

TUGAS AKHIR
ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR
AMONIA DAN FOSFAT DI SUNGAI CODE DENGAN
QUAL2Kw

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



DANY YUSUF LAKSONO
19513192

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

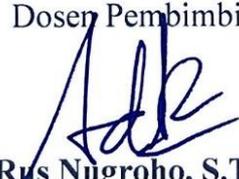
TUGAS AKHIR
ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR
AMONIA DAN FOSFAT DI SUNGAI CODE DENGAN
QUAL2KW

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



DANY YUSUF LAKSONO
19513192

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
AMONIA DAN FOSFAT DI SUNGAI CODE DENGAN
QUAL2Kw**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Senin

Tanggal : 21 Agustus 2023

Disusun Oleh :

DANY YUSUF LAKSONO

19513192

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, 21 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Dany Yusuf Laksono

NIM: 19513192

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini dengan judul “Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Amonia dan Fosfat di Sungai Code Dengan QUAL2Kw” berhasil diselesaikan.

Dalam penulisan laporan ini penulis ucapkan terima kasih dan syukur kepada pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini, maka penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku pembimbing yang telah membantu memberi arahan dan masukan pada penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng. dan Bapak Hudori S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran dan arahan kepada penulis.
3. Seluruh anggota keluarga penulis yang telah memberikan doa dan support selama perkuliahan ini.
4. Mas Heri selaku staf jurusan Teknik lingkungan yang telah membantu penulis dalam administrasi selama penyelesaian tugas akhir ini.
5. Seluruh staf laboratorium Kualitas Air FTSP UII yang telah membantu penulis selama di laboratorium.
6. Ratih dan Warga Bopan selaku rekan tugas akhir yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Bagas dan Alina selaku teman perkuliahan yang telah membantu penulis dalam pengambilan sampel beban pencemar di Sungai Code.

Yogyakarta, 22 Agustus 2023

Dany Yusuf Laksono

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

Dany Yusuf Laksono. Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Amonia dan Fosfat di Sungai Code Dengan QUAL2Kw. Dibimbing oleh Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.

Sungai Code merupakan salah satu sungai yang dikelilingi oleh permukiman padat di daerah Yogyakarta. Dengan meningkatnya aktivitas manusia, maka mengakibatkan perubahan guna lahan. Pola hidup masyarakat yang beragam juga berpotensi menghasilkan limbah sebagai beban pencemar di Sungai Code yang semakin besar dari waktu ke waktu. Dengan begitu, dapat menimbulkan dampak terhadap kelestarian lingkungan hidup yang di antaranya adalah menurunnya kualitas air. Menurunnya kualitas air Sungai Code terjadi karena terdapat masukan dari *point source* dan *diffuse source* berupa limbah domestik, limbah pertanian, limbah perikanan dan lainnya yang masuk ke badan sungai. Penelitian kali ini adalah memodelkan kualitas air Sungai Code dengan menggunakan *software* QUAL2Kw. Hasil pemodelan tersebut akan dianalisis untuk memperoleh jumlah beban pencemar di Sungai Code yang kemudian akan dilakukan perhitungan daya tampung beban pencemar. Pada penelitian ini, simulasi yang digunakan yakni simulasi 1 dengan kondisi sungai eksisting dan simulasi 2 dengan beban pencemar maksimum. Hasil perhitungan daya tampung menunjukkan bahwa untuk parameter Amonia, beban pencemar telah melebihi daya tampung pada segmen 4 (Ngupasan – Keparakan) sebesar 33,58 kg/hari, dan pada segmen 5 (Keparakan – Tungkak) sebesar 3,58 kg/hari. Sedangkan selain pada segmen tersebut telah memenuhi nilai DTBP. Untuk parameter Fosfat, pada segmen 1 hingga segmen 7 masih memiliki nilai daya tampung sebesar 69,73 kg/hari; 40,05 kg/hari; 12,54 kg/hari; 733,30 kg/hari; 99,09 kg/hari; 2,33 kg/hari; dan 401,12 kg/hari.

Kata kunci: Sungai Code, Daya Tampung, QUAL2Kw, Beban Pencemar.

ABSTRACT

Dany Yusuf Laksono. *Analysis Pollutant Load Capacity of Ammonia and Phosphate Contamination in the Code River Using the QUAL2Kw. Supervised by Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.*

The Code River is one of the rivers surrounded by dense settlements in the Yogyakarta area. With increasing human activity, it results in changes in land use. The diverse lifestyles of the community also have the potential to produce waste as a pollutant load on the Code River which is getting bigger from time to time. That way, it can have an impact on environmental sustainability, which includes decreasing air quality. The decline in the water quality of the Code River occurs because there is input from point sources and diffuse sources in the form of domestic waste, agricultural waste, fishery waste and others that enter the river body. This research is to model the water quality of the Code River using the QUAL2Kw software. The results of the modeling will be analyzed to obtain the total pollutant load in the Code River, which will then be calculated for the pollutant load carrying capacity. In this research, the simulation used is simulation 1 with the existing river conditions and simulation 2 with the maximum pollutant load. The results of the calculation of the carrying capacity show that for the ammonia parameter, the pollutant load has exceeded the carrying capacity in segment 4 (Ngupasan – Keparakan) of 33.58 kg/day, and in segment 5 (Keparakan – Tungkak) of 3,58 kg/day. Meanwhile, other than this segment, it has fulfilled the DTBP value. For the phosphate parameter, segments 1 to 7 still have a capacity value of 69.73 kg/day; 40,05 kg/day; 12.54 kg/day; 733,30 kg/day; 99.09 kg/day; 2,33 kg/day; and 401,12 kg/day.

Keywords: Code River, Capacity, QUAL2Kw, Pollutant Load.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Asumsi Penelitian.....	4
1.6 Ruang Lingkup	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)	6
2.2 Sungai Code	7
2.3 Kualitas Air	7
2.4 Pencemaran Air	8
2.5 Sumber Pencemar Air	8
2.6 Daya Tampung Beban Pencemar	9
2.7 Baku Mutu Air	10
2.8 Parameter Sumber Pencemar dalam Air Sungai	10
2.8.1 Amonia.....	11
2.8.2 Fosfat (PO ₄).....	12
2.9 Pemodelan Kualitas Air	13

2.10 <i>Software</i> QUAL2Kw.....	14
2.11 Penelitian Sebelumnya	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Tahapan Penelitian	16
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	17
3.3 Observasi Lapangan dan Segmentasi Sungai.....	18
3.3.1 Observasi Lapangan	18
3.3.2 Segmentasi Sungai	19
3.4 Pengambilan Sampel Air.....	21
3.5 Pengumpulan Data	21
3.5.1 Data Primer	21
3.5.2 Data Sekunder	23
3.6 Metode Analisis Data	23
3.6.1 Input Data.....	24
3.6.2 Kalibrasi	25
3.6.3 Validasi.....	26
3.6.4 Simulasi Model	26
3.6.5 Perhitungan Beban Pencemar.....	28
3.6.6 Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian dan Titik Sampling	30
4.2 Kondisi Hidrolik Sungai Code	39
4.2.1 Debit Sungai Code	40
4.3 Kondisi Kualitas Air Sungai Code.....	44
4.3.1 Temperatur Air.....	44
4.3.2 Derajat Keasaman (pH).....	46

4.3.3 Amonia (NH ₄)	48
4.3.4 Fosfat (PO ₄).....	51
4.4 Sumber Pencemar Sungai Code	54
4.5 Pemodelan Kualitas Air Sungai Code Menggunakan QUAL2KW	57
4.5.1 Input Data Sebelum Kalibrasi Model.....	58
4.5.2 Hasil Kalibrasi Model	62
4.5.3 Hasil Validasi Model.....	67
4.5.4 Hasil Simulasi Model	71
4.6 Analisis Daya Tampung Beban Pencemar	77
4.6.1 Beban Pencemar	77
4.6.2 Daya Tampung Beban Pencemar	79
4.7 Penurunan Beban Pencemar	82
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	87
5.1 Simpulan.....	87
5.2 Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN A PERATURAN GUBERNUR DIY	97
LAMPIRAN B DOKUMENTASI KEGIATAN SAMPLING	99
LAMPIRAN C DOKUMENTASI KEGIATAN LABORATORIUM	100
LAMPIRAN D DATA SUMBER PENCEMAR.....	101
LAMPIRAN E KONDISI PENAMPANG SUNGAI CODE	105
LAMPIRAN F <i>WORKSHEET</i> QUAL2Kw.....	108
RIWAYAT HIDUP	112

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Titik Lokasi dan Koordinat Penelitian	18
Tabel 3. 2 Parameter Uji Kualitas Air Sungai.....	22
Tabel 3. 3 Worksheet QUAL2Kw.....	24
Tabel 3. 4 Simulasi Model	27
Tabel 4. 1 Titik lokasi sampling Sungai Code	31
Tabel 4. 2 Kondisi Lokasi Pengambilan Sampel Sungai Code.....	33
Tabel 4. 3 Data Hidrolik Sungai Code	40
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Temperatur Air Sungai Code.....	45
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran pH Sungai Code.....	47
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Amonia Air Sungai Code.....	49
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Fosfat Air Sungai Code	51
Tabel 4. 8 Sumber Pencemar Sungai Code	55
Tabel 4. 9 Nilai Koefisien Kalibrasi.....	63
Tabel 4. 10 Hasil Validasi Data Debit Sungai Code	68
Tabel 4. 11 Hasil Validasi Data Velocity Sungai Code	68
Tabel 4. 12 Hasil Validasi Data Depth Sungai Code	69
Tabel 4. 13 Hasil Validasi Data Amonia Sungai Code	70
Tabel 4. 14 Hasil Validasi Data Fosfat Sungai Code.....	70
Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Beban Pencemar Amonia Skenario 1	78
Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Beban Pencemar Fosfat Skenario 1	78
Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Beban Pencemar Amonia Skenario 2	79
Tabel 4. 18 Hasil Perhitungan Beban Pencemar Fosfat Skenario 2.....	79
Tabel 4. 19 Hasil Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar	80
Tabel 4. 20 Hasil Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar Fosfat	81
Tabel 4. 21 Beban Pencemar yang Perlu Diturunkan	82
Tabel 4. 22 Potensi Eceng Gondok dalam penurunan kadar amonia di berbagai jenis air limbah	84

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	16
Gambar 3. 2 Titik Lokasi Sampling Sungai Code	17
Gambar 3. 3 Sketsa Segmentasi Sungai Code.....	20
Gambar 4. 1 Nilai Debit Sungai Code.....	41
Gambar 4. 2 Mass Balance.....	42
Gambar 4. 3 Perbandingan Nilai Temperatur Air Sungai Code dengan Baku Mutu	45
Gambar 4. 4 Perbandingan Grafik Nilai pH Air Sungai Code dengan Baku Mutu	47
Gambar 4. 5 Nilai Amonia Sungai Code.....	49
Gambar 4. 6 Nilai Fosfat Sungai Code	52
Gambar 4. 7 Model Debit sebelum kalibrasi.....	59
Gambar 4. 8 Model Kecepatan Aliran sebelum kalibrasi	59
Gambar 4. 9 Model Kedalaman sebelum kalibrasi	60
Gambar 4. 10 Model Amonia sebelum Kalibrasi.....	60
Gambar 4. 11 Model Fosfat sebelum kalibrasi	61
Gambar 4. 12 Hasil Kalibrasi Data Debit Sungai Code.....	64
Gambar 4. 13 Hasil Kalibrasi Data Kecepatan Sungai Code.....	64
Gambar 4. 14 Hasil Kalibrasi Data Kedalaman Sungai Code.....	65
Gambar 4. 15 Hasil Kalibrasi Data Amonia Sungai Code.....	65
Gambar 4. 16 Hasil Kalibrasi Fosfat Sungai Code	66
Gambar 4. 17 Hasil Simulasi 1 Skenario Amonia	72
Gambar 4. 18 Hasil Simulasi 1 Parameter Fosfat	73
Gambar 4. 19 Hasil Simulasi 2 Parameter Amonia	76
Gambar 4. 20 Hasil Simulasi 2 Parameter Fosfat	76
Gambar 4. 21 Grafik Daya Tampung Beban Pencemar Amonia.....	80

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008.....	97
Lampiran 2 Peraturan Gubernur DIY No. 22 Tahun 2007.....	98
Lampiran 3 Dokumentasi Pengambilan Sampel	99
Lampiran 4 Dokumentasi Kegiatan Laboratorium.....	100
Lampiran 5 Data Kualitas Sumber Pencemar Berdasarkan Penelitian Sebelumnya.	101
Lampiran 6 Perhitungan Debit Diffuse Source	103
Lampiran 7 Penampang Basah Sungai Code.....	105
Lampiran 8 Worksheet QUAL2Kw	108

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penelitian ini dilakukan di Sungai Code yang berada di Daerah Istimewa Yogyakarta dari hulu hingga hilir. Secara administratif Sungai Code mengalir melintasi Kabupaten Sleman (bagian hulu), Kota Yogyakarta (bagian tengah), dan Kabupaten Bantul (bagian hilir). (Imroatushshoolikhah dkk, 2014). Bagian hulu Sungai Code didominasi oleh kegiatan pertanian, untuk bagian tengah merupakan daerah permukiman yang padat penduduk dan industri, kemudian bagian hilir Sungai Code merupakan daerah pertanian dan permukiman. Menurut PERGUB DIY No. 22 Tahun 2007, klasifikasi mutu air Sungai Code ditetapkan menjadi 3 kelas. Mulai dari bagian hulu (boyong – trasi) diperuntukkan sebagai sungai kelas satu. Bagian tengah (trasi – mergangsan) diperuntukkan sebagai sungai kelas dua. Bagian hilir (mergangsan – jetis) diperuntukkan sebagai sungai kelas tiga.

Sungai Code merupakan salah satu sungai yang dikelilingi oleh permukiman padat di daerah Yogyakarta. Dengan meningkatnya aktivitas manusia, maka mengakibatkan perubahan guna lahan. Pola hidup masyarakat yang beragam juga berpotensi menghasilkan limbah domestik sebagai beban pencemar di Sungai Code yang semakin besar dari waktu ke waktu. Dengan begitu, dapat menimbulkan dampak terhadap kelestarian lingkungan hidup yang di antaranya adalah menurunnya kualitas air. (Agustiningsih, 2012). Upaya yang dilakukan dalam Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH) yaitu menjaga kualitas lingkungan hidup agar tidak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan dengan melaksanakan pemantauan kualitas lingkungan yang telah diatur dalam UU No. 32 Tahun 2009. (Dinas Lingkungan Hidup, 2021). Objek yang dikaji dalam melakukan perlindungan dan pengelolaan kualitas lingkungan pada studi penelitian ini adalah Sungai Code.

Keseimbangan ekosistem di sekitar Sungai Code dipengaruhi dengan meningkatnya intensitas kegiatan di sepanjang aliran Sungai. Berdasarkan pengamatan, permasalahan di perairan Sungai Code dimulai dari aktivitas di wilayah hulu seperti pertanian, dan perkebunan. Pada wilayah tengah sungai terdapat masukan air limbah yang berasal dari kegiatan domestik dan air hujan yang membawa polutan dari daratan. Pada wilayah bagian hilir terdapat masukan air limbah yang berasal dari kegiatan domestik dan pertanian. Kegiatan pertanian dengan menggunakan pupuk dan pestisida dapat mempengaruhi kualitas air sungai yang masuk ke badan air Sungai Code. Kegiatan domestik dan pertanian berpotensi menghasilkan limbah dengan konsentrasi amonia dan fosfat yang tinggi. Mulai dari penggunaan deterjen, dan sisa penggunaan pupuk dan pestisida. Pada kegiatan perikanan, sisa pakan ikan yang terbuang juga berkontribusi menghasilkan konsentrasi amonia yang tinggi. Aktivitas yang menghasilkan limbah yang dilakukan secara terus menerus dapat memberikan dampak yang cukup besar terhadap ekosistem sungai. Pencemar yang dihasilkan dari setiap kegiatan akan dibawa oleh arus sungai menuju daerah hilir sungai. Dengan adanya terjunan di beberapa titik pemantauan, hal ini dapat meningkatkan oksigen terlarut (DO) sehingga dapat meningkatkan kemampuan pengolahan alami dari sungai. Sehingga, dilihat dengan sekilas bahwa Sungai Code tidak terlalu buruk.

Kualitas air Sungai Code yang tergolong masih cukup baik, namun tetap perlu dilakukan pengawasan dan pengendalian yang baik agar kualitas sungai tidak menurun dan menjadi tercemar. Dengan mengetahui jumlah Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) yang menjadi salah satu upaya dalam pengendalian sumber pencemaran sungai, maka dapat ditentukan batas maksimum limbah yang boleh dibuang ke sungai. Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) dapat ditentukan oleh hubungan antara beban pencemar dengan kondisi kualitas air sungai. Untuk dapat memprediksi nilai DTBP maka dapat menggunakan model yang menjadi *tools* yang mampu menirukan proses tersebut walaupun dengan menggunakan penyederhanaan

dan asumsi. Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar untuk dapat memperkirakan beban maksimum yang diperbolehkan masuk ke dalam badan air Sungai Code dan mengetahui seberapa besar penurunan parameter yang mempengaruhi kualitas air Sungai Code.

Untuk dapat memprediksi besaran nilai Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) di Sungai Code maka diperlukan suatu *software* yaitu QUAL2Kw. *Software* QUAL2Kw merupakan salah satu *software* pemodelan yang paling banyak digunakan dalam memprediksi kualitas air sungai. QUAL2Kw dapat mempresentasikan sungai dengan saluran satu dimensi dengan beban *non-uniform*, aliran *steady*, dan dapat membuat simulasi beban pencemar baik dari *point source* dan *diffuse source*. (Kori dkk, 2013). Menurut PERMENLH No. 1 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air, perhitungan dan penerapan DTBP pada sungai dapat digunakan pemodelan numerik dengan menggunakan *software* QUAL2Kw 5.1 yang dikembangkan oleh USEPA.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi terkini kualitas air Sungai Code untuk parameter Amonia dan Fosfat?
2. Bagaimana sumber pencemar pada *point source* dan *diffuse source* yang masuk ke dalam aliran Sungai Code?
3. Berapa besar daya tampung beban pencemar Sungai Code akibat beban pencemar Amonia dan Fosfat?
4. Bagaimana menentukan jumlah beban pencemar yang perlu diturunkan di Sungai Code?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kondisi terkini kualitas air Sungai Code untuk parameter Amonia dan Fosfat.
2. Mengidentifikasi sumber pencemar yang masuk ke dalam aliran Sungai Code.
3. Menghitung daya tampung beban pencemar amonia dan fosfat yang masuk ke Sungai Code.
4. Menentukan jumlah beban pencemar yang perlu diturunkan di Sungai Code agar sesuai dengan alokasi Daya Tampung Beban Pencemar.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan pengetahuan terkait penerapan metode QUAL2Kw sebagai *software* yang digunakan dalam pemodelan kualitas air di Sungai Code.
2. Dapat memberikan solusi alternatif kepada pemerintah khususnya pihak DLH DIY dalam pengelolaan kualitas air Sungai Code.
3. Memberikan informasi untuk peneliti selanjutnya terhadap kualitas air Sungai Code.

1.5 Asumsi Penelitian

Penelitian ini dilakukan analisis dalam menentukan besaran daya tampung sungai terhadap beban cemaran yang masuk ke dalam sungai sebagai upaya serta strategi dalam pengelolaan kualitas air sungai menggunakan *software* QUAL2Kw.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di Sungai Code, Yogyakarta.
2. Pengambilan sampel dimulai dari jembatan boyong (hulu) hingga jembatan pacar wonokromo (hilir).
3. Waktu pengambilan sampel (*sampling*) dilaksanakan pada bulan Januari 2023 hingga Februari 2023.
4. Pengambilan sampel air Sungai Code berdasarkan SNI 6989.57:2008 tentang metode pengambilan contoh air permukaan.
5. Parameter pencemar air yang diuji adalah Amonia dan Fosfat.
6. Pengujian parameter Amonia berdasarkan SNI 06-6989.30-2005 tentang Cara Uji kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat.
7. Pengujian parameter Fosfat berdasarkan SNI 06-6989.31-2021 tentang Cara Uji kadar ortofosfat dan total fosfor menggunakan spektrofotometer dengan reduksi asam askorbat.
8. Menggunakan *software* QUAL2Kw versi 5.1 sebagai pemodelan air Sungai Code untuk perhitungan daya tampung beban pencemaran Sungai Code.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Menurut Peraturan Pemerintah No 38 Tahun 2011 tentang Sungai, sungai adalah badan air yang alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air. Didefinisikan sebagai jaringan drainase yang membawa air dari hulu ke muara dan digambarkan di sisi kanan dan kirinya. Kondisi sungai dan DAS tidak dapat dipisahkan karena sungai merupakan reservoir aliran air yang selalu berada pada posisi terendah dalam lanskap bumi (DAS).

Diperkirakan sungai dapat memberikan banyak manfaat bagi alam dan kehidupan manusia. Manfaat keberadaan sungai disebut sebagai fungsi sungai. Sungai berfungsi sebagai sumber air dan penyimpanan untuk kebutuhan rumah, kebersihan lingkungan, industri, pertanian, pariwisata, olahraga, dan keperluan lainnya. Sedangkan peran sungai di alam adalah untuk mengendalikan banjir, mengisi kembali kualitas air, dan menyediakan habitat ekosistem flora dan satwa liar (PP No 38, 2011).

Sungai memiliki kapasitas untuk melakukan pemurnian secara alami. Melalui aktivitas biologis setiap organisme yang ada, proses pemurnian diri beroperasi untuk menghilangkan bahan organik, nutrisi tanaman, atau racun lain dari danau atau sungai. (Arbie dkk, 2015).

Air sungai dapat dikatakan tercemar apabila terdapat perubahan yang dapat diamati melalui:

1. Perubahan suhu air.
2. Perubahan pH.
3. Perubahan warna, bau dan rasa air.
4. Terdapat endapan, dan bahan terlarut.
5. Terdapat mikroorganisme.

6. Peningkatan radioaktivitas air lingkungan.

2.2 Sungai Code

Sungai Code adalah salah satu sungai yang melalui melalui wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dengan lokasi yang strategis, karena daerah aliran sungai (DAS) dan alur sungai melewati Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul. Sungai Code berhulu di kaki Gunungapi Merapi (Imroatushshoolikhah dkk, 2014). Pada bagian hulu Sungai Code didominasi oleh aktivitas pertanian, sedangkan pada bagian tengah lebih didominasi permukiman dengan penduduk yang padat. Sementara pada bagian hilir Sungai Code lebih didominasi area persawahan, permukiman, industri dan restoran (Marlina dkk, 2020).

Wilayah Sungai Code telah menjadi sasaran permukiman sebagai akibat dari meningkatnya kepadatan penduduk. Akibatnya, permasalahan di DAS Code menjadi semakin rumit. Mulai dari terjadinya pencemaran air sungai hingga penyempitan badan sungai, erosi yang parah, dan sedimentasi, hingga sering terjadi banjir di DAS Code. (Widodo dkk, 2013).

2.3 Kualitas Air

Kualitas air didefinisikan sebagai kemampuan air untuk memenuhi persyaratan tertentu untuk mencapai tujuan tertentu. Kualitas air mengacu pada keberadaan makhluk hidup, bahan kimia, energi, atau komponen lain di dalam air. Kualitas air dapat ditentukan dengan menggunakan pengujian air tertentu yang berupa uji kimia, uji biologi, uji fisik, dan uji kenampakan (bau dan warna) semuanya dapat dilakukan. Kualitas air dapat dinyatakan dengan berbagai parameter, antara lain fisik (suhu, kekeruhan, padatan terlarut, dan sebagainya), kimiawi (pH, oksigen terlarut, BOD, COD, dan sebagainya), dan biologis (bakteri, dan sebagainya). (Etik, 2011).

2.4 Pencemaran Air

Menurut Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang dimaksud pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sedemikian rupa sehingga melebihi baku mutu air yang ditetapkan dan menyebabkan kualitas air menurun sehingga air tidak dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya. Komponen pencemar air dapat berupa bahan pencemar padat, bahan organik dan anorganik, bahan sisa makanan, bahan cairan berminyak, dan bahan kimia. Menurut (Situmorang, 2017), Kualitas air dikatakan tercemar bila telah terdegradasi ke tingkat tertentu karena jumlah senyawa dalam air telah melebihi batas kualitas, sehingga air tidak dapat digunakan sebagaimana mestinya. (Anwariani, 2019)

2.5 Sumber Pencemar Air

Kegiatan pengendalian diperlukan karena adanya pencemaran pada air sungai. Pengendalian pencemaran air sungai berupa pencegahan dan pengendalian dalam pemulihan kualitas air, berupaya agar kualitas air tetap memenuhi kriteria kualitas yang ditetapkan.

Berdasarkan klasifikasinya, sumber pencemar air dibedakan menjadi 2 sumber, yaitu:

1) Sumber Pencemar Tertentu (*Point Source*)

Merupakan sumber pencemar yang lokasinya dapat ditentukan secara tepat. Pencemaran pada *point source* ini bersumber dari satu titik yang berada di sepanjang badan air (sungai). Menurut (Ji, 2008), sumber pencemaran *point source* mudah diidentifikasi karena biasanya keluar dari sebuah pipa pembuangan. Seperti pipa pembuangan dari IPAL pada limbah domestik, IPAL Industri, dan lainnya.

2) Sumber Pencemar Tak Tentu (*Diffuse Source*)

Merupakan sumber pencemar yang lokasi persisnya tidak dapat ditentukan. *Diffuse Source* berasal dari proses pengumpulan limbah yang berada di area sungai, hal ini dapat mengakibatkan penumpukan limbah dan dapat mencemari lingkungan sungai. Sumber *diffuse source* biasanya yang berasal dari pertanian, peternakan, perkebunan dan perikanan. Sumber *diffuse source* ini biasanya merupakan kumpulan dari beberapa kegiatan sederhana atau individu yang berpotensi menghasilkan air limbah yang tidak dapat dikategorikan sebagai sumber spesifik dalam inventarisasi sumber pencemar air.

2.6 Daya Tampung Beban Pencemar

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air, kemampuan air dalam suatu sumber air untuk mentolerir beban pencemar yang masuk tanpa mencemari air disebut sebagai daya tampung beban pencemar. Berdasarkan PP RI No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, kapasitas untuk menerima beban pencemar harus ditentukan secara berkala, sekurang-kurangnya sekali dalam 5 (lima) tahun. Untuk menetapkan daya tampung beban pencemaran air, dapat menggunakan metode QUAL2E yang dikembangkan oleh *US Environmental Protection Agency* yang mana pembaharuannya menjadi QUAL2Kw. Berdasarkan PP No. 22 Tahun 2001, Penetapan daya tampung beban pencemaran digunakan dalam:

- a. Pemberian izin lokasi;
- b. Pengelolaan air dan sumber air;
- c. Penetapan rencana tata ruang;
- d. Pemberian izin pembuangan air limbah;

- e. Penetapan mutu air sasaran dan program kerja pengendalian pencemaran air.

