DO) di dalam air (Nuraini, 2019). COD juga dapat didefinisikan sebagai akumulasi oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan zat organik dalam air, yang mana seluruh zat organik dapat dioksidasi, baik itu bahan yang sulit maupun mudah terurai.

2.6.2 TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan material tersuspensi dari hasil erosi yang ikut terbawa ke sungai yang tersusun dari tanah liat, pasir halus, lumpur, zat organik, serta sel mikroorganisme. Material ini memiliki diameter $>1 \mu\text{m}$. Air sungai yang mengandung TSS menjadi keruh sehingga dapat menjadi penghalang masuknya cahaya ke dalam sungai. Sungai yang terindikasi memiliki nilai TSS yang tinggi dapat dikatakan bahwa sungai tersebut memiliki kualitas air sungai yang rendah.

2.7 Pemodelan Lingkungan

Pemodelan lingkungan merupakan gambaran nyata suatu system lingkungan yang berupa gambar atau perhitungan matematis. Pada umumnya perhitungan matematis dikembangkan dalam aplikasi untuk memudahkan pengguna dalam menyelesaikan masalah secara analitis. Baven (2009) mengemukakan bahwa tujuan dari pemodelan adalah guna memperkirakan ciri-ciri sistem lingkungan dengan acuan untuk kepentingan praktis. Laniak dkk. (2013) mengemukakan dua jenis model lingkungan, yaitu model konvensional dan model terintegrasi. Model klasik memiliki tujuan berkaitan dengan pendekatan satu disiplin dengan bentuk penerapan aspek mental, verbal, matematika, fisika, logika, dan grafik. Di samping itu, model terintegrasi merupakan kumpulan komponen yang satu sama lain bersifat independen dan membentuk model menyesuaikan keadaan nyata. Adapun jenis pemodelan lingkungan menurut Purwanto dan Pujiwinarko (2021) di antaranya sebagai berikut :

1. *Pictorial Model* : berguna untuk merepresentasikan interaksi antarkomponen dalam suatu sistem.
2. *Procedural Model* : representasi urutan prosedur yang biasa digunakan dalam perencanaan suatu proyek, misalnya prosedur pengelolaan limbah, dan pengoperasian unit.
3. *Reliability Model* : merupakan model yang menggunakan konsep probabilitas dalam menilai kemampuan sebuah sistem
4. *Mathematical Model* : model yang merepresentasikan kinerja sistem secara matematis atau kuantitatif, model ini juga dikembangkan secara teoritik.

2.8 QUAL2Kw

Pemodelan merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis data lapangan secara kuantitatif dan mensintesis informasi. Dalam konteks penelitian ini, dilakukan pemodelan kualitas air Sungai Code dengan menggunakan software QUAL2kw. Pemodelan ini bertujuan untuk mengestimasi daya tampung Sungai Code terhadap beban pencemar, dengan memperhatikan parameter COD dan TSS. QUAL2kw adalah metode numerik terkomputerisasi yang memungkinkan simulasi perubahan dan penyebaran zat pencemar dalam aspek fisik, kimia, dan biologi diberbagai badan air seperti sungai, danau, waduk, dan muara (Baherem, 2014).

Dalam simulasi ini, QUAL2Kw mampu memodelkan 15 jenis pencemar yang meliputi suhu, pH, DO (Oksigen Terlarut), nitrogen organik, nitrogen amonia, nitrit dan nitrat nitrogen, nitrogen total, fosfor organik, fosfor anorganik, fosfor total, fitoplankton, alga dasar, COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solids*). Keunggulan penggunaan QUAL2Kw adalah kemampuannya untuk mensimulasikan kualitas air sungai saat kapasitas tampungnya terlampaui, dengan menggunakan data lapangan yang tersedia. Hal ini diharapkan dapat membantu dalam pengelolaan air sungai sehingga beban pencemar yang masuk dapat memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Selain itu, QUAL2kw juga dapat memvisualisasikan sungai berdasarkan sumber pencemar point source dan non point source (Pelletier, 2008).

QUAL2Kw adalah versi terbaru dari model QUAL2K yang dikembangkan oleh Pelletier dan Chapra pada tahun 2003., yang merupakan suatu pendekatan pemodelan melalui bahasa pemrograman *Visual Basic for Application* (VBA) dan dijalankan dengan program *Microsoft Excel*, untuk menganalisis kemampuan daya tampung beban pencemar sungai. Adapun software QUAL2Kw yang digunakan dalam penelitian ini adalah QUAL2Kw versi 5.1 yang diunduh melalui *website Departemnt of Ecology State of Washington*. Dalam *Microsoft Excel* itu sendiri terdapat beberapa *worksheet* yang ditandai dengan warna biru muda untuk input parameter yang diperlukan untuk menghasilkan model yang selanjutnya telah siap untuk diproses dan divalidasi. (Syafi'I et al, 2011).

2.8.1 Kelebihan Qual2Kw

QUAL2Kw memiliki kelebihan dalam penggunaannya, antara lain sebagai berikut :

1. Pemodelan QUAL2Kw dapat membuat simulasi transformasi beberapa komponen kualitas air, misalnya temperatur, pH, BOD, COD, fitoplankton, DO, serta berbagai bentuk nutrient seperti fosfor dan nitrogen.
2. *Software* QUAL2Kw dapat melakukan simulasi beberapa zat yang tidak dapat dilakukan oleh *software* lain, seperti zat pH, *suspended solid*, alkalinitas, pathogen, dan algae.
3. *Software* QUAL2Kw mampu melakukan simulasi untuk pengaruh konsentrasi pencemar terhadap mutu air sungai.
4. Tersedianya fitur kalibrasi otomatis guna mempermudah pengguna dalam melakukan kalibrasi dari pada dengan pendekatan *trial and error* manual yang membutuhkan banyak waktu.

2.8.2 Kekurangan Qual2Kw

Beberapa kekurangan yang dimiliki oleh model QUAL2Kw antara lain:

1. *Software* QUAL2Kw tidak mampu melakukan simulasi tingkat kepekatan metal pada air.
2. Perhitungan QUAL2Kw tidak dilengkapi dengan perhitungan neraca massa otomatis untuk menguji akurasi beban pencemar dalam air permukaan.

2.9 Penelitian Sebelumnya

Peneliti sebelumnya di Indonesia dan di luar negeri telah banyak menggunakan program QUAL2Kw dan menganalisis daya tampung sungai terhadap beban pencemar. Detail penelitian terdahulu dapat ditemukan di Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Penelitian Sebelumnya

No	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1	Kannel, dkk	2007	<i>Application of Automated Qual2kw For Water Quality Modelling and Management in thr Bagmati River, Nepal</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pada penelitian ini QUAL2Kw digunakan untuk menetapkan alternative pengelolaan sungai. - Temuan penelitian ini mengemukakan nilai BOD 30 mg/L, nilai TN 5 mg/L dan nilai TP 0,25 mg/L.
2	Marlina, dkk	2015	Evaluasi Daya Tampung Terhadap Beban Pencemar Menggunakan Model Kualitas Air (Studi Kasus : Sungai Winongo)	<ul style="list-style-type: none"> - Dalam penelitian ini, QUAL2kw digunakan sebagai alat pemodelan untuk mengevaluasi kapasitas sungai Winongo dalam menampung beban pencemar. - Pada simulasi pertama, dilakukan evaluasi menggunakan data eksisting dan sumber pencemar dari point source pada daerah hulu sungai. Pada simulasi kedua, kondisi eksisting dipertimbangkan dengan mengurangi beban pencemar dari sumber point source. Sedangkan pada simulasi ketiga, kondisi hulu sungai disesuaikan dengan standar Baku Mutu Air (BMA) kelas I, dengan mengurangi beban pencemar dari sumber point source sebesar 20% lebih ketat dari Batas Maksimum Alokasi Lingkungan (BMAL).
3	Mustafa, dkk	2017	<i>Application of Qual2kw for Water Quality Modeling and Management in the lower reach of the Diyala river</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pemodelan menggunakan QUAL2kw digunakan untuk mengidentifikasi alternatif pengelolaan sungai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi DO (Oksigen Terlarut) berkisar antara 2,51 hingga 4,8 mg/L. Simulasi dilakukan dengan

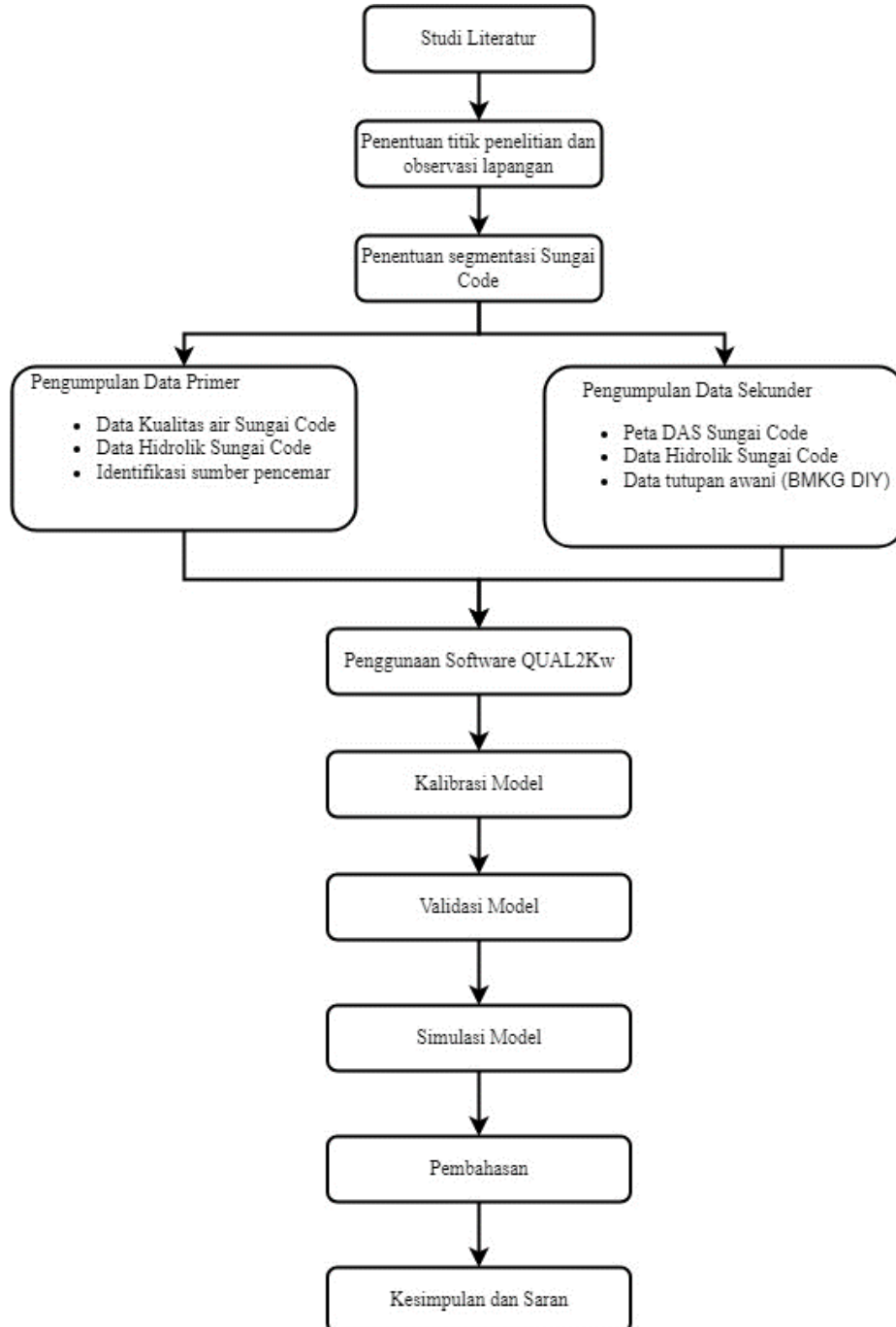
No	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
				<p>memodifikasi beban pencemar dan menggunakan oksigenasi lokal yang efektif dalam meningkatkan konsentrasi DO. Namun, simulasi dengan penambahan debit tidak terbukti efektif dalam meningkatkan konsentrasi DO.</p>
4	Aulia, Qori Ulfa	2021	<p>Analisis Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Winongo Berdasarkan Parameter BOD dan COD Menggunakan Model Qual2kw</p>	<ul style="list-style-type: none"> - QUAL2Kw pada penelitian ini digunakan untuk menilai daya tampung beban pencemar pada sungai - Temuan penelitian ini mengemukakan daya tampung yang berlebih yaitu pada pada titik 3 nilai BOD - 180,59 kg/hari dan titik 5 nilai BOD -302,4 kg/hari dan pada parameter COD pada titik 10 nilai COD -56,16 kg/hari - Tujuan dari dilakukannya simulasi 1 adalah untuk meninjau kondisi eksisting air sungai, simulasi 2 untuk meninjau keadaan mutu sungai pada tahun 2026, simulasi 3 bertujuan untuk meninjau keadaan air sungai dengan pencemar maksimum, dan simulasi 4 bertujuan untuk meninjau keadaan sungai tanpa tekontaminasi pencemar.
5	Ifti, Hanindia Azzuhra.	2022	<p>Pemodelan Kualitas Air Permukaan Sungai Pada Parameter TSS dan COD Menggunakan Software QUAL2Kw (Studi Kasus: Sungai Wimongo Yogyakarta)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - QUAL2Kw digunakan pada penelitian ini untuk menetapkan alternative pengelolaan sungai. - Implementasi model QUAL2Kw pada Sungai Winongo menggunakan skenario modifikasi beban pencemar, oksigenasi lokal dan gabungan antara keduanya. Ditemukan skenario paling efektif mengurangi konsentrasi TSS dan COD adalah skenario 3, yakni skenario gabungan antara modifikasi beban pencemar dengan pengurangan effluent dan adanya terjunan di tiap titik sampling.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

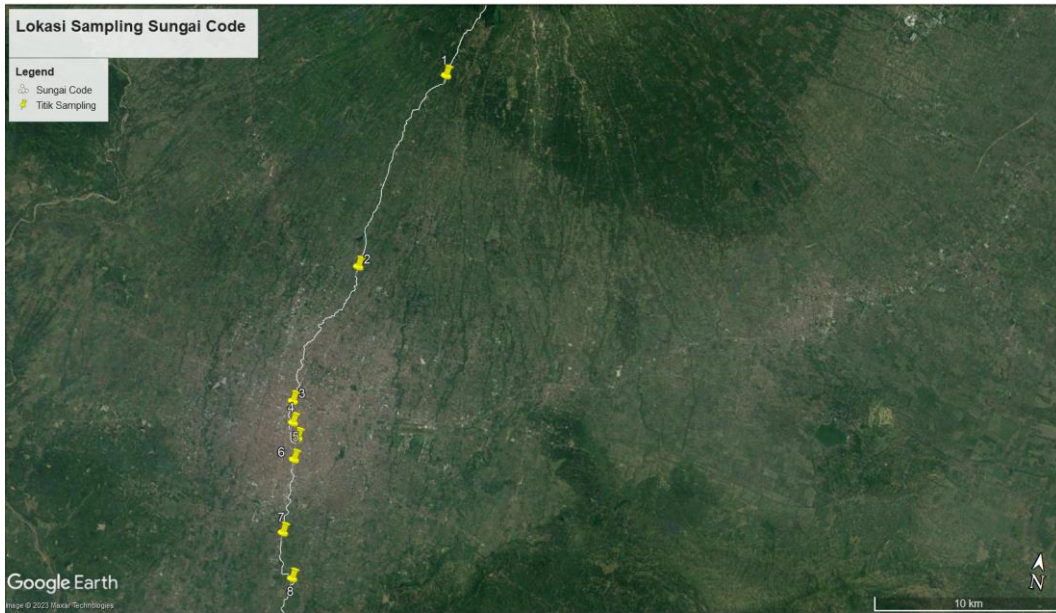
Tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

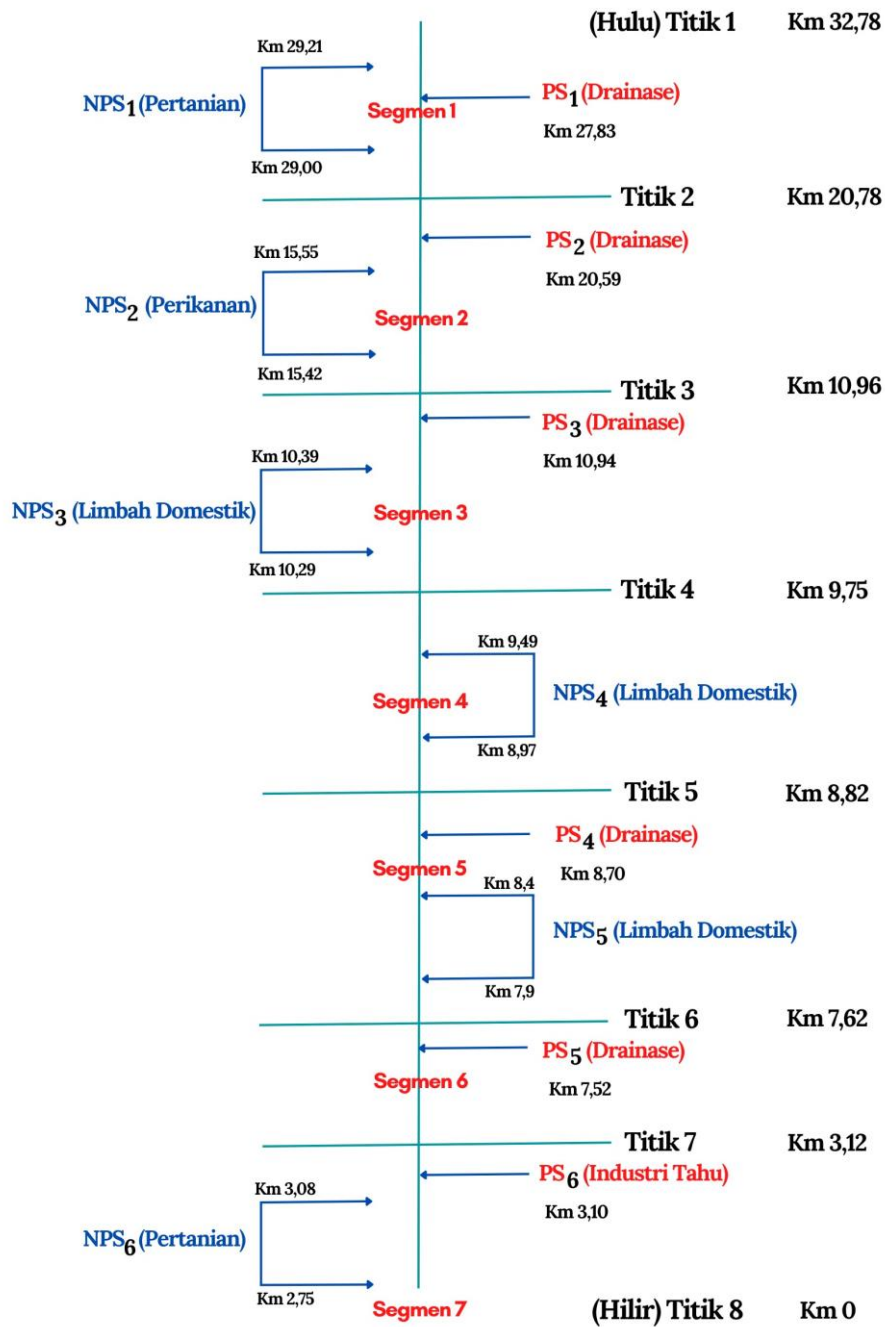
Penelitian ini dilakukan di Sungai Code, Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan rentang waktu dari bulan Desember 2022 hingga Maret 2023. Untuk lokasi pengambilan sampel air sungai terdiri dari 8 titik yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Tabel 3.1.