2.7 Baku Mutu Air

Berdasarkan PERGUB DIY No. 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi DIY, baku mutu air adalah batas maksimum yang dapat diterima dari makhluk hidup, bahan kimia, energi, dan/atau unsur pencemar di dalam air. Oleh karena itu, diperlukan baku mutu air untuk mengatur kualitas air agar sesuai dengan peruntukannya dan tidak merugikan makhluk hidup di sekitarnya. Berdasarkan baku mutu yang sudah ditentukan, klasifikasi air dibagi menjadi 4 kelas, yakni:

- 1) Kelas 1, digunakan untuk bahan baku air minum dan/atau keperluan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- 2) Kelas 2, digunakan untuk prasarana rekreasi air, mengairi perkebunan, perikanan, dan/atau kebutuhan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- 3) Kelas 3, digunakan untuk pembudidayaan ikan jenis air tawar, mengairi peternakan, tanaman dan/atau kebutuhan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaannya
- 4) Kelas 4, digunakan untuk mengairi pertanian dan/atau kebutuhan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaannya.

2.8 Parameter Sumber Pencemar dalam Air Sungai

Pemantauan dan pengujian kualitas air Sungai Code dilakukan dengan beberapa parameter kualitas air sebagai upaya untuk mengetahui pencemaran yang terjadi pada Air Sungai Code. Parameter yang dijadikan

acuan dalam proses *monitoring* Sungai Code pada penelitian ini adalah Amonia dan Fosfat.

2.8.1 Amonia

Nitrogen adalah nutrisi yang berperan penting dalam pertumbuhan organisme air dalam ekosistem perairan. (Lin dkk, 2019). Amonia merupakan senyawa nitrogen yang berasal dari hasil penguraian organik seperti sisa pakan, feses dan biota akuatik yang mati akibat bakteri pengurai. (Wahyuningsih dkk, 2020). Menurut (Wibowo, 2021), pada perairan amonia yang terukur adalah amonia total ($\text{NH}_3\text{-N}$) yang terdiri atas amonium (NH_4^+) dan amonia bebas (NH_3).

Amonia bebas (NH_3) lebih bersifat racun apabila konsentrasinya melebihi batas. Sedangkan amonium (NH_4^+) bersifat netral dan penting dalam pertumbuhan fitoplankton dikarenakan amonium digunakan sebagai sumber nitrogen. Oleh sebab itu, toksisitas pada biota umumnya ditentukan oleh amonia bebas daripada amonium. Akan tetapi, amonium juga dapat berkontribusi terhadap toksisitas amonia total dalam suatu kondisi tertentu. (Ding dkk, 2021). Keduanya bergantung pada pH dan suhu, semakin tinggi suhu dan pH maka semakin tinggi konsentrasi amonia dan mengakibatkan perairan bersifat toksik. (Ding dkk, 2021). Kemudian toksisitas akan meningkat diiringi dengan kadar oksigen yang menurun sehingga mengakibatkan kematian pada biota air. (Wibowo, 2021).

Sumber amonia dalam air dapat tumbuh jika air tersebut tercemar oleh limbah permukiman, pertanian, dan perikanan. Hal ini disebabkan adanya amonia pada kotoran hewan dan manusia, limbah pertanian dari penggunaan pupuk, serta sisa pakan ikan yang terlepas ke lingkungan perairan. Keberadaan amonia sangat beracun untuk semua organisme yang ada. Menurut (Mia, 2015), amonia berbahaya bagi manusia jika masuk ke dalam tubuh melebihi jumlah yang dapat didetoksifikasi oleh tubuh. Kadar amonia yang melebihi baku mutu berdampak buruk bagi manusia. Apabila manusia

mengonsumsi air yang mengandung amonia dengan konsentrasi tinggi 400 – 700 mg/L maka dapat mengakibatkan efek jangka pendek seperti iritasi pada tenggorokan, kulit, mata dan pernapasan. Jika konsentrasi amonia yang dikonsumsi lebih dari 5.000 mg/L maka akan mengakibatkan kematian. (Hikmah dkk, 2021). Berdasarkan PERGUB DIY No. 20 Tahun 2008, standar baku mutu air yang diizinkan masuk ke dalam Sungai sesuai dengan kategori air kelas I adalah sebesar 0,5 mg/l. Dengan begitu diperlukan pemantauan jumlah senyawa amonia dalam air Sungai Code ini.

2.8.2 Fosfat (PO_4)

Fosfor (P) adalah senyawa penting yang berperan sebagai nutrisi dalam reaksi biokimia pada makhluk hidup (Rumhayati, 2010). Di alam, fosfor bersumber dari adanya proses pelapukan batuan yang mengalami erosi dan melarutkan mineral pembawa fosfor yang kemudian dilepaskan ke lingkungan tanah dan air (Patty dkk, 2019). Di perairan, fosfor berbentuk dalam senyawa fosfat, yang terbagi atas fosfat terlarut dan fosfat partikulat. Fosfat terlarut terdiri atas fosfat organik dan fosfat anorganik (*ortofosfat* dan *polifosfat*) (Hashim dkk, 2018). Walaupun bentuk fosfat berbagai macam, yang akan dimanfaatkan langsung oleh alga di badan air adalah *ortofosfat*. Bentuk fosfat yang paling stabil secara termodinamika dan dominan adalah *ortofosfat*, yang mewakili sekitar 50% dari jumlah total fosfat, dan 50% sisanya terdiri dari bentuk lain. (Hashim dkk, 2018).

Fosfat berperan penting bagi tumbuhan dan metabolisme fitoplankton yang mana fitoplankton menjadi salah satu indikator dalam mengevaluasi tingkat kesuburan dan kualitas perairan. (Patty dkk, 2019). Fosfat yang berlebih akan menimbulkan dampak yang buruk bagi lingkungan. Fosfat berlebih akan mendorong pertumbuhan alga (*eutrofikasi*) yang pada akhirnya akan membatasi sinar matahari dan aliran karbon dioksida yang digunakan oleh fitoplankton untuk berfotosintesis (Anshari, 2022). Akhirnya akan mengakibatkan menurunnya oksigen di lingkungan perairan sehingga

dapat mengakibatkan kematian biota air. Pertumbuhan alga yang subur akan menghasilkan senyawa racun yang berdampak pada air sungai. Oleh karena itu, jika konsentrasi fosfat tinggi maka kualitas air akan menurun dan berdampak buruk bagi biota air. (Hamuna dkk, 2018).

Sungai merupakan sumber fosfat di perairan laut, khususnya di lokasi pesisir dan paparan benua. Karena sungai mengangkut puing-puing sampah yang hanyut dan sumber fosfat daratan lainnya, sumber fosfat di muara sungai lebih besar daripada sekitarnya (Peavy dkk, 1986).

Senyawa fosfat diperoleh melalui deterjen dalam air limbah serta pestisida dan insektisida yang digunakan dalam kegiatan pertanian. Setiap senyawa fosfat yang terkandung hadir sebagai fosfat terlarut, tersuspensi/terikat pada organisme di dalam air. Di daerah pertanian, ortofosfat berasal dari pupuk. Sedangkan pada daerah permukiman, fosfat yang masuk ke sungai berasal dari air limbah rumah tangga dan air limbah industri melalui penggunaan deterjen yang mengandung fosfat. Selain itu fosfat organik banyak terdapat di air limbah rumah tangga dalam bentuk kotoran dan sisa makanan. (Sastrawijaya, 1991). Kandungan fosfat di perairan tidak berdampak langsung kepada manusia maupun hewan, namun apabila manusia mengonsumsi air dengan kadar fosfat yang tinggi maka akan berdampak kepada masalah pencernaan. (Ismail, 2011).

2.9 Pemodelan Kualitas Air

Pemodelan lingkungan menggambarkan status aktual dari sistem lingkungan dengan menggunakan gambar, persamaan matematika, atau cara lain. Pemodelan matematika untuk aplikasi lingkungan dirancang agar mudah dipahami dan diselesaikan dengan menggunakan perangkat lunak program komputer. Model kualitas air saat ini menjadi efisien dalam pengelolaan lingkungan air, terutama dikembangkan dalam memprediksi kadar dan pengangkutan kontaminan dalam badan air. Banyak penelitian menggunakan banyak aplikasi sumber daya air seperti penilaian dampak

lingkungan, pengelolaan polusi, penentuan beban nutrisi, transportasi, dinamika dan eutrofikasi. (Angello, 2021).

Pemodelan dapat menjadi alat manajemen yang berguna untuk memvalidasi estimasi beban polutan ke dalam lingkungan perairan, untuk membangun hubungan sebab-akibat antara sumber polusi dan kualitas air, dan juga dapat menilai respon lingkungan perairan terhadap berbagai skenario.

2.10 Software QUAL2Kw

Model QUAL2Kw merupakan pengembangan dari model sebelumnya, QUAL2E, yang menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic for Application (VBA) dan beroperasi menggunakan *Microsoft Excel*. Model QUAL2Kw dapat mensimulasikan sungai satu dimensi dengan aliran yang stabil namun tidak seragam. Simulasi aliran dapat mempertimbangkan polusi sebagai sumber *point source* dan *diffuse source*. Model QUAL2Kw dapat mensimulasikan lebih dari 15 parameter kualitas air seperti DO, BOD, Suhu, pH, Amonia-nitrogen, Nitrat-nitrogen dan lainnya di Sungai.

Selain itu, pemodelan QUAL2Kw juga membutuhkan data penunjang lainnya seperti tutupan awan, kecepatan angin, temperature udara, elevasi, panjang dan lebar sungai, koefisien hambatan aliran sungai, debit sungai, dan lokasi sumber pencemar (*point source* dan *diffuse source*). Pada Penelitian (Kannel dkk, 2007), QUAL2Kw digunakan untuk memodelkan kualitas air di Sungai Bagmati, Nepal. Model tersebut digunakan untuk mesimulasikan berbagai strategi pengelolaan kualitas air selama periode untuk mempertahankan kriteria kualitas air yang ditargetkan.

Pemodelan kualitas air sungai dengan menggunakan *software* QUAL2Kw merupakan metode yang direkomendasikan seperti yang tertera pada KEPMENLH No. 110 Tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air. Daya tampung beban pencemar (DTBP) dan kualitas air sungai dapat diprediksi dengan

menggunakan simulasi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa beban pencemar yang masuk ke sungai dan dapat dijadikan acuan dalam pengaturan kualitas air sungai di masa yang akan datang, sehingga menghasilkan kondisi dan kualitas air sungai yang lebih baik.

2.11 Penelitian Sebelumnya

Berikut merupakan tabel rangkuman dari penelitian terdahulu yang telah dilakukan.

No	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1	Elida Novita dan Rodzika Diah Mauvi	2022	Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Bedadung Kabupaten Jember Menggunakan Program QUAL2Kw	Menghitung Daya Tampung Beban Pencemaran (DTBP) di Sungai Bedadung, Kab Jember. Analisa data menggunakan <i>M.s.</i> Excel dan pemodelan dengan QUAL2Kw. Kemudian didapatkan rata rata daya tampung beban pencemaran maksimum parameter COD dan TSS sebesar 16.50 kg/hari dan 6061.56 kg/hari, kemudian BOD sebesar -2.43 kg/hari. Nilai negatif pada DTBP untuk parameter BOD menandakan bahwa sungai Bedadung tidak lagi dapat menampung paparan bahan pencemar yang akan masuk.
2	Radhita Rahmi	2022	Pemodelan Kualitas Air Sungai Berdasarkan Parameter DO dan BOD Menggunakan <i>Software</i> QUAL2Kw (Studi Kasus: Sungai Winongo, Provinsi DIY).	<ul style="list-style-type: none"> - Penelitian dilakukan di Sungai Winongo dengan panjang sungai 46,93 km dengan melewati daerah Kab. Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kab. Bantul. Sumber pencemar berasal dari limbah domestik, limbah pertanian, perikanan dan saluran drainase. - Hasil penelitian menunjukkan pencemaran di Sungai Winongo dibuktikan dengan rata-rata nilai BOD yang melebihi baku

				<p>mutu kelas II sebesar 4,45 mg/L dan nilai DO sebesar 5,38 mg/L. Skenario yang digunakan dalam penelitian ini efektif yang dibuktikan dengan memodifikasi beban pencemar yang dapat menurunkan 20% BOD effluent dan meningkatkan konsentrasi DO.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Skenario oksigenasi lokal terbukti efektif dalam meningkatkan konsentrasi DO.
3	Haninda Ifti Azzuhra	2022	Pemodelan Kualitas Air Permukaan Sungai Pada Parameter TSS dan COD Menggunakan <i>Software</i> QUAL2Kw (Studi Kasus: Sungai Winongo Yogyakarta).	<ul style="list-style-type: none"> - Penelitian dilakukan di Sungai Winongo dengan panjang sungai 46,93 km dengan melewati daerah Kab. Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kab. Bantul. Sumber pencemar berasal dari limbah domestik, limbah pertanian, perikanan dan saluran drainase. - Konsentrasi TSS dan COD telah melebihi baku mutu air kelas II dengan nilai 897,9 mg/L dan 53,78 mg/L. - Simulasi yang digunakan dalam pemodelan ini yaitu dengan memodifikasi beban pencemar dengan menurunkan nilai TSS dan COD effluent, kemudian oksigenasi lokal dengan menambah terjunan. Simulasi ketiga menggabungkan 2 skenario tersebut dan hasilnya dapat menurunkan konsentrasi TSS dan COD di Sungai Winongo.

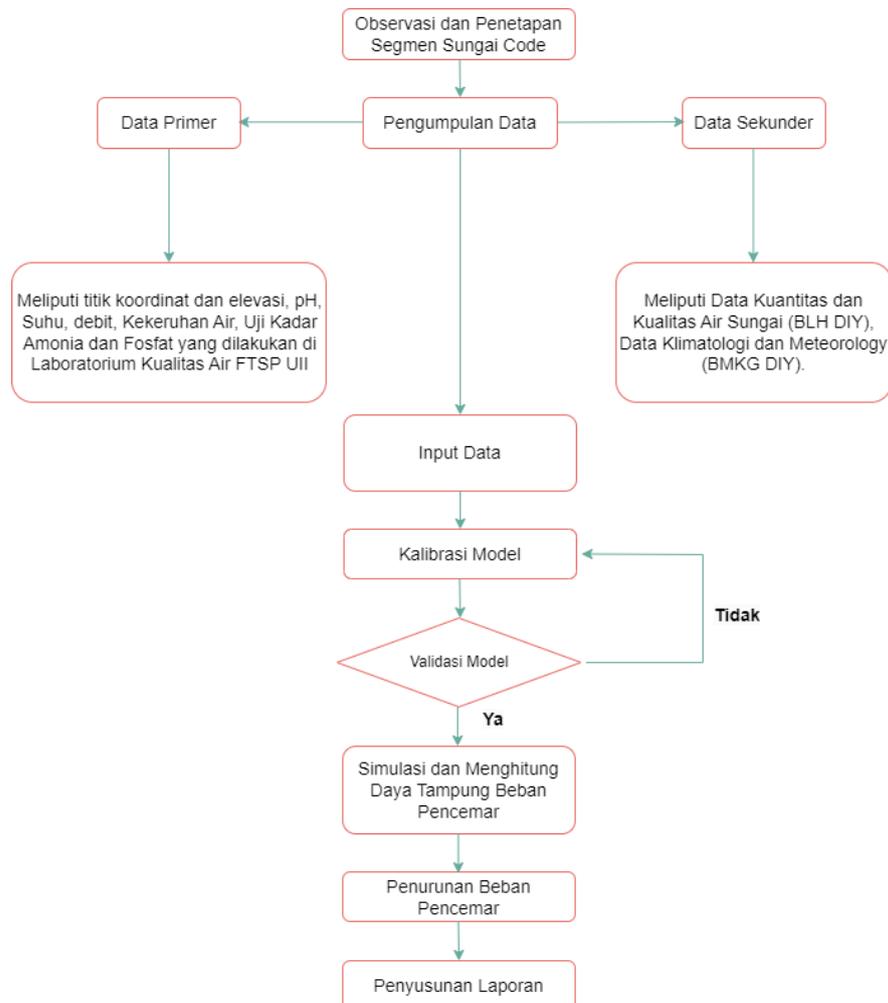
4	Anggraeni Fajri Tri Astari	2016	Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Code Menggunakan <i>Software</i> QUAL2Kw	<ul style="list-style-type: none"> - Penelitian dilakukan di Sungai Code dengan panjang sungai \pm 41 km. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan beban pencemaran yang masuk ke Sungai Code dan dilakukan pemodelan dengan model QUAL2Kw dengan parameter DO, BOD dan COD. Penelitian dilakukan dengan membagi menjadi 6 segmen. - Berdasarkan hasil simulasi yang digunakan, didapatkan nilai daya tampung beban pencemar BOD sebesar 20794,13kg/hari, -5033,76 kg/hari, -26,69 kg/hari, -701,47 kg/hari, 14636,91 kg/hari, dan -414,27 kg/hari. - Untuk nilai Daya Tampung Beban Pencemaran COD yaitu sebesar 65812,87 kg/hari, -6217,17 kg/hari, -200,19 kg/hari, -6091,99 kg/hari, 33742,11 kg/hari, dan -16363,48 kg/hari. - Nilai negatif (-) pada hasil DTBP menandakan beban pencemar yang berlebih dan perlu dilakukan pengolahan agar dapat memenuhi DTBP.
5	Rosida Chasna	2016	Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Menggunakan <i>Software</i> QUAL2Kw (Studi Kasus: Sungai Code, Yogyakarta).	<ul style="list-style-type: none"> - Penelitian dilakukan di Sungai Code dengan panjang sungai \pm 41 km. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan beban pencemaran yang masuk ke Sungai Code dan dilakukan pemodelan dengan model QUAL2Kw dengan parameter

				<p>Amonia, Fosfat dan TSS. Penelitian dilakukan dengan membagi menjadi 6 segmen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sesuai dengan hasil perhitungan DTBP, beban pencemar Amonia pada segmen 2, 3 dan 6 telah melebihi dengan nilai sebesar -52,20 kg/hari; -37,24 kg/hari; dan -4,14 kg/hari. Hal ini dikarenakan beban pencemar yang masuk dengan debit <i>inflow</i> yang semakin besar dan kemampuan sungai dalam <i>self purification</i> tidak berjalan optimum. - Untuk parameter fosfat, nilai DTBP tertinggi pada segmen 3 sebesar -2,91 kg/hari. Kemudian untuk TSS, dari segmen 1 hingga segmen 6 nilai DTBP yang dihasilkan telah berlebih dan tidak ada alokasinya lagi dan perlu dilakukan penurunan.
--	--	--	--	--

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

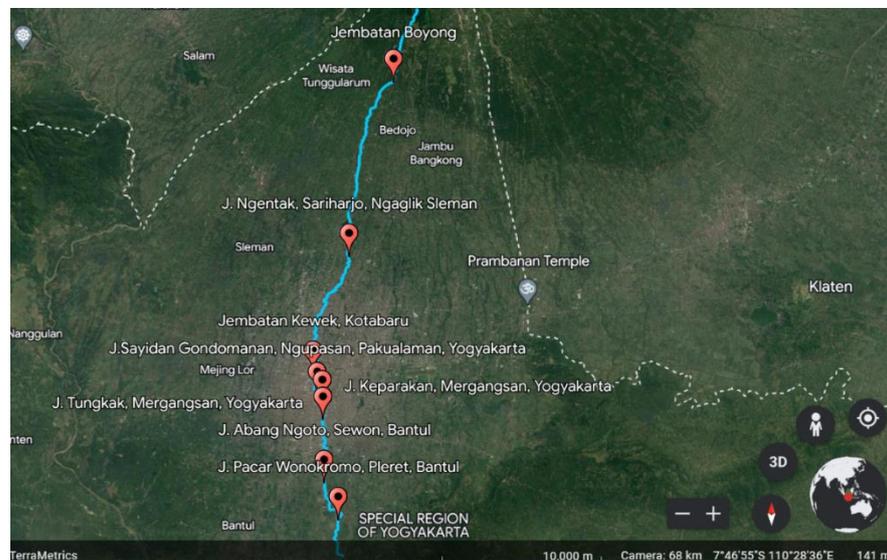
Di bawah ini merupakan tahapan penelitian yang akan dilakukan, terlihat dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan sebanyak dua kali, pengambilan sampel kualitas air sungai dan pengambilan sampel beban pencemar. Pengambilan sampel pertama dilakukan pada tanggal 16 Januari 2023 dan pengambilan sampel kedua pada tanggal 23 Februari 2023. Pengambilan sampel kualitas air dilaksanakan saat musim penghujan. Pada saat pengambilan sampel, terdapat delapan titik lokasi *sampling* di sepanjang Sungai Code. Pengambilan sampel air terbagi menjadi 7 segmen yang terdiri dari 8 titik *sampling* yang dimulai dari segmen hulu berada di Boyong, Pakem dan segmen hilir berada di Pleret, Bantul. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Titik Lokasi Sampling Sungai Code

Sumber : Google Earth, 2021.

Untuk titik lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1:

Tabel 3. 1 Titik Lokasi dan Koordinat Penelitian

No	Titik	Lokasi Pemantauan	Koordinat
1	Titik 1	Boyong, Pakem, Sleman (Hulu)	7°37'28" LS 110°24'50" BT
2	Titik 2	Ngentak, Sariharjo, Ngaglik Sleman (Hulu)	7°43'16" LS 110°23'19" BT
3	Titik 3	Kewek, Kotabaru (Tengah)	7°47'22" LS 110°22'8" BT
4	Titik 4	Ngupasan, Pakualaman, Yogyakarta (Tengah)	7°47'59" LS 110°22'15" BT
5	Titik 5	Keparakan, Mergangsan, Yogyakarta (Tengah)	7°48'23" LS 110°22'27" BT
6	Titik 6	Tungkak, Mergangsan, Yogyakarta (Tengah)	7°49'0" LS 110°22'27" BT
7	Titik 7	Abang Ngoto, Sewon, Bantul (Hilir)	7°51'7" LS 110°22'31" BT
8	Titik 8	Pacar Wonokromo, Pleret, Bantul (Hilir)	7°52'21" LS 110°23'0" BT

3.3 Observasi Lapangan dan Segmentasi Sungai

3.3.1 Observasi Lapangan

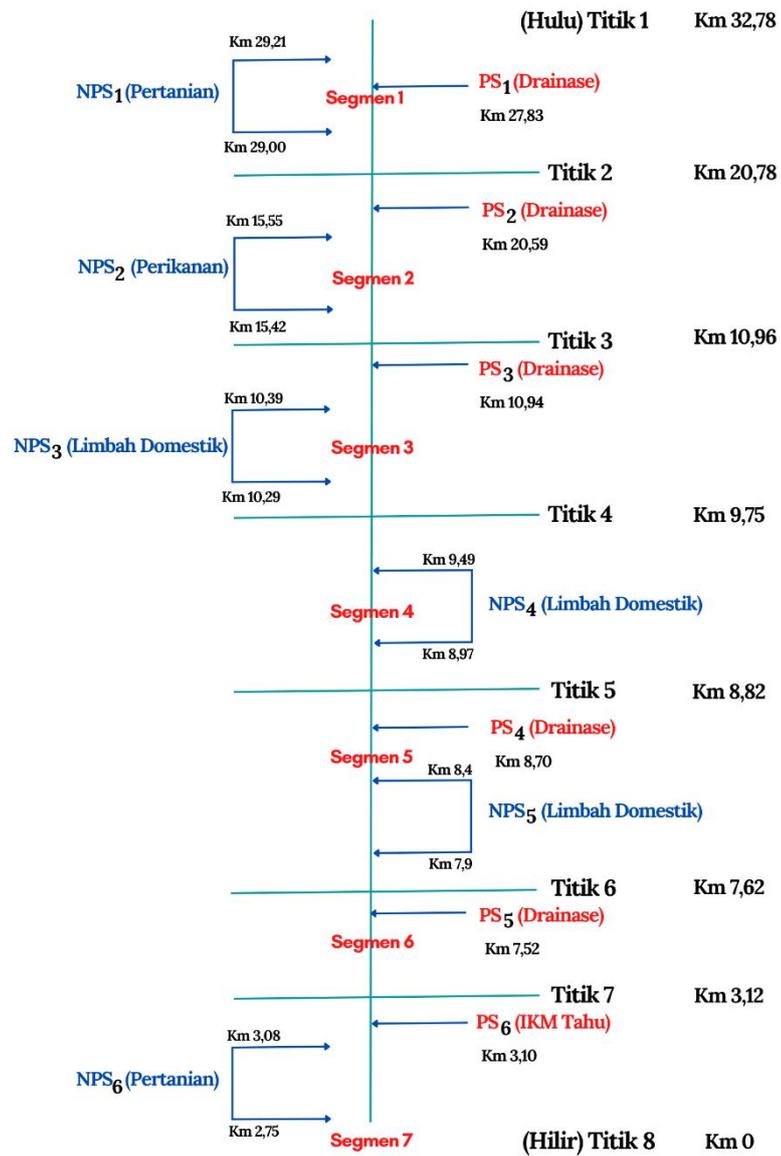
Observasi lapangan dilakukan di Sungai Code untuk mengetahui kondisi dan aktivitas di Daerah Aliran Sungai (DAS) Code. Selanjutnya observasi lapangan dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengamati sumber-sumber pencemar di aliran Sungai Code yang menyebabkan pencemaran. Observasi lapangan juga membantu peneliti dalam membagi titik-titik *sampling* menjadi segmen. Kegiatan pengamatan lapangan ini dilakukan pada sumber pencemar, *point source* maupun *diffuse source*.

Metode survei atau "*sample survey method*" dapat digunakan untuk menentukan lokasi pemantauan dan pengambilan sampel air sungai. Strategi ini membagi lokasi penelitian menjadi berbagai segmen yang diyakini dapat mewakili populasi penelitian.

3.3.2 Segmentasi Sungai

Penelitian di Sungai Code dari hulu hingga hilir ini dilakukan pada 8 titik *sampling* dengan membagi menjadi 7 segmen. Segmentasi diperlukan dalam membangun suatu model dalam *software* QUAL2Kw. Penentuan segmentasi ini berdasarkan atas titik pengambilan sampel, masukan anak sungai atau keluaran dari anak sungai, dan kondisi hidrolis sungai berdasarkan karakteristiknya.

Berikut merupakan sketsa segmentasi sungai pada penelitian ini. Terlihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Sketsa Segmentasi Sungai Code

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan melalui observasi langsung maupun dengan bantuan *google earth*, diketahui terdapat sumber pencemar *point source* dan *diffuse source* yang masuk ke dalam aliran Sungai Code. Sumber pencemar *point source* berasal dari limbah saluran drainase yang berjumlah 5 titik dan limbah IKM tahu berjumlah 1 titik,

sedangkan sumber pencemar *diffuse source* berasal dari limbah pertanian berjumlah 2 titik, limbah perikanan berjumlah 1 titik, dan limbah domestik berjumlah 3 titik.

3.4 Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air di Sungai Code mengacu pada SNI 6989.57:2008 tentang Metode Pengambilan Sampel Air Permukaan. Pengambilan sampel air dilakukan satu per satu di setiap titik sampel (*grab sample*). Titik pengambilan sampel air Sungai Code ditetapkan berdasarkan titik pemantauan Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) Provinsi DIY pada Tahun 2020. Pengambilan sampel dilakukan pada musim hujan yang dimulai pada bulan Januari.

3.5 Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini meliputi Data Primer dan Data Sekunder.

3.5.1 Data Primer

Data primer berasal dari observasi di lapangan yang berupa:

1) Data Kualitas Air

Pada penelitian ini, data kualitas air sungai diperoleh dari hasil uji Laboratorium. Parameter yang akan diuji adalah Amonia dan Fosfat. Maka dari itu, pengujian Amonia berdasarkan SNI 06-6989.30-2005 Tentang Cara Uji Kadar Amonia dengan Spektrofotometer secara fenat dan pengujian Fosfat berdasarkan SNI 06-6989.31-2021 Tentang Cara Uji Kadar Ortofosfat dan Total Fosfor Menggunakan Spektrofotometer. Berikut merupakan rincian data primer dan alat yang digunakan saat penelitian. Terlihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Parameter Uji Kualitas Air Sungai

No	Parameter	Alat	SNI	Metode
1	pH	PH Meter	SNI 06-6989.11-2004	Pengukuran Langsung
2	Temperature Air	Thermometer	SNI 03-6989.23-2005	Pengukuran Langsung
3	Kecepatan Aliran	1 Set Pengukuran Kecepatan Aliran	SNI 8066:2015	Pengukuran Langsung
5	Amonia	Spektrofotometer	SNI 06-6989 30-2005	Spektrofotometer
6	Fosfat	Spektrofotometer	SNI 06-6989.31-2021	Spektrofotometer

2) Data Hidrolik Sungai

Data hidrolik Sungai Code meliputi debit, kedalaman, kecepatan aliran, dan lebar sungai. Debit diukur dengan metode profil sungai (penampang melintang) yang dihitung dengan mengalikan luas penampang sungai dengan kecepatan aliran air. Kecepatan aliran diukur dengan alat *current meter* untuk menentukan nilai kecepatan aliran pada berbagai kedalaman; jika kecepatan aliran rendah, pengukuran manual dilakukan.

Kecepatan alir sungai dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V = \frac{s}{t} \quad (1)$$

Dimana :

- V = Kecepatan (m/detik)
- s = Jarak Tempuh (meter)
- t = Waktu Tempuh (s)

Setelah mengetahui hasil dari perhitungan nilai kedalaman dan kecepatan alir sungai, selanjutnya adalah menghitung debit sungai dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = V \times A \quad (2)$$

Dimana :

- Q = Debit Sungai (m³/detik)
- V = Kecepatan Aliran Sungai (m/detik)
- A = Luas Penampang Sungai (m²)

Setelah melakukan perhitungan nilai luas penampang sungai yang diperoleh dari hasil perkalian lebar dengan kedalaman sungai. Selanjutnya adalah menghitung nilai kemiringan *slope*. Nilai *slope* dapat diperoleh dari perhitungan rumus berikut:

$$Slope = \frac{Elevasi\ upstream - Elevasi\ downstream}{Jarak\ per\ segmen} \quad (3)$$

3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari hasil studi literatur yang ada dan terdapat di web resmi pemerintah atau instansi terkait penelitian ini, seperti BMKG DIY dan DLH DIY. Data sekunder meliputi:

- a. Data BMKG DIY berupa data klimatologis seperti kecepatan angin, temperatur udara, tutupan awan, persen radiasi matahari.
- b. Peta administrasi dan peta tata guna lahan dari *google earth*.

3.6 Metode Analisis Data

Proses analisis data dilakukan dengan menginput data pada *software* QUAL2Kw dengan parameter Amonia dan Fosfat.

3.6.1 Input Data

Data yang diinput kedalam *software* QUAL2Kw berupa kualitas air yang meliputi debit, suhu, kecepatan angin, tutupan awan, dan data sumber pencemar berupa *point sources* dan *diffuse source* dan lainnya. Berikut merupakan *worksheet* pada QUAL2Kw beserta fungsinya dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 *Worksheet* QUAL2Kw

No	Input Data QUAL2Kw	Fungsi
1	QUAL2Kw <i>Worksheet</i>	Menambahkan informasi dan keterangan umum terkait pengaplikasian model
2	<i>Headwater Worksheet</i>	Menambahkan nilai debit dan konsentrasi pada bagian hulu
3	<i>Reach Worksheet</i>	Menambahkan informasi hubungan antara hulu sungai dengan <i>reach</i> nya.
4	<i>Reach Rates Worksheet</i>	Menambahkan informasi terkait hubungan antara <i>reach-specific</i> , <i>rate constants</i> , dan parameter uji.
5	<i>Air Temperature Worksheet</i>	Menambahkan temperature udara pada setiap <i>reach</i> sungai.
6	<i>Wind speed Worksheet</i>	Menambahkan data nilai kecepatan angin pada setiap <i>reach</i> sungai.
7	<i>Cloud Cover Worksheet</i>	Menambahkan data tutupan awan pada setiap <i>reach worksheet</i> .
8	<i>Solar Radiation Worksheet</i>	Menambahkan data radiasi sinar matahari pada setiap <i>reach</i> sungai.

9	<i>Point Source Worksheet</i>	Menambahkan data <i>point source</i> dan <i>abstraction</i> (pengambilan debit)
10	<i>Diffuse Source Worksheet</i>	Menambahkan data <i>diffuse source</i> dan <i>abstraction</i> (pengambilan debit)
11	<i>Hydraulic Data Worksheet</i>	Menambahkan data hidrolik pada setiap <i>reach</i> sungai.
12	<i>Temperature Data Worksheet</i>	Menambahkan data <i>temperature</i> air di setiap <i>reach</i> sungai.
13	<i>WQ Data Worksheet</i>	Menambahkan nilai kualitas air pada setiap <i>reach</i> sungai.

3.6.2 Kalibrasi

Kalibrasi adalah proses menetapkan koefisien yang benar sedemikian rupa sehingga perbandingan model dan data lapangan menghasilkan nilai terbaik. (Marlina dkk. 2019). Tujuan mendasar dari kalibrasi dengan cara *trial and error* adalah untuk mengurangi perbedaan antara hasil model dan data aktual. Kalibrasi model terbagi menjadi 2, yakni kalibrasi data hidrolik dan kalibrasi data kualitas air. Kalibrasi data hidrolik berupa debit, kecepatan aliran dan kedalaman. Kalibrasi tersebut dilakukan pada *worksheet reach* dengan cara *trial and error* dan mengubah nilai debit yang masuk atau keluar dan di *worksheet diffuse source* sehingga didapatkan data model berupa grafik (garis hijau) yang mendekati kondisi sebenarnya atau data lapangan (titik hitam). Setelah kalibrasi data hidrolik selesai, selanjutnya kalibrasi data kualitas air pada setiap segmen sungai. Kalibrasi data kualitas air dilakukan dengan cara *trial and error* pada nilai konsentrasi *diffuse source* dan *trial and error* koefisien parameter di *worksheet reach rates*. *Trial and error* bagian *worksheet reach rates* dilakukan dengan mengubah angka reaerasi,

ammonium nitrification rate, dan *inorganis P settling velocity* sampai model dan data mendekati dan menghasilkan nilai terbaik.

3.6.3 Validasi

Tujuan dilakukan validasi model adalah untuk melihat nilai *error* yang ada pada nilai model dan mengetahui keakuratan antara hasil data model dengan data lapangan yang sebelumnya di masukkan kedalam proses pemodelan sehingga selanjutnya dapat digunakan dalam menjalankan skenario. Validasi model dilakukan dengan menggunakan metode *Root Mean Square Percent Error* (RMSPE).

a) *Root Mean Square Percent Error* (RMSPE)

Pengukuran metode ini dilakukan dengan mencari rata-rata presentase dengan rumus:

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

Keterangan :

St : Nilai simulasi pada waktu t

n : Nilai aktual pada waktu t

r : Jumlah pengamatan (t=1,2,..,n)

Apabila hasil perhitungan RMSPE dibawah 50% maka dapat dinyatakan bahwa model bisa diterima. Namun, jika hasil RMSPE diatas dari 50% maka dilakukan kalibrasi kembali.

3.6.4 Simulasi Model

Setelah model dilakukan kalibrasi dan validasi dengan baik, selanjutnya dilakukan beberapa simulasi pada model yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran obyek yang sesuai dengan beberapa kondisi. Pada penelitian ini, terdapat 2 skenario model yang digunakan dalam menghitung beban

pencemar dan daya tampung Sungai Code. Beberapa simulasi model yang akan digunakan terlihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Simulasi Model

Skenario	Simulasi			
	Model Sungai	Perlakuan pada <i>Point Source</i>	Perlakuan pada <i>Diffuse source</i>	Tujuan Simulasi
1	Sesuai dengan kondisi sebenarnya	Sesuai dengan kondisi sebenarnya	Sesuai dengan kondisi sebenarnya	Menghitung beban pencemar eksisting yang masuk ke Sungai Code
2	Baku Mutu Air Kelas I, II dan III.	Sesuai dengan kondisi sebenarnya	<i>Trial and error</i>	Mengetahui besaran beban pencemar yang dapat masuk ke Sungai tanpa mengakibatkan Sungai tercemar.

a) Skenario 1

Skenario 1 merupakan bentuk simulasi dengan kondisi sebenarnya (eksisting). Data eksisting yang digunakan dalam skenario 1 yaitu data hidrolik, kualitas air dan sumber pencemar Sungai Code berdasarkan hasil pengambilan sampel. Kemudian, data klimatologi dengan menggunakan data yang diperoleh dari web atau instansi terkait. Skenario 1 bertujuan dalam menghitung besaran beban pencemar eksisting yang masuk ke dalam Sungai Code.

b) Skenario 2

Skenario 2 merupakan bentuk simulasi dengan membentuk model sungai sesuai dengan pembagian klasifikasi mutu air pada setiap masing – masing titiknya. Berdasarkan PERGUB DIY No. 22 Tahun 2007, Sungai Code ditetapkan menjadi 3 kelas klasifikasi mutu air. Untuk titik 1, termasuk ke dalam golongan air kelas I. Untuk titik 2, 3, dan 4 termasuk ke dalam golongan air kelas II. Untuk titik 5, 6, 7 dan 8 termasuk ke dalam golongan air kelas III. Skenario 2 ini dilakukan *trial and error* kondisi sungai dengan beban pencemar yang penuh. *Trial and error* dilakukan pada *diffuse source*. Namun tetap berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan. Skenario 2 ini bertujuan untuk mengetahui besaran beban pencemar yang dapat masuk ke sungai tanpa mengakibatkan Sungai menjadi tercemar.

3.6.5 Perhitungan Beban Pencemar

Perhitungan beban pencemaran dilakukan dengan cara mengalikan dari nilai besar debit yang masuk ke aliran sungai (*inflow*) dalam satuan ($m^3/detik$) dengan konsentrasi yang masuk ke sungai (ug/l) pada *worksheet source summary*.

Beban pencemar dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$BP = C \times Q$$

Keterangan:

BP = Beban pencemar sungai (kg/hari)

C = Kadar sebenarnya beban pencemar (mg/L)

Q = Debit air limbah ($m^3/detik$)

3.6.6 Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar

Perhitungan daya tampung beban pencemaran ini berfungsi untuk mengetahui kemampuan badan air Sungai Code dalam menampung batas maksimum limbah yang masuk ke dalamnya. Perhitungan daya tampung diperoleh dari hasil selisih nilai beban pencemar pada skenario 2 dan 1. Skenario 2 adalah kondisi dimana beban pencemar maksimum atau kondisi beban pencemar yang diperbolehkan masuk ke Sungai Code tanpa menyebabkan sungai itu tercemar. Beban pencemar maksimum disesuaikan dengan klasifikasi mutu air pada tiap masing – masing titik *sampling*. Sedangkan skenario 1 merupakan kondisi eksisting sungai.

$$\text{Daya Tampung Beban Pencemaran (kg/hari)} = \text{Beban pencemar maksimum} - \text{Beban pencemar eksisting}$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian dan Titik Sampling

Penelitian kali ini dilakukan di sepanjang Sungai Code yang berada di Provinsi DIY dari hulu hingga hilir. Secara administratif Sungai Code mengalir melintasi bagian hulu Sungai Code yang berada di kaki Gunung Merapi daerah Kabupaten Sleman, kemudian mengalir ke bagian tengah sungai yang berada di Kota Yogyakarta dan berakhir di bagian hilir yang berada di Kabupaten Bantul. Melalui hasil pengamatan, pada bagian hulu Sungai Code terdapat beberapa sumber pencemar berupa saluran drainase dan limbah pertanian. Pada bagian tengah, terdapat sumber pencemar berupa saluran drainase dan limbah domestik. Air limbah domestik ini merupakan hasil buangan yang berasal dari perumahan atau rumah tangga, perkantoran, dan air sisa cucian. Pada bagian hilir, terdapat sumber pencemar berupa limbah IKM tahu, pertanian dan saluran drainase. Sumber pencemar pada bagian hulu, tengah dan hilir tersebut yang mengakibatkan Sungai Code menjadi tercemar sehingga kualitas air memburuk.

Panjang Sungai Code pada penelitian kali ini sebesar 32,78 km dengan sumber pencemar yang masuk ke dalam aliran Sungai Code berupa 6 titik *point source* dan 6 titik *diffuse source*. Berikut merupakan titik lokasi atau koordinat pengambilan sampel air di Sungai Code. Terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Titik lokasi sampling Sungai Code

Segmen	Panjang (km)	Titik	Jarak (km)	Lokasi	Koordinat		Elevasi (m)		Keterangan	Penetapan Baku Mutu Air
					LS	BT	Upstream	Downstream		
Segmen 1 (T1 – T2)	14,4	Titik 1	32,78	Boyong, Pakem, Sleman	7°37'28" LS	110°24'50" BT	-	630	Hulu Sungai <i>Point source</i> : Saluran drainase <i>Diffuse source</i> : Pertanian	Kelas I
		Titik 2	20,78	Ngentak, Sariharjo, Ngaglik Sleman	7°43'16" LS	110°23'19" BT	230	225	<i>Point source</i> : Saluran drainase <i>Diffuse source</i> : Perikanan	Kelas II
Segmen 2 (T2 – T3)	8,9	Titik 3	10,96	Kotabaru, Kota Yogyakarta	7°47'22" LS	110°22'8" BT	225	135	<i>Point source</i> : Saluran drainase <i>Diffuse source</i> : Limbah domestik	Kelas II
Segmen 3 (T3 – T4)	2,9	Titik 4	9,75	Ngupasan, Pakualaman, Kota Yogyakarta	7°47'59" LS	110°22'15" BT	135	100	<i>Diffuse source</i> : Limbah domestik	Kelas II

Segmen	Panjang (km)	Titik	Jarak (km)	Lokasi	Koordinat		Elevasi (m)		Keterangan	Penetapan Baku Mutu Air
					LS	BT	Upstream	Downstream		
Segmen 4 (T4 – T5)	1,6	Titik 5	8,82	Mergangsan, Kota Yogyakarta	7°48'23" LS	110°22'27" BT	100	84,5	<i>Point source :</i> Saluran Drainase <i>Diffuse source:</i> Limbah domestik	Kelas III
Segmen 5 (T5 – T6)	1,5	Titik 6	7,62	Mergangsan, Kota Yogyakarta	7°49'0" LS	110°22'27" BT	84,5	62,5	<i>Point source :</i> Saluran Drainase	Kelas III
Segmen 6 (T6 – T7)	4,5	Titik 7	3,12	Sewon, Bantul	7°51'7" LS	110°22'31" BT	62,5	55	<i>Point source :</i> Limbah IKM Tahu <i>Diffuse source:</i> Pertanian	Kelas III
Segmen 7 (T7 – T8)	2,75	Titik 8	0	Pleret, Bantul	7°52'21" LS	110°23'0" BT	55	35	Hilir Sungai	Kelas III

Tabel 4. 2 Kondisi Lokasi Pengambilan Sampel Sungai Code

Titik Pengambilan Sampel	Gambar	Kondisi Titik Pengambilan Sampel
Titik 1		<p>Titik 1 adalah hulu sungai yang terletak 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 meter dengan lebar sungai 6 meter.</p>
Segmen 1		<p>Pada segmen 1 terdapat beban pencemar <i>point source</i>, berupa limbah dari saluran drainase dan beban pencemar <i>diffuse source</i> berupa limbah dari aktivitas pertanian. Diakhir segmen 1 terdapat terjunan dengan tinggi 0,75 meter dan lebar 10 meter.</p>

Titik 2		<p>Titik 2 terletak di Jembatan Ngentak, Sariharjo, Ngaglik Sleman. Pada titik ini memiliki kedalaman 0,90 meter dan lebar sungai 13,98 meter. Daerah ini berupa permukiman dan area persawahan.</p>
Segmen 2		<p>Pada segmen 2 terdapat beban pencemar point source berupa saluran drainase dan <i>diffuse source</i> berupa limbah perikanan.</p>
Titik 3		<p>Titik 3 tereletak di Jembatan Kewek, Kotabaru. Kondisi lingkungan disekitar titik 3 adalah daerah permukiman dan area rumah makan serta perhotelan. Titik 3 memiliki lebar sungai 23,84 meter dan kedalaman 1,03 meter.</p>

Segmen 3		<p>Pada Segmen 3 terdapat beban pencemar <i>point source</i> berupa saluran drainase dan <i>diffuse source</i> berupa buangan dari limbah permukiman.</p>
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 meter dan lebar sungai 20,04 meter.</p>
Segmen 4		<p>Pada segmen 4 terdapat buangan <i>non poin source</i> dari limbah permukiman.</p>

Titik 5		<p>Titik 5 terletak di Jembatan Keparakan, Mergangsan, Yogyakarta. Titik tersebut memiliki kedalaman 1,50 meter dan lebar sungai 18,5 meter. Area sekitar merupakan kawasan padat penduduk.</p>
Segmen 5		<p>Pada segmen 5 terdapat limbah <i>point source</i> berupa saluran drainase dan <i>diffuse source</i> berupa limbah permukiman</p>
Titik 6		<p>Titik 6 terletak di Jembatan Tungkak, Mergangsan, Yogyakarta. Titik ini memiliki kedalaman 1,20 meter dan lebar sungai 18,9 meter. Area ini merupakan kawasan padat penduduk dan tempat perdagangan.</p>

<p>Segmen 6</p>		<p>Pada segmen 6 terdapat beban pencemar <i>point source</i> berupa saluran drainase.</p>
<p>Titik 7</p>		<p>Titik 7 terletak di Jembatan Abang Ngoto, Sewon, Bantul. Titik ini memiliki kedalaman 1,68 meter dan lebar 11,4 meter. Area ini merupakan kawasan pertanian.</p>
<p>Segmen 7</p>		<p>Pada segmen 7 terdapat beban pencemar <i>point source</i> dari limbah industri tahu dan <i>diffuse source</i> berupa buangan dari perikanan.</p>

Titik 8



Titik 8 terletak di Jembatan Pacar Wonokromo, Pleret, Bantul. Pada area hilir sungai code ini didominasi oleh kawasan pertanian. Titik sungai ini memiliki kedalaman 1,97 meter dan lebar 16,8 meter.

4.2 Kondisi Hidrolik Sungai Code

Dalam menggunakan *software* QUAL2Kw untuk memodelkan kualitas air Sungai Code, dibutuhkan data hidrolik sungai yang akan diinput ke dalam *software* QUAL2Kw untuk memenuhi kalibrasi model. Data hidrolik air sungai berupa data debit air sungai (m^3/detik), kecepatan aliran (m/detik), kedalaman sungai (meter), dan lebar sungai (meter). Data hidrolik di Sungai Code diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan dan hasil dari setiap perhitungan di setiap titiknya dengan menggunakan rumus yang ada.

Dalam pengambilan data dari setiap hidrolik sungai, dapat dilakukan dengan berbagai cara. Pada penelitian yang dilakukan ini, pengukuran kecepatan aliran, kedalaman dan lebar sungai dilakukan pengukuran secara manual karena kondisi Sungai Code yang sulit untuk dijangkau. Pada penelitian kali ini, terdapat beberapa titik yang dilakukan pengukuran debit, kedalaman sungai, dan lebar sungai secara manual karena kondisi Sungai Code yang tidak memungkinkan untuk dijangkau. Pengukuran debit atau kecepatan aliran sungai dilakukan dengan menggunakan daun atau *styrofoam* yang dialirkan sepanjang 10 meter yang kemudian akan dihitung waktu tempuhnya. Pengukuran kedalaman sungai dilakukan dengan menggunakan tongkat yang dimasukkan ke dalam sungai hingga menjangkau dasar sungai, kemudian bagian tongkat yang basah akan diukur menggunakan meteran. Apabila kondisi titik pengambilan sampel sulit dijangkau, maka pengukuran kedalaman dilakukan di atas jembatan dengan menggunakan tali panjang yang telah diikat dengan batu besar sebagai pemberat agar mencapai dasar sungai, kemudian tali yang basah akan diukur menggunakan meteran.

Berikut merupakan data hidrolik Sungai Code. Terlihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Data Hidrolik Sungai Code

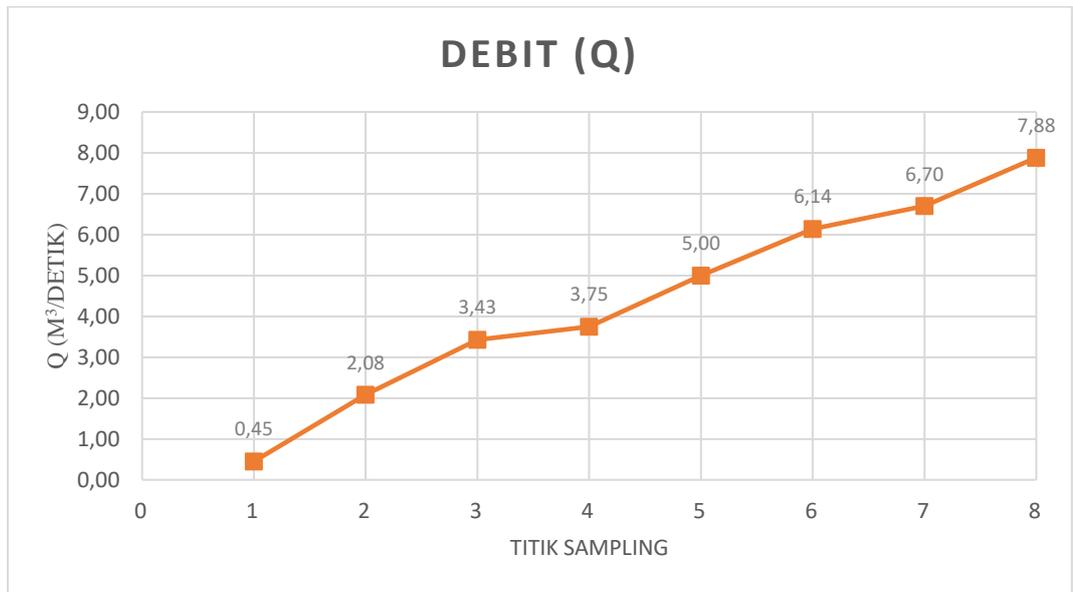
Titik	Q (m ³ /detik)	Kedalaman Air Rata – rata (meter)	Kecepatan Rata – rata (m/detik)
Headwater (Titik 1)	0,45	0,15	0,50
Titik 2	2,08	0,90	0,165
Titik 3	3,44	1,03	0,14
Titik 4	3,75	1,25	0,15
Titik 5	5,00	1,50	0,18
Titik 6	6,14	1,20	0,27
Titik 7	6,69	1,68	0,35
Titik 8	7,88	1,97	0,238

4.2.1 Debit Sungai Code

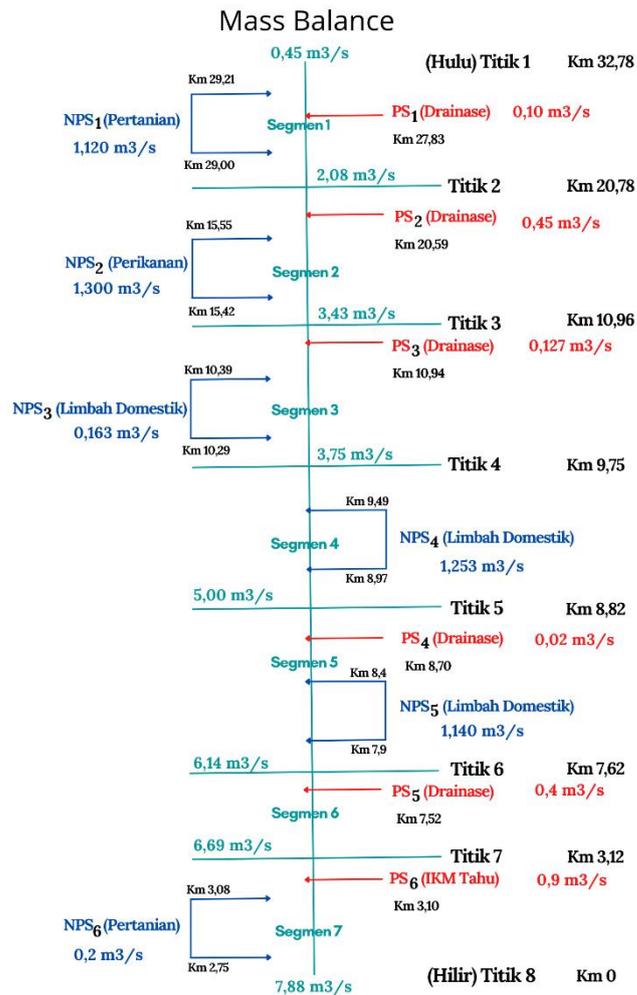
Dalam melakukan pengukuran debit di Sungai Code, debit yang dihasilkan nilainya cukup beragam karena aktivitas pengambilan sampel dilakukan pada saat musim penghujan yang mana nilai debit sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor hidrolik sungai seperti lebar sungai, kedalaman sungai, kemiringan lereng, dan jumlah aliran sungai yang masuk atau keluar. Selain itu, debit juga berpengaruh terhadap kualitas air karena berkaitan dengan *self-purification* melalui proses pengenceran.