Gambar 3. 2 Lokasi Titik *Sampling* Sungai Code

Tabel 3. 1 Lokasi Titik Sampling Air Sungai Code

Titik	Tempat	Koordinat
1	Jembatan Boyong, Pakem, Sleman	7°37'28" LS 110°24'50" BT
2	Jembatan Ngentak, Sariharjo, Ngaglik Sleman	7°43'16" LS 110°23'19" BT
3	Jembatan Kewek, Kotabaru	7°47'22" LS 110°22'8" BT
4	Jembatan Sayidan Gondomanan, Ngupasan, Pakualaman, Yogyakarta	7°47'59" LS 110°22'15" BT
5	Jembatan Keparakan, Mergangsan, Yogyakarta	7°48'23" LS 110°22'27" BT
6	Jembatan Tungkak, Mergangsan, Yogyakarta	7°49'0" LS 110°22'27" BT
7	Jembatan Abang Ngoto, Sewon, Bantul	7°51'7" LS 110°22'31" BT
8	Jembatan Pacar Wonokromo, Pleret, Bantul	7°52'21" LS 110°23'0" BT



Gambar 3. 3 Segmentasi Sungai Code

Pada Gambar 3.4 merupakan pembagian segmen Sungai Code dari hulu yang berlokasi di Wonorejo, Pakem, Sleman sampai ke bagian hilir yang berlokasi di Wonokromo, Pleret, Bantul. Sungai Code terbagi menjadi 7 segmen, pada segmen 1 terdapat beban polutan *point source* dari drainase dan *non point source* dari

pertanian. Pada segmen 2 terdapat beban polutan *point source* dari drainase dan *non point source* dari perikanan. Pada segmen 3 terdapat beban *pencemar point source* drainase dan *non point source* limbah pemukiman. Pada segmen 4 terdapat beban pencemar *non point source* dari limbah domestik. Pada segmen 5 terdapat beban pencemar *point source* drainase dan *non point source* dari limbah domestik. Pada segmen 6 terdapat beban pencemar *point source* drainase. Pada segmen 7 terdapat beban pencemar *point source* limbah industri tahu *non point source* dari limbah pertanian.

3.3 Jenis dan Variabel Penelitian

3.3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis daya tampung beban pencemar pada Sungai Code. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif dilakukan dengan melakukan perhitungan terkait status mutu air, beban pencemaran, dan daya tampung beban pencemar. Sementara itu, analisis kualitatif dilakukan untuk memilih alternatif pengelolaan DAS Sungai Code.

3.3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang diamati pada penelitian ini adalah COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solids*).

3.4 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Metode pengumpulan data yang digunakan meliputi :

1. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui pengukuran langsung parameter lapangan dan analisis laboratorium. Pengukuran analisis laboratorium mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.2-2019 untuk parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan SNI 6989.3-2019 untuk parameter TSS (*Total Suspended Solids*) Detail dari pengukuran data primer dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 2 Data Primer dan Alat yang digunakan

No	Parameter	Satuan	Alat	Regulasi	Metode
1	DO	mg/L	DO meter	SNI 06-6989 1 2004	Portable
2	pH	-	PH meter	SNI 06-6989 2 2005	Portable
3	Kekeruhan	NTU	Turbidimeter	SNI 06-6989 2 2005	Portable
4	suhu	oC	Thermometer	SNI 03-6989 2 2005	Portable
5	Debit	m ³ /s	Current Meter	-	Portable
6	COD	mg/L	Spektro fotometer	SNI 6989.2-2019	Spektro fotometer
7	TSS	mg/L	Kertas Saring	SNI 6989.3-2019	Gravimetri

2. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh melalui sumber-sumber seperti website resmi pemerintah atau instansi terkait, serta literatur yang relevan dengan penelitian ini. Data sekunder tersebut digunakan sebagai referensi dan pendukung dalam analisis serta pemodelan yang dilakukan, seperti :

- a. Data klimatologi yang meliputi suhu titik embun, kecepatan angin, tutupan awan, dan persentase radiasi matahari diperoleh dari Badan Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Yogyakarta melalui website resmi mereka. Selain itu, data juga diperoleh dari Badan Besar Wilayah Sungai (BBWS) yang relevan dengan penelitian ini. Data tersebut digunakan sebagai informasi penting dalam analisis dan pemodelan yang dilakukan.
- b. Peta administrasi, peta topografi, dan peta penggunaan lahan merupakan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini. Peta administrasi memberikan informasi tentang batas-batas administratif wilayah, seperti batas kabupaten/kota dan desa. Peta topografi memberikan gambaran tentang elevasi dan relief permukaan suatu wilayah, termasuk sungai, bukit, dan lembah. Sedangkan peta penggunaan lahan memberikan informasi mengenai tipe-tipe penggunaan lahan di suatu wilayah, seperti pertanian, hutan, perkotaan, dan lain sebagainya. Data dari peta-

peta ini akan digunakan untuk memahami kondisi geografis dan penggunaan lahan di sekitar Sungai Code, Daerah Istimewa Yogyakarta

3.5 Metode Analisis Data

Data dapat dianalisis dengan menggunakan *software* QUAL2kw versi 5.1 dengan parameter COD dan TSS.

3.5.1 Input Data

Data yang diinput ke dalam *worksheet Microsoft Excel* dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Data yang perlu di input pada worksheet

No	Input Data	Fungsi
1	<i>Worksheet Qual2kw</i>	Data yang di masukkan informasi dan keterangan umum yang berhubungan dengan pengaplikasian model.
2	<i>Worksheet Headwater</i>	Data yang dimasukkan berisi informasi tentang debit air dan konsentrasi parameter di bagian hulu.
3	<i>Worksheet Reach</i>	Data yang di masukkan berupa pembagian segmen, panjang segmen, koordinat segmen, elevasi, terjunan dan kedalaman
4	<i>Worksheet Data Klimatologi</i>	Data yang di masukkan data klimatologi seperti temperatur udara, titik embun, kecepatan angin, tutupan awan, dan persentase radiasi matahari untuk setiap segmennya.
5	<i>Worksheet Point Source</i>	Data yang di masukkan berupa debit dan beban pencemar <i>point source</i> .
6	<i>Worksheet Diffuse Source</i>	Data yang di masukkan berupa konsentrasi pencemar dan debit <i>non point source</i> .
7	<i>Worksheet Temperature Data</i>	Berisi data suhu air di setiap lokasi pengambilan sampel.
8	<i>Worksheet Hydraulic Data</i>	Berisi data hidrolis seperti aliran, kecepatan, dan kedalaman sungai di setiap lokasi pengambilan sampel air.
9	<i>Worksheet WQ Data</i>	Berisi data mengenai kualitas air di setiap titik pengambilan sampel.

3.5.2 Data Sumber Pencemar

Data Sumber pencemar terbagi menjadi dua yaitu *point source* dan *non point source* :

A. Point Source (PS)

Data *point source* didapatkan dari data primer dari pengukuran lapangan dan pengujian di laboratorium.

B. Non Point Source (NPS)

a. Perhitungan Beban Pencemar Limbah Pertanian

Perhitungan dari limbah beban pencemar pertanian dapat dihitung dengan rumus berikut (Sampe,2018) :

$$\text{PBP (kg/hari)} = \text{Luas lahan (ha)} \times \text{Faktor Effluent (kg/hari)} \times 10\% \quad (3.1)$$

Limbah Pertanian	Faktor Effluent (kg/ha/musim tanam)
BOD	225
N	20
P	10
TSS	0,04
Pestisida	0,08

* COD diperoleh dengan mengkalikan BOD dengan 1,5

b. Perhitungan Beban Pencemar Limbah Perikanan

Kolam	PH	Suhu (°C)	K	TSS (g/L)	TDS (g/L)	DO (ppm)	S (‰)	CO ₂ (ppm)	BOD (mg/L)
Standar PP No. 2 th 2011	6-9	22-32	-	0,5	1	8-9	0,5-30	< 5	>3
1	7,4	26	66	2,27*	54,2*	8,1	25	3,0	2,12*
2	7,5	26	66	2,33*	56,7*	8,9	25	3,0	2,04*
3	8,1	26	66	2,38*	59,0*	7,1*	25	3,1	1,85*

Keterangan :K : Kelembaban S : Salinitas * : Melebihi Standar

Sumber : Rohman F.dkk. 2019

* COD diperoleh dengan mengkalikan BOD dengan 1,5

c. Perhitungan Beban Pencemar Limbah Domestik

Data ini didapatkan dari hasil perhitungan beban pencemar domestik menggunakan rumus (Iskandar, 2007):

$$\text{PBP (kg/hari)} = \text{Jumlah Penduduk} \times \text{faktor effluent} \times \text{Faktor ekivalen} \times \alpha \quad (3.2)$$

No	Parameter	Faktor Emisi (g/orang/hari)
1.	TSS	38
2.	BOD	40
3.	COD	55
4.	Total-N	1,95
5.	Total-P	0,21

Sumber: Iskandar, 2007

Faktor emisi (generation load) penduduk:

- BOD = 40 gr/orang/hari
- COD = 55 gr/orang/hari = 0,055 kg/hari
- TSS = 38 gr/orang/hari = 0,038 kg/hari

Rasio ekivalen kota (discharge load):

- Kota = 1
- Pinggiran Kota = 0,8125
- Pedalaman = 0,625

Alpha (α) : Koefesien transfer beban (delivery load)

- Nilai $\alpha = 1$, digunakan untuk daerah yang lokasinya berjarak antara 0 sampai 100 meter dari sungai,
- Nilai $\alpha = 0,85$, untuk lokasi yang berjarak diantara 100 – 500 meter dari sungai
- Nilai $\alpha = 0,3$, untuk lokasi yang berjarak lebih besar dari 500 meter dari sungai.

3.5.3 Kalibrasi Data

Kalibrasi dilakukan untuk mengatur ulang hasil model agar sesuai dengan data lapangan yang ada, melalui metode *trial and error* data hidrolik, kualitas air sungai dan menjalankan program berulang kali hingga model mencerminkan kondisi aktual dan akurat. *Trial and error* pada *worksheet reach rates* dengan cara mengubah angka *reaeration*, *ISS Settling Velocity*, *Generic Constituent Decay Rate* dan *Settling Velocity*.

3.5.4 Validasi Data

Validasi model dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengukur tingkat kesalahan dalam nilai-nilai model, serta untuk mengevaluasi keakuratan perbandingan antara data model dengan data lapangan yang tersedia. Validasi model pada penelitian menggunakan metode *Root Mean Square Percent Error* (RMSPE). Rumus yang dipakai untuk mengetahui persentase nilai error adalah berikut.

$$\text{RMSPE} = \sqrt{\frac{1}{n} [\sum_{n=1}^n (\frac{St-At^2}{At})]} \times 100\% \quad (3.2)$$

Keterangan :

- St adalah nilai simulasi pada waktu t
- At adalah nilai aktual pada waktu t
- N adalah jumlah pengamatan (t = 1,2,...n)

Apabila nilai RMSPE pada model kurang dari 50%, maka model dapat diterima. (Dekissa, 2004).

3.5.5 Simulasi Model

Setelah model terkalibrasi dan tervalidasi, simulasi dilakukan menggunakan beberapa skenario untuk melihat kondisi sungai dan sumber pencemar dalam berbagai kondisi. Berikut dua skenario simulasi yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Simulasi Model

Skenario	Kondisi Hulu	Sumber Pencemar	Kondisi Air Sungai
1	Kondisi <i>existing</i>	<i>Point Source dan non point source</i>	Melakukan perhitungan terhadap nilai beban pencemar yang saat ini mengalir ke Sungai Code.
2	Baku mutu air kelas I, II, III	<i>Trial and error</i>	Mengetahui beban pencemar maksimal Sungai Code.

1. Skenario 1 merupakan Simulasi ini melibatkan pembentukan model berdasarkan data yang ada dengan menggunakan pendekatan trial and error. Simulasi menggunakan skenario 1 dengan tujuan untuk mengidentifikasi jumlah beban pencemar yang saat ini masuk ke Sungai Code.
2. Skenario 2 merupakan simulasi pembentukan model kualitas air yang sesuai dengan pembagian klasifikasi mutu air pada setiap titik sungai, sesuai dengan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 22 Tahun 2007. Sungai Code diklasifikasikan menjadi 3 kelas mutu air. Titik 1 termasuk dalam kelas I, sedangkan titik 2, 3, dan 4 termasuk dalam kelas II. Titik 5, 6, 7, dan 8 termasuk dalam kelas III. Melalui skenario ini, dilakukan uji coba dan koreksi dengan mempertimbangkan sungai yang terpapar beban pencemar yang tinggi, sambil memastikan tetap memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan. Tujuan dari skenario ini adalah untuk menentukan kapasitas atau daya tampung sungai Code terhadap beban pencemar air dengan memperhitungkan sumber pencemar yang ada.

3.5.6 Perhitungan Beban Pencemar

Beban Pencemar (BP) merupakan ukuran jumlah pencemaran yang masuk ke dalam air sungai sesuai dengan kondisi saat ini (Dewata, 2018). Untuk mengestimasi beban pencemar (BP), dapat dilakukan modifikasi dengan menambah atau mengurangi beban pencemar secara trial and error pada titik yang ditentukan.

Rumus yang digunakan untuk menghitung BP adalah (Dewata, 2018) :

$$BP \left(\frac{kg}{hari} \right) = \text{Debit} \left(\frac{m^3}{detik} \right) \times \text{Konsentrasi} \left(\frac{mg}{l} \right) \times 86,4 \quad (3.2)$$

3.5.7 Daya Tampung Beban Pencemar

Daya Tampung Beban Pencemar mengacu pada kemampuan air sungai untuk menerima sumber pencemar yang masuk tanpa menyebabkan pencemaran (Setiawan, 2017). Untuk mengevaluasi daya tampung beban pencemar, digunakan standar kualitas air yang diatur dalam PERGUB DIY No. 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi DIY. Rumus yang digunakan untuk menghitung daya tampung air sungai adalah :

$$\text{Daya Tampung} = \text{Beban Pencemar Sesuai BMA} \left(\frac{\text{kg}}{\text{hari}}\right) - \text{Beban Pencemar Eksisting} \left(\frac{\text{kg}}{\text{hari}}\right) \quad (3.3)$$

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi dan Titik Sampling Sungai Code

4.1.1 Gambaran Umum Lokasi

Penelitian ini dilakukan disepanjang Sungai Code Provinsi DIY. Bagian hulu Sungai Code berada di kaki Gunung Merapi, Kabupaten Sleman kemudian mengalir melintasi bagian tengah yaitu aitu Kota Yogyakarta dan bermuara di bagian hilir yaitu di Kabupaten Bantul. Dari hasil pengamatan, di bagian hulu Sungai Code terdapat sumber pencemar berupa limbah pertanian. Di bagian tengah terdapat sumber pencemar berupa limbah domestik dan saluran drainase. Limbah domestik adalah air buangan yang berasal dari aktivitas sehari-hari manusia seperti penggunaan toilet,dapur, wastafel, mencuci dan lainnya yang apabila langsung dibuang ke lingkungan tanpa melakukan pengolahan secara tepat terlebih dahulu akan menyebabkan pencemaran (Filliazati dkk., 2017). Saluran drainase perkotaan berfungsi sebagai pengalir air hujan. Permasalahan saluran drainase biasanya berasal dari masuknya air limbah yang mengandung polutan yang kemudian mengalir melalui saluran drainase dan berakhir di sungai (Fertrisinanda dan Wahyono, 2012). Untuk sumber pencemar di bagian hilir berupa limbah perikanan yang masuk ke Sungai Code. Sumber pencemar tersebut menyebabkan Sungai Code menjadi tercemar sehingga kualitas airnya menurun.

4.1.2 Titik Sampling

Terdapat delapan (8) titik lokasi di sepanjang Sungai Code untuk pengambilan sampel. Pengambilan sampel dilakukan berurutan mulai dari bagian hulu sungai yang berlokasi di Wonorejo, Pakem, Sleman. Selanjutnya pada bagian tengah yang berlokasi di Keparakan, Mergangsan, Yogyakarta. Pada bagian hilir Sungai Code yang berlokasi di Wonokromo, Pleret, Bantul. Total panjang Sungai Code pada penelitian ini dari titik 1 hingga titik 8 sebesar 32,78 km. Pengukuran Jarak dan elevasi antar segmen menggunakan bantuan *software* Google Earth Pro. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak dua kali pada tanggal 19 Januari dan 20 Februari 2023. Pada tanggal 19 Januari 2023 dilakukan pengambilan sampel air




sungai yang dimulai dari titik 1 dan berakhir di titik 8. Selanjutnya pada tanggal 20 Februari 2023 dilanjutkan pengambilan sampel beban pencemar Sungai Code. Pengambilan sampel dimulai dari pagi sampai sore hari. Pengambilan sampel air dan beban pencemar Sungai Code pada musim kemarau. Pada penelitian ini terdapat sumber pencemar *point source* dan *non point source*. Sumber pencemar point source sebanyak 6 titik, yang terdiri dari titik 1, titik 2, titik 3, titik 5, titik 6, dan titik 7. Selanjutnya sumber pencemar non point source berjumlah 6 titik yang berlokasi di segmen 1, segmen 2, segmen 3, segmen 4, segmen 5, dan segmen 7. Berikut merupakan titik lokasi pengambilan sampel air Sungai Code yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4. 1 Titik Lokasi Pengambilan Sampel Air



Segmen	Panjang (km)	Titik	Jarak (km)	Lokasi	Keterangan	Kelas Sungai	Baku Mutu	
							COD (mg/L)	TSS (mg/L)
Segmen 1 (T1-T2)	12	Titik 1	32,78	Jembatan Boyong, Pakem, Sleman	Hulu Sungai <i>Point source</i> : Saluran drainase <i>Non point source</i> : Limbah Pertanian	1	10	0
		Titik 2	20,78	Jembatan Ngentak, Sariharjo, Ngaglik Sleman	<i>Point source</i> : Saluran drainase <i>Non point source</i> : Limbah Perikanan	2	25	50
Segmen 2 (T2-T3)	9,82	Titik 3	10,96	Jembatan Kewek, Kotabaru	<i>Point source</i> : Saluran Drainase <i>Non point source</i> : Limbah domestik	2	25	50
Segmen 3 (T3-T4)	1,21	Titik 4	9,75	Jembatan Sayidan Gondomanan, Ngupasan, Pakualaman, Yogyakarta	<i>Non point source</i> : Limbah domestik	2	25	50
Segmen 4 (T4-T5)	0,93	Titik 5	8,82	Jembatan Keparakan, Mergangsan, Yogyakarta	<i>Point source</i> : Saluran Drainase <i>Non point source</i> : Limbah domestik	3	50	400
Segmen 5 (T5-T6)	1,2	Titik 6	7,62	Jembatan Tungkak, Mergangsan, Yogyakarta	<i>Point source</i> : Saluran Drainase	3	50	400

Segmen	Panjang (km)	Titik	Jarak (km)	Lokasi	Keterangan	Kelas Sungai	Baku Mutu	
							COD (mg/L)	TSS (mg/L)
Segmen 6 (T6-T7)	4,5	Titik 7	3,12	Jembatan Abang Ngoto, Sewon, Bantul	<i>Point source</i> : Limbah Industri <i>Non point source</i> : Limbah pertanian	3	50	400
Segmen 7 (T7-T8)	3,12	Titik 8	0	Jembatan Pacar Wonokromo, Pleret, Bantul	Hilir Sungai	3	50	400

Tabel 4. 2 Kondisi Titik Sampling

Titik Sampling	Gambar	Kondisi Titik Sampling
Titik 1		<p>Titik 1 adalah hulu sungai yang tereletak di Jembatan Boyong, Pakem, Sleman. Kondisi Lingkungan di titik ini terdapat banyak tumbuhan liar disekitar aliran sungai dan memiliki debit yang kecil. Sungai ini memiliki kedalaman 0,15 m dengan lebar sungai 6 m.</p>
Segmen 1		<p>Pada segmen 1 terdapat beban pencemar <i>point source</i>, berupa limbah dari saluran drainase dan beban pencemar non point source berupa limbah dari aktivitas pertanian. Diakhir segmen 1 terdapat terjunan dengan tinggi 0,75 m dan lebar 10 m.</p>
Titik 2		<p>Titik 2 terletak di Jembatan Ngentak, Sariharjo, Ngaglik Sleman. Pada titik ini memiliki kedalaman 0,90 m dan lebar sungai 13,98 m. Daerah ini berupa pemukiman dan area persawahan.</p>

Titik Sampling	Gambar	Kondisi Titik Sampling
Segmen 2		<p>Pada segmen 2 terdapat beban pencemar point source berupa saluran drainase dan non point source berupa limbah perikanan.</p>
Titik 3		<p>Titik 3 tereletak di Jembatan Kewek, Kotabaru. Kondisi lingkungan disekitar titik 3 adalah daerah pemukiman dan area rumah makan serta perhotelan. Titik 3 memiliki lebar sungai 23,845 m dan kedalaman 1,03 m.</p>
Segmen 3		<p>Pada Segemn 3 terdapat beban pencemar <i>point source</i> berupa saluran drainase dan <i>non point source</i> berupa buangan dari limbah pemukiman.</p>

Titik Sampling	Gambar	Kondisi Titik Sampling
Titik 4		<p>Titik 4 terletak di Jembatan Sayidan Gondomanan, Ngupasan, Pakualaman, Yogyakarta. Area sekitar merupakan kawasan padat penduduk, kegiatan perdagangan dan jasa. Titik ini memiliki kedalaman sungai 1,25 m dan lebar sungai 20,04 m.</p>
Segmen 4		<p>Pada segmen 4 terdapat buangan <i>non poin source</i> dari limbah pemukiman.</p>
Titik 5		<p>Titik 5 terletak di Jembatan Keparakan, Mergangsan, Yogyakarta. Titik tersebut memiliki kedalaman 1,50 m dan lebar sungai 18,5 m. Area sekitar merupakan kawasan padat penduduk.</p>

Titik Sampling	Gambar	Kondisi Titik Sampling
Segmen 5		<p>Pada segmen 5 terdapat limbah <i>point source</i> berupa saluran drainase dan <i>non point source</i> berupa limbah pemukiman</p>
Titik 6		<p>Titik 6 terletak di Jembatan Tungkak, Mergangsan, Yogyakarta. Titik ini memiliki kedalaman 1,20 m dan lebar 18,932 m. Area ini merupakan kawasan padat penduduk dan tempat perdagangan.</p>
Segmen 6		<p>Pada segmen 6 terdapat beban pencemar <i>point source</i> berupa limbah dari buangan <i>catering</i>.</p>

Titik Sampling	Gambar	Kondisi Titik Sampling
Titik 7		<p>Titik 7 terletak di Jembatan Abang Ngoto, Sewon, Bantul. Titik ini memiliki kedalaman 1,68 m dan lebar 11,4 m. Area ini merupakan kawasan pertanian.</p>
Segmen 7		<p>Pada segmen 7 terdapat beban pencemar point source dari limbah industri tahu dan non point source berupa buangan dari pertanian.</p>
Titik 8		<p>Titik 8 terletak di Jembatan Pacar Wonokromo, Pleret, Bantul. Pada aera hilir sungai code ini didominasi oleh kawasan pertanian. Titik sungai ini memiliki kedalaman 1,97 m dan lebar 16,8 m.</p>

4.2 Kondisi Hidrolik Sungai Code

Dalam penggunaan *software* QUAL2Kw dibutuhkan beberapa data hidrolik sungai untuk kalibrasi model. Data hidrolik air sungai mencakup debit air sungai (m³/s), kedalaman sungai (m) dan kecepatan aliran (m/detik). Data hidrolik Sungai Code didapat dari pengukuran lapangan dan perhitungan pada saat *sampling* di titik yang sudah dibahas sebelumnya.