Dalam pengukuran debit sungai, nilai debit yang dihasilkan dapat mempengaruhi konsentrasi beban pencemar dalam air sungai. Ketika nilai debit yang dihasilkan besar maka konsentrasi bahan pencemaran akan menurun karena adanya pengenceran. Begitu pun sebaliknya, nilai debit yang dihasilkan kecil maka konsentrasi bahan pencemaran akan semakin tinggi. (Agustiningsih, 2012).

Berikut merupakan grafik nilai debit Sungai Code yang dihasilkan pada penelitian ini. Terlihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Nilai Debit Sungai Code



Gambar 4. 2 *Mass Balance*

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.1 dan *Mass Balance* pada Gambar 4.2, terlihat bahwa nilai debit terkecil berada pada titik 1 sebesar 0,45 m³/detik. Kondisi sungai dengan kemiringan yang landai mengakibatkan kecepatan aliran permukaan berkurang sehingga debit yang dihasilkan rendah. (Lesmana dkk, 2021). Kemudian terdapat masukan sumber pencemar *point source* berupa saluran drainase dengan debit sebesar 0,1 m³/detik dan *diffuse source* berupa pertanian sebesar 1,12 m³/detik. Keadaan vegetasi juga berpengaruh terhadap fluktuasi debit, dengan banyaknya vegetasi atau tumbuhan ini dapat menyerap banyak air melalui proses

infiltrasi atau evapotranspirasi, sehingga akan menekan *run off* yang berpengaruh terhadap debit sungai. (Muchtar, dkk 2007). Sehingga, pada titik 2 mengalami kenaikan debit sebesar 2,08 m³/detik. Kemudian terdapat masukan *point source* berupa saluran drainase dengan debit sebesar 0,45 m³/detik dan *diffuse source* berupa perikanan dengan debit 1,3 m³/detik. Pada titik 3 mengalami kenaikan debit sebesar 3,43 m³/detik. Kemudian terdapat masukan *point source* dari saluran drainase dengan debit sebesar 0,127 m³/detik dan *diffuse source* dari limbah domestik dengan debit sebesar 0,163 m³/detik. Pada titik 4 mengalami kenaikan debit sebesar 3,75 m³/s. Kemudian terdapat masukan dari *diffuse source* dari limbah domestik dengan debit sebesar 1,253 m³/detik. Pada titik 5, debit bertambah sebesar 5,00 m³/detik. Kemudian terdapat masukan dari *point source* berupa saluran drainase dengan debit sebesar 0,02 m³/detik dan *diffuse source* berupa limbah domestik dengan debit sebesar 1,140 m³/detik. Pada titik 6, debit bertambah menjadi 6,14 m³/detik. Terdapat masukan dari *point source* berupa saluran drainase dengan debit sebesar 0,4 m³/detik. Pada titik 7, mengalami kenaikan debit sebesar 6,69 m³/detik yang terdapat *point source* berupa saluran drainase dengan debit sebesar 0,9 m³/detik dan *diffuse source* berupa pertanian dengan debit sebesar 0,2 m³/detik. Debit tertinggi berada pada titik 8 dengan nilai sebesar 7,88 m³/detik dimana kondisi profil hidrolik pada titik 8 dengan kedalaman sungai 1,97 meter dan lebar sungai 16,8 meter. Kondisi sungai dengan bentuk yang lebar dapat meningkatkan kecepatan aliran sungai, sehingga nilai debit yang dihasilkan akan semakin tinggi. (Staddal, dkk 2016). Kemudian pengambilan sampel dilakukan pada saat musim penghujan sehingga kecepatan aliran sungai meningkat dan menghasilkan debit yang tinggi. Selain itu, di Sungai Code terdapat perbedaan debit sungai yang dipengaruhi oleh kondisi topografi, penggunaan lahan dan vegetasi sekitar sungai.

4.3 Kondisi Kualitas Air Sungai Code

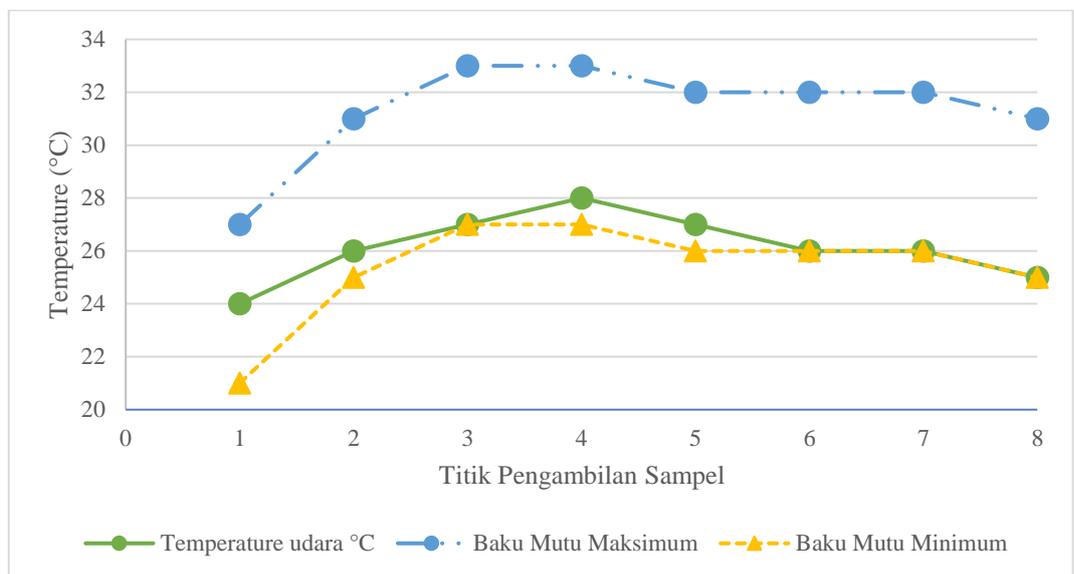
Kualitas air Sungai Code ditentukan dengan beberapa parameter yang harus dilakukan pengukuran dan pengujian. Hal yang pertama dilakukan dengan cara mengambil sampel dari setiap titik *sampling*, kemudian hasil sampel tersebut akan dilakukan pengukuran langsung di lapangan seperti parameter derajat keasaman (pH) dan temperatur air. Selanjutnya, parameter yang tidak dilakukan pengukuran langsung di lapangan akan dilakukan pengujian di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII seperti parameter Amonia dan Fosfat agar dapat diketahui nilai konsentrasinya.

4.3.1 Temperatur Air

Temperatur merupakan parameter perairan yang sangat penting karena dapat mempengaruhi komponen biotik dan abiotik ekosistem. Temperatur menjadi parameter kualitas air yang kritis, karena secara langsung mempengaruhi jumlah oksigen terlarut yang tersedia untuk organisme air. Fluktuasi suhu air sungai biasanya bergantung pada musim, lokasi geografis, waktu pengambilan sampel dan suhu air limbah yang masuk ke dalam sungai. (Singh dkk, 2015). Temperatur air sungai yang tinggi disebabkan oleh intensitas cahaya atau sinar matahari yang masuk ke dalam perairan. Faktor vegetasi yang rapat juga berpengaruh terhadap suhu air, karena vegetasi dapat membuat radiasi gelombang elektromagnetik dari sinar matahari yang terhalang sehingga jumlah radiasi yang masuk ke dalam air sungai berkurang dan mengakibatkan penurunan temperatur air sungai. (Marlina dkk, 2019). Berikut merupakan hasil pengukuran temperatur air di Sungai Code. Terlihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Temperatur Air Sungai Code

Titik	Temperatur Air	Baku Mutu Max (°C)	Baku Mutu Min (°C)
Titik 1	24	27	21
Titik 2	26	31	25
Titik 3	27	33	27
Titik 4	28	33	27
Titik 5	27	32	26
Titik 6	26	32	26
Titik 7	26	32	26
Titik 8	25	31	25



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

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan, nilai temperatur sesuai dengan Tabel 4.4 menunjukkan bahwa temperatur air pada Sungai Code sebesar 24 °C sampai 28 °C. Sesuai dengan Gambar 4.3, terlihat bahwa grafik temperatur air tertinggi berada pada titik 4 sebesar 28 °C. Kedua titik ini memiliki temperatur tinggi dikarenakan waktu pengambilan sampel yang

dilakukan pada siang hari dan kondisi cuaca yang panas, sehingga mengakibatkan temperatur air sungai meningkat. Sedangkan titik dengan temperatur terendah berada pada titik 1 sebesar 24 °C.

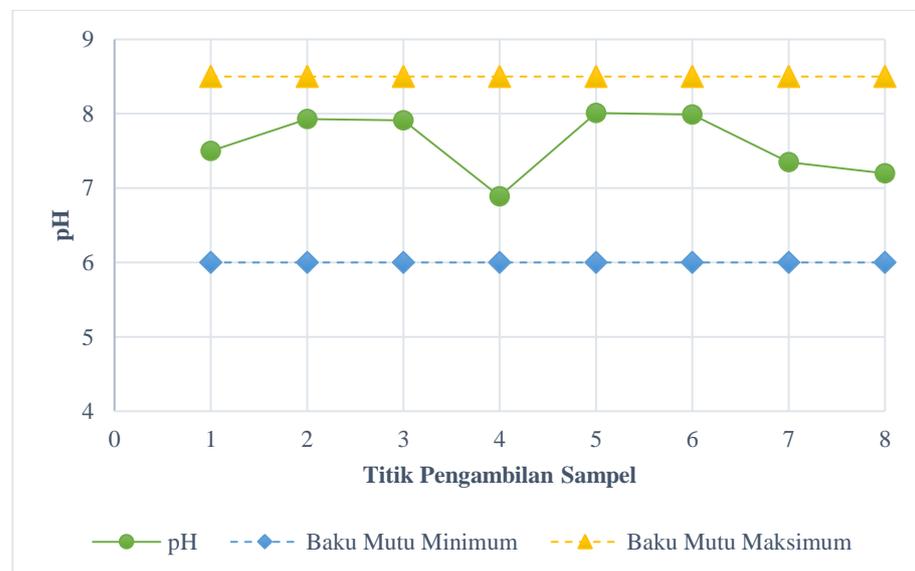
Berdasarkan hasil pengukuran yang terlihat pada Gambar 4.3, terlihat bahwa temperatur air di Sungai Code telah memenuhi baku mutu kelas II. Sesuai dengan PP RI No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, bahwa baku mutu kelas II untuk temperatur $\pm 3^\circ$ dari temperatur udara di lokasi pada saat pengambilan sampel.

4.3.2 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH merupakan indikator yang digunakan dalam mengetahui tingkat asam atau basa suatu perairan tersebut. Pada skala pH 0 – 14, pH bernilai 7 dianggap dengan kondisi netral. Untuk pH yang bernilai dibawah 7 maka dianggap dengan kondisi asam, sedangkan pH yang bernilai diatas 7 maka dianggap dengan kondisi basa. Dalam air, pH dianggap sangat penting karena dapat mempengaruhi kelarutan dan ketersediaan nutrisi. Hal ini merupakan satu faktor penting sebagai indikator pencemaran badan air. Nilai pH dalam air Sungai dapat dipengaruhi oleh faktor *dissolved oxygen* (DO), aktivitas organisme dan peningkatan suhu air. Pada penelitian kali ini, hasil pH diperoleh melalui pengukuran secara langsung dengan menggunakan pH meter dan kertas lakmus pada setiap titik *sampling*. Berikut merupakan hasil data pengukuran pH Sungai Code. Terlihat pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.4.

Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran pH Sungai Code

Titik	pH	Baku Mutu Min	Baku Mutu Max
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	7,20	6	8,5



Gambar 4. 4 Perbandingan Grafik Nilai pH Air Sungai Code dengan Baku Mutu

Berdasarkan Gambar 4.4, terlihat bahwa hasil pengukuran pH secara langsung pada air Sungai Code berkisar 6,74 hingga 8,01. Sesuai dengan Pergub DIY No. 20 Tahun 2008, bahwa baku mutu kelas II untuk parameter pH yaitu bernilai 6 hingga 8,5. Hal tersebut menunjukkan bahwa titik 1 hingga titik 8 telah memenuhi baku mutu yang sudah ditetapkan. Pada titik

5 dan titik 6 memiliki nilai pH yang cukup tinggi yaitu 8,01 dan 7,99. Hal ini dikarenakan pada titik 5 terdapat saluran pembuangan air limbah domestik dan pada titik 6 terdapat saluran limbah drainase yang dari rumah makan yang mana limbah cair dari rumah makan tersebut tidak diolah terlebih dahulu dan langsung dibuang melalui saluran drainase. Selain itu, perubahan nilai pH yang semakin tinggi disebabkan oleh proses fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman sekitar sungai.

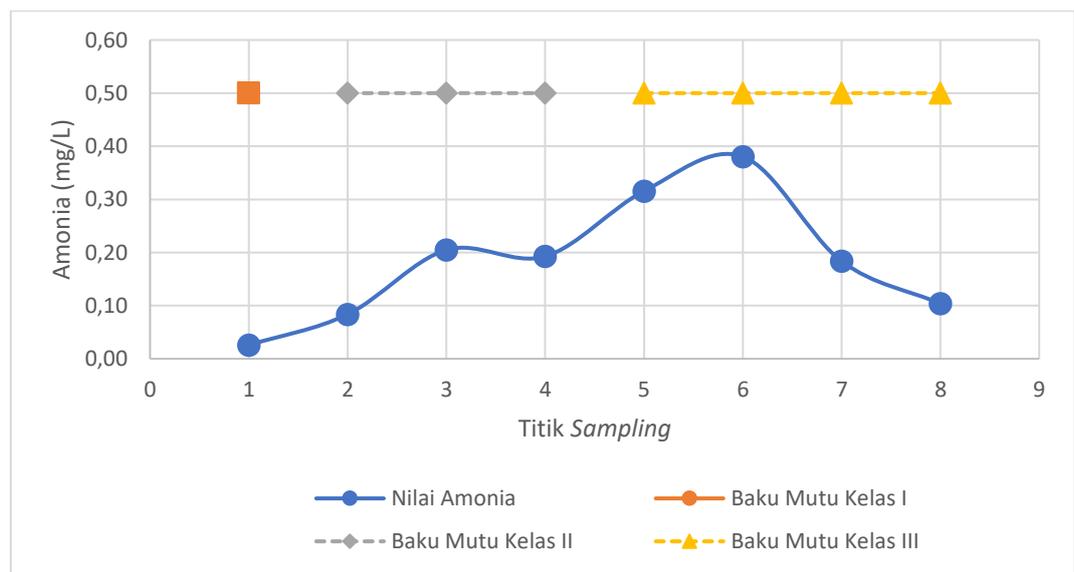
4.3.3 Amonia (NH_4)

Pada penelitian kali ini amonia di ukur dengan menggunakan alat spektrofotometer UV secara fenat dengan panjang gelombang 640 nm sesuai dengan SNI 06-6989.30-2005. Amonia dalam perairan merupakan amonia total ($\text{NH}_3\text{-N}$) yang terdiri dari amonium (NH_4^+) dan ammonia bebas (NH_3). Amonia dalam perairan berasal dari air sisa tinja, oksidasi zat organik secara mikrobiologis, air limbah industri dan limbah dari aktivitas masyarakat. Sesuai dengan PERGUB DIY No. 20 Tahun 2008, Baku mutu amonia air sungai kelas I sebesar 0,5 mg/L, sedangkan untuk air sungai kelas II dan III tidak memiliki nilai ambang batas karena air sungai pada kelas tersebut diperuntukkan hanya untuk mengairi, bercocok tanam dan peruntukkan lain yang tidak ditentukan oleh mutu amonia di dalam air. (Builda, 2018). Semakin tinggi konsentrasi amonia dalam sungai maka perairan tersebut akan bersifat toksik dan korosif sehingga akan berdampak buruk bagi pengguna air.

Data hasil konsentrasi amonia pada penelitian ini merupakan hasil pengujian di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII. Dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Amonia Air Sungai Code

Titik	Amonia (mg/L)	Baku Mutu PERGUB DIY No. 20 Tahun 2008 (mg/L)
T1	0,03	0,5 (Kelas I)
T2	0,08	0,5 (Kelas II)
T3	0,20	0,5 (Kelas II)
T4	0,19	0,5 (Kelas II)
T5	0,32	0,5 (Kelas III)
T6	0,38	0,5 (Kelas III)
T7	0,18	0,5 (Kelas III)
T8	0,10	0,5 (Kelas III)



Gambar 4. 5 Nilai Amonia Sungai Code

Berdasarkan Gambar 4.5. terlihat bahwa konsentrasi Amonia pada Sungai Code mulai dari titik 1 hingga titik 8 berada di bawah baku mutu air kelas I, II dan III yaitu sebesar 0,5 mg/L. Titik 1 merupakan titik *sampling* dengan kadar terendah yaitu sebesar 0,03 mg/L. Hal ini dikarenakan pada

bagian hulu sungai, cemaran yang masuk masih sedikit. Titik 2 mengalami peningkatan dengan kadar amonia sebesar 0,08 dikarenakan adanya masukan pencemar melalui sisa limbah dari pertanian di bagian hulu sungai. Saluran drainase dan perikanan. Titik 3 mengalami peningkatan dari titik sebelumnya dengan kadar amonia sebesar 0,20 mg/L dikarenakan adanya sumber pencemar yang masuk melalui saluran drainase dan saluran limbah dari perikanan dan limbah domestik. Pada titik 4, kadar amonia sebesar 0,19 mg/L yang mana menurun sedikit dari titik 3. Sumber pencemar pada titik 4 berasal dari saluran drainase dan saluran limbah domestik. Titik 5 dan 6 kembali mengalami peningkatan yang cukup tinggi dengan kadar amonia sebesar 0,32 mg/L dan 0,38 mg/L dikarenakan pada titik 5 adanya masukan dari saluran limbah domestik dan pada titik 6 adanya masukan dari saluran limbah domestik dan saluran drainase. Titik 5 dan 6 berada pada wilayah perkotaan yang jumlah penduduknya sangat padat sehingga kandungan amonia di perairan sangat bergantung pada aktifitas manusia. Tingginya nilai amonia sebagai indikasi bahwa terdapat masukan pembuangan limbah dari permukiman ke dalam badan air. Konsentrasi amonia pada perairan dapat meningkat apabila perairan tersebut tercemar oleh limbah pertanian, domestik dan perikanan. Hal ini disebabkan karena amonia terdapat pada kotoran manusia dan hewan, sisa tumbuhan, penggunaan pupuk urea serta pakan ikan dan tinja yang masuk ke aliran sungai. Titik 7 mengalami penurunan dari kedua titik sebelumnya dengan kadar amonia sebesar 0,18 mg/L yang terdapat masukan dari saluran drainase. Titik 8 bagian hilir sungai mengalami penurunan yang sangat rendah dari titik sebelumnya dengan kadar amonia sebesar 0,10 mg/L. Rendahnya kadar amonia pada suatu daerah hilir dikarenakan pada daerah hilir sekitar dikelilingi oleh daerah persawahan, perkebunan, hutan dan rendahnya jumlah penduduk sehingga sepi permukiman. Jika konsentrasi amonia dalam perairan melebihi baku mutu, maka organisme pada perairan akan berdampak karena sifat amonia yang toksik dan beracun. Dampak dari amonia itu sendiri akan mengakibatkan biota air mati. Berdasarkan PERGUB DIY No. 20 Tahun

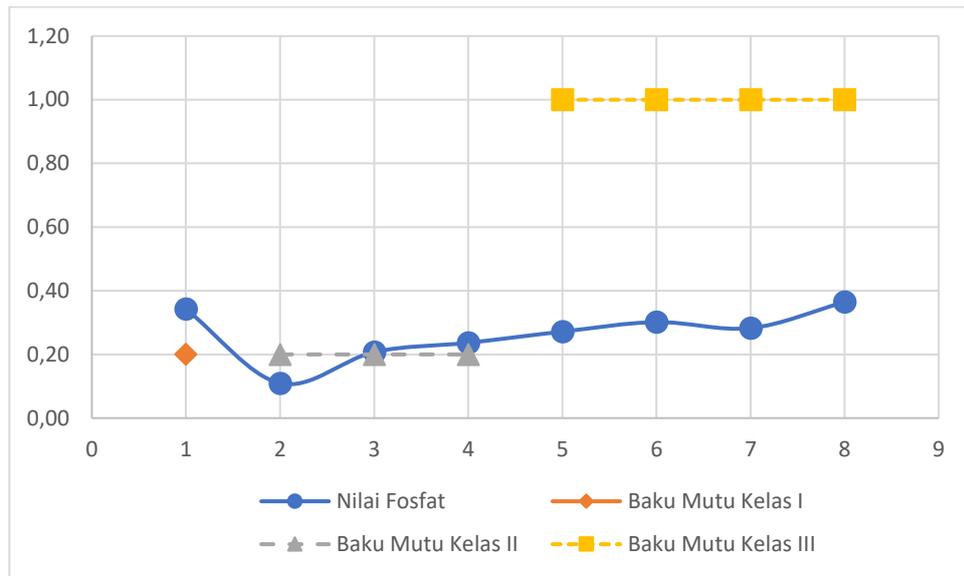
2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi DIY, batas kadar amonia maksimum yang diizinkan masuk ke dalam Sungai Code dengan kategori air kelas I, II dan III adalah sebesar 0,5 mg/L. Artinya pengukuran amonia di titik 1 hingga titik 8 dengan kisaran nilai 0,03 – 0,38 mg/L telah memenuhi atau dibawah baku mutu air Sungai Code.

4.3.4 Fosfat (PO₄)

Kandungan Fosfat (PO₄) pada penelitian kali ini diuji agar dapat mengetahui kandungan unsur fosfor pada air terutama pada badan air Sungai Code. Total fosfat sebagai P dapat bersumber dari segala kegiatan yang menggunakan produk detergen, seperti aktivitas laundry. Keberadaan fosfat dapat mengakibatkan kesuburan yang berlebih pada Sungai Code. Oleh sebab itu, kesuburan suatu perairan dapat dilihat melalui kandungan fosfatnya. Nilai konsentrasi fosfat dari setiap titik *sampling* pada penelitian ini merupakan hasil dari pengujian di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII. Berikut adalah data nilai konsentrasi fosfat di Sungai Code dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Fosfat Air Sungai Code

Titik	Fosfat (mg/L)	Baku Mutu PERGUB DIY No. 20 Tahun 2008 (mg/L)
T1	0,34	0,2 (Kelas I)
T2	0,11	0,2 (Kelas II)
T3	0,21	0,2 (Kelas II)
T4	0,24	0,2 (Kelas II)
T5	0,27	1 (Kelas III)
T6	0,30	1 (Kelas III)
T7	0,28	1 (Kelas III)
T8	0,36	1 (Kelas III)



Gambar 4. 6 Nilai Fosfat Sungai Code

Berdasarkan hasil pengujian fosfat di laboratorium, diperoleh nilai konsentrasi fosfat yang berkisar di 0,11 – 0,36 mg/L. Hasil grafik pada Gambar 4.6. menunjukkan nilai fosfat yang variatif karena perbedaan keadaan dan aktifitas manusia pada setiap masing-masing daerah lokasi *sampling*. Pada titik 1, kadar fosfat sebesar 0,36 mg/L yang mana telah melebihi baku mutu air sungai kelas I sebesar 0,2 mg/L. Hal ini dikarenakan pada titik 1 merupakan lokasi dengan banyaknya lahan pertanian dan perkebunan. Kandungan fosfat bisa berasal melalui pestisida serta insektisida dari lahan pertanian. Kemudian pada daerah pertanian, *ortofosfat* berasal dari bahan pupuk yang masuk ke dalam aliran sungai melalui saluran drainase dan aliran air hujan. (Lestari, 2016). Kelebihan fosfat dalam air yang berasal dari aktifitas pertanian dan perkebunan pada DAS juga dapat mengakibatkan keadaan ekosistem yang tidak seimbang atau disebut *eutrofikasi*. Pada titik 2 mengalami penurunan dengan kadar fosfat sebesar 0,11 mg/L. Titik 2 terdapat sumber pencemar melalui saluran drainase, namun debit yang dihasilkan dari saluran drainase tersebut sangat kecil. Hal ini dikarenakan karena aktifitas manusia yang belum padat karena pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari sehingga jumlah yang masuk tidak banyak. Pada

titik 3 dan 4, kadar fosfat meningkat sebesar 0,21 mg/L dan 0,24 mg/L yang mana telah melebihi baku mutu fosfat pada golongan air sungai kelas II yaitu sebesar 0,2 mg/L. Hal ini dikarenakan antara titik 3 dan titik 4 atau segmen tersebut terdapat sumber pencemar berupa limbah domestik dan saluran drainase. Kedua titik ini berada pada daerah perkotaan yang aktifitas manusia dan permukimannya padat, sehingga limbah domestik dan bahan pencemar yang masuk ke aliran sungai cukup besar. Selain itu, faktor lain yang mengakibatkan meningkatnya fosfat organik dalam air yaitu berasal dari air buangan penduduk (feses) dan sisa makanan yang masuk ke aliran sungai. Pada titik 5 dan titik 6 mengalami peningkatan dari titik sebelumnya dengan kadar fosfat sebesar 0,27 mg/L dan 0,30 mg/L namun tetap di bawah baku mutu air kelas III yaitu sebesar 1 mg/L. Kedua titik ini masih terletak di daerah perkotaan yang padat penduduk. Padatnya penduduk sangat berpotensi tinggi menjadi salah satu faktor meningkatnya kandungan fosfat dalam perairan. Sumber pencemar yang masuk antara titik 5 dan 6 berupa saluran drainase dan limbah domestik. Limbah domestik berupa penggunaan deterjan pada setiap rumah dapat menjadi penyumbang fosfat terbesar dalam perairan. Pada titik 7, kadar fosfat menurun dari titik – titik sebelumnya. Kadar fosfat di titik 7 sebesar 0,28 mg/L. Terjadi penurunan karena sumber pencemar yang masuk hanya dari saluran drainase yang berupa air hujan dan aliran dari lahan sawah bukan diperuntukkan untuk mengalirkan limbah domestik seperti pada daerah perkotaan. Sehingga kadar fosfat pada titik 7 berbeda dari titik 3,4,5 dan 6. Menurut (DLH, 2022), saluran drainase semestinya digunakan untuk mengalirkan air hujan namun pada daerah perkotaan, masyarakat menggunakan saluran drainase untuk membuang limbah domestik. Titik 8 merupakan titik dengan kadar fosfat tertinggi daripada titik – titik sebelumnya. Kadar fosfat di titik 8 sebesar 0,36 mg/L. Hal ini disebabkan oleh masuknya sumber pencemar berupa saluran drainase yang berasal dari area persawahan dan limbah perikanan. Pemberian pakan ikan yang berlebihan dapat menghasilkan zat sisa berupa fosfat, sehingga meningkatnya kadar fosfat berkaitan dengan pemberian pakan ikan dan

penggunaan pupuk pada area persawahan. Berdasarkan PERGUB DIY No. 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi DIY, batas kadar fosfat maksimum yang diizinkan masuk ke dalam Sungai Code dengan kategori air kelas I, II adalah sebesar 0,2 mg/L dan kelas III adalah sebesar 1 mg/L. Artinya bahwa kadar fosfat pada titik 1, 3 dan 4 telah melebihi baku mutu. Kemudian pada titik 2, 5, 6, 7 dan 8 telah memenuhi atau dibawah baku mutu.