Data hidrolik Sungai Code diperoleh dari beberapa cara. Pengukuran kondisi hidrolik Sungai Code yang dilakukan dengan *Current Meter* dan cara sederhana. Untuk mengukur debit atau kecepatan aliran sungai, metode yang digunakan adalah dengan melepaskan daun atau *styrofoam* ke dalam sungai, dan kemudian mengamati berapa waktu yang dibutuhkan untuk daun atau *styrofoam* tersebut untuk menempuh jarak sepanjang 10 meter.. Untuk mengukur kedalaman sungai menggunakan tali yang sudah diberi pemberat batu ke dalam sungai lalu mengukur bagian tali yang basah menggunakan meteran. Untuk pengukuran lebar sungai dilakukan dengan cara mengukur lebar jembatan menggunakan meteran, dikarenakan setiap lokasi titik *sampling* berada dibawah jembatan.

Di bawah ini merupakan data hidrolik Sungai Code dari hulu menuju ke hilir yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Data Hidrolik Sungai Code

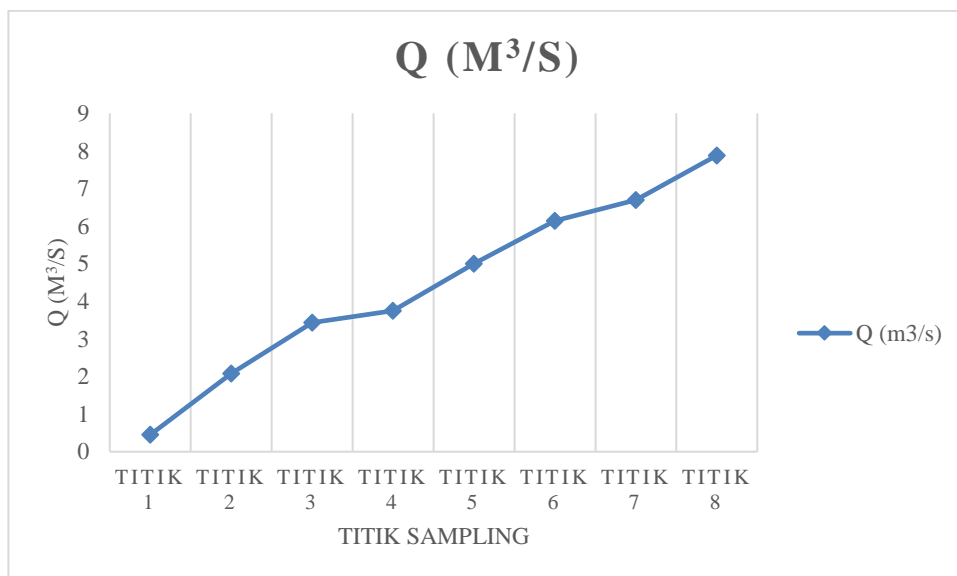
Lokasi	Q (m ³ /s)	H (m)	V (m/detik)
Titik 1	0,450	0,15	0,500
Titik 2	2,080	0,90	0,165
Titik 3	3,430	1,03	0,140
Titik 4	3,750	1,25	0,150
Titik 5	5,000	1,50	0,180
Titik 6	6,140	1,20	0,270
Titik 7	6,697	1,68	0,350
Titik 8	7,880	1,97	0,238

4.2.1 Debit Sungai Code

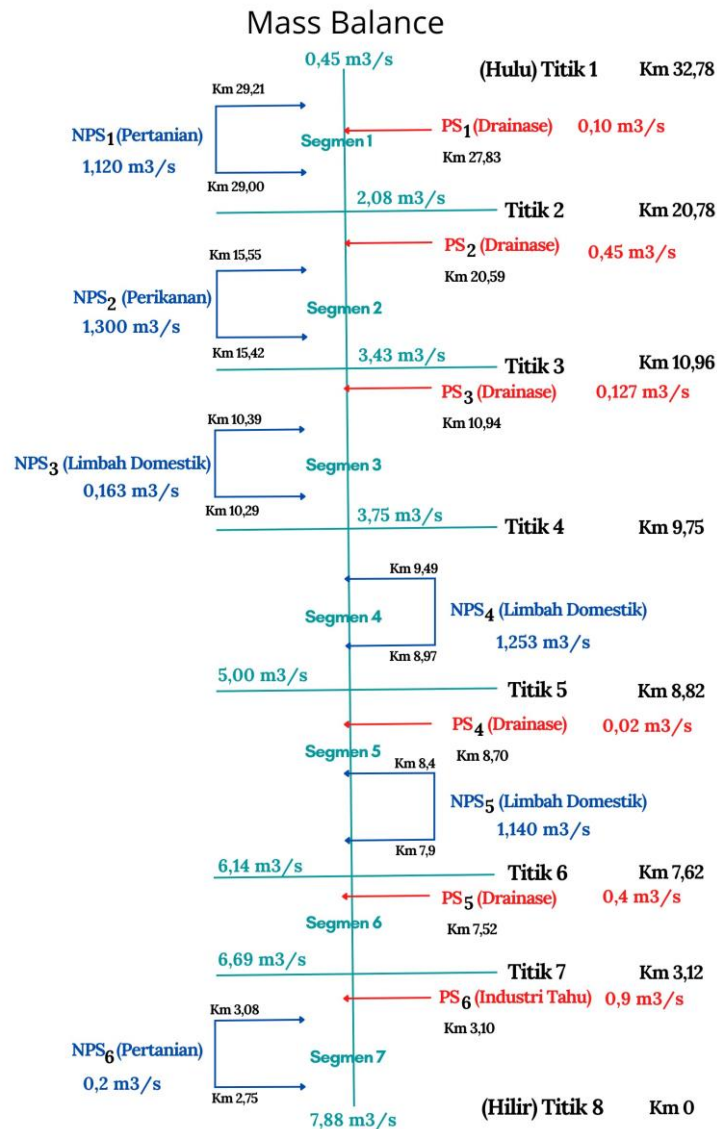
Pengukuran debit di Sungai Code menunjukkan variasi yang signifikan karena pengambilan sampel dilakukan selama musim penghujan, di mana nilai

debit dipengaruhi oleh beberapa faktor hidrolis sungai seperti lebar, kedalaman, dan kemiringan lereng sungai, serta volume aliran yang masuk atau keluar. Selain itu, debit juga berdampak pada kualitas air karena terkait dengan proses pengenceran yang membantu dalam pemurnian (*self-purification*) air sungai.

Dalam pengukuran debit sungai, besaran debit dapat mempengaruhi konsentrasi beban pencemar dalam air sungai. Ketika debit sungai tinggi, konsentrasi bahan pencemar cenderung menurun karena terjadi proses pengenceran. Sebaliknya, saat debit sungai rendah, konsentrasi bahan pencemar akan cenderung meningkat (Agustiningsih, 2012).



Gambar 4. 1 Debit Sungai Code (m³/detik)



Gambar 4. 2 Hasil Dari Perhitungan Mass Balance Debit Sungai Code

Dari Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 menyatakan bahwa nilai debit dari titik 1 sampai titik 8 mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena debit dipengaruhi oleh faktor fisik dan faktor topografi seperti kedalaman, kemiringan, lebar sungai dan jumlah aliran yang masuk ke sungai seperti air hujan dan buangan beban pencemar. Nilai debit terkecil yaitu $0,45 \text{ m}^3/\text{detik}$, terjadi pada titik 1. Hal ini disebabkan oleh kondisi sungai yang memiliki kemiringan landai, sehingga mengurangi kecepatan aliran permukaan dan menghasilkan debit yang rendah (Lesmana, dkk 2021). Kemudian, terdapat beberapa sumber masukan pencemar ke sungai. Pada titik 2, terdapat *sumber point source* berupa saluran drainase dengan debit $0,1 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan *non point source* dari kegiatan pertanian sebesar $1,12$

m³/detik. Hal ini menyebabkan kenaikan debit sebesar 2,08 m³/detik. Pada titik 3, terdapat tambahan masukan *point source* dari saluran drainase sebesar 0,45 m³/detik dan *non point source* dari kegiatan perikanan sebesar 1,3 m³/detik, menyebabkan kenaikan debit sebesar 3,43 m³/detik. Pada titik 4, debit sungai meningkat lagi sebesar 3,75 m³/detik karena adanya masukan *point source* dari saluran drainase sebesar 0,127 m³/detik dan *non point source* dari limbah domestik sebesar 0,163 m³/detik. Pada titik 5, debit sungai kembali bertambah sebesar 5,00 m³/detik karena adanya masukan *point source* dari saluran drainase sebesar 0,02 m³/detik dan *non point source* dari limbah domestik sebesar 1,140 m³/detik. Pada titik 6, debit sungai meningkat menjadi 6,14 m³/detik karena masukan *point source* dari saluran drainase sebesar 0,4 m³/detik. Pada titik 7, terjadi peningkatan debit sebesar 6,69 m³/detik karena adanya *point source* dari limbah industri sebesar 0,9 m³/detik dan *non point source* dari kegiatan pertanian sebesar 0,2 m³/detik. Titik 8 merupakan titik dengan debit tertinggi, yaitu 7,88 m³/detik. Kondisi sungai yang memiliki bentuk yang lebar menyebabkan peningkatan kecepatan aliran sungai dan menghasilkan debit yang lebih tinggi (Staddal, dkk 2016). Selain itu, nilai debit yang tinggi juga dipengaruhi oleh hujan yang turun pada hari sebelumnya, karena terjadinya hujan dapat berpengaruh pada kecepatan aliran (Sutrisno dkk, 2018).

4.2.2 Debit Beban Pencemar Sungai Code

Debit beban pencemar terbagi menjadi dua yaitu *point source* dan *non point source*. Debit *point source* diperoleh dari pengukuran lapangan menggunakan *current meter* sedangkan debit *non point source* menggunakan perhitungan (luas lahan dan kebutuhan air yang dimanfaatkan) dan pendekatan dari penelitian sebelumnya. Debit beban pencemar dapat dilihat pada Tabel 4. 4.

Tabel 4. 4 Debit Beban Pencemar Sungai Code

Segmen	Sumber Pencemar		Debit Beban Pencemar (m ³ /detik)	
	<i>Point Source</i>	<i>Non Point Source</i>	<i>Point Source</i>	<i>Non Point Source</i>
1	Saluran Drainase	Pertanian	0,1000	0,0090
2	Saluran Drainase	Perikanan	0,4500	0,0263
3	Saluran Drainase	Limbah Domestik	0,1270	0,1944
4	-	Limbah Domestik	-	1.2444
5	Saluran Drainase	Limbah Domestik	0,0200	1,133
6	Saluran Drainase	-	0,4000	-
7	Limbah Indusri Tahu	Pertanian	0,9000	0,0010

4.3 Kondisi Air Sungai Code

Untuk mengevaluasi kualitas air Sungai Code, ada beberapa faktor yang perlu diukur, termasuk faktor fisik dan kimia. Faktor fisik yang diamati dalam penelitian ini mencakup suhu air dan *Total Suspended Solid* (TSS). Sementara itu, faktor kimia yang diukur meliputi tingkat keasaman (pH) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Suhu air dan pH diukur langsung saat pengambilan sampel. Selanjutnya, sampel yang telah diukur suhu dan pH-nya diuji di Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII untuk menentukan nilai konsentrasi COD. TSS dan COD digunakan sebagai indikator kualitas air Sungai Code. Semakin rendah konsentrasi COD dan TSS, maka kualitas air Sungai Code akan semakin baik. Sebaliknya, semakin tinggi konsentrasi COD dan TSS, maka kualitas air Sungai Code akan semakin buruk.

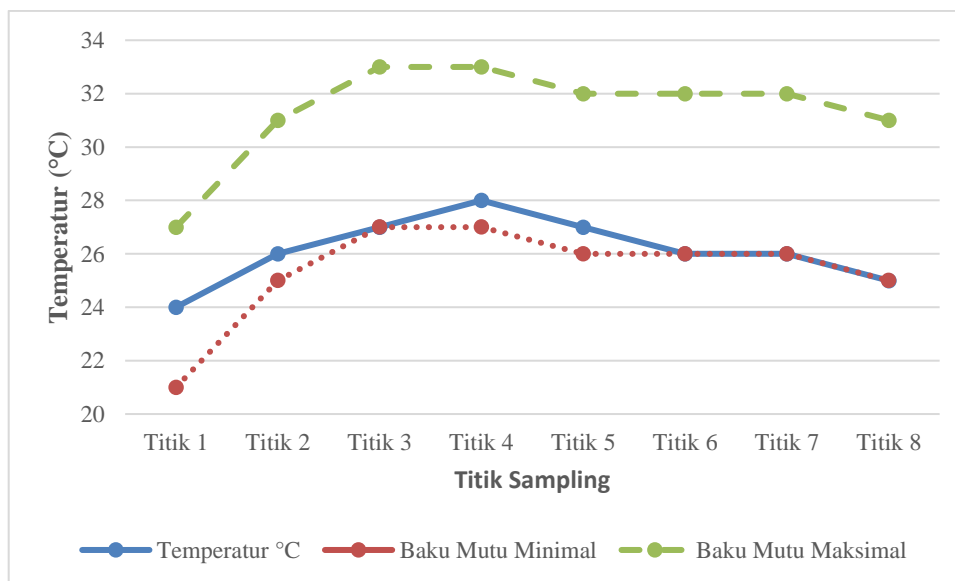
4.3.1 Temperatur Air

Temperatur memiliki peranan yang signifikan dalam ekosistem perairan, dan dapat memengaruhi berbagai aktivitas organisme yang hidup di dalamnya, termasuk metabolisme, pertumbuhan, bahkan dapat menyebabkan kematian (Koniyo, 2020). Suhu air dapat menjadi salah satu indikator kondisi kualitas air di sungai tersebut. Suhu air memiliki peranan penting dalam kehidupan organisme

perairan, karena dapat mempengaruhi metabolisme dan reproduksi organisme di sungai. Perubahan suhu air secara langsung dapat berdampak pada aktivitas organisme sungai, termasuk pertumbuhan, metabolisme, dan bahkan kematian organisme perairan. Berikut ini adalah data suhu air Sungai Code yang dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.3.

Tabel 4. 5 Temperatur Air Sungai Code

Titik	Temperatur °C	Baku Mutu Minimal	Baku Mutu Maksimal
Titik 1	24	21	27
Titik 2	26	25	31
Titik 3	27	27	33
Titik 4	28	27	33
Titik 5	27	26	32
Titik 6	26	26	32
Titik 7	26	26	32
Titik 8	25	25	31



Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Temperatur Air Sungai Code dengan Baku Mutu

Dari gambar 4.3 dapat diartikan bahwa temperatur air Sungai Code berkisar antara 24°C hingga 28°C. Temperatur yang bernilai paling tinggi ada pada titik 3 – 4. Hal tersebut disebabkan karena pengambilan sampel air dilakukan pada siang hari dengan kondisi cerah dan cenderung panas. Temperatur air terendah ada pada

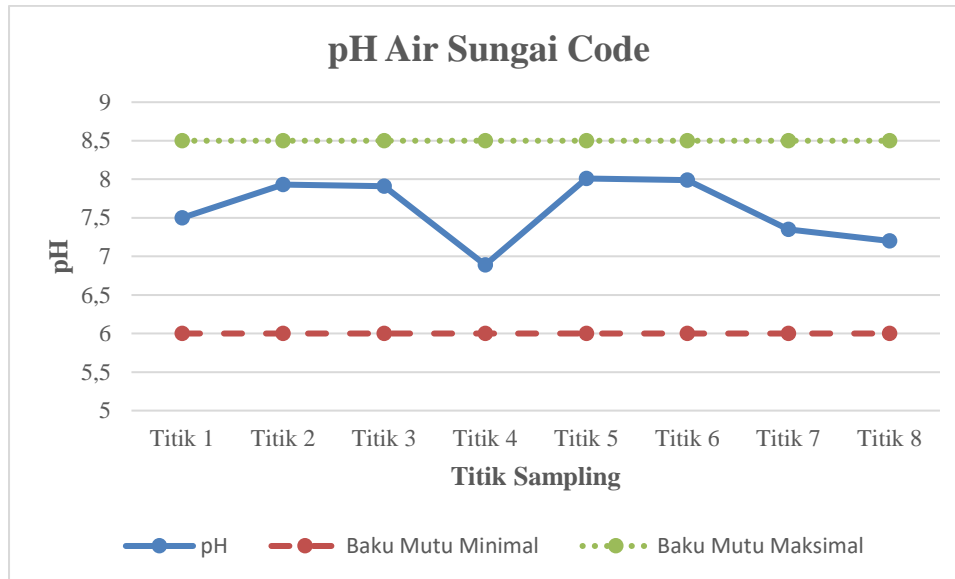
bagian hulu Sungai Code yaitu titik 1 yang bernilai 24°C. Titik 1 mendapatkan temperatur yang rendah karena berlokasi di lereng gunung dengan cuaca yang sejuk dan pada saat pengambilan sampel air dilakukan di pagi hari. Menurut penelitian Mardhia (2018), nilai suhu yang dianggap ideal dan baik bagi kehidupan biota air adalah antara 25°C hingga 30°C. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa temperatur air Sungai Code dalam penelitian ini berada pada kisaran yang ideal.

4.3.2 Derajat Keasaman (pH)

Parameter pH atau derajat keasaman adalah salah satu faktor penting dalam menentukan sifat asam atau basa air. Nilai pH juga mempengaruhi kemampuan biota untuk bertahan hidup. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ghufran et al. pada tahun 2007, kisaran nilai pH yang memungkinkan bagi kehidupan biota adalah antara 7 hingga 8,5. Nilai pH memiliki efek yang signifikan dalam proses kimia air, termasuk penghentian proses nitrifikasi. Selain itu, pH juga dapat mempengaruhi tingkat toksisitas senyawa kimia, aktivitas biokimia air, dan proses metabolisme biotik (Djoharam et al., 2018). Pada penelitian ini untuk pengukuran pH dilakukan secara langsung di Sungai Code menggunakan alat pH meter dan kertas lakmus. Berikut merupakan hasil pengukuran pH pada Sungai Code yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.4.

Tabel 4. 6 pH Air Sungai Code

Titik	pH	Baku Mutu Minimal	Baku Mutu Maksimal
Titik 1	7,5	6	8,5
Titik 2	7,93	6	8,5
Titik 3	7,91	6	8,5
Titik 4	6,89	6	8,5
Titik 5	8,01	6	8,5
Titik 6	7,99	6	8,5
Titik 7	7,35	6	8,5
Titik 8	7,2	6	8,5



Gambar 4. 4 Grafik Perbdananian nilai pH dengan baku mutu

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat disimpulkan bahwa pH air Sungai Code bernilai 6,98 sampai 8,01. Menurut Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008, ada standar baku mutu yang harus dipenuhi untuk pH air, yaitu antara 6 hingga 8,5. Dalam Gambar 4.10, nilai derajat keasaman (pH) air sungai masih aman karena berada dalam rentang baku mutu yang ditetapkan. Nilai pH memiliki peranan penting dalam kualitas perairan karena mencerminkan tingkat keasaman atau kebasaan air. Nilai pH juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat toksisitas senyawa kimia, proses biokimiawi di dalam perairan, dan proses metabolisme organisme air (Effendi, 2003).

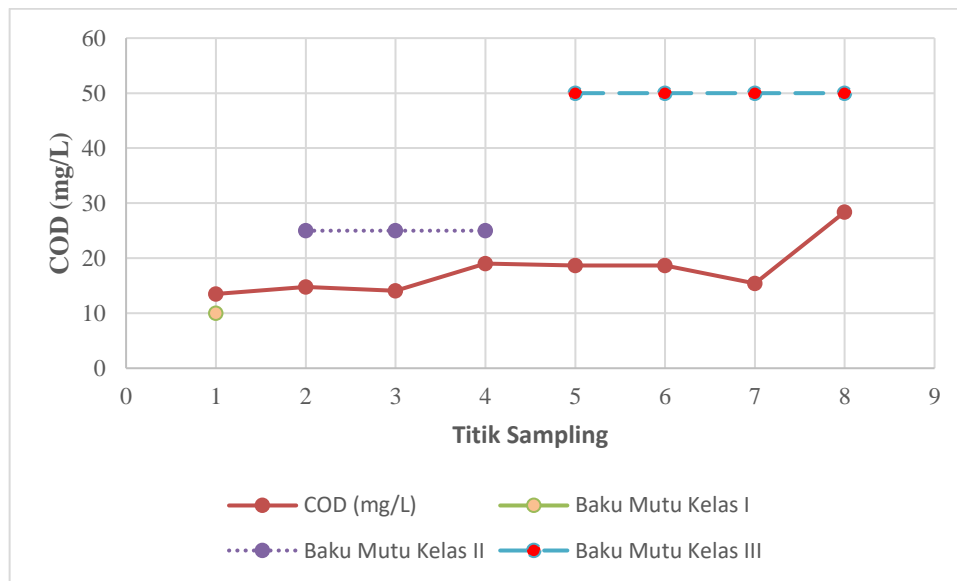
Derajat keasaman (pH) air adalah indikator keberadaan ion hidrogen dalam air, karena ion hidrogen memiliki sifat asam. Mayoritas organisme akuatik sangat sensitif terhadap perubahan pH dan cenderung menginginkan nilai pH sekitar 7 hingga 8,5 (Effendi, 2003). Konsentrasi ion hidrogen adalah parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas air, termasuk air limbah. Konsentrasi ion hidrogen yang ideal adalah konsentrasi yang masih memungkinkan kelangsungan kehidupan biologis dalam air. Air limbah dengan konsentrasi ion hidrogen yang tidak netral akan menghambat proses biologis dan mengganggu proses penyaringannya. pH netral untuk air minum dan air limbah adalah 7. Semakin rendah nilai pH, maka air tersebut cenderung bersifat asam (Sugiharto, 2008).

4.3.3 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi dalam air. COD digunakan sebagai parameter untuk mengindikasikan tingkat pencemaran dalam suatu perairan dan untuk menentukan kualitas air permukaan (Andika dkk, 2020). Hasil dari pengujian *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang dilakukan di Laboratorium Lingkungan Kualitas Air FTSP UII dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Gambar 4.5.

Tabel 4. 7 COD Air Sungai Code

Bagian	Titik	Baku Mutu (mg/L)	COD (mg/L)
Hulu	1	10	13,5
Tengah	2	25	14,8
	3	25	14,1
	4	25	19
Hilir	5	50	18,7
	6	50	18,7
	7	50	15,4
	8	50	28,4



Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan Nilai COD dengan Baku Mutu

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, nilai COD pada Sungai Code memiliki nilai 13,5 – 28,4 mg/L. . Nilai baku mutu COD di titik 1 adalah baku mutu air kelas I yaitu 10 mg/L, untuk COD titik 2 hingga 4 adalah baku mutu air kelas II yaitu 25 mg/L, dan COD titik 5 hingga 8 adalah baku mutu air kelas III yaitu 50

mg/L. Nilai COD pada bagian titik 1 memiliki nilai terendah yaitu 13,5 mg/L dan mengalami peningkatan dibagian titik 2 sebanyak 14,8 mg/L, titik 3 sebanyak 14,1 mg/L, titik 4 sebanyak 19 mg/L, titik 5 sebanyak 18,7 mg/L, titik 6 sebanyak 18,7 mg/L kemudian pada titik 7 mengalami penurunan COD yaitu 15,4 mg/L. Pada titik 8 mengalami peningkatan yang drastis dengan nilai 28,4 mg/L. Alasan mengapa nilai COD tinggi pada titik-titik tersebut adalah karena adanya peningkatan jumlah zat pencemar yang terlarut dalam air dan perlu menjalani proses oksidasi kimia. Menurut Sani (2006), nilai COD digunakan sebagai indikator untuk mengukur tingkat pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alami dapat mengalami oksidasi melalui proses mikrobiologis. Hal ini dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut dalam air.

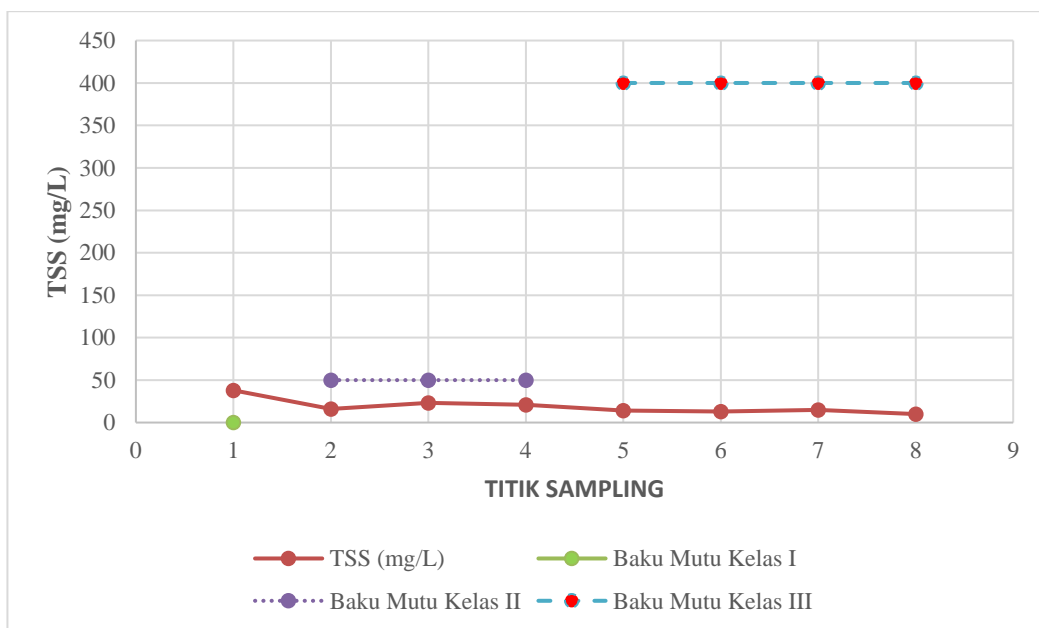
Nilai COD merupakan ukuran jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat terdegradasi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sulit terdegradasi secara biologis (*non-biodegradable*), menjadi CO₂ dan H₂O (Alerts dan Santika, 1987). Menurut Sani (2006), kadar COD dipengaruhi oleh reaksi oksidasi yang terjadi di lingkungan. Reaksi oksidasi merupakan proses penambahan atau pengikatan oksigen pada suatu unsur atau senyawa. Konsep lain dari reaksi oksidasi dapat dijelaskan sebagai perubahan bilangan oksidasi (keadaan oksidasi) atom-atom dalam suatu reaksi kimia. Proses oksidasi ini dilakukan oleh oksidator, yaitu zat yang mengoksidasi zat lain dalam suatu reaksi redoks.

4.3.4 TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS adalah salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas air permukaan. Ketika nilai TSS tinggi, hal tersebut menunjukkan bahwa kekeruhan air meningkat. Keadaan ini berpotensi menghambat penetrasi cahaya matahari ke dalam air, yang pada gilirannya mengganggu proses fotosintesis dan pertumbuhan organisme dalam ekosistem air (Winnarsih dkk., 2016). Akibatnya, dalam jangka panjang, terjadilah sedimentasi atau pendangkalan di dalam perairan (Aulia dkk., 2021). Hasil pengamatan dan pengukuran TSS dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Gambar 4.6.

Tabel 4. 8 TSS Air Sungai Code

Bagian	Titik	Baku Mutu	TSS (mg/L)
Hulu	1	0	38
Tengah	2	50	16
	3	50	23
	4	50	21
Hilir	5	400	14
	6	400	13
	7	400	15
	8	400	10



Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Nilai TSS Baku Mutu

Dari Gambar 4.6 dapat disimpulkan bahwa kandungan TSS Sungai Code berkisar antara 10 – 38 mg/L. Kandungan TSS pada titik 1 melebihi baku mutu yang di tetapkan berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008 yaitu baku mutu kelas 1 sebesar 10 mg/L, kelas 2 sebesar 50 mg/L dan kelas 3 sebesar 400 mg/L. Pada titik 2 sampai dengan 8 tidak melebihi baku mutu Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008. Kenaikan jumlah padatan tersuspensi dapat meningkatkan tingkat kekeruhan air, yang kemudian menghambat penetrasi sinar matahari ke dalam air dan berdampak pada proses fotosintesis di dalamnya (Baherem, 2014). Titik 1 memiliki nilai TSS yang tinggi karena terdapat aktivitas penambangan pasir. Aktivitas penambangan pasir di sekitar tepian sungai membuat

masuknya sedimen ke dalam air yang menyebabkan peningkatan konsentrasi TSS *Total Suspended Solids* (TSS) yang tinggi.

4.4 Sumber Pencemar Sungai Code

Dari titik 1-8 terdapat aliran limbah atau effluent yang masuk ke Sungai Code yang berasal dari berbagai jenis sumber pencemar. Sumber pencemar ini meliputi saluran drainase, limbah industri tahu, limbah domestik, limbah perikanan, dan limbah pertanian. Semua sumber pencemar ini berperan dalam menyumbang terjadinya pencemaran air sungai, dan masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda-beda.

Dalam penelitian ini, sumber pencemar dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *point source* dan *non point source*. *Point source* merujuk pada sumber pencemar yang berasal dari saluran pembuangan yang memiliki lokasi tetap, sedangkan *non point source* merujuk pada sumber pencemar yang titik sebarannya tidak terpusat dan langsung masuk ke badan sungai. Kehadiran kedua jenis sumber ini dapat memberikan dampak yang berbeda terhadap kualitas air sungai karena mengandung kontaminan terlarut dari berbagai sumber yang berbeda. Nilai konsentrasi COD dan TSS dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Nilai Konsentrasi Sumber Pencemar COD dan TSS

Segmen	Sumber Pencemar		Konsentrasi COD (mg/L)		Konsentrasi TSS (mg/L)	
	<i>Point Source</i>	<i>Non Point Source</i>	<i>Point Source</i>	<i>Non Point Source</i>	<i>Point Source</i>	<i>Non Point Source</i>
1	Saluran Drainase	Pertanian	31	45608	10	5,4
2	Saluran Drainase	Perikanan	25,7	3	2	2,3
3	Saluran Drainase	Limbah Domestik	39,7	50	8	34,2
4	-	Limbah Domestik	-	50	-	34,2
5	Saluran Drainase	Limbah Domestik	41,10	50	12	34,2
6	Saluran Drainase	-	21	-	2	-
7	Limbah Industri Tahu	Pertanian	1757	45608	480	5,41

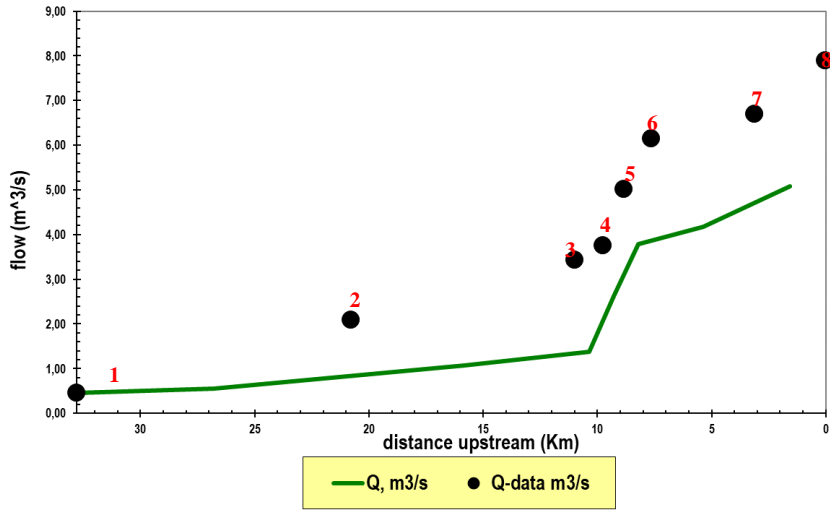
4.5 Pemodelan Kualitas Air Sungai Code dengan software QUAL2Kw

Dalam penelitian ini, pemodelan kualitas air Sungai Code dilakukan menggunakan *software* QUAL2Kw versi 5.1. Proses pertama dalam menggunakan QUAL2Kw melibatkan penginputan data sampel ke dalam berbagai lembar kerja, termasuk lembar kerja *headwater*, *reach*, *climatology* (termasuk suhu air, kecepatan angin, tutupan awan), sumber *point source* dan sumber *diffus source*, data hidrolik, data suhu, dan data kualitas air (WQ). Data yang dimasukkan ke dalam lembar kerja WQ mencakup konsentrasi parameter yang akan dimodelkan, seperti COD dan TSS. Setelah semua data selesai dimasukkan, langkah berikutnya adalah melakukan kalibrasi model. Proses kalibrasi model dilakukan melalui *trial error* yang bertujuan untuk mendapatkan grafik model yang mendekati data lapangan. Apabila data sudah di *trial error* maka langkah selanjutnya adalah validasi data. Validasi data pada penelitian ini menggunakan metode *Root Mean Square Percentage Error* (RMSPE). Tujuan dari validasi adalah untuk memastikan bahwa tingkat kesalahan (error) model memenuhi persyaratan sehingga model dapat diterima dan digunakan untuk melakukan simulasi selanjutnya. Simulasi dilakukan dengan dua skenario yang bertujuan untuk mengetahui skenario yang dapat mengurangi konsentrasi COD dan TSS, serta untuk mengetahui daya tampung beban pencemar di Sungai Code.

4.5.1 Input Data Sebelum Kalibrasi Model

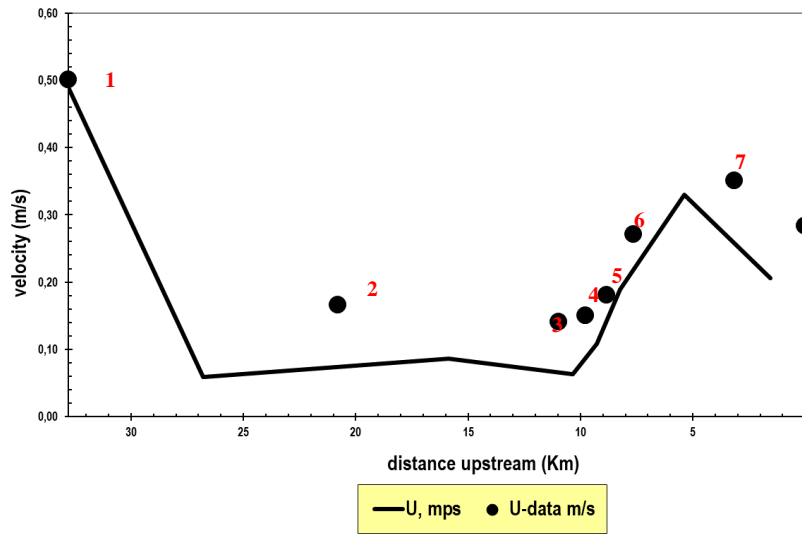
Input data berfungsi untuk mengetahui grafik *eksisting* dari Titik 1-Titik 8. Data yang diinput ke *software* QUAL2Kw meliputi data hidrolik, data kualitas air dan data sumber pencemar. Data Hidrolik diinput ke *worksheet Hydraulic Data*, data kualitas air di *worksheet WQ Data*, sumber pencemar diinput ke *worksheet Point Source* dan *Diffuse Source*. Dapat dilihat pada Gambar 4.7 sampai Gambar 4.11.