4.4 Sumber Pencemar Sungai Code

Pada setiap segmentasi sungai, terdapat *effluent* yang masuk ke Sungai Code yang berasal dari berbagai jenis sumber pencemar. Mulai dari saluran drainase, limbah industri kecil menengah (IKM) tahu, limbah domestik, limbah perikanan dan limbah pertanian. Berbagai sumber pencemar telah berkontribusi dalam menyumbang terjadinya pencemaran air sungai yang mana setiap sumber pencemar memiliki karakteristik yang berbeda – beda. Pada penelitian kali ini, sumber pencemar digolongkan menjadi dua jenis yaitu dari *point source* dan *diffuse source*. *Point source* merupakan sumber pencemar yang berasal dari saluran pembuangan yang berada pada satu titik. Sedangkan *diffuse source* merupakan titik sebaran saluran pembuangan yang langsung masuk ke badan sungai. Dengan keberadaan *point source* dan *diffuse source* dapat memberikan dampak terhadap kualitas air sungai dengan kontaminan terlarut dari berbagai sumber yang berbeda. Berikut merupakan jenis sumber pencemar. Terlihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Sumber Pencemar Sungai Code

Segmen	Sumber Pencemar		Konsentrasi Amonia (mg/L)		Konsentrasi Fosfat (mg/L)	
	<i>Point Source</i>	<i>Diffuse Source</i>	<i>Point Source</i>	<i>Diffuse Source</i>	<i>Point Source</i>	<i>Diffuse Source</i>
1	Saluran Drainase*	Pertanian**	0,41 *	0,23 **	0,06 *	0,05 **
2	Saluran Drainase*	Perikanan**	0,60 *	1,14 **	0,30 *	0,40 **
3	Saluran Drainase*	Limbah Domestik**	0,43 *	0,11 **	0,08 *	1,02 **
4	-	Limbah Domestik**	-	0,81 **	-	0,37 **
5	Saluran Drainase*	Limbah Domestik**	0,34 *	0,76 **	0,26 *	0,72 **
6	Saluran Drainase*	-	0,17 *	-	0,27 *	-
7	Limbah IKM Tahu*	Pertanian**	2,91 *	0,13 **	0,14 *	2,64 **

(*) Hasil Pengujian Laboratorium

(**) Hasil dari pendekatan data sekunder penelitian terdahulu

Berdasarkan pada Tabel 4.8, Pengambilan sampel sumber pencemar hanya dilakukan pada *point source*. Sedangkan sumber pencemar pada *diffuse source* tidak dilakukan pengambilan sampel dan tidak dapat dihitung secara aktual. Hasil sampel pada sumber pencemar *point source* dilakukan pengujian di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII sehingga didapatkan hasil konsentrasi yang tepat. Sedangkan pada sumber pencemar *diffuse source*, konsentrasi pada parameter Amonia dan Fosfat dilakukan pendekatan sesuai dengan rentang nilai di setiap jenis sumber pencemar dari berbagai referensi.

Pada daerah *agricultural* atau pertanian, konsentrasi amonia pada *diffuse source* bervariasi antara 0,0002 mg/L hingga 0,24 mg/L. (Loftus dkk, 2015). Pada daerah sumber pencemar yang berasal dari perikanan, konsentrasi amonia dapat berkisar antara 0,021 – 2,16 mg/L. (Pramleonita, 2018). Pada air limbah domestik atau rumah tangga, kadar amonia biasanya antara 0,38 – 37,64 mg/L tergantung dari kekuatan limbahnya itu sendiri. (Wijayaningrat, 2018).

Pada parameter fosfat, kadar fosfat pada sumber pencemar yang berasal dari perikanan berkisar antara 0,02 mg/L hingga 2,50 mg/L. (Samsudin, 2017). Para petani ikan menggunakan pakan ikan dalam pertumbuhan ikan. Pakan ikan umumnya mengandung kadar fosfat sekitar 0,96 – 1,2%. Pakan ikan yang diberikan tidak semuanya di makan, sebagian akan jatuh ke perairan sekitar 10-15% dan aktifitas metabolisme ikan juga dapat mencemari air melalui feses ikan, sehingga dapat berakibat pada menurunnya kualitas air. (Brahmana dkk, 2012). Berdasarkan pada penelitian (Nuraya dkk, 2022), kandungan fosfat dengan lokasi yang terdapat aktivitas pertanian yaitu berkisar antara 0,2 mg/L – 5,06 mg/L. Kemudian kadar fosfat yang berasal dari permukiman atau domestik berkisar antara 0,08 mg/L – 6,25 mg/L dengan baku mutu sungai kelas I yaitu 0,2 mg/L. (Legasari dkk, 2023).

Pada sumber pencemar *diffuse source* yang berasal dari daerah pertanian, debit diperoleh dari hasil perhitungan luas lahan dikalikan dengan kebutuhan air untuk area sawah. Kebutuhan air irigasi untuk area sawah berkisar antara 0,7 – 1,2 l/detik/ha. (Mauliana dkk, 2022). Berdasarkan penelitian. (Fachrurazie, 2005), untuk 100 m² luasan kolam biasa memerlukan air segar sebanyak 21 liter/detik. Pergantian air yang baik dilakukan sebanyak 50% dari total ketinggian kolam. Pergantian air harus dilakukan dari bagian dasar kolam karena kualitas air pada bagian dasar yang paling buruk. (Arie, 2012). Pada sumber pencemar limbah domestik, dilakukan perhitungan debit air limbah yang diperoleh setiap 80% dari

penggunaan air bersih. Menurut (Fadly, 2008), Perhitungan debit air limbah sebagai berikut :

$$\text{Debit Air Limbah} = 80\% \times \text{Debit Air Bersih} \times \text{Jumlah Penduduk}$$

Berdasarkan perhitungan diperoleh debit air limbah pada *diffuse source* di titik 3 hingga titik 5 yaitu $0,194 \text{ m}^3/\text{detik}$, $1,24 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan $1,13 \text{ m}^3/\text{detik}$.

4.5 Pemodelan Kualitas Air Sungai Code Menggunakan QUAL2KW

QUAL2Kw merupakan model matematis yang digunakan dalam mengevaluasi kualitas air sungai. QUAL2Kw merupakan model stasioner dan satu dimensi yang dapat diterapkan ketika aliran dan beban pencemaran ke sungai secara konstan. Pada penelitian kali ini, QUAL2Kw digunakan dalam memodelkan kualitas air Sungai Code. Hal pertama yang perlu dilakukan adalah menginput data – data yang didapatkan dari hasil pengambilan sampel, seperti data kualitas air di hulu (*worksheet headwater*), data tiap segmen (*reach*), data pendukung seperti *air temperature*, *wind speed*, *cloud cover*. Kemudian data pencemar tentu dan tak tentu di *worksheet point source* dan *diffuse source*, *worksheet hydraulics data*, *temperature data* dan *worksheet WQ data* untuk memasukkan data kualitas air sungai (Amonia dan Fosfat). Worksheet pada *software QUAL2Kw* terdapat perbedaan warna dalam setiap *worksheet* nya, antara lain :

1. **Worksheet biru** merupakan input data dan parameter yang dimasukkan oleh pengguna.
2. **Worksheet kuning** merupakan input data yang dimasukkan oleh pengguna kemudian hasil output data yang dikeluarkan oleh QUAL2KW berupa grafis
3. **Worksheet hijau** merupakan hasil data yang dikeluarkan oleh model QUAL2KW.

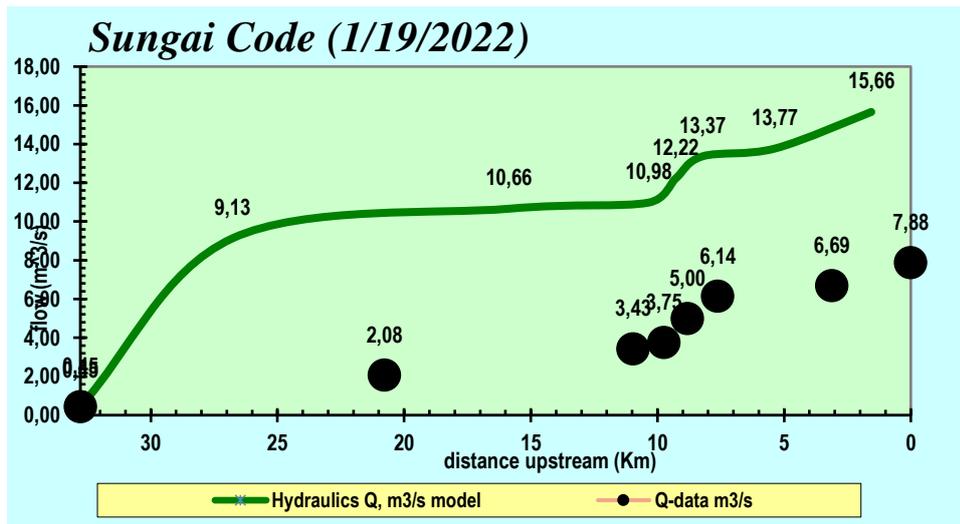
Setiap lembar kerja pada QUAL2Kw terdapat tiga opsi yang berada di atas sheet dengan fungsi nya masing – masing, antara lain:

1. *Open File* berupa tombol yang berfungsi untuk memilih data yang akan di buka. *Software* ini akan menghasilkan data yang memiliki *extension *.q2*
2. *Run VBA* berupa tombol yang berfungsi dalam mengolah data yang sudah di input atau me *running* model dalam versi VBA dan akan menjadi file yang menyimpan segala informasi yang sudah dimasukkan.
3. *Run Fortran* berupa tombol yang berfungsi dalam mengolah data yang sudah di input atau me *running* model dalam versi fortran dan akan menjadi file yang menyimpan segala informasi yang sudah dimasukkan. Perbedaan dari *VBA* dengan *Fortran* adalah dari kecepatan proses *running* nya atau mengolah data nya. Fortran lebih cepat dibandingkan *VBA* karena *fortran* merupakan *complied executable program*.

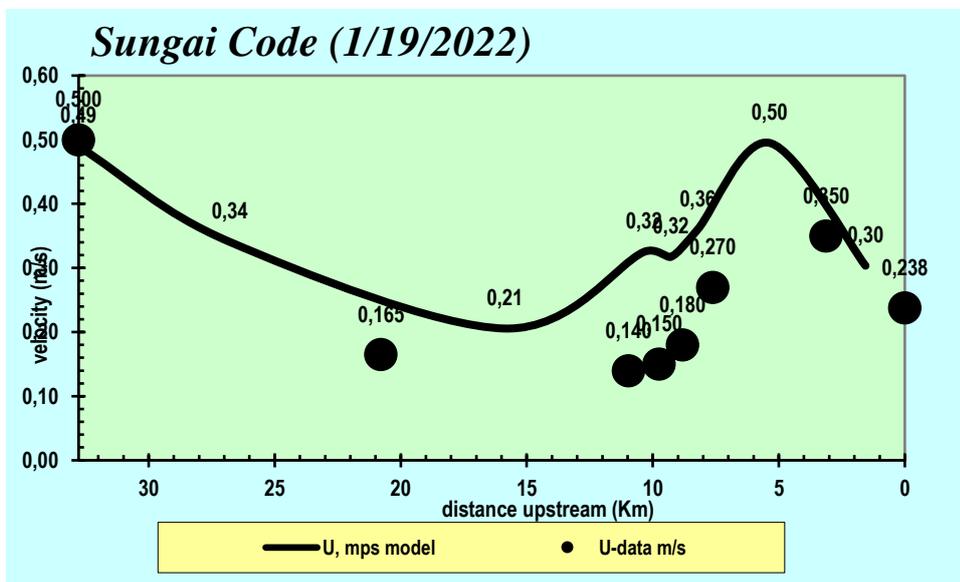
4.5.1 Input Data Sebelum Kalibrasi Model

Setelah mendapatkan data hidrolik, data kualitas air dan data sumber pencemar. Selanjutnya adalah memasukkan nilai – nilai tersebut ke dalam *software QUAL2Kw*. Data hidrolik diinputkan pada sheet *hydraulics data*, untuk data kualitas air diinputkan pada sheet *WQ data*, dan untuk sumber pencemar diinputkan pada sheet *point source* dan *diffuse source*.

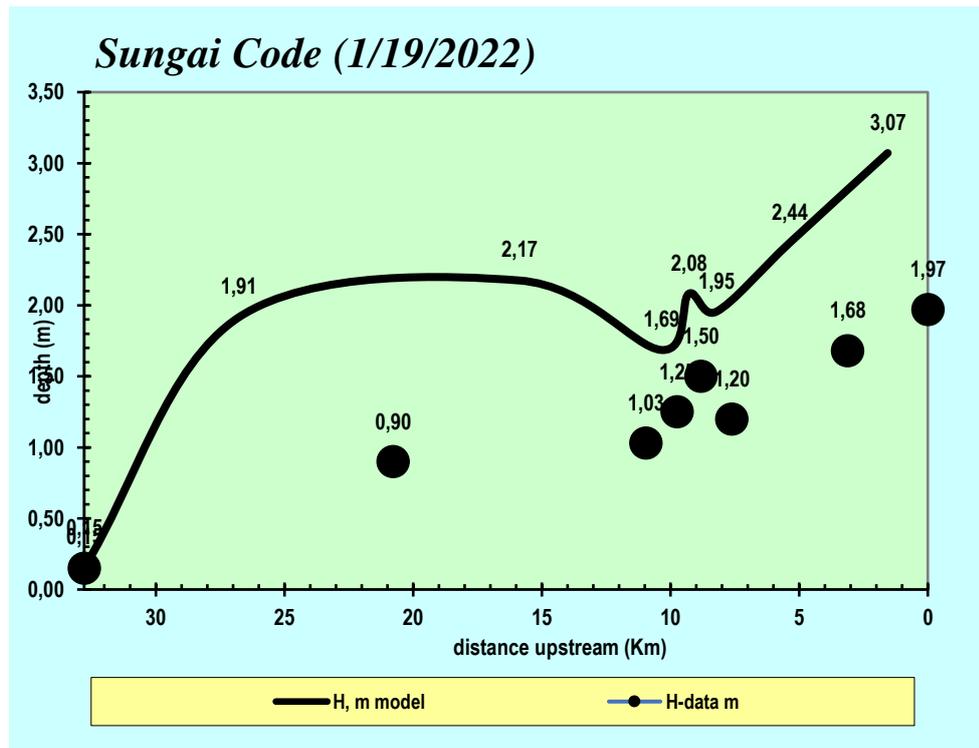
Dikarenakan terdapat beberapa kesulitan dalam pengukuran konsentrasi pada *diffuse source*, maka konsentrasi parameter Amonia dan Fosfat pada *diffuse source* dilakukan pendekatan dalam menentukan konsentrasi dari setiap jenis sumber pencemar dari berbagai sumber. Berikut merupakan hasil data hidrolik dan kualitas air sebelum dilakukan kalibrasi. Terlihat pada Gambar 4.7 hingga Gambar 4.11.



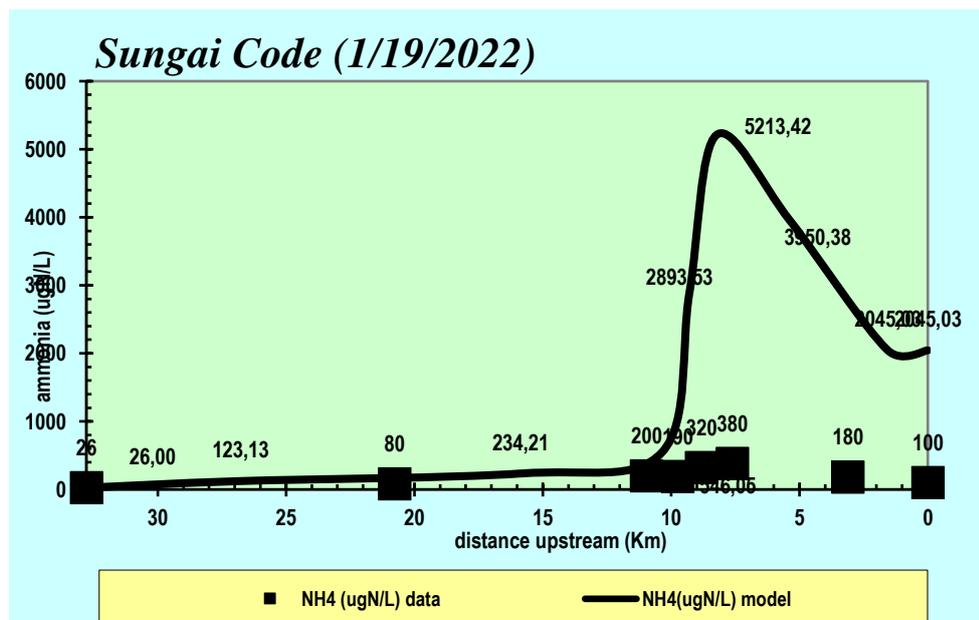
Gambar 4. 7 Model Debit sebelum kalibrasi



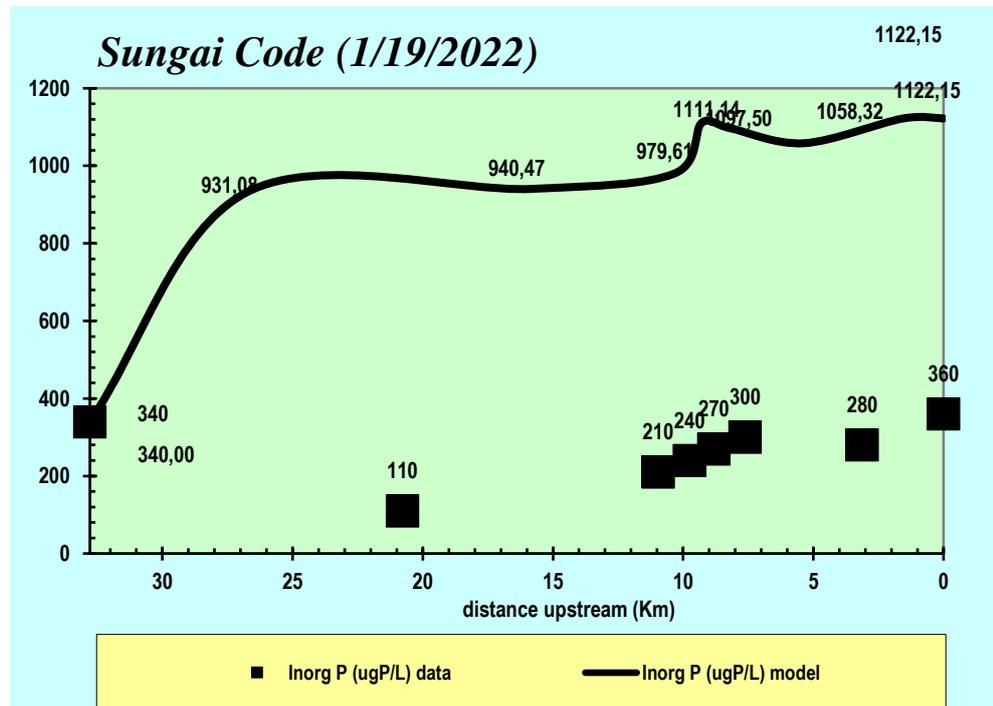
Gambar 4. 8 Model Kecepatan Aliran sebelum kalibrasi



Gambar 4. 9 Model Kedalaman sebelum kalibrasi



Gambar 4. 10 Model Amonia sebelum Kalibrasi



Gambar 4. 11 Model Fosfat sebelum kalibrasi

Berdasarkan pada Gambar 4.7 hingga Gambar 4.11 terlihat bahwa hasil model untuk data hidrolis seperti debit, kecepatan aliran, kedalaman dan data kualitas air seperti parameter Amonia dan Fosfat masih jauh dengan data yang diinputkan. Untuk data hidrolis, hasil model pada *flow* masih jauh dengan data input dikarenakan debit yang masuk pada *diffuse source* nilainya terlalu besar sehingga perlu dilakukan *trial and error* khususnya di daerah pertanian (29,21 – 29,00 km), perikanan (15,55 – 15,42 km) dan pertanian (3,08 – 2,75 km). Untuk hasil model *depth* dan *velocity* masih sedikit menjauhi data karena pada nilai debit yang diinput juga masih terlalu besar, selain itu data yang diinputkan pada *sheet reach* dibagian *manning formula* belum menghasilkan model yang baik sehingga perlu dilakukan *trial and error*. Untuk data kualitas air, hasil model pada amonia dan fosfat masih sangat jauh dengan data input dikarenakan nilai konsentrasi yang diinputkan pada *diffuse source* masih terlalu tinggi. Sehingga perlu dilakukan *trial and error* pada nilai konsentrasinya dengan pendekatan dari berbagai sumber

yang ada. Selain itu, koefisien di *worksheet reach rates* juga perlu dilakukan *trial and error* pada setiap nilai koefisiennya yang mengacu pada rentang nilai koefisien kalibrasi yang terlihat pada Tabel 4.9. Agar dapat melanjutkan ke tahap berikutnya, maka model data hidrolik dan kualitas air perlu dilakukan kalibrasi agar hasil model tersebut mendekati dengan data yang diinputkan dan menghasilkan *trend* yang bagus.

4.5.2 Hasil Kalibrasi Model

Selanjutnya adalah kalibrasi model hidrolik dan kualitas air dengan melakukan *trial and error*. Kalibrasi bertujuan agar hasil dari model yang berupa grafik mendekati kondisi sebenarnya. *Trial and error* pada QUAL2Kw dilakukan pada data hidrolik dan data kualitas air.

Sebelum lanjut ke tahap simulasi skenario, model yang sudah ada perlu dilakukan kalibrasi terlebih dahulu. Kalibrasi model perlu dilakukan supaya hasil data model mendekati data input yang telah dimasukkan ke dalam QUAL2Kw. Kalibrasi model terbagi menjadi 2, yakni kalibrasi data hidrolik dan kalibrasi data kualitas air. Kalibrasi data hidrolik berupa debit, kecepatan aliran dan kedalaman. Kalibrasi tersebut dilakukan pada *worksheet reach* dengan cara *trial and error* dan mengubah nilai debit yang masuk atau keluar dan di *worksheet diffuse source* sehingga didapatkan data model berupa grafik (garis hijau) yang mendekati kondisi sebenarnya atau data lapangan (titik hitam). Setelah kalibrasi data hidrolik selesai, selanjutnya kalibrasi data kualitas air pada setiap segmen sungai. Kalibrasi data kualitas air dilakukan dengan cara *trial and error* pada nilai konsentrasi *diffuse source* dan *trial and error* koefisien parameter di *worksheet reach rates*. Rentang dari setiap nilai koefisien tiap parameter dapat dilihat pada tabel 4.9. Rentang nilai dari setiap koefisien tersebut sudah sesuai dengan sungai pada negara yang memiliki 4 musim. Oleh karena itu, kalibrasi perlu dilakukan untuk menyesuaikan koefisien yang sesuai untuk Sungai Code. Dalam melakukan kalibrasi, nilai koefisien bisa saja berada diluar rentang yang telah ada

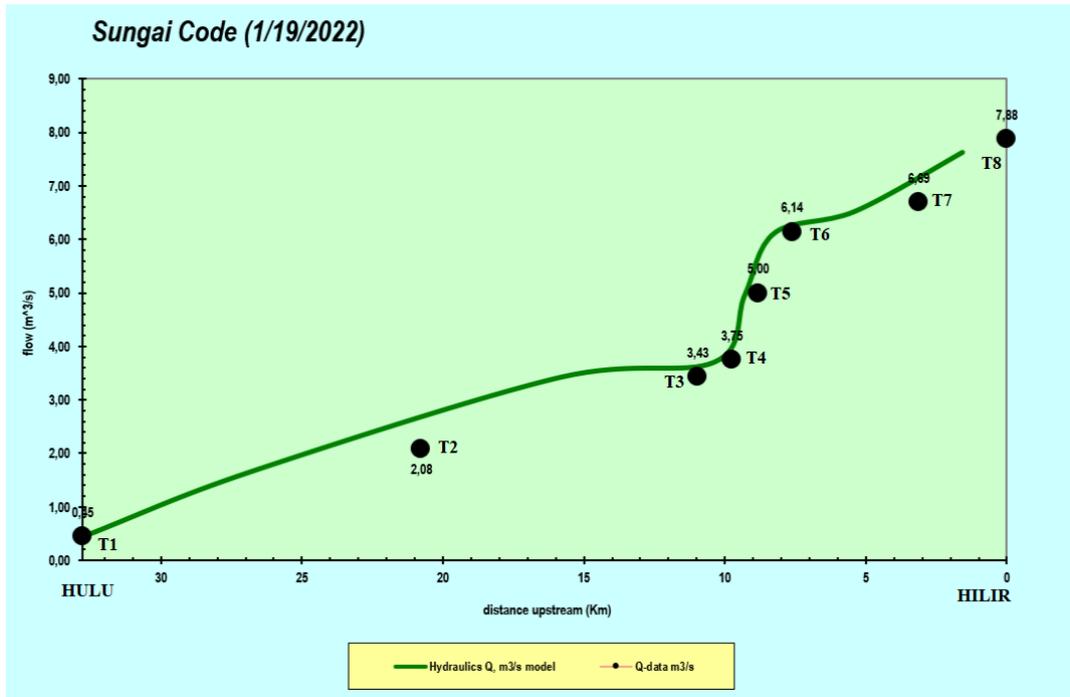
dikarenakan kondisi tiap sungai yang berbeda. Berikut merupakan nilai dari setiap koefisien dalam proses kalibrasi. Terlihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Nilai Koefisien Kalibrasi

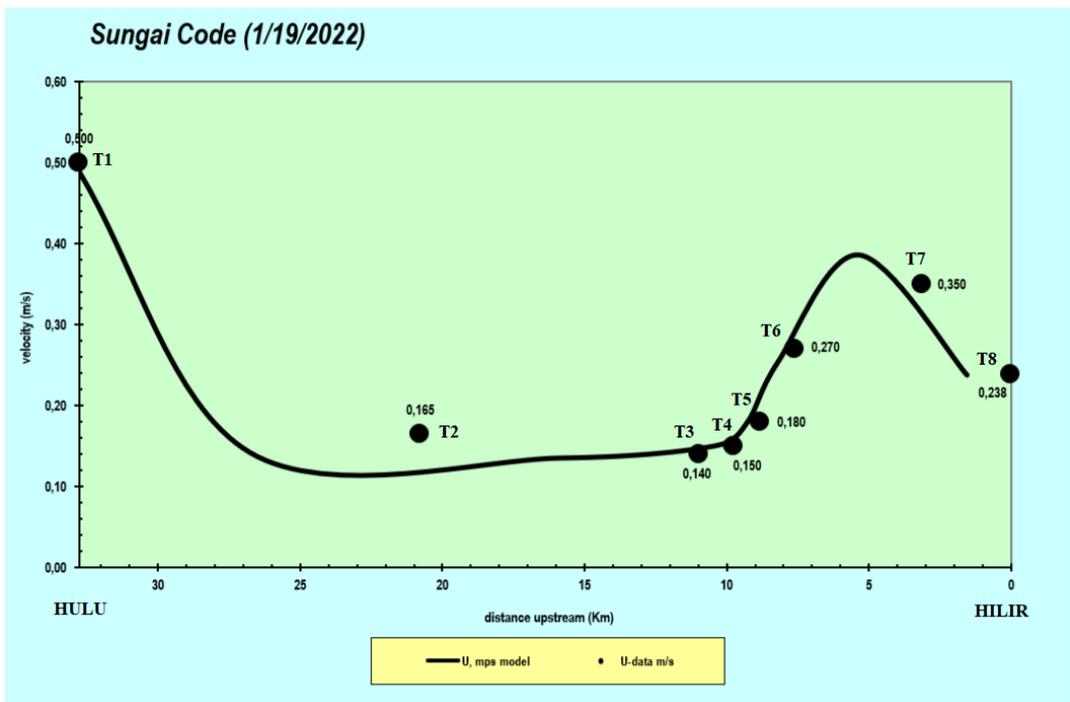
Nama Koefisien	Satuan	Rentang Nilai
Reaeration	day ⁻¹	0,02 – 3,4
ISS Settling Velocity	m/day	0 – 2
CBOD Oxidation Rate	day ⁻¹	0,02 – 4,2
NH ₄ Nitrification Rate	day ⁻¹	0 – 10
NO ₃ Denitrification Rate	day ⁻¹	0 – 2
NO ₃ Sed. Denitri Transfer Coeff.	day ⁻¹	0 – 1
PO ₄ Settling Velocity	m/day	0 - 2

Sumber : Kannel, 2007 dan Brown, 1987.