Sungai Code (1/19/2023)

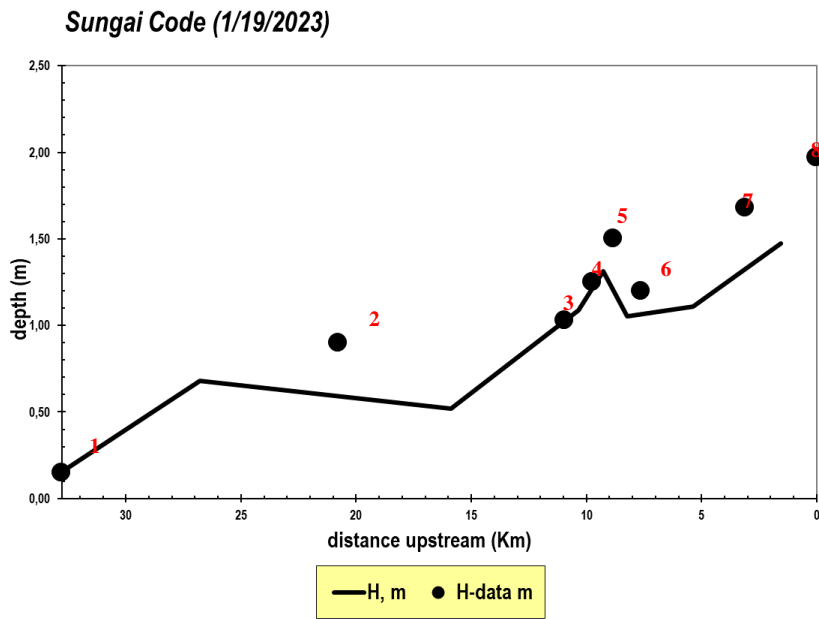


Gambar 4. 7 Model Debit Sebelum Kalibrasi

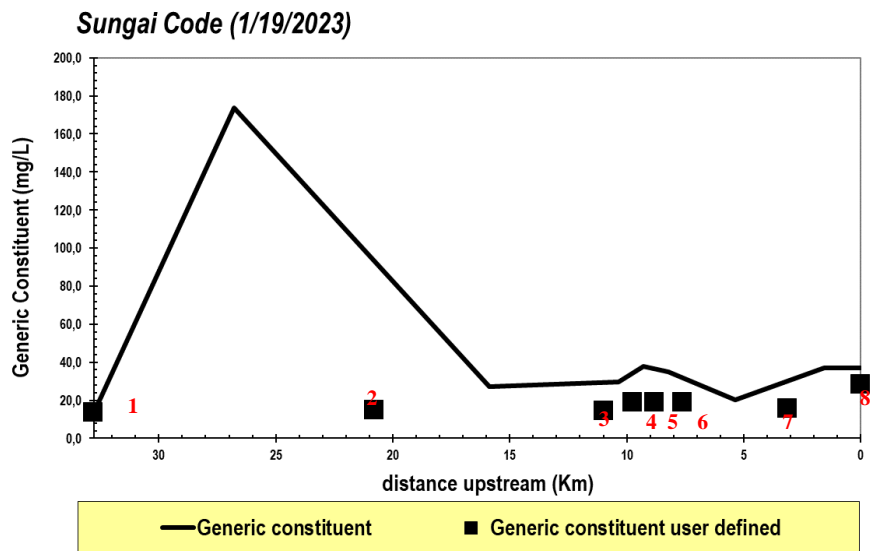
Sungai Code (1/19/2023)



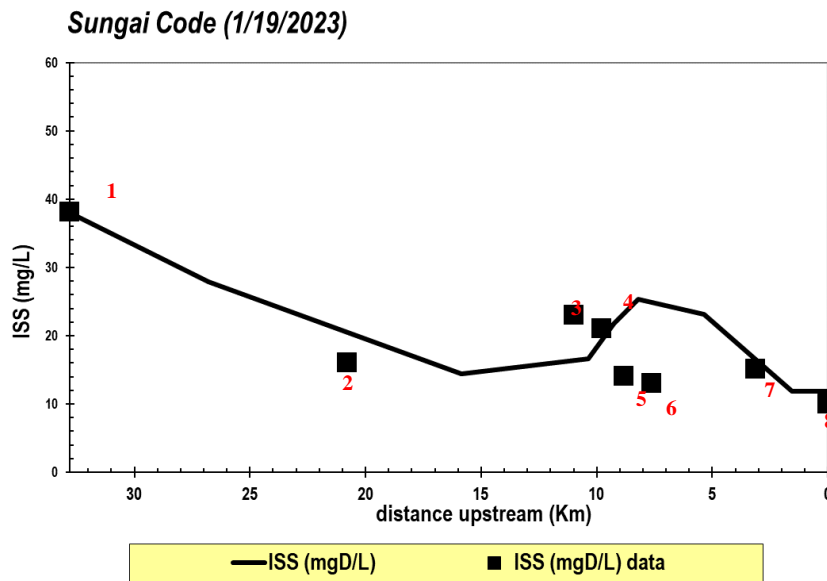
Gambar 4. 8 Model Kecepatan Aliran Sebelum Kalibrasi



Gambar 4. 9 Model Kedalaman Sebelum Kalibrasi



Gambar 4. 10 Model COD sebelum Kalibrasi



Gambar 4. 11 Model TSS Sebelum Kalibrasi

Dari Gambar 4.7 sampai Gambar 4.11, terlihat bahwa hasil dari model untuk data hidrolis seperti debit, kecepatan aliran, kedalaman, dan data kualitas air seperti parameter COD dan TSS masih memiliki perbedaan yang signifikan dengan data yang diinputkan. Oleh karena itu, diperlukan proses kalibrasi agar hasil dari model tersebut mendekati data yang sebenarnya atau diinputkan.

4.5.2 Kalibrasi Model

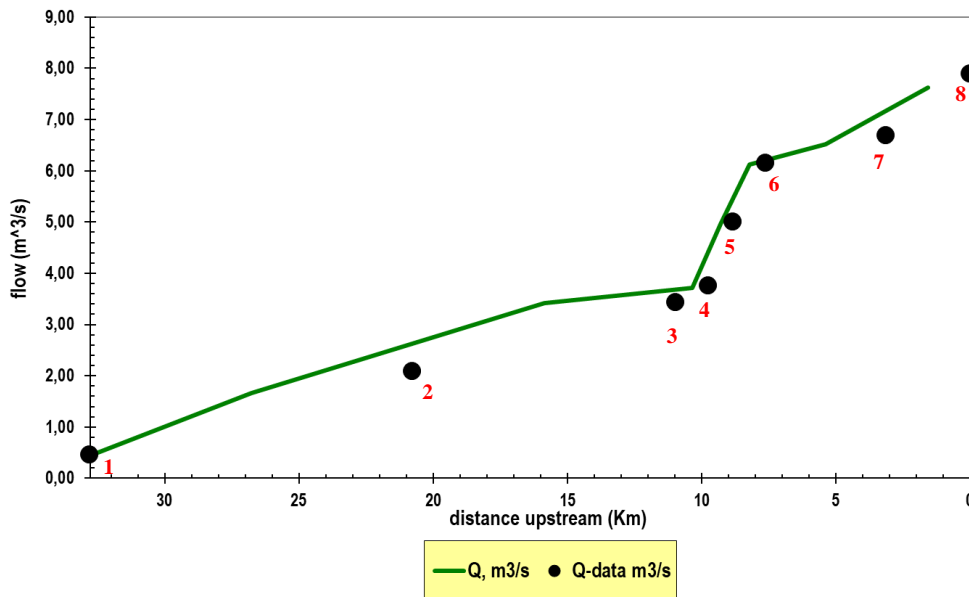
Pada penggunaan kalibrasi model ini, metode yang digunakan adalah trial and error untuk mengevaluasi kecocokan model dengan data lapangan. Data yang digunakan untuk kalibrasi model mencakup data lembar kerja *WQ Data*, lembar kerja *Hydraulics Data*, dan data lainnya. Dalam metode *trial and error*, dilakukan penggantian data seperti kedalaman sungai (*depth*), kecepatan aliran (*velocity*), serta *formula Manning*. Selain itu, dilakukan juga penggantian debit sungai yang masuk dan keluar di Sungai Code. Langkah selanjutnya adalah melakukan kalibrasi parameter COD. Kalibrasi ini dilakukan dengan metode *trial error* pada konsentrasi COD di sumber pencemar yang terdapat dalam lembar kerja *point source* and *diffuse source*, seperti limbah domestik, limbah pertanian, limbah perikanan, dan sebagainya. Proses kalibrasi ini bertujuan untuk mendapatkan grafik model (garis merah) yang mendekati data lapangan (titik hitam). Untuk parameter TSS, proses

kalibrasi yang dilakukan serupa dengan kalibrasi COD. Dalam hal ini, kalibrasi dilakukan melalui metode *trial error* pada konsentrasi TSS di sumber pencemar yang tercatat dalam lembar kerja *point source* dan *diffuse source*, seperti limbah domestik, limbah pertanian, limbah perikanan, dan lain sebagainya. Tujuannya adalah agar grafik model (garis merah) mendekati data lapangan (titik hitam) dengan seakurat mungkin. Hasil kalibrasi model *flow*, *velocity*, *depth*, COD dan TSS pada Sungai Code dapat dilihat pada Gambar 4.12 sampai Gambar 4.15.

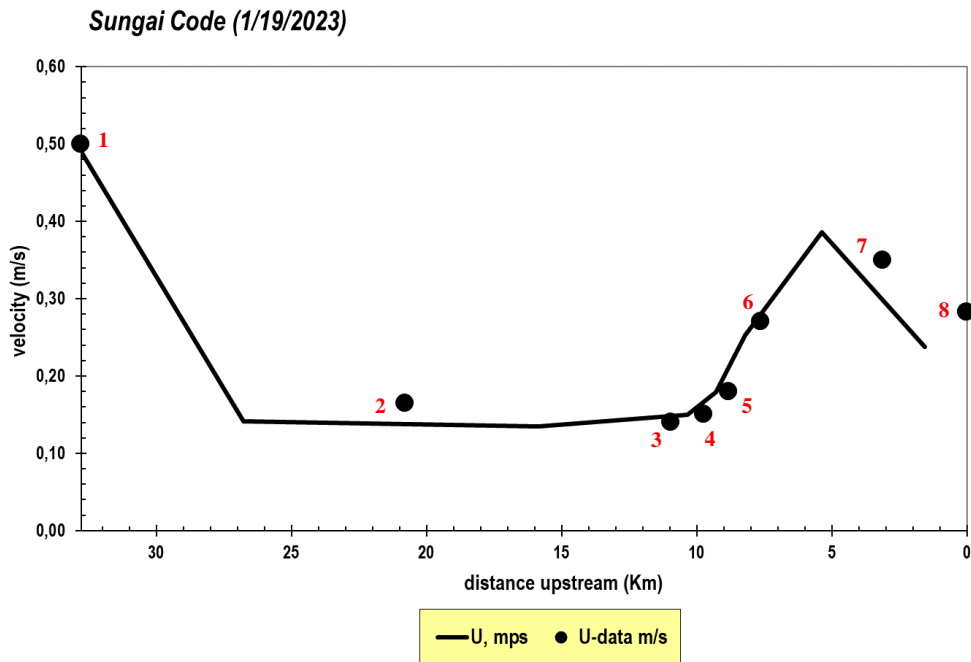
Hydraulic Model (Weir Overrides Rating Curves; Rating Curves Override Manning Formula)											
Weir		Rating Curves				Manning Formula					
Height	Width	Velocity		Depth		Channel	Manning	Bot Width	Side	Side	
(m)	(m)	Coefficient	Exponent	Coefficient	Exponent	Slope	n	m	Slope	Slope	
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,00500	0,040	6,00	0,00	0,00	0,00
0,6000	10,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,00700	0,050	14,00	0,00	0,00	0,00
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,00003	0,040	23,85	0,00	0,00	0,00
1,0000	35,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,00050	0,050	20,04	0,00	0,00	0,00
1,1000	24,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,00060	0,040	18,50	0,00	0,00	0,00
0,7000	19,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,00600	0,050	19,00	0,00	0,00	0,00
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,00030	0,050	11,40	0,00	0,00	0,00
0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,000	0,00005	0,040	16,80	0,00	0,00	0,00

Gambar 4. 12 *Hydraulic Model* pada *Worksheet Reach*

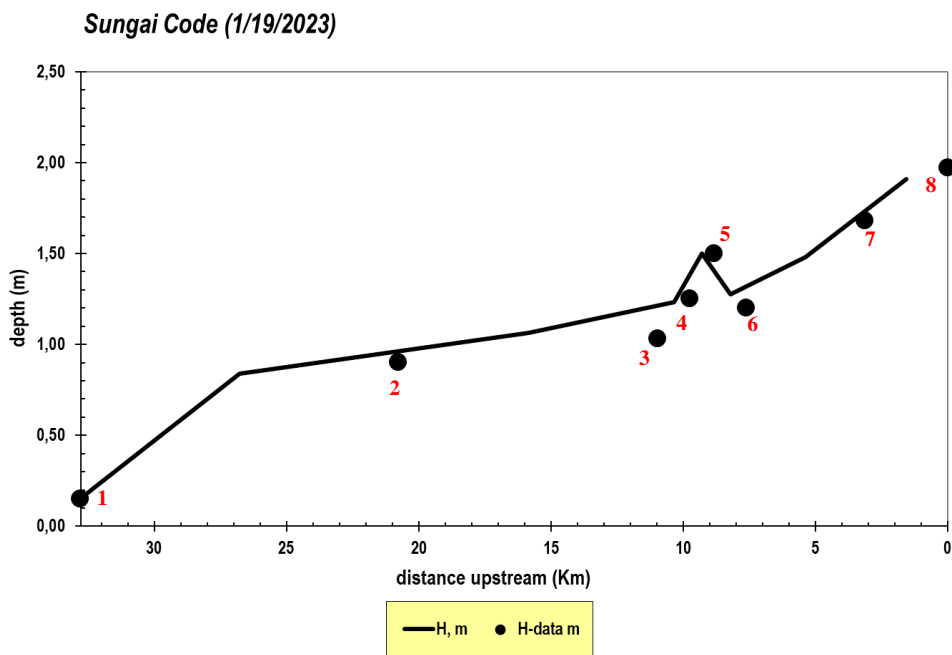
Sungai Code (1/19/2023)



Gambar 4. 13 Model Debit Sungai Code



Gambar 4. 14 Model Kecepatan Aliran Sungai Code

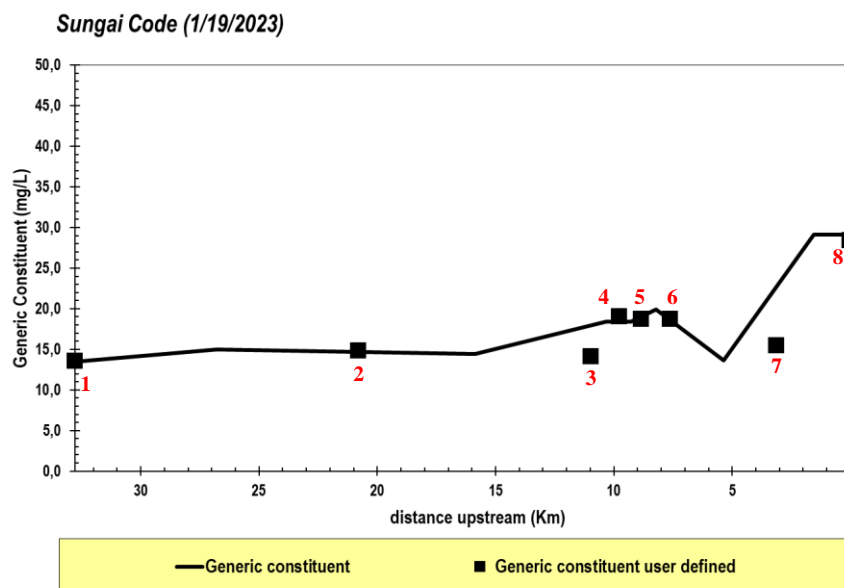


Gambar 4. 15 Model Kedalaman Sungai Code

Pada Gambar 4.13 menampilkan variasi nilai debit dari titik 1 hingga 8. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi besaran debit, termasuk lebar sungai, kedalaman sungai, kemiringan, serta jumlah aliran yang masuk ke sungai seperti

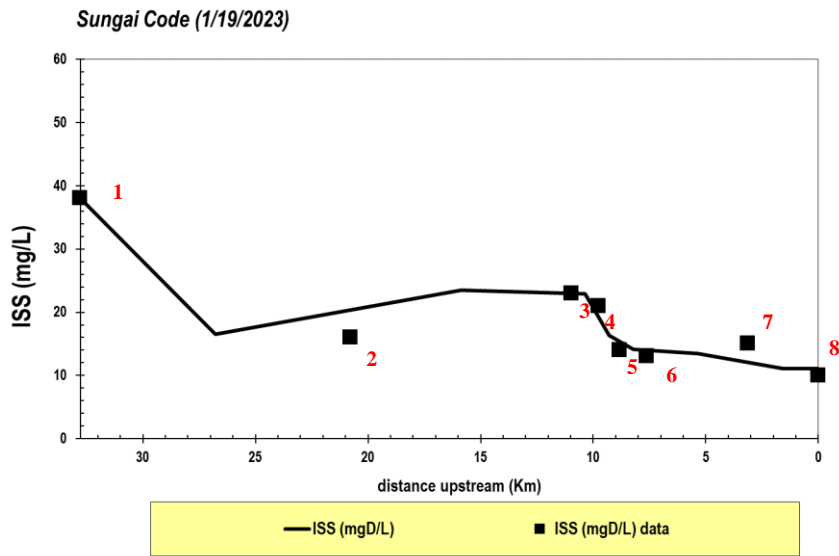
effluent dari *point source*, *diffuse source*, dan air hujan. Dalam proses kalibrasi, dilakukan serangkaian percobaan dan penyesuaian dengan cara mengubah nilai debit pada lembar kerja *point source* dan *diffuse source* yang mengalir ke sungai. Tujuannya adalah untuk mendapatkan model yang mendekati data lapangan melalui metode *trial error*.

Setelah model parameter hidrolis sungai mendekati nilai asli, langkah selanjutnya adalah melakukan kalibrasi model parameter kualitas air sungai. Kalibrasi ini dilakukan dengan menggunakan metode *trial and error* pada koefisien di lembar kerja *Rates* dan *Reach Rates*, serta pada kualitas pencemar *non-point sources* di lembar kerja *Diffuse Sources*. Koefisien di lembar kerja *Rates* mempengaruhi aliran air sepanjang sungai, sementara koefisien di lembar kerja *Reach Rates* mempengaruhi aliran air di setiap reach (dengan koefisien yang dapat berbeda untuk setiap reach).



Gambar 4. 16 Model COD Sungai Code

Hasil dari model parameter COD pada Gambar 4.16 menunjukkan bahwa model tersebut telah mendekati data dengan baik. Dapat dilihat bahwa tren garis pada model telah mengikuti titik. Penurunan nilai COD pada awal segmen tersebut disebabkan oleh degradasi COD oleh oksigen. Namun, kemudian nilai COD naik kembali karena adanya sumber pencemar dengan debit besar pada awal segmen 2, sebagaimana yang ditunjukkan oleh kotak hitam yang mewakili data.



Gambar 4. 17 Model TSS Sungai Code

Pada Gambar 4.17 merupakan hasil setelah proses kalibrasi menunjukkan bahwa grafik model TSS sudah mendekati data lapangan, terbukti dengan garis merah yang hampir sejajar dengan kotak hitam yang mewakili data lapangan. Proses kalibrasi konsentrasi TSS dilakukan melalui metode trial error dengan melakukan penyesuaian pada konsentrasi TSS dari sumber pencemar. Segmen 1 dilakukan trial error pada *diffuse source* limbah pertanian dengan nilai TSS 10 mg/L, segmen 2 pada limbah perikanan menggunakan nilai TSS sebesar 42 mg/L. Pada segmen 3 limbah domestik menggunakan nilai akhir TSS sebesar 25 mg/L Segmen 4 dan segmen 5 limbah domestik menggunakan nilai sebesar 2 mg/L dan 5 mg/L. Pada segemen 7 limbah perikanan menggunakan nilai TSS akhir sebanyak 1,20 mg/L.

4.5.3 Validasi Model

Setelah proses kalibrasi kualitas air selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan validasi untuk memastikan bahwa model dapat digunakan karena telah mendekati kondisi eksisting. Validasi model dilakukan menggunakan metode Root Mean Square Percent Error (RMSPE) yang bertujuan untuk mengukur tingkat kesalahan yang terjadi dan konsistensi model terhadap hasil observasi. RMSPE digunakan untuk menghitung persentase nilai kesalahan dengan menggunakan Persamaan 3.2.

Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan RMSPE Debit

DEBIT				
TITIK	DATA LAPANGAN	DATA MODEL	$\left(\frac{(\text{lapangan})-(\text{model})}{\text{model}}\right)^2$	RMSPE $\sqrt{\frac{1}{8}([\sum(3)] \times 100\%)}$
1	0,450	0,45	1,52172E-32	9
2	2,080	1,67	0,060177502	
3	3,430	3,42	8,92381E-06	
4	3,750	3,71	0,000116244	
5	5,000	4,96	5,55795E-05	
6	6,140	6,12	7,80684E-06	
7	6,697	6,52	0,000707492	
8	7,880	7,62	0,001136618	
Jumlah			0,062210166	

Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan RMSPE Kecepatan Aliran

VELOCITY				
TITIK	DATA LAPANGAN	DATA MODEL	$\left(\frac{(\text{lapangan})-(\text{model})}{\text{model}}\right)^2$	RMSPE $\sqrt{\frac{1}{8}([\sum(3)] \times 100\%)}$
1	0,500	0,49	0,00045256	7
2	0,165	0,14	0,027100023	
3	0,140	0,13	0,001305673	
4	0,150	0,15	1,57788E-05	
5	0,180	0,18	4,32407E-05	
6	0,270	0,25	0,004775249	
7	0,350	0,39	0,008879638	
8	0,238	0,24	7,3548E-06	
Jumlah			0,042579518	

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan RMSPE Kedalaman Sungai

DEPTH				
TITIK	DATA LAPANGAN	DATA MODEL	$\left(\frac{(\text{lapangan})-(\text{model})}{\text{model}}\right)^2$	RMSPE $\sqrt{\frac{1}{8}([\sum(3)] \times 100\%)}$
1	0,15	0,15	0,000433902	6
2	0,90	0,84	0,005014657	
3	1,03	1,06	0,00101047	
4	1,25	1,23	0,000219418	
5	1,50	1,50	7,63283E-07	
6	1,20	1,27	0,003440301	
7	1,68	1,48	0,017795879	
8	1,97	1,91	0,000955919	
Jumlah			0,02887131	

Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan RMSPE Parameter COD

COD				
TITIK	DATA LAPANGAN	DATA MODEL	$\left(\frac{(\text{lapangan})-(\text{model})}{\text{model}}\right)^2$	RMSPE $\sqrt{\frac{1}{8}([\Sigma(3)] \times 100\%}$
1	13,5	13,50	0	5
2	14,8	15,00	0,000170297	
3	14,1	14,44	0,000541652	
4	19	18,39	0,001089538	
5	18,7	18,38	0,000301134	
6	18,7	19,94	0,003857857	
7	15,4	13,64	0,01657635	
8	28,4	29,11	0,00060238	
Jumlah			0,023139207	

Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan RMSPE Parameter TSS

TSS				
TITIK	DATA LAPANGAN	DATA MODEL	$\left(\frac{(\text{lapangan})-(\text{model})}{\text{model}}\right)^2$	RMSPE $\sqrt{\frac{1}{8}([\Sigma(3)] \times 100\%}$
1	38,00	38,00	0,000	8%
2	16,00	16,53	0,001	
3	23,00	23,44	0,000	
4	21,00	22,91	0,007	
5	14,00	16,33	0,020	
6	13,00	14,18	0,007	
7	15,00	13,47	0,013	
8	10,00	11,05	0,009	
Jumlah			0,058	

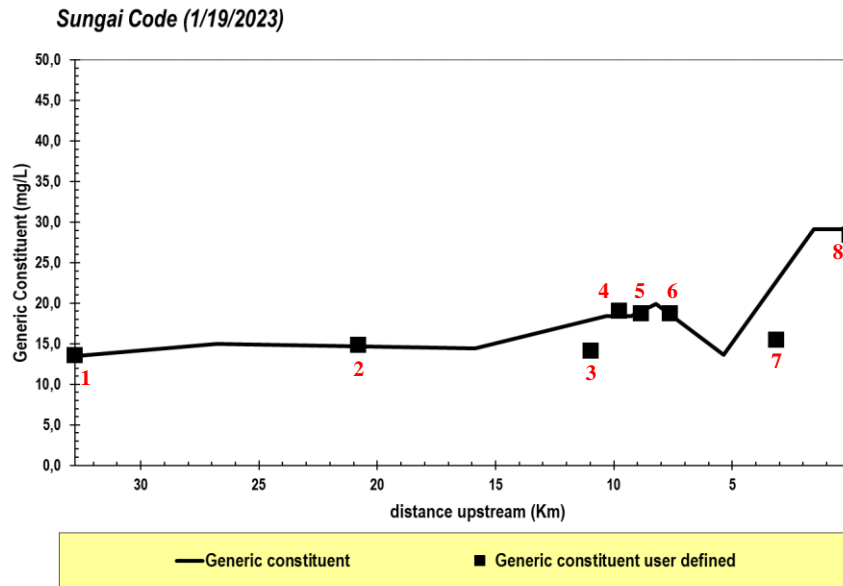
Berdasarkan hasil perhitungan RMSPE dapat disimpulkan bahwa model dapat diterima, karena hasil nilai error telah memenuhi nilai syarat yaitu kurang dari 50%. Dengan nilai error untuk data flow sebesar 9%, velocity sebesar 7%, depth sebesar 6%, konsentrasi COD sebesar 5% dan konsentrasi TSS sebesar 8%.

4.5.4 Simulasi Model

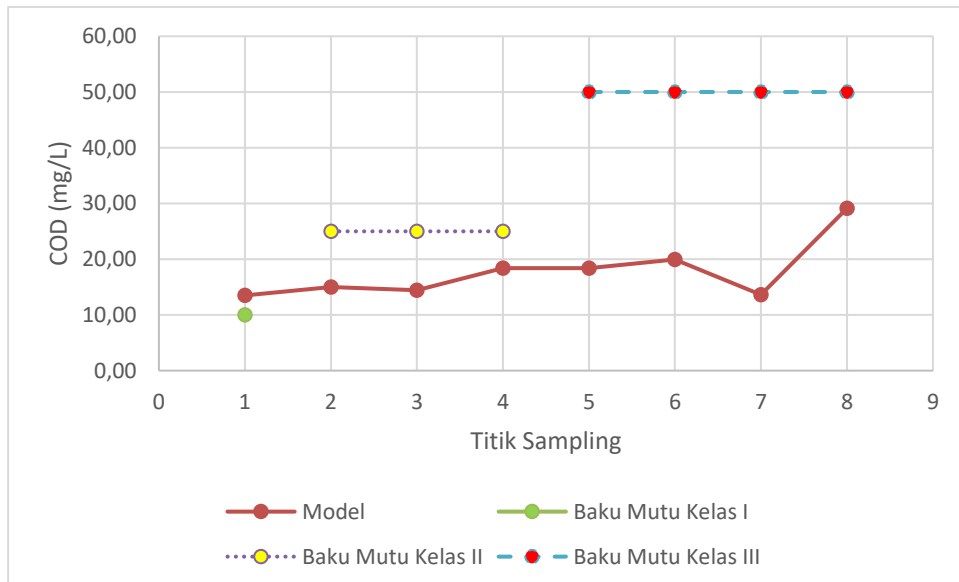
Setelah model berhasil lulus uji validasi sesuai dengan kriteria yang ditetapkan, dilakukan simulasi model untuk mengevaluasi kondisi sungai dengan berbagai sumber pencemar yang berbeda. Tujuannya adalah untuk menentukan nilai daya tampung beban pencemar melalui dua skenario berikut ini :

A. Skenario 1

Skenario satu dalam simulasi merupakan skenario yang menghasilkan gambaran model kualitas air yang paling cocok dengan data lapangan Sungai Code. Pada skenario ini, menggunakan kondisi eksisting kualitas air dari hulu hingga hilir, di mana data tersebut diinput ke dalam *software* QUAL2Kw. Berikut hasil skenario 1 yang dapat dilihat pada Gambar 4.18



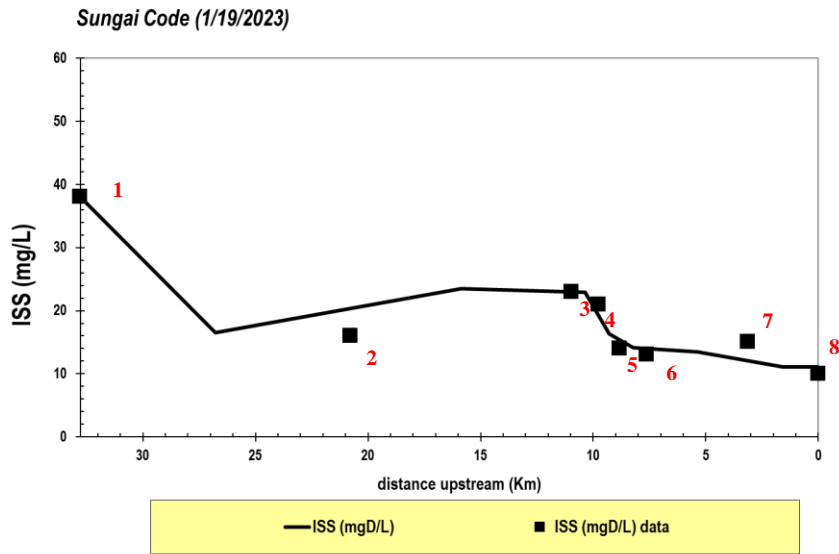
Gambar 4. 18 Skenario 1 Parameter COD



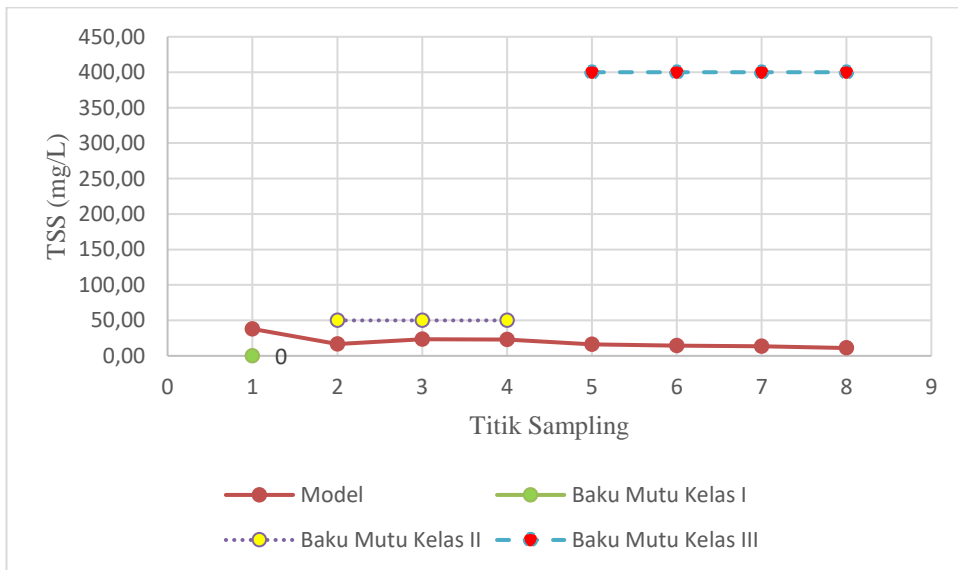
Gambar 4. 19 Perbandingan Model Skenario 1 dengan Baku Mutu COD

Pada Gambar 4.19 terlihat nilai model COD dari hulu sampai hilir berkisar antara 13,5 – 29,11 mg/L. Berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No 20 Tahun 2008

pada titik 1 melebihi nilai baku mutu air kelas I dengan nilai maksimal 10 mg/L. Untuk titik 2 – 8 tidak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan.



Gambar 4. 19 Skenario 1 Parameter TSS



Gambar 4. 20 Perbandingan Model dengan Skenario 1 Baku Mutu TSS

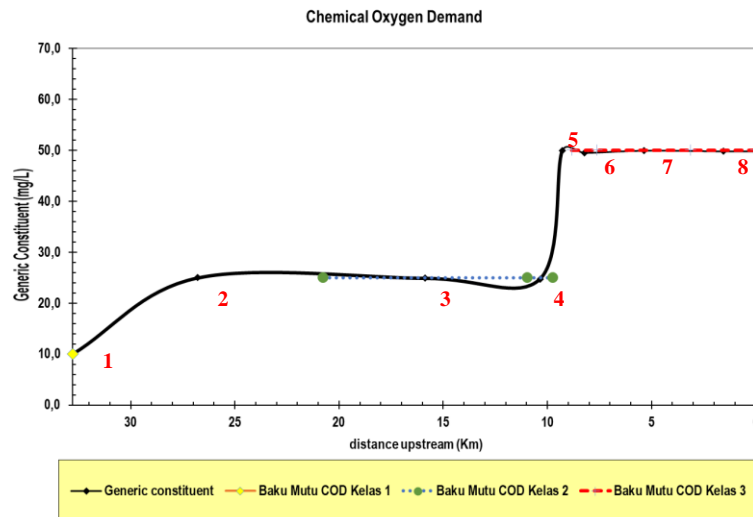
Pada Gambar 4.20 terlihat nilai model TSS dari hulu sampai hilir berkisar antara 11,05 – 38 mg/L. Berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No 20 Tahun 2008 pada titik 1 melebihi nilai baku mutu air kelas I dengan nilai maksimal 0 mg/L. Untuk titik 2 – 8 tidak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan.

B. Skenario 2

Dalam skenario ini, model simulasi kualitas air sungai didasarkan pada nilai parameter kualitas air yang sesuai dengan standar mutu air kelas I berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No. 20 tahun 2008. Skenario ini melibatkan perubahan (*trial and error*) pada konsentrasi parameter baik dari sumber pencemar *point source* maupun *non-point source* untuk mencapai hasil yang sesuai. Hasil simulasi model untuk parameter COD dan TSS dapat dilihat pada Gambar 4.21 dan Gambar 4.22.

Tabel 4. 15 Perbandingan Model Skenario 2 dengan Baku Mutu COD

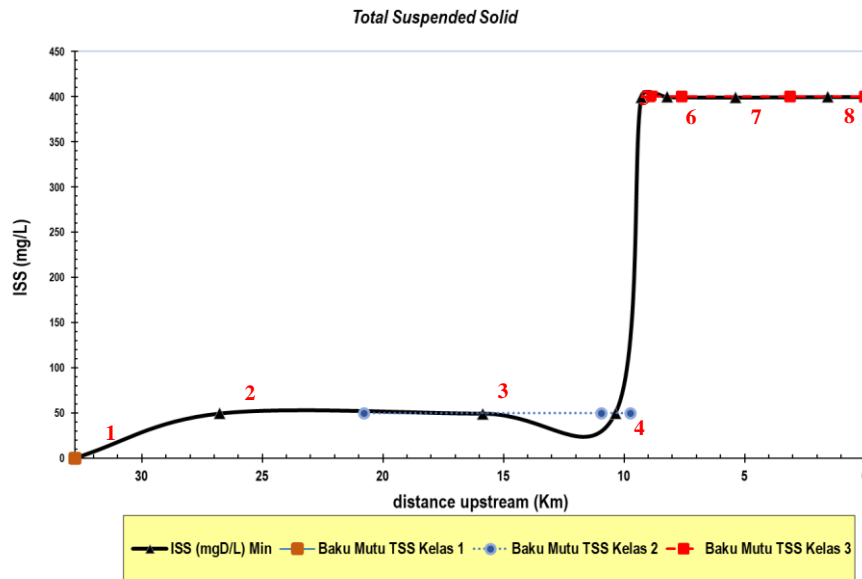
COD			
Bagian	Titik	Baku Mutu (mg/L)	Model (mg/L)
Hulu	1	10	10,00
Tengah	2	25	24,98
	3	25	24,91
	4	25	24,75
Hilir	5	50	49,91
	6	50	49,51
	7	50	49,94
	8	50	49,81



Gambar 4. 21 Perbandingan Model Skenario 2 dengan Baku Mutu COD

Tabel 4. 16 Perbandingan Model Skenario 2 dengan Baku Mutu TSS

TSS			
Bagian	Titik	Baku Mutu (mg/L)	Model (mg/L)
Hulu	1	0	0,00
Tengah	2	50	49,43
	3	50	49,55
	4	50	49,80
Hilir	5	400	399,66
	6	400	399,90
	7	400	399,58
	8	400	399,95



Gambar 4. 22 Perbandingan Model Skenario 2 dengan Baku Mutu TSS

Menurut Peraturan Gubernur DIY No 22 Tahun 2007, sungai Code dibagi menjadi tiga kelas sungai. Titik 1 masuk ke dalam sungai kelas 1, titik 2 – 4 masuk ke dalam sungai kelas 2 dan titik 5 – 8 masuk ke dalam sungai kelas 3. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai COD pada titik 1 sampai 8, nilai TSS pada titik 1 - 8 tidak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Gubernur DIY No 20 Tahun 2008.

4.6 Hasil Penelitian

4.6.1 Beban Pencemar Sungai Code

Untuk mengestimasi beban pencemar (BP), dapat dilakukan modifikasi dengan menambah atau mengurangi beban pencemar secara *trial and error* pada titik yang ditentukan. Untuk menghitung BP menggunakan Persamaan 3.3.

Berikut merupakan hasil perhitungan beban pencemar COD dan TSS pada Sungai Code :

Tabel 4. 17 Beban Pencemar COD Skenario 1

Segmen	Hulu ke Hilir (km)	Debit (m ³ /detik)	Konsentrasi (mg/L)	COD (kg/hari)
Segmen 1	32,78 ➡ 20,78	1,22	39,26	4138,56
Segmen 2	20,78 ➡ 10,96	1,75	40,04	6053,62
Segmen 3	10,96 ➡ 9,75	0,29	70,78	1773,52
Segmen 4	9,75 ➡ 8,82	1,25	20,00	2165,18
Segmen 5	8,82 ➡ 7,62	1,16	40,02	4010,86
Segmen 6	7,62 ➡ 3,12	0,40	21,00	725,76
Segmen 7	3,12 ➡ 0,00	1,10	1441,18	136969,92

Tabel 4. 18 Beban Pencemar TSS Skenario 1

Segmen	Hulu ke Hilir (km)	Debit (m ³ /detik)	Konsentrasi (mg/L)	TSS (kg/hari)
Segmen 1	32,78 ➡ 20,78	1,22	10,00	1054,08
Segmen 2	20,78 ➡ 10,96	1,75	31,71	4795,20
Segmen 3	10,96 ➡ 9,75	0,29	17,56	439,86
Segmen 4	9,75 ➡ 8,82	1,25	2,00	216,52
Segmen 5	8,82 ➡ 7,62	1,16	5,12	513,22
Segmen 6	7,62 ➡ 3,12	0,40	2,00	69,12
Segmen 7	3,12 ➡ 0,00	1,10	392,95	37345,54

Berdasarkan Tabel 4.17 dan Tabel 4.18. Beban pencemar COD sesuai dengan kondisi eksisting, diperoleh nilai tertinggi pada segmen 7 dengan nilai sebesar 136969 kg/hari. Hal itu disebabkan karena adanya limbah pertanian, limbah tersebut langsung dibuang ke sungai tanpa adanya proses pengelolaan. Pada parameter TSS beban pencemar tertinggi ada di segmen 7 dengan nilai sebesar 37345,54 kg/hari. Penyebab dari tingginya beban pencemar TSS pada segmen 2,

karena kondisi sungai pada segmen tersebut cenderung berlumpur dan dipengaruhi oleh aktivitas perikanan.

Tabel 4. 19 Beban Pencemar COD Skenario 2

Segmen	Hulu ke Hilir (km)	Debit (m ³ /detik)	Konsentrasi (mg/L)	COD (kg/hari)
Segmen 1	32,78 ➡ 20,78	1,60	59,75	8259,84
Segmen 2	20,78 ➡ 10,96	2,40	58,76	12184,13
Segmen 3	10,96 ➡ 9,75	0,90	26,44	2056,32
Segmen 4	9,75 ➡ 8,82	1,30	158,00	17746,56
Segmen 5	8,82 ➡ 7,62	2,00	70,00	12096,00
Segmen 6	7,62 ➡ 3,12	1,50	169,00	21902,40
Segmen 7	3,12 ➡ 0,00	5,00	784,50	338904,00

Tabel 4. 20 Beban Pencemar TSS Skenario 2

Segmen	Hulu ke Hilir (km)	Debit (m ³ /detik)	Konsentrasi (mg/L)	TSS (kg/hari)
Segmen 1	32,78 ➡ 20,78	1,60	67,25	9296,64
Segmen 2	20,78 ➡ 10,96	2,40	53,83	11162,88
Segmen 3	10,96 ➡ 9,75	0,90	52,22	4060,80
Segmen 4	9,75 ➡ 8,82	1,30	1962,00	220371,84
Segmen 5	8,82 ➡ 7,62	2,00	404,00	69811,20
Segmen 6	7,62 ➡ 3,12	1,50	398,00	51580,80
Segmen 7	3,12 ➡ 0,00	5,00	3555,00	1535760,00

Berdasarkan Tabel 4.19 sampai Tabel 4.20, pada parameter COD memiliki beban pencemar tertinggi pada segmen 7 sebanyak 338904 kg/hari. Hal itu disebabkan karena adanya limbah tahu dan aktivitas pertanian. Pada parameter TSS memiliki nilai tertinggi ada segmen 7 sebanyak 1535760 kg/hari.

4.6.2 Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar

Hasil simulasi skenario kualitas air dapat digunakan untuk menghitung daya tampung beban pencemaran Sungai Code. Perhitungan daya tampung beban pencemaran akan dilakukan menggunakan *worksheet Source Summary*, yang berisi perhitungan beban pencemaran berupa debit dan kualitas air pada setiap segmen.