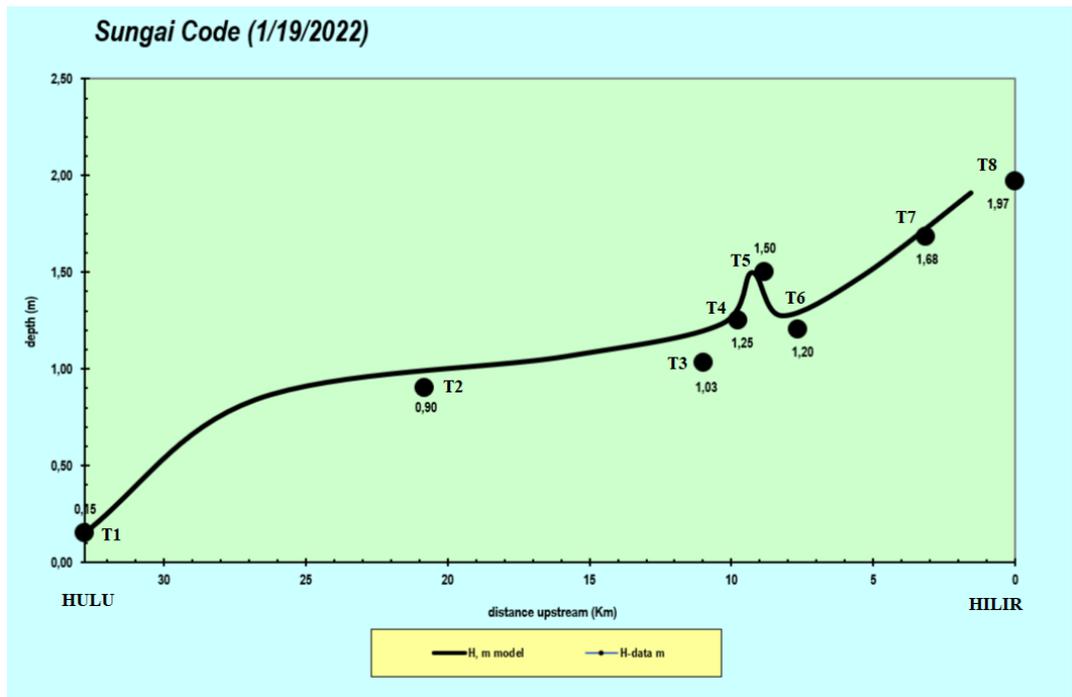
Pada *worksheet reach* untuk parameter Amonia dan Fosfat dilakukan dengan cara *trial and error* pada data *n manning* karena berpengaruh terhadap perhitungan kecepatan dan kedalaman sungai. Kemudian dilakukan *trial and error* pada *worksheet diffuse source* dengan merubah nilai konsentrasi pencemar seperti pada limbah pertanian, perikanan dan limbah domestik. *Trial and error* dilakukan hingga diperoleh hasil grafik model yang mendekati data lapangan. Berikut merupakan hasil dari kalibrasi data hidrolis sungai dan data kualitas air sungai. Terlihat pada Gambar 4.12, Gambar 4.13, Gambar 4.14, Gambar 4.15, dan Gambar 4.16.



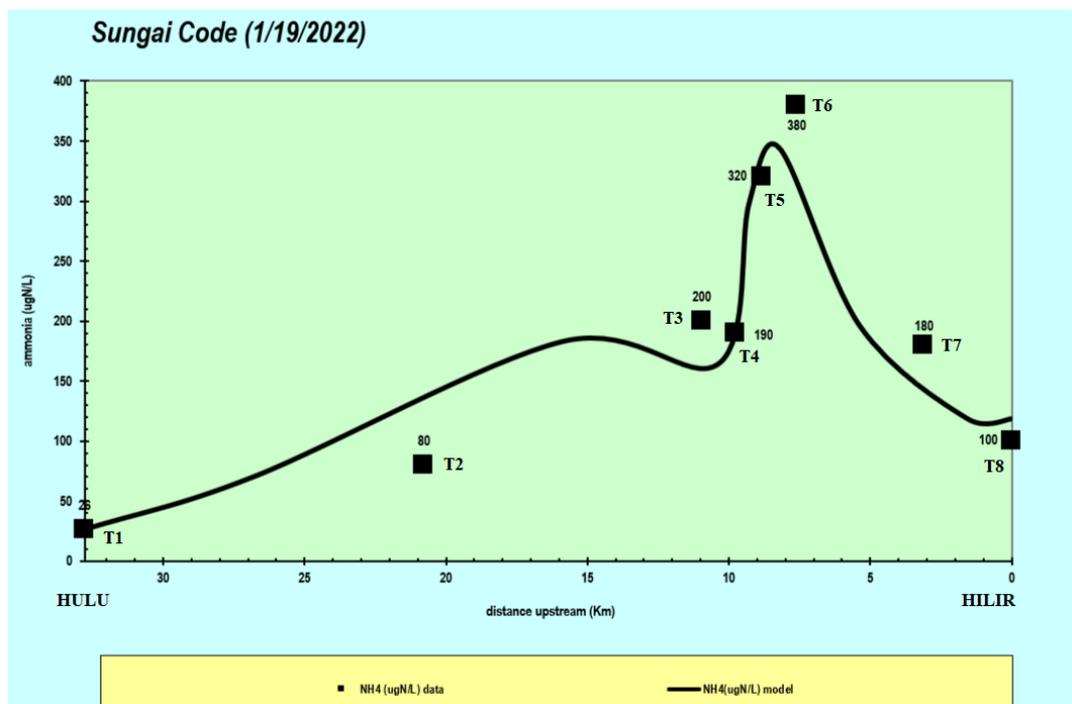
Gambar 4. 12 Hasil Kalibrasi Data Debit Sungai Code



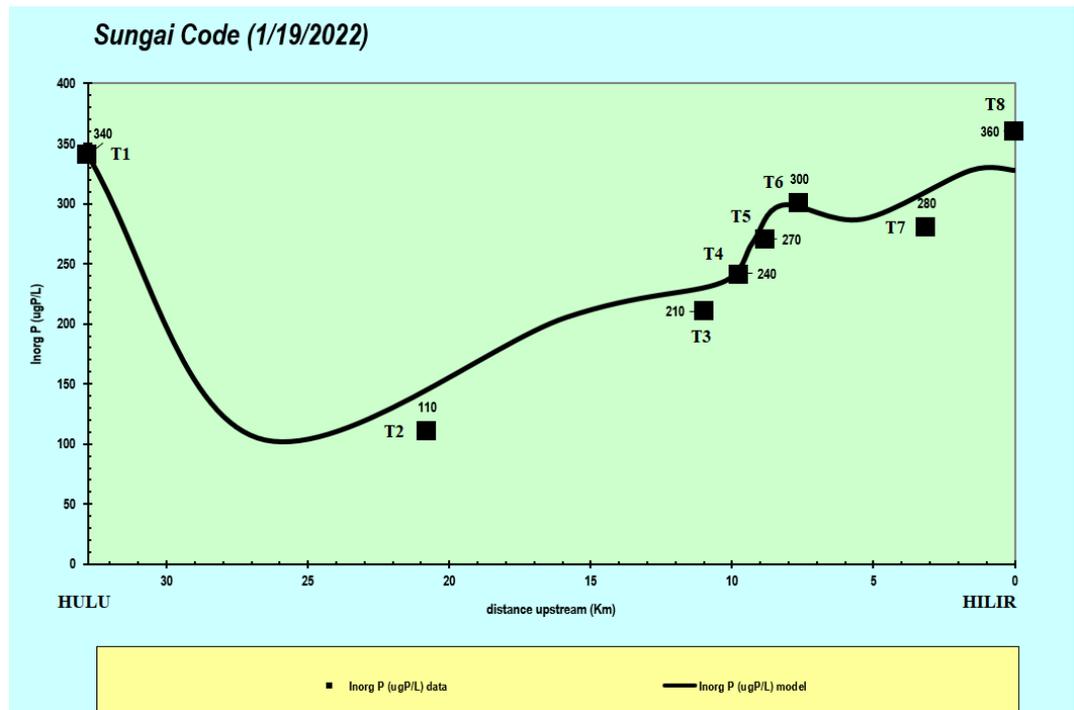
Gambar 4. 13 Hasil Kalibrasi Data Kecepatan Sungai Code



Gambar 4. 14 Hasil Kalibrasi Data Kedalaman Sungai Code



Gambar 4. 15 Hasil Kalibrasi Data Amonia Sungai Code



Gambar 4. 16 Hasil Kalibrasi Fosfat Sungai Code

Pada Gambar 4.12 menunjukkan grafik model debit mulai dari titik 1 hingga titik 8 memiliki nilai debit yang berfluktuatif. Dapat dilihat bahwa tren grafik pada model debit hasil dari *running QUAL2Kw* dengan tren grafik pada data debit sudah bagus, artinya model dapat diterima. (Lestari, 2017). Dalam proses kalibrasi pada debit, *trial and error* dilakukan pada *worksheet diffuse source* dengan mengubah-ubah nilai debit yang masuk ke dalam sungai.

Pada Gambar 4.13 menunjukkan grafik dari hasil model data kecepatan yang nilai titik 1 hingga titik 8 berfluktuatif. Dapat dilihat bahwa tren grafik pada model kecepatan dengan data kecepatan sudah serupa sehingga dapat dikatakan model sudah mendekati data lapangan dan dapat diterima. Sedangkan pada Gambar 4.14 menunjukkan grafik dari hasil model data kedalaman sungai yang juga nilainya berfluktuatif. Terlihat bahwa tren model kedalaman sudah serupa dengan data kedalaman yang artinya sudah mendekati data lapangan dan model dapat diterima. Perubahan nilai

kedalaman dipengaruhi oleh kondisi lebar sungai, nilai *slope* dan kecepatan aliran.

Pada Gambar 4.15 menunjukkan bahwa untuk parameter amonia, hasil data model sudah mendekati data sebenarnya dan tren yang terbentuk sudah cukup bagus. Kadar amonia tertinggi berada pada titik 5 dan titik 6 dengan kadar amonia sebesar 0,32 mg/L dan 0,38 mg/L. Hal ini dikarenakan pada titik 5 adanya masukan dari saluran limbah domestik dan pada titik 6 adanya masukan dari saluran limbah domestik dan saluran drainase. Titik 5 dan 6 berada pada wilayah perkotaan yang jumlah penduduknya sangat padat sehingga kandungan amonia di perairan sangat bergantung pada aktifitas manusia. Sesuai dengan PERGUB DIY No. 20 Tahun 2008, grafik yang ditampilkan pada Gambar 4.15 menunjukkan bahwa kadar amonia mulai dari hulu hingga hilir masih dibawah standar baku mutu kelas I yaitu 0,5 mg/L.

Pada Gambar 4.16 menunjukkan bahwa untuk parameter fosfat, tren yang dibentuk sudah bagus, artinya hasil data model sudah mendekati data sebenarnya. Terjadi peningkatan yang fluktuatif mulai dari titik 1 hingga titik 8.

4.5.3 Hasil Validasi Model

Setelah kalibrasi berhasil, maka selanjutnya akan dilakukan perhitungan nilai error model atau validasi. Validasi dilakukan dengan menggunakan metode *Root Mean Square Percent Error* (RMSPE) untuk mendapatkan hasil nilai *error* pada model. Apabila nilai *error* dibawah 50% maka model dapat diterima dan digunakan untuk dilakukan simulasi. Berikut merupakan rumus yang digunakan dalam menghitung validasi dengan metode RMSPE.

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

Keterangan:

RMSPE : *Root Meat Square Percent Error*

- St : Nilai Simulasi pada waktu t
 At : Nilai Aktual pada waktu t
 n : jumlah pengamatan (t = 1,2,...,n)

Apabila nilai RMSPE berada di bawah 50%, maka hasil model dapat diterima dan dapat digunakan. Berikut merupakan hasil perhitungan validasi model dengan menggunakan metode RMSPE dapat dilihat pada berikut :

Tabel 4. 10 Hasil Validasi Data Debit Sungai Code

Debit				
Titik	Lapangan (1)	Model (2)	$\left(\frac{(\text{lapangan})-(\text{model})}{\text{model}}\right)^2$ (3)	RMSPE $\sqrt{\frac{1}{8}(\sum(3) \times 100\%)}$
1	0,45	0,45	4,44444E-05	9%
2	2,08	1,67	0,06027466	
3	3,43	3,42	8,54964E-06	
4	3,75	3,71	0,000116244	
5	5,00	4,96	5,55795E-05	
6	6,14	6,12	7,70849E-06	
7	6,69	6,52	0,000655448	
8	7,88	7,62	0,001136618	
Jumlah			0,067406834	

Tabel 4. 11 Hasil Validasi Data Velocity Sungai Code

Velocity				
Titik	Lapangan (1)	Model (2)	$\left(\frac{(\text{lapangan})-(\text{model})}{\text{model}}\right)^2$ (3)	RMSPE $\sqrt{\frac{1}{8}(\sum(3) \times 100\%)}$
1	0,500	0,49	0,00045256	7%

2	0,165	0,14	0,026433154
3	0,140	0,13	0,00123784
4	0,150	0,15	3,92119E-06
5	0,180	0,18	3,10158E-05
6	0,270	0,25	0,004247729
7	0,350	0,39	0,008709754
8	0,238	0,24	5,34021E-06
Jumlah			0,041755948

Tabel 4. 12 Hasil Validasi Data Depth Sungai Code

Depth				
Titik	Lapangan (1)	Model (2)	$\left(\frac{(\text{lapangan})-(\text{model})}{\text{model}}\right)^2$ (3)	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	

Berdasarkan hasil perhitungan validasi data hidrolik dengan metode RMSPE yang terlihat pada Tabel 4,10 hingga Tabel 4.12, menunjukkan bahwa model dapat diterima karena nilai RMSPE berada di bawah 50%. Hasil dari perhitungan validasi pada data debit (*flow*) sebesar 9%, data kecepatan (*velocity*) 7% dan data (*depth*) sebesar 6%.

Tabel 4. 13 Hasil Validasi Data Amonia Sungai Code

Amonia				
Titik	Lapangan (1)	Model (2)	$\left(\frac{(\text{lapangan})-(\text{model})}{\text{model}}\right)^2$ (3)	RMSPE $\sqrt{\frac{1}{8}(\sum(3) \times 100\%)}$
1	26	26,00	0	11%
2	80	70,19	0,019546461	
3	200	182,91	0,008730393	
4	190	164,39	0,02425922	
5	320	297,88	0,005516004	
6	380	344,52	0,010604107	
7	180	195,95	0,006626266	
8	100	118,42	0,024188798	
Jumlah			0,099471249	

Tabel 4. 14 Hasil Validasi Data Fosfat Sungai Code

Fosfat				
Titik	Lapangan (1)	Model (2)	$\left(\frac{(\text{lapangan})-(\text{model})}{\text{model}}\right)^2$ (3)	RMSPE $\sqrt{\frac{1}{8}(\sum(3) \times 100\%)}$
1	340	340,00	0	4%
2	110	105,07	0,002203107	
3	210	205,13	0,000563381	
4	240	234,19	0,000616154	
5	270	266,79	0,000144833	
6	300	298,44	2,71607E-05	
7	280	286,90	0,000578449	
8	360	327,32	0,009965262	

Jumlah	0,014098347	
--------	-------------	--

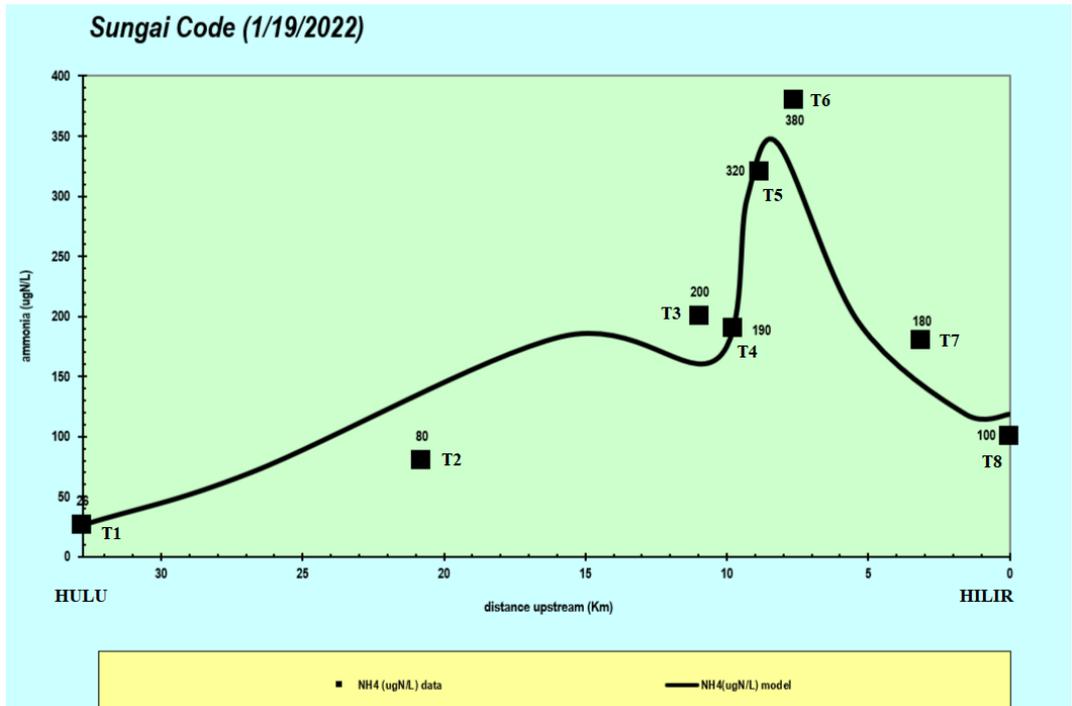
Berdasarkan hasil perhitungan validasi data kualitas air dengan metode RMSPE yang terlihat pada Tabel 4.13 dan Tabel 4.14, menunjukkan bahwa model data kualitas air sungai berupa Amonia dan Fosfat dengan nilai *error* sebesar 11% dan 4%, sehingga model dapat diterima karena nilai *error* < 50%.

4.5.4 Hasil Simulasi Model

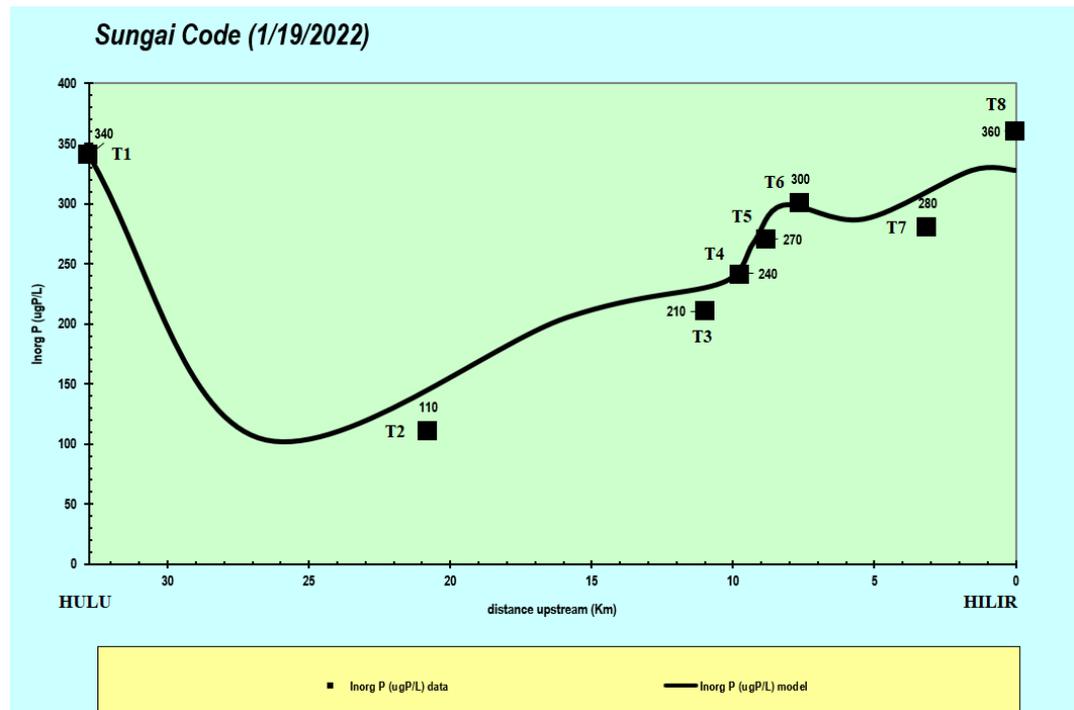
Selanjutnya adalah dengan mensimulasikan skenario yang sudah dilakukan proses kalibrasi dan validasi model. Parameter air yang disimulasikan antara lain amonia dan fosfat. Terdapat 2 skenario pada simulasi kualitas air, antara lain:

a) Skenario 1

Skenario ini dilakukan dengan menggunakan data pada bagian hulu sungai dan sumber pencemar yang menggunakan data eksisting. Hasil simulasi pada skenario 1 dapat dilihat pada Gambar 4.17 dan Gambar 4.18.



Gambar 4. 17 Hasil Simulasi 1 Skenario Amonia



Gambar 4. 18 Hasil Simulasi 1 Parameter Fosfat

Berdasarkan Gambar 4.17 yang menunjukkan model dari hasil simulasi, dapat diketahui bahwa kualitas air pada parameter amonia terjadi kenaikan dan penurunan dari titik 1 hingga titik 8. Nilai yang berfluktuatif ini disebabkan oleh masuknya beban pencemar ke dalam sungai sehingga terjadi perubahan nilai konsentrasi dari segmen 1 hingga segmen 7. Terjadi kenaikan nilai konsentrasi pada segmen 1 terdapat akumulasi dari masukan pencemar berupa saluran drainase sebagai *point source* dengan kadar amonia sebesar 0,41 mg/L dan limbah dari hasil aktivitas pertanian sebagai *diffuse source* dengan kadar amonia sebesar 0,23 mg/L yang mana menggunakan pestisida dan pupuk yang membuat nilai amonia meningkat. Pada segmen 2 terjadi kenaikan karena pada segmen tersebut terdapat masukan pencemar yang berasal dari saluran drainase sebagai *point source* dengan kadar amonia sebesar 0,60 mg/L dan perikanan sebagai *diffuse source* dengan kadar amonia sebesar 1,14 mg/L. Peningkatan kadar amonia pada segmen tersebut dikarenakan penggunaan pakan ikan yang masuk ke badan sungai sehingga

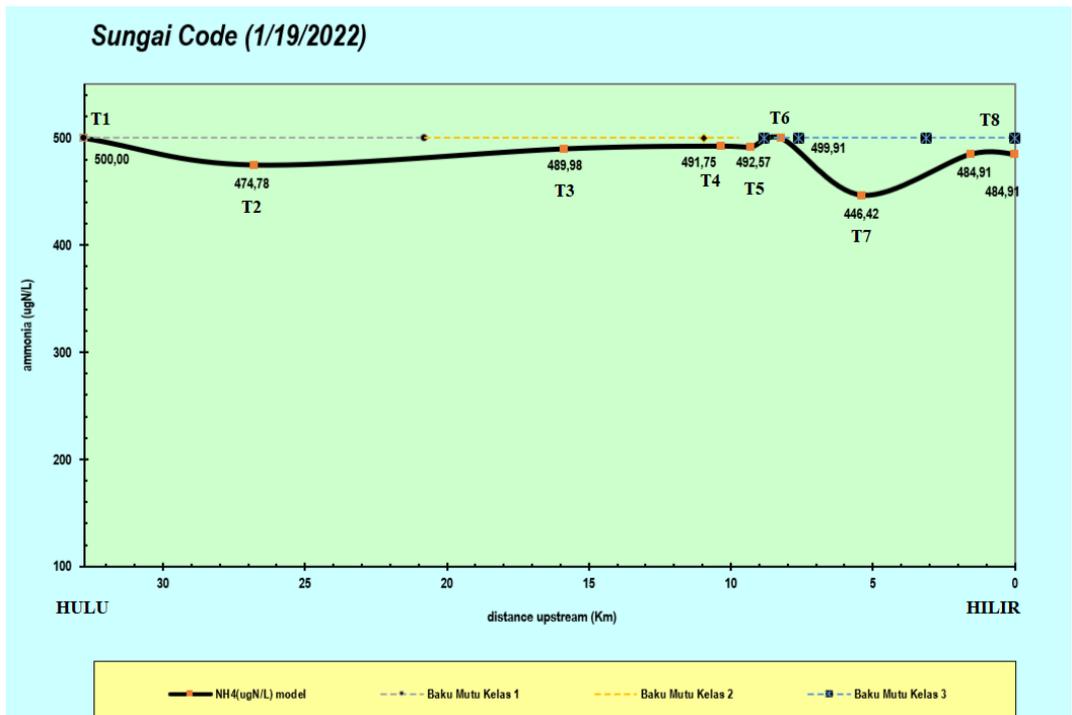
kadar amonia meningkat. Pada segmen 3, kadar amonia cenderung mengalami sedikit penurunan dari segmen 2. Pada segmen 3 terdapat masukan pencemar berupa saluran drainase sebagai *point source* dengan kadar amonia sebesar 0,43 mg/L dan limbah domestik sebagai *diffuse source* dengan kadar amonia sebesar 0,11 mg/L. Penurunan kadar amonia ditentukan oleh lingkungan pada daerah tersebut, apabila mengalami penurunan kualitas, maka sumber pencemar pada daerah tersebut terjadi karena perubahan lingkungan. Aktivitas manusia pada daerah aliran sungai menjadi penentu berapa besar beban pencemar yang masuk. Pada segmen 4, kadar amonia pada meningkat karena pada segmen tersebut terdapat masukan pencemar berupa limbah domestik sebagai *diffuse source* dengan kadar amonia sebesar 0,81 mg/L. Pada segmen 5, kadar amonia meningkat karena pada segmen tersebut terdapat masukan pencemar berupa saluran drainase sebagai *point source* dengan kadar amonia sebesar 0,34 mg/L dan limbah domestik sebagai *diffuse source* dengan kadar amonia sebesar 0,76 mg/L. Peningkatan kadar amonia bisa disebabkan oleh air seni, tinja serta penguraian pada zat organik secara *mikrobiologis* yang berasal dari air limbah industri atau domestik. (Said dkk, 2014). Pada segmen 6 hingga segmen 7 cenderung mengalami penurunan. Segmen 6 terdapat saluran drainase sebagai *point source* dengan kadar amonia sebesar 0,17 mg/L dan di segmen 7 terdapat pencemar dari limbah IKM Tahu dengan kadar amonia sebesar 2,91 mg/L dan pertanian sebagai *diffuse source* dengan kadar amonia sebesar 0,13 mg/L. Penurunan ini dikarenakan pada segmen tersebut dengan debit yang tinggi sehingga adanya turbulensi yang membuat konsentrasi DO meningkat. Oleh karena itu, terjadi pengenceran dan konsentrasi amonia menurun.

Berdasarkan Gambar 4.18, grafik pada model fosfat menunjukkan tingkat kenaikan kadar fosfat dari hulu hingga hilir. Hal ini dikarenakan adanya masukan melalui limbah industri, limbah domestik, penggunaan deterjen, limbah dari aktivitas pertanian, penggunaan pupuk dan penghancuran antara bahan organik dan mineral fosfat. Pada segmen 1

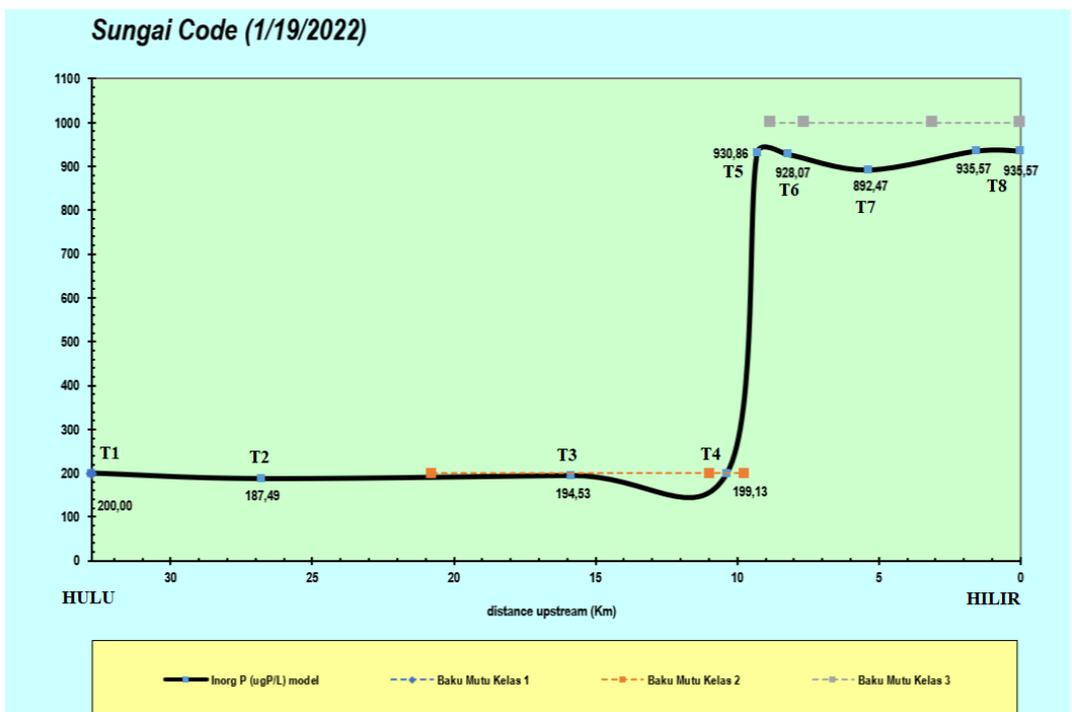
terdapat pencemar yang berasal dari saluran drainase sebagai *point source* dengan konsentrasi sebesar 0,06 mg/L dan pertanian sebagai *diffuse source* dengan konsentrasi sebesar 0,05 mg/L. Pada segmen 2 terdapat masukan dari saluran drainase sebagai *point source* dengan konsentrasi sebesar 0,30 mg/L dan perikanan sebagai *diffuse source* dengan konsentrasi sebesar 0,40 mg/L. Pada segmen 3 terdapat saluran drainase sebagai *point source* dengan konsentrasi sebesar 0,08 mg/L dan limbah domestik sebagai *diffuse source* dengan konsentrasi sebesar 1,02 mg/L. Pada segmen 4 hanya terdapat limbah domestik sebagai *diffuse source* dengan konsentrasi sebesar 0,37 mg/L. Pada segmen 5 terdapat saluran drainase sebagai *point source* dengan konsentrasi sebesar 0,26 mg/L dan limbah domestik sebagai *diffuse source* dengan konsentrasi sebesar 0,72 mg/L. Pada segmen yang berada pada daerah perkotaan, sumber pencemar fosfat banyak dihasilkan melalui aktivitas domestik seperti mandi dan mencuci. Penggunaan deterjen yang berlebih dapat meningkatkan kadar fosfat dan ditandai dengan banyaknya gelembung busa pada daerah aliran sungai. Pada bagian hilir di segmen 6 dan 7 fosfat mengalami peningkatan karena terdapat pencemar yang berasal dari saluran drainase sebagai *point source* dengan konsentrasi sebesar 0,27 mg/L, limbah IKM tahu sebagai *point source* dengan konsentrasi sebesar 0,14 mg/L dan pertanian sebagai *diffuse source* dengan konsentrasi sebesar 2,64 mg/L.

b) Skenario 2

Simulasi pada skenario 2 ini dilakukan dengan menginput nilai baku mutu kelas I sesuai dengan Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008 ke dalam QUAL2Kw khususnya pada *worksheet headwater, water quality (WQ) data*. Dilakukan *trial and error* pada sumber pencemar *diffuse source*. Dapat dilihat pada Gambar 4.19 dan Gambar 4.20.



Gambar 4. 19 Hasil Simulasi 2 Parameter Amonia



Gambar 4. 20 Hasil Simulasi 2 Parameter Fosfat

Pada Gambar 4.19 dan Gambar 4.20. dilakukan *trial and error* pada sumber pencemar yang kemudian akan diperoleh nilai kualitas air yang telah memenuhi baku mutu air sesuai dengan kelas nya masing – masing (kelas I, II, III) sehingga didapatkan nilai konsentrasi maksimum parameter Amonia dan Fosfat yang masih memenuhi baku mutu dengan kualitas air sungai pada bagian hulu yang di asumsikan telah memenuhi baku mutu air kelas I, II dan III sesuai dengan peruntukan masing – masing titik.

4.6 Analisis Daya Tampung Beban Pencemar

Setelah mendapatkan data hasil simulasi kualitas air, maka data tersebut yang selanjutnya akan digunakan pada perhitungan daya tampung beban pencemaran pada Sungai Code dari titik 1 hingga titik 8. Perhitungan daya tampung beban pencemaran akan menggunakan hasil data dari perhitungan debit beban pencemar yang dikalikan dengan konsentrasi kualitas air di setiap segmen pada *worksheet source summary*. Kemudian perhitungan daya tampung beban pencemaran dengan menggunakan hasil simulasi pada skenario 1 dan 2. Berdasarkan pada hasil dari kedua skenario tersebut, maka akan didapatkan perhitungan daya tampung beban pencemaran dengan persamaan rumus menghitung hasil skenario 2 (beban pencemar penuh – skenario 1 (kondisi eksisting).

$$\text{DTBP} = \text{Skenario 2} - \text{Skenario 1}$$

4.6.1 Beban Pencemar

Perhitungan beban pencemaran dilakukan dengan cara mengalikan dari nilai besar debit yang masuk ke aliran sungai (*inflow*) dalam satuan (m^3/detik) dengan konsentrasi yang masuk ke sungai (ug/l) pada *worksheet source summary*. Perhitungan beban pencemar amonia dan fosfat pada

skenario 1 dan skenario 2 dapat dilihat pada Tabel 4.15, Tabel 4.16, Tabel 4.17 dan Tabel 4.18.

Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Beban Pencemar Amonia Skenario 1

Reach	Jarak (km)	Debit (m ³ /detik)	Konsentrasi (mg/L)	NH ₄ (kg/hari)
1	32,78 - 20,78	1,22	0,33	34,92
2	20,78 - 10,96	1,75	1,00	150,57
3	10,96 - 9,75	0,29	0,25	6,21
4	9,75 - 8,82	1,25	0,81	88,01
5	8,82 - 7,62	1,16	0,75	75,64
6	7,62 - 3,12	0,40	0,17	5,88
7	3,12 - 0,00	1,10	0,13	12,74

Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Beban Pencemar Fosfat Skenario 1

Reach	Jarak (km)	Debit (m ³ /detik)	Konsentrasi (mg/L)	PO ₄ (kg/hari)
1	32,78 - 20,78	1,22	0,05	5,36
2	20,78 - 10,96	1,75	0,37	56,40
3	10,96 - 9,75	0,29	0,61	15,30
4	9,75 - 8,82	1,25	0,37	40,27
5	8,82 - 7,62	1,16	0,71	71,56
6	7,62 - 3,12	0,40	0,27	9,33
7	3,12 - 0,00	1,10	1,92	182,48

Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Beban Pencemar Amonia Skenario 2

Reach	Jarak (km)	Debit (m ³ /detik)	Konsentrasi (mg/L)	NH ₄ (kg/hari)
1	32,78 - 20,78	4,21	0,73	266
2	20,78 - 10,96	4,88	0,86	365
3	10,96 - 9,75	1,33	0,66	76
4	9,75 - 8,82	1,05	0,60	54
5	8,82 - 7,62	1,10	0,76	72
6	7,62 - 3,12	0,50	0,50	22
7	3,12 - 0,00	6,52	1,83	1032

Tabel 4. 18 Hasil Perhitungan Beban Pencemar Fosfat Skenario 2

Reach	Jarak (km)	Debit (m ³ /detik)	Konsentrasi (mg/L)	PO ₄ (kg/hari)
1	32,78 - 20,78	4,21	0,21	75,1
2	20,78 - 10,96	4,88	0,23	96,5
3	10,96 - 9,75	1,33	0,24	27,8
4	9,75 - 8,82	1,05	9	773,6
5	8,82 - 7,62	1,10	1,80	170,7
6	7,62 - 3,12	0,50	0,27	11,7
7	3,12 - 0,00	6,52	1,04	583,6

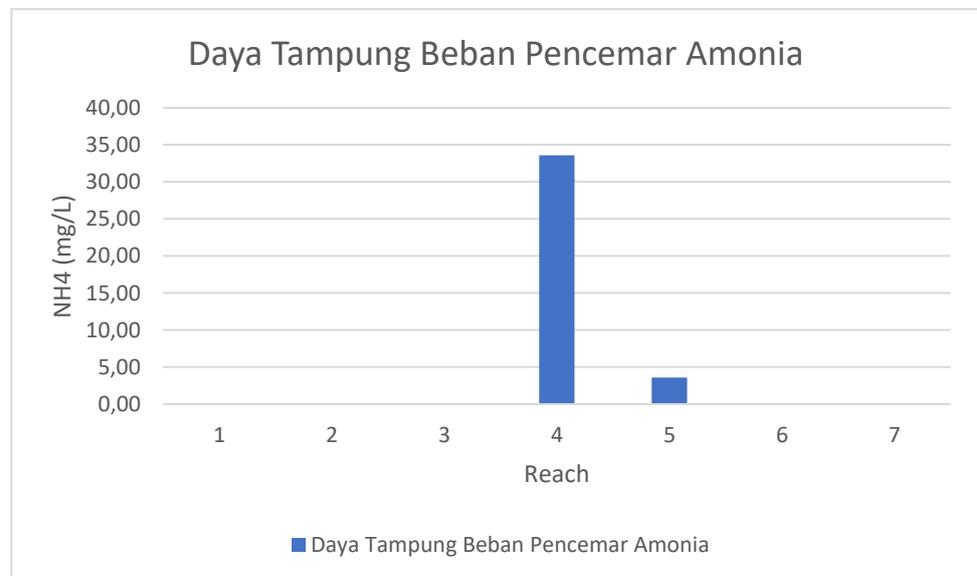
4.6.2 Daya Tampung Beban Pencemar

Perhitungan daya tampung beban pencemar dilakukan dengan menghitung selisih antara skenario 1 dan skenario 2. Pada skenario 2 merupakan kondisi sungai dengan beban pencemar maksimum yang disesuaikan dengan baku mutu kelas I, kelas II, dan Kelas III pada tiap masing – masing kelas sungai. Sedangkan skenario 1 merupakan kondisi sungai dengan beban pencemar eksisting. Kemudian dilakukan *trial and error* pada sumber pencemar *diffuse source* hingga hasil model mendekati baku mutu pada tiap masing – masing kelas sungai. Berikut merupakan hasil total perhitungan daya tampung beban pencemar. Dapat dilihat pada Tabel 4.19 dan Tabel 4.20.

Tabel 4. 19 Hasil Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar

Reach	km dari hilir	NH4 (kg/hari)
1	32,78 - 20,78	230,69
2	20,78 - 10,96	214,13
3	10,96 - 9,75	69,66
4	9,75 - 8,82	-33,58
5	8,82 - 7,62	-3,58
6	7,62 - 3,12	15,72
7	3,12 - 0,00	1019,70

Berikut grafik daya tampung beban pencemar parameter amonia. Terlihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4. 21 Grafik Daya Tampung Beban Pencemar Amonia

Tabel 4. 20 Hasil Perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar Fosfat

Reach	Km dari hilir	PO4 (kg/hari)
1	32,78 - 20,78	69,73
2	20,78 - 10,96	40,05
3	10,96 - 9,75	12,54
4	9,75 - 8,82	733,30
5	8,82 - 7,62	99,09
6	7,62 - 3,12	2,33
7	3,12 - 0,00	401,12

Berdasarkan Tabel 4.19 dapat dilihat bahwa hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran untuk parameter amonia pada segmen 4 dan 5 beban pencemar telah melebihi daya tampung. Berdasarkan Tabel 4.20 dapat dilihat bahwa hasil perhitungan daya tampung beban pencemar untuk parameter fosfat masih memiliki nilai daya tampung.

Berdasarkan hasil dari perhitungan daya tampung beban pencemar untuk parameter amonia, beban pencemar telah melebihi nilai daya tampung di segmen 4 sebesar 33,58 kg/hari dan di segmen 5 sebesar 3,58 kg/hari. Sedangkan untuk parameter fosfat masih memiliki nilai daya tampung pada setiap segemennya yang ditunjukkan dengan hasil nilai DTBP positif. Nilai negatif pada hasil perhitungan daya tampung beban pencemar (DTBP) yang artinya bahwa Sungai Code tidak dapat lagi menerima beban pencemar yang masuk ke badan sungai. Segmen sungai yang melebihi daya tampung disebabkan karena adanya peningkatan konsentrasi dan debit *inflow* yang semakin besar sehingga kemampuan sungai dalam melakukan *self purification* tidak berjalan secara optimal.

4.7 Penurunan Beban Pencemar

Penurunan beban pencemar di sungai bertujuan untuk mengetahui berapa besar kandungan pencemar dan yang perlu dilakukan sehingga Sungai Code menjadi sungai yang kondisinya lebih baik daripada kondisi saat ini. Penurunan beban pencemar dapat dilakukan dengan cara meningkatkan kualitas air Sungai Code. Peningkatan ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan kondisi lingkungan Sungai Code dari hulu hingga hilir di daerah sempadan Sungai Code pada lokasi yang dapat mengatasi pencemaran yang berasal dari *point source* maupun *diffuse source*. (Setiyawan, dkk. 2019).

Tabel 4. 21 Beban Pencemar yang Perlu Diturunkan

Segmen	Amonia (kg/hari)	Besaran yang perlu diturunkan (kg/hari)	Sumber Pencemar	Strategi Penurunan
4	-33,58	33,58	Limbah Domestik	a) Proses Fitoremediasi dengan penanaman Eceng Gondok sebagai biofilter penyerap zat berbahaya pada daerah sumber pencemar di segmen 4 dan segmen 5.
5	-3,58	3,58	Saluran Drainase dan Limbah Domestik	b) Pembangunan dan Pelayanan IPAL komunal dengan teknologi <i>anaerobic system</i>

				pada segmen 4 dan segmen 5.
--	--	--	--	-----------------------------

Berdasarkan hasil perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP), yang perlu diturunkan hanya pada parameter Amonia. Untuk parameter Amonia perlu dilakukan penurunan beban pencemar di Segmen 4 yang berjarak 9,49 km hingga 8,97 km dari hilir sebesar 33,58 kg/hari. Penurunan dapat dilakukan dengan cara menurunkan beban pencemar pada limbah domestik yang menjadi *diffuse source* di segmen 4 tersebut. Kemudian pada Segmen 5 yang berjarak di 8,4 km hingga 7,9 km dari hilir juga perlu dilakukan penurunan sebesar 3,58 kg/hari. Penurunan dapat dilakukan dengan cara menurunkan beban pencemar pada limbah domestik yang menjadi *diffuse source* dan saluran drainase yang menjadi *point source* di segmen 5 tersebut. Penurunan beban pencemar pada konsentrasi Amonia yang dapat dilakukan pada *point source* dan *diffuse source* dengan proses biologi yang menggunakan tanaman yang dikenal sebagai proses *phytoremediation* (Fariez dkk, 2018). Penanaman eceng gondok (*eichornia crassipes*) sebagai biofilter penyerap berbagai zat berbahaya bagi lingkungan dapat menurunkan konsentrasi amonia dalam air buangan. Proses penurunan kadar amonia pada eceng gondok juga dibantu oleh proses dekomposisi bahan organik oleh *mikroorganisme*. Eceng gondok juga dapat bertahan hidup pada kondisi konsentrasi amonia diatas baku mutu. (Vidyawati dkk, 2019).

Berikut merupakan potensi eceng gondok dalam menurunkan kadar amonia di berbagai jenis air limbah. Terlihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4. 22 Potensi Eceng Gondok dalam penurunan kadar amonia di berbagai jenis air limbah

Sumber Air Limbah	Efisiensi Penurunan Kadar Amonia	Perlakuan	Referensi
Tambak udang vaname	16,48%	8 hari	(Alfarokhi, 2016)
Domestik	92,76%	3 hari	(Nurdin dkk., 2020)
Produksi tahu	97,07%	5 hari	(Ningrum dkk., 2020)

Eceng gondok dapat menyerap amonia yang terdapat pada air limbah maupun perairan melalui bagian akarnya. Akar dari eceng gondok dapat menyerap amonia secara langsung dalam bentuk ion amonium yang bersifat berbahaya bagi tanaman dan tidak dapat disimpan dalam jaringan tanaman. Sehingga, ion amonium akan diubah menjadi amida, dan dioksidasi menjadi ion nitrat, atau diasimilasi untuk dapat menghasilkan asam amino yang berguna dalam proses pertumbuhan biomassa eceng gondok.

Berdasarkan penelitian (Nurdin dkk, 2020), bahwa kadar amonia pada air limbah domestik perumahan dapat turun dari 4,08 ppm hingga 0,29 ppm dan telah memenuhi standar baku mutu air dengan menggunakan teknologi *fito-biofilm* yang paling efisien (92,76%). Hal ini dilakukan dengan mengontakkan 5 batang eceng gondok sebesar 32,50 gr dan 200 buah *bioball* kedalam 10 liter limbah cair domestik selama 24 jam.

Berdasarkan penelitian (Quraini dkk, 2022), IPAL komunal dengan teknologi *anaerobic system* yang terdiri atas unit pengolahan bak inlet, bak sedimentasi, *anaerobic filter*, *anaerobic baffled reactor* (ABR) dan filtrasi arang sudah baik dengan rentang hasil efisiensi penyisihan 79% – 43%. Berdasarkan per unit pengolahan, untuk unit bak sedimentasi telah mengurangi kadar amonia dari 101 mg/L hingga 20,8 mg/L dengan efisiensi removal sebesar 79%, kadar amonia pada unit *anaerobic filter* meningkat

dari 20,8 mg/L menjadi 22,3 mg/L Karena terdapat proses amonifikasi dari dekomposisi bahan organik secara anaerob oleh mikroba, sehingga efisiensi removal sebesar -7,2%. Kemudian pada unit *anaerobic baffled reactor* (ABR) mampu mengurangi kadar amonia dari 22,3 mg/L menjadi 16,2 mg/L dengan efisiensi removal sebesar 27,4% dan pada unit filtrasi arang mampu mengurangi kadar amonia dari 16,2 mg/L menjadi 9,2 mg/L dengan efisiensi removal sebesar 43%.

Dengan begitu, dalam melakukan penurunan beban pencemar dapat dilakukan dengan adanya pelayanan IPAL komunal untuk permukiman penduduk pada Segmen 4 dan Segmen 5. Hal ini dilakukan dengan cara mensosialisasikan kepada masyarakat di segmen tersebut untuk dapat meningkatkan kepedulian dan kesadaran dalam mengelola IPAL Komunal. Kemudian meningkatkan kinerja IPAL yang ada dan dilakukan pemeliharaan dan pemantauan IPAL secara rutin agar IPAL tersebut dapat bekerja secara optimal sehingga dapat menurunkan kualitas dan kuantitas limbah domestik pada badan air Sungai.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1.
 - a) Untuk parameter amonia telah memenuhi baku mutu air sungai kelas I sebesar 0,5 mg/L. Konsentrasi amonia pada titik 1 hingga titik 8 yakni sebesar 0,03 mg/L; 0,08 mg/L; 0,20 mg/L; 0,19 mg/L; 0,32 mg/L; 0,38 mg/L; 0,18 mg/L; 0,10 mg/L.
 - b) Untuk parameter fosfat, pada titik 1 dengan kadar fosfat sebesar 0,34 mg/L telah melebihi baku mutu air sungai kelas I yaitu 0,2 mg/L. Titik 2 dengan kadar fosfat sebesar 0,11 mg/L masih di bawah baku mutu air sungai kelas II yaitu 0,2 mg/L. Sedangkan pada titik 3 dan 4 dengan kadar fosfat sebesar 0,21 mg/L dan 0,24 mg/L telah melebihi baku mutu air sungai kelas II yaitu 0,2 mg/L. Pada titik 5 hingga 8 dengan nilai kadar fosfat sebesar 0,27; 0,30; 0,28; 0,36 mg/L tergolong masih dibawah baku mutu air sungai kelas III yaitu 1 mg/L.
2. Kondisi eksisting di Sungai Code untuk parameter Amonia dan Fosfat berdasarkan sumber pencemar pada *point source* berupa saluran drainase, pertanian dan perikanan. Sumber pencemar *diffuse source* berupa limbah domestik.
3. Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) Sungai Code untuk parameter Amonia adalah sebagai berikut :
 - a) Untuk parameter amonia, beban pencemar telah melebihi daya tampung pada segmen 4 (Ngupasan – Keparakan) sebesar 33,58 kg/hari, dan pada segmen 5 (Keparakan – Tunggak) sebesar 3,58

kg/hari. Sedangkan pada segmen 1, segmen 2, segmen 3, segmen 6 dan segmen 7 masih memiliki daya tampung sebesar 230,69 kg/hari; 211,55 kg/hari; 69,66 kg/hari; 21,60 kg/hari; 346,02 kg/hari.

b) Untuk parameter fosfat, pada segmen 1 hingga segmen 7 masih memiliki nilai daya tampung sebesar 69,73 kg/hari; 40,05 kg/hari; 12,54 kg/hari; 733,30 kg/hari; 99,09 kg/hari; 2,33 kg/hari; dan 401,12 kg/hari.