Perhitungan daya tampung diperoleh dari selisih dari skenario 1 dan skenario 2. Dimana skenario 1 merupakan kondisi eksisting Sungai Code. Pada skenario 2

adalah kondisi beban pencemar maksimal dimana beban pencemar disesuaikan dengan baku kelas 1 untuk titik 1, baku mutu kelas 2 untuk titik 2 – 4, kelas 3 untuk titik 5 – 8. Sumber pencemar *point source* dan *non poin source* dilakukan *trial error* sampai mendekati baku mutu. Rumus yang digunakan untuk menghitung daya tampung air sungai adalah :

$$\text{Daya Tampung} = \text{Beban Pencemar Sesuai BMA} \left(\frac{\text{kg}}{\text{hari}}\right) - \text{Beban Pencemar Eksisting} \left(\frac{\text{kg}}{\text{hari}}\right)$$

Pada Tabel 4.21 dan 4.22 di bawah ini merupakan hasil perhitungan daya tampung COD dan TSS Sungai Code :

Tabel 4. 21 Daya Tampung Beban Pencemar COD

Segmen	Hulu ke Hilir (km)	COD (kg/hari)
Segmen 1	32,78 ➡ 20,78	4121,28
Segmen 2	20,78 ➡ 10,96	6130,51
Segmen 3	10,96 ➡ 9,75	282,80
Segmen 4	9,75 ➡ 8,82	15581,38
Segmen 5	8,82 ➡ 7,62	8085,14
Segmen 6	7,62 ➡ 3,12	21176,64
Segmen 7	3,12 ➡ 0,00	201934,08

Tabel 4. 22 Daya Tampung Beban Pencemar TSS

Segmen	Hulu ke Hilir (km)	TSS (kg/hari)
Segmen 1	32,78 ➡ 20,78	8242,56
Segmen 2	20,78 ➡ 10,96	6367,68
Segmen 3	10,96 ➡ 9,75	3620,94
Segmen 4	9,75 ➡ 8,82	220155,32
Segmen 5	8,82 ➡ 7,62	69297,98
Segmen 6	7,62 ➡ 3,12	51511,68
Segmen 7	3,12 ➡ 0,00	1498414,46

Berdasarkan Tabel 4.21 dan Tabel 4.22 menunjukkan bahwa Daya Tampung Beban Pencemar parameter COD pada segmen 1 memiliki daya tampung sebesar 4121,28 kg/hari, segmen 2 sebesar 6130,51 kg/hari, segmen 3 sebesar 282,80

kg/hari, segmen 4 sebesar 15581,38 kg/hari, segmen 5 sebesar 8085,14 kg/hari, segmen 6 sebesar 21176,64 kg/hari dan segmen 7 sebesar 201934,08 kg/hari. Parameter TSS tidak memiliki daya tampung yang berlebihan dan daya tampung terbesar ada pada segmen 4 dan segmen 7.

4.7 Penurunan Beban Pencemar

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil pengujian COD dan TSS pada titik 1 sampai 8 didapatkan hasil yang melebihi baku mutu air sungai kelas 1. Pada titik 1 memiliki nilai COD 13,5 mg/L dan nilai TSS 38 mg/L. Hal itu disebabkan karena pada area tersebut terdapat limbah dari aktivitas pertanian. Daya Tampung Beban Pencemar COD dan TSS dengan nilai tertinggi terdapat di segmen 7 (Jembatan Abang Ngoto – Jembatan Pacar Wonokromo) dengan nilai COD 201934,08 kg/hari dan nilai TSS 1498414,46 kg/hari.

Langkah yang dapat dilakukan untuk menurunkan nilai COD pada titik 1 agar tidak melebihi baku mutu adalah dengan meningkatkan debit suplesi agar terjadi pengenceran dan menaikkan laju aliran sungai (Rezagama,2019). Alternatif yang dapat dilakukan untuk mengatur debit suplesi adalah melalui pembangunan terjunan dan bendungan di sungai. Pembangunan terjunan dilakukan dengan cara menurunkan dasar sungai (kedalaman) dan memperlebar saluran sungai. Dengan melakukan perubahan tersebut, terjadi perbedaan elevasi yang dapat mengakibatkan perubahan kecepatan aliran air sehingga mempermudah proses *Self Purification* (Rezagama,2019). Untuk menurunkan kandungan TSS dapat dilakukan dengan cara menanam Kayu Apu di area dengan pencemar yang tinggi (Priska, A.R. dkk, 2020). Upaya penurunan beban pencemar dapat dilakukan dengan penerapan *wetland* dengan memanfaatkan tanaman kangkung air. Dalam sistem *wetland* ini, tanaman tersebut berfungsi sebagai alat yang membantu mengurangi beban pencemar TSS sekitar 84.77% hingga 93.72%, dan COD sekitar 84.91% hingga 95.40%. Proses ini dilakukan secara alami dengan bantuan sinar matahari serta aktivitas mikroorganisme yang hidup di akar tanaman, sehingga tidak diperlukan penambahan bahan kimia (Marthika & Sudiro, t.t.).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Sungai Code dengan pemodelan QUAL2Kw, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kondisi Sungai Code berdasarkan parameter COD dan TSS apabila dibandingkan dengan Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Peraturan Gubernur DIY No. 22 Tahun 2007 tentang Penetapan Kelas Air Sungai di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, dihasilkan hasil sebagai berikut :
 - a. Berdasarkan parameter COD didapatkan hasil dari titik 1 sampai titik 8 berturut-turut adalah 13,5 mg/L, 14,8 mg/L, 14,1 mg/L, 19 mg/L, 18,7 mg/L, 18,7 mg/L, 15,4 mg/L dan 28,4 mg/L. Hasil yang didapatkan bahwa nilai COD pada titik 1 melebihi baku mutu sungai kelas 1 yang telah ditentukan yaitu 10 mg/L.
 - b. Berdasarkan parameter TSS didapatkan hasil dari titik 1 sampai titik 8 berturut-turut adalah 38 mg/L, 16 mg/L, 23 mg/L, 21 mg/L, 14 mg/L, 14 mg/L, 13 mg/L, 15 mg/L, 10 mg/L. Hasil yang didapatkan bahwa nilai TSS pada titik 1 melebihi baku mutu sungai kelas 1 yang telah ditentukan yaitu 0 mg/L.
2. Sungai Code memiliki kontaminan *point source* berupa saluran drainase. Kontaminan *non point source* berupa limbah domestik, aktivitas pertanian dan perikanan.
3. Kondisi Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) Sungai Code berdasarkan parameter COD dan TSS :
 - a. *Chemical Oxygen Demand (COD)*
Untuk nilai DTBP COD pada segmen 1 memiliki daya tampung sebesar 4121,28 kg/hari, segmen 2 sebesar 6130,51 kg/hari, segmen 3 sebesar 282,80 kg/hari, segmen 4 sebesar 15581,38 kg/hari, segmen 5 sebesar 8085,14 kg/hari, segmen 6 sebesar 21176,64 kg/hari dan segmen 7 sebesar 201934,08 kg/hari.

b. *Total Suspended Solid* (TSS)

Untuk nilai DTBP TSS pada segmen 1 sebesar 8242,56 kg/hari, segmen 2 sebesar 6367,68 kg/hari, segmen 3 sebesar 3620,94 kg/hari, segmen 4 sebesar 220155,32 kg/hari, segmen 5 sebesar 69297,98 kg/hari, segmen 6 sebesar 51511,68 kg/ hari dan segmen 7 sebesar 1498414 kg/hari.

4. Penurunan beban pencemar COD dan TSS diturunkan dengan cara pembuatan terjunan serta pembuatan sistem *wetland* dengan tanaman kangkung air.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Sungai Code, terdapat saran yang dapat dipertimbangkan untuk peneli selanjutnya, yaitu :

- a. Penting untuk melakukan pemantauan secara rutin terhadap kualitas air setiap bulannya guna memperoleh data yang akurat. Hal ini diperlukan agar hasil analisis mengenai daya tampung beban pencemar menjadi lebih tepat.
- b. Melakukan penelitian dengan musim yang berbeda dengan tujuan mendapatkan perbandingan hasil beban pencemar dari berbagai musim.
- c. Melakukan upaya aktif untuk memperoleh dan mengkaji data mengenai kualitas air Sungai Code serta sumber-sumber pencemar yang memasukkan limbah ke dalam sungai.
- d. Dalam wilayah penelitian, data yang lengkap seperti data klimatologi, data hidrologi, data kualitas air, dan data sumber pencemar yang dipantau dengan baik sangat diperlukan. Keberadaan data ini akan meningkatkan akurasi dalam perhitungan daya tampung, sehingga hasilnya akan lebih dapat diandalkan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, R. (2018). Pemantauan jumlah bakteri coliform di perairan sungai Provinsi Lampung. *Majalah Tegi*, 10(1).
- Agustiningsih, A., S. B. Sasongko., Sudarno, 2012. Analisis kualitas air dan strategi pengendalian pencemaran air Sungai Blukar Kabupaten Kendal. *Jurnal Presipitasi* 9(2), ISSN 1907- 187X
- Andika, B., Wahyuningsih, P., Fajri, R (2020). Penentuan Nilai BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Baku Mutu Air Limbah di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. Vol.2 (1)
- Amalia Priska Tampubolon, R., Febrina, L., & Mulyawati, I. (2020). PENURUNAN KADAR BOD, COD dan TSS PADA AIR LIMBAH DOMESTIK DENGAN SISTEM CONSTRUCTED WETLAND MENGGUNAKAN TANAMAN KAYU APU (*Pistia stratiotes* L.) REDUCTION OF BOD, COD and TSS LEVELS IN DOMESTIC WASTEWATER WITH CONSTRUCTED WETLAND SYSTEM USING APU WOOD PLANT (*Pistia stratiotes* L.). Dalam Universitas Sahid Jakarta (Vol. 2, Nomor 1).
- Asdak, C. 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University Press : Yogyakarta
- Atiam. 2010. Kajian Ppola Aliran dan Penyebaran Polutan di Sungai. Tesis, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, UGM : Yogyakarta
- Aulia, G. N., Baharuddin., Dewi, I.P (2021). Analisis Sebaran Total Suspended Solid (TSS) Menggunakan Citra Sentinel 2 di Perairan Teluk Tamiang Kabupaten Kotabari Provinsi Kalimantan Selatan. Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan
- Baven, K. 2009. Environmental Modelling : an Uncertain Future. Taylor & Francis. London, UK.

- Chapra, S.C. and G.J. Pelletier. 2008. QUAL2K: A modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality (Beta Version): Documentation and Theory. Civil and Environmental Engineering Dept. Tufts University.
- Dewata and Adri. 2018. Water Quality Assessment and Determining the Carrying Capacity of Pollution Load Batang Kuranji River. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 335. Hal 1-9.
- Djoharam, Veybi., Riani, ETTY., Yani, M. (2018). Water quality analysis and pollution load capacity of Pesanggrahan River, province of DKI Jakarta. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20183338782>.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta : Kanisius.
- Fertrisinanda, F., Wahyono, H. (2012). Pengaruh Saluran Drainase Terhadap Pencemaran Lingkungan Permukiman di Sekitar Kawasan Industri Genuk Kota Semarang. Jurnal Teknik PWK. 1(1).
- Filliazati, M., Apriani, I., Zahara, T.A (2017). Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball dan Tanaman Kiambang
- Irsanda, P. G. R, dkk. 2014. Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo Dengan Metode Qual2KW. Jurnal Teknik POMITS Vol 3(1) : 2337 – 3539.
- Koniyo, Y. (2020). Analisis Kualitas Air Pada Lokasi Budidaya Ikan Air Tawar Di Kecamatan Suwawa Tengah. Jurnal Technopreneur (JTech), 8(1), 52–58. <https://doi.org/10.30869/jtech.v8i1.527>.
- Kusuma, Febriana Ika. 2014. Karakteristik Kualitas Air Sungai Winongo DAS Opak Setelah Melewati Kawasan Perkotaan Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2012 – 2014. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Laniak , G.F., Olchin, G., Goodal, J., Volnov, A., Hill, M., Glynn, P., Whelan, G., Geller, G., Quinn, N., Blind, M., Peckham, S., Reaney, S., Gaber, N., Kennedy, R., Hughes, A. 2013. Integrated Environmental Modeling: A

vision and Roadmap for the Future. *Environmental Modelling & Software*, 39, pp: 3-23.

M. Ghufran H. Kordi K., & Tancung, A. B. (2007). *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budi Daya Perairan*. Rineka Cipta.

Mardhia, D., Abdullah, V. (2018). Studi Anslidid Kualits Air Sungai Brangbiji Sumbawa Besar. *Jurnal Biologi Tropis*, 18 (2).

Marthika, M., & Sudiro, L. ; (t.t.). *PERBAIKAN KUALITAS SUNGAI METRO DENGAN SISTEM WETLAND*.

Pangestu, R., Riani, E., Effendi, H. (2017). Estimasi Beban Pencemaran Point Source dan Limbah Domestik di Sungai Kalibaru Timur Provinsi DKI Jakarta, Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(3).

Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 22 tahun 2007 tentang Penetapan Kelas Air Sungai di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Peraturan Pemerintah RI No 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai [JDIH BPK RI].

Peraturan Pemerintah RI No 38 Tahun 2011 tentang Sungai.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air.

Purwanto., Pujiwinarko, A. 2021. *Pemodelan Lingkungan : Teori dan Aplikasi*. Semarang : Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro.

Rezagama, Arya., Sarminingsih, Anik., Rahmadani, Ajeng R., Aini, Afifah N. 2019. Pemodelan Peningkatan Kualitas Air Sungai melalui Variasi Debit Suplesi. *Jurnal Teknik UNDIP Vol 40, No 2*. Hal 106-114.

- Samudro, S., Agustiniingsih, D., & Sasongko, S. B. (2012). ANALISIS KUALITAS AIR DAN STRATEGI PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR SUNGAI BLUKAR KABUPATEN KENDAL. *Jurnal Presipitasi*, 9(2), 1–106. [http://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/270/180530101715Petunjuk Teknis Restorasi Kualitas Air Sungai.pdf](http://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/270/180530101715PetunjukTeknisRestorasiKualitasAirSungai.pdf).
- Said, Nursaidaman. 2017. *Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Jakarta : Erlangga.
- Setiawan, Dody., Dharma, Sila IGB., Suyarsa, I Wayan B. 2017. Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Badung di Desa Dauh Puri Kota Denpasar dengan Model QUAL2Kw. *Jurnal Ecotrophic Vol 11 No 2*. Hal 116-124.
- Staddal I., Haridjaja O., Hidayat Y. 2016. Analisis Debit Aliran Sungai DAS Bila Sulawesi Selatan. *Jurnal Sumber Daya Air Vol. 12 No 2*, 117 – 130.
- Sutrisno AJ., Kaswanto RL., Arifi HS. 2018. Spatial and Temporal Distribution of Nitrate Concentration in Ciliwung River, Bogor City. *IOP Conf. Series : Earth and Environmental Science*. 179.
- Syahril. (2016). Sumber Polusi Titik Dan Tersebar (Point and Nonpoint Source Polution) Terhadap Pencemaran Air bawah Permukaan. *Prosiding Seminar Nasional “Pelestarian Lingkungan & Mitigasi Bencana”*
- Winarsih., Emiyarti., Afu, L.O.A. (2016). Distribusi Total Suspended Solid Permukaan di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Sapa Laut*, 1 (2).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Debit dan Konsentrasi *Non Point Source* :

Perhitungan Debit *Non Point Source*

Debit Non Point Source			
TITIK	KETERANGAN	Q NPS input	Q NPS
Titik 1	PERTANIAN	1,12	0,009065
Titik 2	PERIKANAN	1,3	0,0525
Titik 3	LIMBAH DOMESTIK	0,163	0,19444
Titik 4	LIMBAH DOMESTIK	1,253	1,24444
Titik 5	LIMBAH DOMESTIK	1,14	1,133
Titik 8	PERTANIAN	0,2	0,0010

a) *Non Point Source* 1 Pertanian

Diketahui :

- Luas Lahan = 12,25 Ha
- Kebutuhan air irigasi = 0,74 Liter/detik/Ha = 0,00074 m³/detik (Iwan Juliardi dan Ade Ruskandar, 2006)

Penyelesaian

$$\begin{aligned} Q_{\text{pertanian}} &= \text{Luas Lahan} \times \text{Jumlah Kebutuhan air irigasi} \\ &= 12,25 \text{ Ha} \times 0,00074 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,009065 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

b) *Non Point Source* 2 Perikanan

Diketahui :

- Luas Kolam Ikan = 250 m²
- Kebutuhan air kolam ikan = 21 L/detik untuk 100 m² = 0,0021 m³/detik (Chairil Fachrurazie, 2005)

Penyelesaian

$$\begin{aligned} Q_{\text{in}} &= \text{Luas Kolam Ikan} \times \text{Kebutuhan air kolam ikan} \\ &= 250 \text{ m}^2 \times 0,0021 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,0525 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{out} &= 50\% \times Q_{in} \\
 &= 0,0525 \text{ m}^3/\text{detik} \times 50\% \\
 &= 0,0263 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

c) *Non Point Source* 3 Limbah Domestik

Diketahui :

- Jumlah penduduk = 175 jiwa
- Kebutuhan air penduduk = 120 L/hari
- Faktor air limbah = 80% (Nila Aliefia Fadly, 2008)

Penyelesaian

Qlimbah domestik

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Jumlah Penduduk} \times \text{Kebutuhan air penduduk} \times \text{faktor air limbah}}{86400} \\
 &= \frac{175 \text{ Jiwa} \times 120 \frac{\text{l}}{\text{hari}} \times 80\%}{86400} = 0,19444 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

d) *Non Point Source* 4 Limbah Domestik

Diketahui :

- Jumlah penduduk = 1120 jiwa
- Kebutuhan air penduduk = 120 L/hari
- Faktor air limbah = 80% (Nila Aliefia Fadly, 2008)

Penyelesaian

Qlimbah domestik

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Jumlah Penduduk} \times \text{Kebutuhan air penduduk} \times \text{faktor air limbah}}{86400} \\
 &= \frac{1120 \text{ Jiwa} \times 120 \frac{\text{l}}{\text{hari}} \times 80\%}{86400} = 1,24444 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

e) *Non Point Source* 5 Limbah Domestik

Diketahui :

- Jumlah penduduk = 1020 jiwa
- Kebutuhan air penduduk = 120 L/hari
- Faktor air limbah = 80% (Nila Aliefia Fadly, 2008)

Penyelesaian

Qlimbah domestik

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Jumlah Penduduk} \times \text{Kebutuhan air penduduk} \times \text{faktor air limbah}}{86400} \\ &= \frac{1020 \text{ jiwa} \times 120 \frac{\text{L}}{\text{hari}} \times 80\%}{86400} = 1,133 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

f) *Non Point Source* 6 Pertanian

Diketahui :

- Luas Lahan = 1,41 Ha
- Kebutuhan air irigasi = 0,74 Liter/detik/Ha = 0,00074 m³/detik (Iwan Juliardi dan Ade Ruskandar, 2006)

Penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Qpertanian} &= \text{Luas Lahan} \times \text{Jumlah Kebutuhan air irigasi} \\ &= 1,41 \text{ Ha} \times 0,00074 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,0010 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Perhitungan Konsentrasi *Non Point Source*

a) *Non Point Source* 1 Pertanian

Perhitungan Potensi Beban Pencemaran (PBP) lahan pertanian didapatkan dengan persamaan berikut (Sampe,2018) :

$$\text{PBP (kg/hari)} = \text{Luas lahan (ha)} \times \text{Faktor Effluent (kg/hari)} \times 10\%$$

Limbah Pertanian	Faktor Effluent (kg/ha/musim tanam)
BOD	225
N	20
P	10
TSS	0,04
Pestisida	0,08

* COD diperoleh dengan mengkalikan BOD dengan 1,5

Keterangan :

- Luas Lahan = 12,25 ha
- Nilai COD = 225 x 1,5 = 337,5 kg/hari

- COD

$$\begin{aligned} \text{PBP (kg/hari)} &= 337,5 \text{ kg/hari} \times 12,25 \text{ ha} \times 10\% \\ &= 413 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$C = \text{BP}/Q$$

$$= \frac{413}{0,009065} = 45608 \text{ mg/L}$$

- TSS

$$\begin{aligned} \text{PBP (kg/hari)} &= 0,04 \text{ kg/hari} \times 12,25 \text{ ha} \times 10\% \\ &= 0,049 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$C = \text{BP}/Q$$

$$= \frac{0,049}{0,009065} = 5,4 \text{ mg/L}$$

b) *Non Point Source* 2 Perikanan

Kolam	PH	Suhu (°C)	K	TSS (g/L)	TDS (g/L)	DO (ppm)	S (%)	CO ₂ (ppm)	BOD (mg/L)
Standar PP No. 2 th 2011	6-9	22-32	-	0,5	1	8-9	0,5-30	< 5	>3
1	7,4	26	66	2,27*	54,2*	8,1	25	3,0	2,12*
2	7,5	26	66	2,33*	56,7*	8,9	25	3,0	2,04*
3	8,1	26	66	2,38*	59,0*	7,1*	25	3,1	1,85*

Keterangan : K : Kelembaban S : Salinitas * : Melebihi Standar

Sumber : Rohman F. dkk. 2019

- COD

Nilai COD diambil dari nilai BOD dikali dengan 1,5

$$\begin{aligned} \text{COD Perikanan} &= \frac{2,12 + 2,04 + 1,85}{3} = 2 \\ &= 2 \times 1,5 = 3 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- TSS

$$\text{TSS} = \frac{2,27 + 2,33 + 2,38}{3} = 2,3 \text{ mg/L}$$

c) *Non Point Source* 3 Limbah Domestik

No	Parameter	Faktor Emisi (g/orang/hari)
1.	TSS	38
2.	BOD	40
3.	COD	55
4.	Total-N	1,95
5.	Total-P	0,21

Sumber: Iskandar, 2007

Faktor emisi (generation load) penduduk:

- BOD = 40 gr/orang/hari
- COD = 55 gr/orang/hari = 0,055 kg/hari
- TSS = 38 gr/orang/hari = 0,038 kg/hari

Rasio ekivalen kota (discharge load):

- Kota = 1
- Pinggiran Kota = 0,8125
- Pedalaman = 0,625

Alpha (α) : Koefesien transfer beban (delivery load)

- Nilai $\alpha = 1$, digunakan untuk daerah yang lokasinya berjarak antara sampai 100 meter dari sungai,
- Nilai $\alpha = 0,85$, untuk lokasi yang berjarak diantara 100 – 500 meter dari sungai
- Nilai $\alpha = 0,3$, untuk lokasi yang berjarak lebih besar dari 500 meter dari sungai.

-

- COD

$$\text{PBP (kg/hari)} = \text{Jumlah Penduduk} \times \text{faktor effluent} \times \text{Faktor ekivalen} \times \alpha$$

$$= 175 \times 0,055 \times 1 \times 1$$

$$= 10 \text{ kg/hari}$$

$$C = \text{BP/Q}$$

$$= \frac{10}{0,19444} = 50 \text{ mg/L}$$

- TSS

$$\text{PBP (kg/hari)} = 175 \times 0,038 \times 1 \times 1$$

$$= 7 \text{ kg/hari}$$

$$C = \frac{7}{0,19444} = 34,2 \text{ mg/L}$$

d) *Non Point Source* 4 Limbah Domestik

- COD

$$\text{PBP (kg/hari)} = 1120 \times 0,055 \times 1 \times 1$$

$$= 61,6 \text{ kg/hari}$$

$$C = \frac{61,6}{1,24444} = 50 \text{ mg/L}$$

- TSS

$$\text{PBP (kg/hari)} = 1120 \times 0,038 \times 1 \times 1$$

$$= 39 \text{ kg/hari}$$

$$C = \frac{39}{1,24444} = 34,2 \text{ mg/L}$$

e) *Non Point Source* 5 Limbah Domestik

- COD

$$\text{PBP (kg/hari)} = 1020 \times 0,055 \times 1 \times 1$$

$$= 56,1 \text{ kg/hari}$$

$$C = \frac{56,1}{1,133} = 50 \text{ mg/L}$$

- TSS

$$\text{PBP (kg/hari)} = 1020 \times 0,038 \times 1 \times 1$$

$$= 39 \text{ kg/hari}$$

$$C = \frac{7,6}{1,133} = 34,2 \text{ mg/L}$$

f) Non Point Source 6 Pertanian

- COD

$$\text{PBP (kg/hari)} = 337,5 \text{ kg/hari} \times 1,41 \text{ ha} \times 10\%$$

$$= 48 \text{ kg/hari}$$

$$C = \text{BP}/Q$$

$$= \frac{48}{0,0010} = 45608 \text{ mg/L}$$

- TSS

$$\text{PBP (kg/hari)} = 0,04 \text{ kg/hari} \times 1,41 \text{ ha} \times 10\%$$

$$= 0,006 \text{ kg/hari}$$

$$C = \text{BP}/Q$$

$$= \frac{0,006}{0,0010} = 5,41 \text{ mg/L}$$

Lampiran 2 Data QUAL2Kw :

a. Data Reach

Reach Label	Downstream end of reach label	Number	Reach length (km)	Downstream		Downstream location (km)	Elevation		Downstream				
				Latitude	Longitude		Upstream (m)	Downstream (m)	Degrees	Minutes	Seconds	Degrees	Longitude Minutes
Segmen 1	TITIK HULU	0				32,780	630,000	630,000	-7,00	-37	-28	110,00	24
Segmen 2	Titik 2	1	12,00	-7,72	110,39	20,780	230,000	230,000	-7,00	-43	-16	110,00	23
Segmen 3	Titik 3	2	9,82	-7,79	110,37	10,960	230,000	100,000	-7,00	-47	-22	110,00	22
Segmen 4	Titik 4	3	1,21	-7,80	110,37	9,750	100,000	90,000	-7,00	-47	-59	110,00	22
Segmen 5	Titik 5	4	0,93	-7,81	110,37	8,820	90,000	80,000	-7,00	-48	-23	110,00	22
Segmen 6	Titik 6	5	1,20	-7,82	110,37	7,620	80,000	70,000	-7,00	-49	0	110,00	22
Segmen 7	Titik 7	6	4,50	-7,85	110,38	3,120	70,000	60,000	-7,00	-51	-7	110,00	22
Segmen 7	Titik 8	7	3,12	-7,87	110,38	0,000	60,000	50,000	-7,00	-52	-21	110,00	23

Reach Label	Longitude Minutes	Seconds	Weir		Rating Curves				Channel Slope	Manning Formula			
			Height (m)	Width (m)	Coefficient	Exponent	Coefficient	Exponent		Manning n	Bot Width m	Side Slope	Side Slope
Segmen 1	24	50	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00500	0,0400	6,00	0,00	0,00
Segmen 2	23	19	0,6000	10,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00700	0,0500	14,00	0,00	0,00
Segmen 3	22	8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00003	0,0400	23,85	0,00	0,00
Segmen 4	22	15	1,0000	35,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00050	0,0500	20,04	0,00	0,00
Segmen 4	22	27	1,1000	24,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00060	0,0400	18,50	0,00	0,00
Segmen 5	22	27	0,7000	19,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00600	0,0500	19,00	0,00	0,00
Segmen 6	22	31	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00030	0,0500	10,02	0,00	0,00
Segmen 7	23	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00005	0,0400	16,80	0,00	0,00

b. Data Reach Rates

Reach number	Reach label	Prescribed Reaeration /d	ISS Settling Velocity m/d	Generic		Inorganic Suspended Solids		
				decay Rate /d	Settling Velocity m/d	mean mg/L	range/2 mg/L	time of max
1	Segmen 1	1,250			0,5	10,00		
2	Segmen 2	0,860			0,5	2,00		
3	Segmen 3	0,36			0,3	8,00		
4	Segmen 4	0,44	2	0,01	0,3	12,00		
5	Segmen 5	0,74			1,2	2,00		
6	Segmen 6	0,73	0,0001		3	480,00		
7	Segmen 7	1,15	2	0,1	0,3			

c. Data Temperatur Air

Upstream Label	Reach Label	Downstream Label	Reach Number	Upstream Distance km	Downstream Distance km	12:00 AM	1:00 AM	2:00 AM	3:00 AM	4:00 AM	5:00 AM
TITIK HULU	Segmen 1	Titik 2	1	32,78	20,78	26	26	26	26	26	26
	Segmen 2	Titik 3	2	20,78	10,96	27	27	27	27	27	27
	Segmen 3	Titik 4	3	10,96	9,75	28	28	28	28	28	28
	Segmen 4	Titik 5	4	9,75	8,82	27	27	27	27	27	27
	Segmen 5	Titik 6	5	8,82	7,62	26	26	26	26	26	26
	Segmen 6	Titik 7	6	7,62	3,12	26	26	26	26	26	26
	Segmen 7	Titik 8	7	3,12	0,00	25	25	25	25	25	25

6:00 AM	7:00 AM	8:00 AM	9:00 AM	10:00 AM	11:00 AM	12:00 PM	1:00 PM	2:00 PM	3:00 PM	4:00 PM	5:00 PM	6:00 PM
Interpolation is used to estimate values between the hourly inputs.)												
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

6:00 PM	7:00 PM	8:00 PM	9:00 PM	10:00 PM	11:00 PM
26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28
27	27	27	27	27	27
26	26	26	26	26	26
26	26	26	26	26	26
25	25	25	25	25	25

d. Data Point Source

Name	Location (km)	Point		Generic constituent		
		Abstraction	Inflow	mean	range/2	time of
		m ³ /s	m ³ /s	user defined	user defined	max
Drainase Titik 1	27,83	0,000000	0,1000	31,00		
Drainase Titik 2	20,59	0,000000	0,4500	25,70		
Drainase Titik 3	10,94	0,000000	0,1270	39,70		
Drainase Titik 5	8,70	0,000000	0,0200	41,10		
Drainase Titik 6	7,52	0,000000	0,4000	21,00		
Drainase Titik 7	3,10	0,000000	0,9000	1757,00		

e. Data Diffuse Source

Name	Up (km)	Down (km)	Diffuse		Temp C	Spec Cond umhos	Inorg SS mgD/L	Generic constituent user defined
			Abstraction	Inflow				
			m ³ /s	m ³ /s				
Pertanian Segmen 1	29,21	29,00	0,0000	1,1200	30,00	10,00	40,0	
Perikanan Segmen 2	15,55	15,42	0,0000	1,3000	30,00	42,00	45,0	
Limbah Domestik Segmen 3	10,39	10,29	0,0000	0,1630	31,00	25,00	95,0	
Limbah Domestik (Pemukiman) Segmen 4	9,49	8,97	0,0000	1,2530	29,00	2,00	20,0	
Limbah Domestik (Pemukiman) Segmen 5	8,40	7,90	0,0000	1,1400	30,00	5,00	40,0	
Perikanan Segmen 7	3,08	2,75	0,0000	0,2000	30,00	1,20	6000,0	

f. Data Hidrolik Sungai Code

Distance x(km)	Q-data m ³ /s	H-data m	U-data m/s	Travel time data (d)
32,780	0,450	0,150	0,500	0,000
20,780	2,080	0,900	0,165	0,000
10,960	3,430	1,030	0,140	0,000
9,750	3,750	1,250	0,150	0,000
8,820	5,000	1,500	0,180	0,000
7,620	6,140	1,200	0,270	0,000
3,120	6,690	1,680	0,350	0,000
0,000	7,880	1,970	0,283	0,000

g. Data Parameter COD dan TSS

Distance km	Cond (umhos) data	ISS (mgD/L) data	Generic constituent user defined
32,780		38,00	13,50
20,780		16,00	14,80
10,960		23,00	14,10
9,750		21,00	19,00
8,820		14,00	18,70
7,620		13,00	18,70
3,120		15,00	15,40
0,000		10,00	28,40

Lampiran 3 Pergub DIY :

a. Pergub DIY No 22 Tahun 2007

Bagian Ketujuh
Sungai Code

Pasal 10

- (1) Sungai Code mulai dari bagian hulu kearah hilir sampai pertemuan Sungai Boyong dengan Sungai Trasi di Dusun Dayakan, Sardonoarjo, Ngaglik, Sleman menurut peruntukannya sebagai sungai kelas satu.

- (2) Sungai Code mulai pertemuan Sungai Boyong dengan Sungai Trasi di Dusun Dayakan, Sardonoarjo, Ngaglik, Sleman kearah hilir sampai Kampung Surokrasan, Wirogunan, Mergangsan, Yogyakarta menurut peruntukannya sebagai sungai kelas dua.

- (3) Sungai Code mulai Kampung Surokrasan, Wirogunan, Mergangsan, Yogyakarta kearah hilir sampai pertemuan dengan Sungai Opak di Dusun Kembangsono, Trimulyo, Jetis, Bantul menurut peruntukannya sebagai sungai kelas tiga.

b. Pergub DIY No 20 Tahun 2008

LAMPIRAN
PERATURAN GUBERNUR
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
NOMOR 20 TAHUN 2008
TANGGAL 14 AGUSTUS 2008

BAKU MUTU AIR DI PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

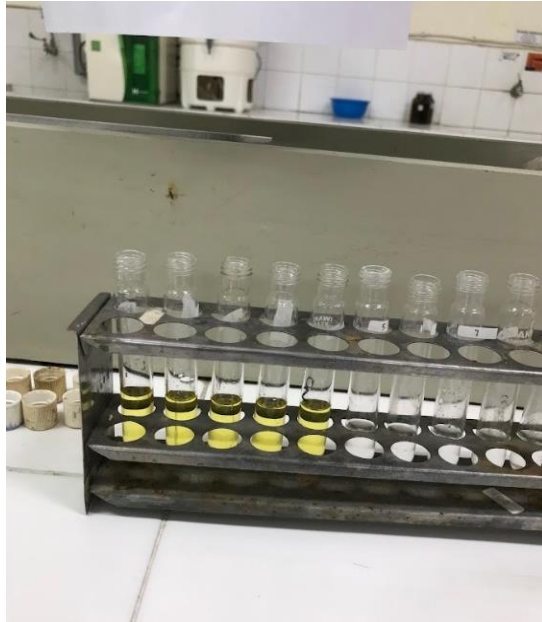
Parameter Baku Mutu Air DIY	Satuan	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV	Keterangan
		KANDUNGAN				
FISIKA						
Temperatur	°C	±3°C terhadap suhu udara	±3°C terhadap suhu udara	±3°C terhadap suhu udara	±3°C terhadap suhu udara	Deviasi temperatur dari keadaan alamiah
Bau		tidak berbau	(x)	(x)	(x)	
Kekeruhan	NTU	5	(x)	(x)	(x)	
Warna	TCU	50	100	(x)	(x)	
Residu Terlarut (TDS)	mg/L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	0	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/L
KIMIA						
pH		6-8,5	6-8,5	6-9	5-9	
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	5	4	0	Angka batas minimum
Fosfat	mg/L	0,2	0,2	1	5	
Nitrat	mg/L	10	10	20	20	
						Bagi perikanan kandungan

Lampiran 4 Dokumentasi Pengambilan Sampel Air :



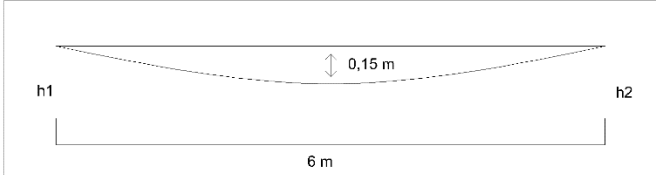
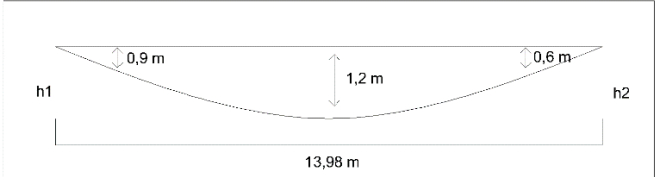
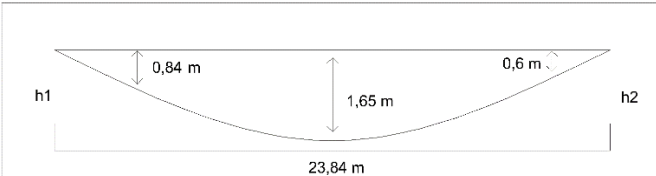
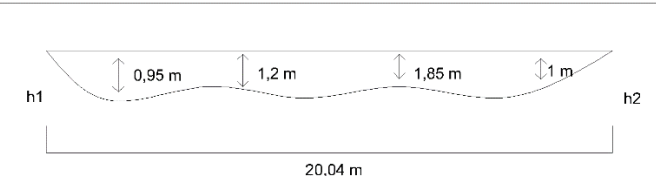
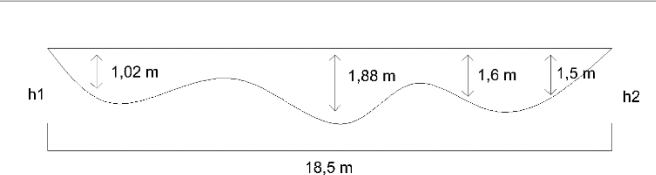


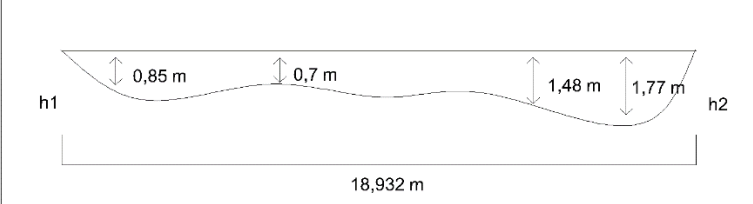
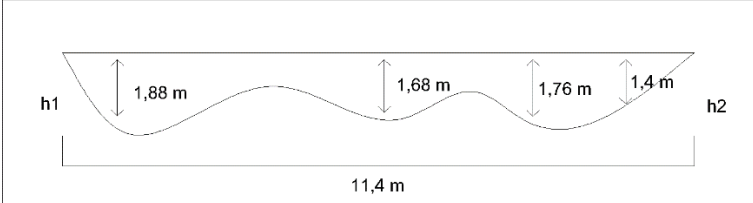
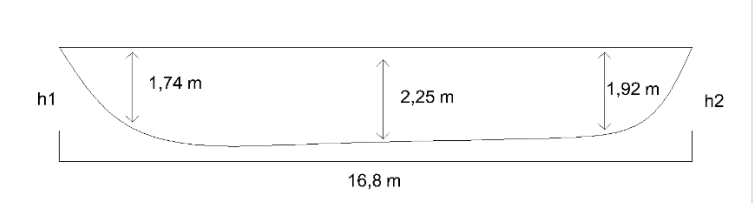
Lampiran 5 Dokumentasi Pada Saat di Laboratorium :





Lampiran 6 Penampang Basah Sungai Code

No	Lokasi Titik Pengambilan Sampel	Penampang Basah
1	Jembatan Boyong, Pakem, Sleman	 <p>Keterangan : h : ketinggian muka air sungai h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan) h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p>
2	Jembatan Ngentak, Sariharjo, Ngaglik Sleman	 <p>Keterangan : h : ketinggian muka air sungai h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan) h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p>
3	Jembatan Kewek, Kotabaru	 <p>Keterangan : h : ketinggian muka air sungai h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan) h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p>
4	Jembatan Sayidan Gondomanan, Ngupasan, Pakualaman, Yogyakarta	 <p>Keterangan : h : ketinggian muka air sungai h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan) h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p>
5	Jembatan Keparakan, Mergangsan, Yogyakarta	 <p>Keterangan : h : ketinggian muka air sungai h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan) h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p>

6	<p style="text-align: center;">Jembatan Tungkak, Mergangsan, Yogyakarta</p>	 <p>Keterangan : h : ketinggian muka air sungai h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan) h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p>
7	<p style="text-align: center;">Jembatan Abang Ngoto, Sewon, Bantul</p>	 <p>Keterangan : h : ketinggian muka air sungai h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan) h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p>
8	<p style="text-align: center;">Jembatan Pacar Wonokromo, Pleret, Bantul</p>	 <p>Keterangan : h : ketinggian muka air sungai h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan) h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p>

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Brebes, 20 Mei 2001. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Kaprawi dan Ibu Sunijah. Penulis menempuh pendidikan di SD Negeri 01 Kedunguter Brebes pada tahun 2007 – 2013. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 02 Brebes pada tahun 2013 – 2016 dan di SMA Negeri 02 Brebes pada tahun 2016 – 2019. Setelah lulus dari jenjang SMA, penulis melanjutkan studi di Universitas Islam Indonesia dengan mengambil jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan pada tahun 2019. Beberapa kegiatan yang pernah dilakukan saat menjadi mahasiswa adalah pernah menjadi panitia Pesona Taaruf UII Tahun 2020 dan menjadi panitia pada acara internal Teknik Lingkungan. Penulis melaksanakan Kerja Praktek di PT Indonesia Power Pro Pomu Tanjung Priok, topik yang diambil adalah Program Penilaian Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup (PROPER) . Peneliti pernah mengikuti pelatihan “Penggunaan Software Qual2Kw Versi 5.1” yang diadakan oleh Smart Eduplex Courses. Kemudian pada bulan Desember 2022 – Maret 2023 peneliti melakukan penelitian terkait Analisis Daya Tampung Beban Pencemar COD dan TSS di Sungai Code dengan Qual2Kw, sebagai syarat menyelesaikan studi strata 1 di Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.