4. Jumlah beban pencemar yang harus diturunkan hingga memenuhi mutu daya tampung untuk parameter amonia pada segmen 4 (Ngupasan - Keparakan) sebesar 33,58 kg/hari dan segmen 5 (Keparakan – Tungkak) sebesar 3,58 kg/hari. Sedangkan untuk parameter fosfat tidak perlu adanya penurunan beban pencemar dikarenakan setiap segmennya masih memiliki alokasi nilai daya tampung beban pencemar.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan inventarisasi dan pemetaan sumber pencemar di Sungai Code secara rutin.
2. Perlu adanya pembaharuan Daya Tampung Beban Pencemar di Sungai Code dengan musim berbeda yaitu musim penghujan dan musim kemarau.
3. Perlu dilakukan pembaharuan Daya Tampung Beban Pencemar di Sungai Code dengan menggunakan skenario yang berbeda.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningsih, Dyah. 2012. "Kajian Kualitas Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air Sungai." UNIVERSITAS DIPONEGORO.
- Angello, Zelalem Abera, Beshah M. Behailu, and Jens Tränckner. 2021. "Selection of Optimum Pollution Load Reduction and Water Quality Improvement Approaches Using Scenario Basedwater Quality Modeling in Little Akaki River, Ethiopia." *Water (Switzerland)* 13(5). doi: 10.3390/w13050584.
- Anshari, Ilmiyanti. 2022. *Analisis Distribusi Nitrat, Fosfat Dan Silikat Di Perairan Pesisir Tompotana, Kecamatan Kepulauan Tanakeke, Kabupaten Takalar Menggunakan Indikator Fitoplankton*. Makassar.
- Anwariani, Destari. 2019. *Pengaruh Air Limbah Domestik Terhadap Kualitas Sungai*. Jakarta. doi: 10.31227/osf.io/8nxsj.
- Arbie, Randy Rahmat, Dwi Winardi Nugraha, and Sudarno. 2015. "Studi Kemampuan Self Purification Pada Sungai Progo Ditinjau Dari Parameter Organik DO Dan BOD (Point Source : Limbah Sentra Tahu Desa Tuksono, Kecamatan Sentolo, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi D.I. Yogyakarta)." *Jurnal Teknik Lingkungan* 4(3):1–15.
- Brahmana, Simon S., and Firdaus Achmad. 2012. "Potensi Beban Pencemaran Nitrogen, Fosfat, Kualitas Air, Status Trofik Dan Stratifikasi Waduk Riam Kanan." *Jurnal Sumber Daya Air* 8(Mei):53–66.
- Builda, Arsitika, and Permata Aisyah. 2018. "Evaluasi Spasial Dan Temporal Parameter BOD, COD, Amonia (NH₃) Terhadap Kualitas Air Sungai Opak, Yogyakarta."
- Dinas Lingkungan Hidup. 2021. *Laporan Analisa Hasil Pemantauan Kualitas Air Kota Yogyakarta*.
- Ding, Ting Ting, Shi Lin Du, Zi Yan Huang, Ze Jun Wang, Jin Zhang, Ya Hui Zhang, Shu Shen Liu, and Lian Sheng He. 2021. "Water Quality Criteria and Ecological Risk Assessment for Ammonia in the Shaying River Basin, China."

Ecotoxicology and Environmental Safety 215. doi:
10.1016/j.ecoenv.2021.112141.

- Etik Yuliasuti. 2011. *Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air*. Semarang.
- Fachrurazie, Chairil. 2005. "Tinjauan Debit Aliran Pada Saluran Utama Jaringan Irigasi Riam Kanan Sub Area A Untuk Pertanian, Perikanan Dan PDAM." *Media Komunikasi Teknik Sipil* 13(2):20–26.
- Fadly. 2008. "Daya Tampung Dan Daya Dukung Sungai Ciliwung Dan Strategi Pengelolaannya." 1–64.
- Fariez, Chairul, and Said. n.d. "Fitoremediasi Air Tercemar Polutan Amoniak Dengan Memanfaatkan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*)."
- Hamuna, Baigo, Rosye H. R Tanjung, and Hendra K. Maury. 2018. "Konsentrasi Amoniak, Nitrat Dan Fosfat Di Perairan Distrik Depapre, Kabupaten Jayapura." *EnviroScintea* 14(1):8–15.
- Hashim, Khalid S., Rafid Al Khaddar, Nisreen Jasim, Andy Shaw, David Phipps, P. Kot, Montserrat Ortoneda Pedrola, Ali W. Alattabi, Muhammad Abdulredha, and Reham Alawsh. 2018. "Electrocoagulation as a Green Technology for Phosphate Removal from River Water." *Separation and Purification Technology* 1–29. doi: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2018.07.056>.
- Hikmah, Nurul, Tuti Alawiyah, and M. Arief Wijaksono. 2021. "Analisis Kadar Ammonia (NH₃) Di Perairan Sekitar Pabrik Karet Daerah Banjarmasin Menggunakan Spektrofotometri Visible (Analysis of Ammonia (Nh₃) Levels in Waters Around the Banjarmasin Rubber Factory Using Visible Spectrophotometry)." *J-PhAM Journal of Pharmaceutical Care Anwar Medika* 20(1):20–30.
- Imroatusshoolikhah, Ig Setyawan Purnama, and Slamet Suprayogi. 2014. "Kajian Kualitas Air Sungai Code Propinsi Daerah Isimewa Yogyakarta." doi: <https://doi.org/10.22146/mgi.13062>.
- Ismail, Z. 2011. "Monitoring Trends of Nitrate, Chloride and Phosphate Levels in an Urban River." *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering* 3(7):132–38.

- Kannel, Prakash Raj, S. Lee, Y. S. Lee, S. R. Kanel, G. J. Pelletier, and Hyungsoo Kim. 2007. "Application of Automated QUAL2Kw for Water Quality Modeling and Management in the Bagmati River, Nepal." *Ecological Modelling* 202(3–4):503–17. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2006.12.033.
- Kori, Basappa B., T. Shashidhar, and Shashikanth Mise. 2013. "Application of Automated QUAL2Kw for Water Quality Modeling in the River Karanja, India." 2(2):193–203.
- Legasari, Leni, Fitria Wijayanti, Mesi Oktaria, and Amiliza Miarti. 2023. "Analisis Kadar Fosfat Pada Air Sungai Menggunakan Spektrofotometri UV-VIS." *Jurnal Redoks: Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia* 6(2):59–64.
- Lesmana, Dedi, Manyuk Fauzi, Bambang Sujatmoko, Mahasiswa Jurusan, Teknik Sipil, and Dosen Jurusan. 2021. "Analisis Kemiringan Lereng Daerah Aliran Sungai Kampar Dengan Titik Keluaran Waduk PLTA Koto Panjang." *Jom FTEKNIK* 8:1–7.
- Lestari, Handayani. 2017. *Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Hilir Sungai Musi Palembang, Ruas Pulokerto - PT. BAdja Baru Dengan Menggunakan Aplikasi QUAL2KW.*
- Lestari, Lewi. 2016. *Penentuan Kadar Senyawa Fosfat Di Sungai Way Kuripan Dan Way Kuala Dengan Spektrofotometri UV-Vis.* Bandar Lampung.
- Lin, Kunning, Yong Zhu, Yuanbiao Zhang, and Hui Lin. 2019. "Determination of Ammonia Nitrogen in Natural Waters: Recent Advances and Applications." *Trends in Environmental Analytical Chemistry* 24:1–13. doi: 10.1016/j.teac.2019.e00073.
- Loftus, Christine, Michael Yost, and Paul Sampson. 2015. "Ambient Ammonia Exposures in an Agricultural Community and Pediatric Asthma Morbidity." *Epidemiology* 26(6):794–801. doi: 10.1097/EDE.0000000000000368.
- Marlina, Nelly, Widodo Brontowiyono, and Rosida Chasna. 2020. "Analisis Kualitas Air Dan Daya Tampung Sungai Dengan Metode Qual2Kw (Studi Kasus: Sungai Code, Yogyakarta)." *Serambi Engineering* V(4).
- Marlina, Nelly, and Dirja Melyta. 2019a. "Analysis Effect of Cloud Cover, Wind Speed, and Water Temperature to BOD and DO Concentration Using

- QUAL2Kw Model (Case Study In Winongo River, Yogyakarta).” *MATEC Web of Conferences* 280:05006. doi: 10.1051/mateconf/201928005006.
- Marlina, Nelly, and Dirja Melyta. 2019b. “Analysis Effect of Cloud Cover, Wind Speed, and Water Temperature to BOD and DO Concentration Using QUAL2Kw Model (Case Study In Winongo River, Yogyakarta).” *MATEC Web of Conferences* 280:05006. doi: 10.1051/mateconf/201928005006.
- Mauliana, Yunita, Mirnanda Cambodia, Lilik Ariyanto, and Elza Novilyansa. 2022. “Analisis Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Pada DAS Besai Di Wilayah Sungai Tulang Bawang Berdasarkan Neraca Air Analysis of Water Supply and Demand in the Besai Watershed in the Tulang Bawang River Basin Based on Water Balance.” *Jurnal Teknik Sains* 07.
- Mia Azizah, Mira Humairoh. 2015. “Analisis Kadar Amonia (NH₃) Dalam Air Sungai Cileungsi.” 15:47–54.
- Muchtar, Asikin, and Nurdin Abdullah. 2007. “Analisis Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Debit Sungai Mamasa.” *Jurnal Hutan Dan Masyarakat* 2(1):174–87.
- Ng, Y. S., N. I. S. Samsudin, and D. J. C. Chan. 2017. “Phytoremediation Capabilities of Spirodela Polyrhiza and Salvinia Molesta in Fish Farm Wastewater: A Preliminary Study.” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 206. Institute of Physics Publishing.
- Nuraya, Tia, Dahlia Wulan Sari, and Elliska Murni Harfinda. 2022. “Analisis Kandungan Nitrat Dan Fosfat Di Perairan Parit Baru, Kubu Raya, Kalimantan Barat.” *Manfish Journal* 2(3):114–18.
- Nurdin, M. Ilham, Arifah Sukasri, and Jeanne Damayanti. 2020. “Efisiensi Penggunaan Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Dengan Media Biofilter Bio-Ball Pada Teknologi Fito-Biofilm Dalam Penurunan Kadar Amonia Pada Limbah Cair Domestik.” 93–97.
- Patty, Simon, and Nebuchadnezzar Akbar. 2019. “Sebaran Horizontal Fosfat, Nitrat Dan Oksigen Terlarut Di Perairan Pantai Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara.” *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan* 2(1):13–12.

- Peraturan Pemerintah RI. 2011. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 Tentang Sungai*.
- Quraini, Nada, Muhammad Busyairi, and Fahrizal Adnan. 2022. "Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berbasis Masyarakat Kelurahan Masjid Samarinda Seberang." *Jurnal Teknologi Lingkungan UNMUL* 6(1):1–11.
- Rumhayati, Barlah. 2010. "Studi Senyawa Fosfat Dalam Sedimen Dan Air Menggunakan Teknik Diffusive Gradient in Thin Films (DGT) Study of Phosphate Compounds in Sediment and Water Using Diffusive Gradient in Thin Films (DGT) Technique." *Jurnal ILMU DASAR* 11(2):160–66.
- Said, Nusa, and Muhammad Sya'bani. 2014. "Penghilangan Amoniak Di Dalam Air Limbah Domestik Dengan Proses Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)." 484.
- Setiyawan, Arief, Sudiro, and Rio Santoso. 2019. "Aplikasi QUAL2Kw Untuk Strategi Peningkatan Kualitas Air Sungai Metro Ruas Pakisaji - Kepanjen Di Kabupaten Malang." *Seminar Nasional Infrastruktur Berkelanjutan Era Revolusi Industri 4.0* 31–40.
- Singh, Pawan Kumar, and Pradeep Shrivastava. 2015. "Analysis Of Water Quality Of River Narmada." *International Journal of Current Research* 7(12):24073–76.
- Staddal, Ikrima, Oteng Haridjaja, Yayat Hidayat, Departemen Mesin, Peralatan Pertanian, Politeknik Gorontalo,) Departemen, Ilmu Tanah, Sumberdaya Lahan, Gedung Faperta, Kampus Ipb, and Darmaga Bogor. 2016. "Analisis Debit Aliran Sungai DAS Bila, Sulawesi Selatan." *Jurnal Sumber Daya Air* 12:117–30.
- Vidyawati, Dwi Savitri, and Herlina Fitrihidajati. 2019. "Pengaruh Fitoremediasi Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Melalui Pengenceran Terhadap Kualitas Limbah Cair Industri Tahu." *Jurnal Unesa Lentera Bio* 8(2):113–19.
- Wahyuningsih, Sri, and Arbi Gitarama. 2020. "Amonia Pada Sistem Budidaya Ikan." *Syntax Literate* 5(2):112–25.

- Wibowo, Sapto. 2021. "Aplikasi Sistem Aquaponik Dengan Hidroponik DFT Pada Budidaya Tanaman Selada (*Lactuca Sativa L.*)" *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ* 8(2):125–33.
- Widodo B, Kasam, Ribut L, and Ike A. 2013. "Strategi Penurunan Pencemaran Limbah Domestik Di Sungai Code DIY." *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan* 5(1):36–47.
- Wijayaningrat, Ahmad. 2018. "Evaluasi Kinerja IPAL Komunal Di Kecamatan Banguntapan Dan Bantul, Kabupaten Bantul, DIY Ditinjau Dari Parameter Fisik Kimia."

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN A

PERATURAN GUBERNUR DIY

Lampiran 1 Peraturan Gubernur 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	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	
Amoniak (NH ₃)	mg/L	0,5	(x)	(x)	(x)	Bagi perikanan kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka < 0,02 mg/L sebagai NH ₃
Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	

Lampiran 2 Peraturan Gubernur 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.

LAMPIRAN B

DOKUMENTASI KEGIATAN SAMPLING

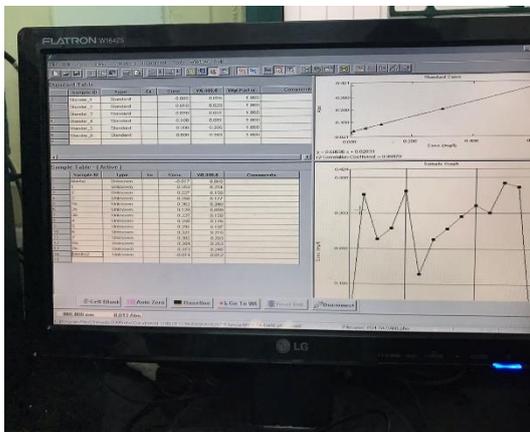
Lampiran 3 Dokumentasi Pengambilan Sampel



LAMPIRAN C

DOKUMENTASI KEGIATAN LABORATORIUM

Lampiran 4 Dokumentasi Kegiatan Laboratorium



Sample ID	Abs	CONC (mg/L)
Blanko	0.1616	0.159
T1	0.5749	0.569
T2	0.2392	0.236
T3	0.5934	0.587
T5	0.5076	0.502
T6	0.3305	0.326

LAMPIRAN D DATA SUMBER PENCEMAR

Lampiran 5 Data Kualitas Sumber Pencemar Berdasarkan Penelitian Sebelumnya.

Sumber Pencemar	Amonia (mg/L)	Fosfat (mg/L)	Sumber Data		
			Peneliti	Tahun	Judul
Pertanian	0,0002 - 0,24	0,2 – 5,06	Loftus	2015	“ <i>Ambient Ammonia Exposures in an Agricultural Community and Pediatric Asthma Morbidity.</i> ”
			Nuraya	2023	“Analisis Kandungan Nitrat Dan Fosfat Di Perairan Parit Baru, Kubu Raya, Kalimantan Barat.”
Perikanan	0,021 – 2,16	0,02 - 2,50	Pramleonita, M., Yuliani, N., Arizal, R., & Wardoyo, S. E.	2018	Parameter Fisika Dan Kimia Air Kolam Ikan Nila Hitam (<i>Oreochromis niloticus</i>)
			Samsudin	2017	“ <i>Phytoremediation Capabilities of Spirodela Polyrhiza and Salvinia Molesta in Fish Farm Wastewater: A Preliminary Study.</i> ”
Limbah Domestik	0,38 – 37,64	0,08 – 6,25	Wijayaningrat, A. T. P.	2018	Evaluasi Kinerja IPAL Komunal Di Kecamatan

					Banguntapan Dan Bantul, Kabupaten Bantul, Di Yogyakarta Ditinjau Dari Parameter Fisik Dan Kimia.
			Legasari	2023	Analisis Kadar Fosfat Pada Air Sungai Menggunakan Spektrofotometri UV-VIS.

Lampiran 6 Perhitungan Debit *Diffuse Source*

Titik	Sumber	Keterangan	Qinput <i>Diffuse Source</i>	Q <i>Diffuse Source</i> (m ³ /detik)
Titik 1	Yunita Mauliana, Mirnanda Cambodia, Elza Novilyansa. 2022	Pertanian	1,12	0,00858
Titik 2	Fatur Rohman, Nour Athiroh, Saimul Laili. 2019	Perikanan	1,3	0,011
Titik 3	Nila Aliefia Fadly. 2008	Limbah Domestik	0,163	0,189
Titik 4	Pangestu. 2017	Limbah Domestik	1,253	1,24
Titik 5	Pangestu. 2018	Limbah Domestik	1,14	1,13
Titik 8	Yunita Mauliana, Mirnanda Cambodia, Elza Novilyansa. 2022	Pertanian	0,2	0,99

Perhitungan Debit *Diffuse Source* :

a) Titik 1 : Pertanian

$$\begin{aligned}
 Q &= \text{Luas Lahan} \times \text{Kebutuhan Air Irigasi} \\
 &= 12,25 \text{ ha} \times 0,7 \text{ L/detik/ha} \\
 &= 8,58 \text{ Liter/detik} \\
 &= 0,00858 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

b) Titik 2 : Perikanan

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= \text{Luas Kolam} \\
 &= 243 \text{ m}^3 \\
 &= 52,5 \text{ liter/detik (air yang masuk)} \\
 &= 0,0525 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

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

c) Titik 3 : Limbah Domestik

$$\begin{aligned} Q &= (\text{Jumlah Penduduk (catchment area)} \times \text{Kebutuhan Air Bersih} \times \\ &80\%) / 86.400 \\ &= (170 \text{ orang} \times 120 \text{ Liter/hari} \times 80\%) / 86.400 \\ &= 0,189 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

d) Titik 4 : Limbah Domestik

$$\begin{aligned} Q &= (\text{Jumlah Penduduk (catchment area)} \times \text{Kebutuhan Air Bersih} \times \\ &80\%) / 86.400 \\ &= (1120 \text{ orang} \times 120 \text{ Liter/hari} \times 80\%) / 86.400 \\ &= 1,24 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

e) Titik 5 : Limbah Domestik

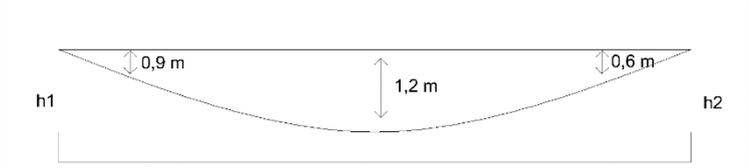
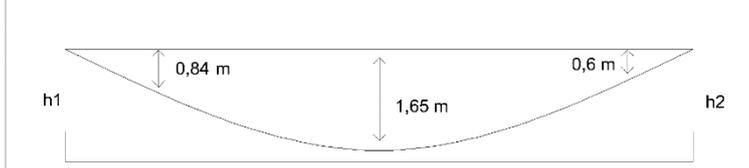
$$\begin{aligned} Q &= (\text{Jumlah Penduduk (catchment area)} \times \text{Kebutuhan Air Bersih} \times \\ &80\%) / 86.400 \\ &= (1020 \text{ orang} \times 120 \text{ Liter/hari} \times 80\%) / 86.400 \\ &= 1,13 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

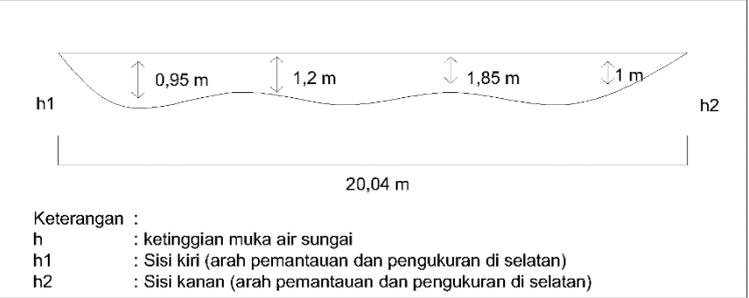
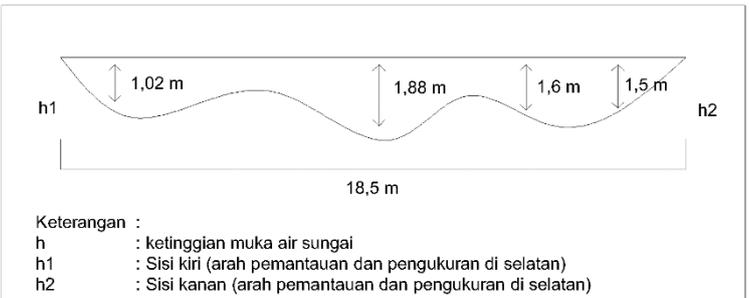
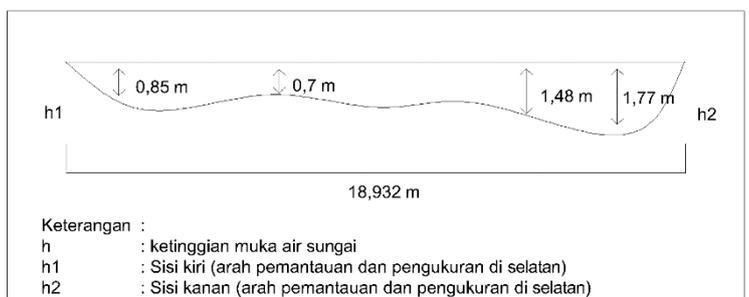
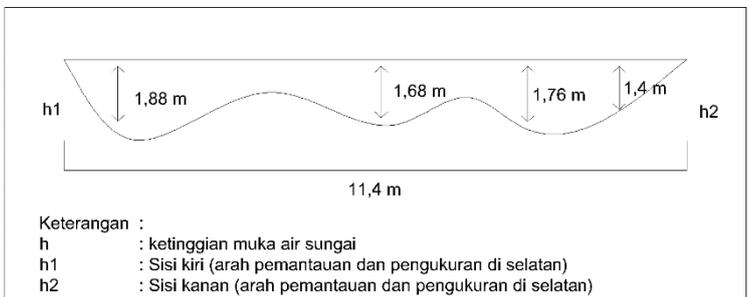
f) Titik 8 : Pertanian

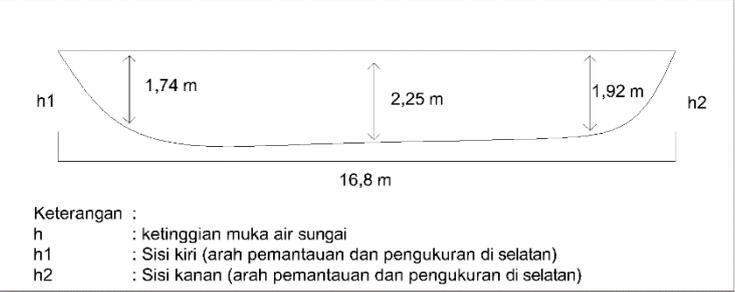
$$\begin{aligned} Q &= \text{Luas Lahan} \times \text{Kebutuhan Air Irigasi} \\ &= 1,41 \text{ ha} \times 0,7 \text{ L/detik/ha} \\ &= 0,99 \text{ Liter/detik} \end{aligned}$$

LAMPIRAN E KONDISI PENAMPANG SUNGAI CODE

Lampiran 7 Penampang Basah Sungai Code

Titik <i>Sampling</i>	Lokasi <i>Sampling</i>	Penampang Basah
1	Boyong, Pakem, Sleman (Hulu)	 <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	Ngentak, Sariharjo, Ngaglik Sleman (Hulu)	 <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	Kewek, Kotabaru (Tengah)	 <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	<p>Ngupasan, Pakualaman, Yogyakarta (Tengah)</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>
5	<p>Keparakan, Mergangsan, Yogyakarta (Tengah)</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>
6	<p>Tungkak, Mergangsan, Yogyakarta (Hilir)</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>Abang Ngoto, Sewon, Bantul (Hilir)</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>Pacar Wonokromo, Pleret, Bantul (Hilir)</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>
---	--	---

LAMPIRAN F

WORKSHEET QUAL2Kw

Lampiran 8 Worksheet QUAL2Kw

a. Worksheet bagian Reach

Model		Open Old File	Run VBA	Run Fortran																																		
← change del plots to this reach																																						
Reach		Downstream			Elevation			Downstream			Weir			Hydraulic Model (Weir Overrides Rating Curves; Rating Curves Override Manning Formula)																								
Downstream end of reach label		Reach length (km)		Downstream Latitude Longitude		location (km)		Upstream (m)		Downstream (m)		Latitude Degrees Minutes Seconds			Longitude Degrees Minutes Seconds			Height (m)		Width (m)		Velocity Coefficient Exponent		Depth Coefficient Exponent		Channel Slope		Manning n		Bot Width m		Slope		Side Slope				
Number		Latitude Longitude		(km)		(m)		(m)		Degrees Minutes Seconds			Degrees Minutes Seconds			(m)		(m)		Coefficient Exponent		Coefficient Exponent		Slope		n		m		Slope		Slope						
TITIK HULU		0	-7,62	110,41	32,780	630,000	-7,00	-37	-28	110,00	24	50	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
Titik 2		1	12,00	-7,72	110,39	20,790	630,000	-7,00	-43	-16	110,00	23	19	0,60	10,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Titik 3		2	9,82	-7,79	110,37	10,960	230,000	-7,00	-47	-22	110,00	22	8	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Titik 4		3	1,21	-7,80	110,37	9,750	100,000	-7,00	-47	-59	110,00	22	15	1,00	35,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Titik 5		4	0,93	-7,81	110,37	8,820	90,000	-7,00	-48	-23	110,00	22	27	1,10	24,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Titik 6		5	1,20	-7,82	110,37	7,620	80,000	-7,00	-49	0	110,00	22	27	0,70	19,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Titik 7		6	4,50	-7,85	110,38	3,320	70,000	-7,00	-51	-7	110,00	22	31	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Titik 8		7	3,12	-7,87	110,38	0,000	60,000	-7,00	-52	-21	110,00	23	0	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

b. Worksheet bagian Reach Rates

Water Quality Model		Open Old File	Run VBA	Run Fortran									
← (1/19/2022)													
Reach-specific rate parameters (leave blank if not used):													
Reach label	Prescribed Reaeration	ISS Settling Velocity	Slow CBOD Hydrolysis Oxidation Rate		Fast CBOD Oxidation Rate	Organic N Hydrolysis Settling Rate Velocity		Ammonium Nitrification Rate	Nitrate Denitri Sed Denitri transfer coeff Rate		Organic P Hydrolysis Settling Rate Velocity		Inorganic P Settling Velocity
	/d	m/d	/d	/d	/d	/d	m/d	/d	m/d	/d	m/d	/d	m/d
Segmen 1	3,000							0,001					0,1
Segmen 2	3,000							0,1					0,15
Segmen 3	3,000							0,1					0,1
Segmen 4	3,000							0,01					0,1
Segmen 5	3,000							0,01					4
Segmen 6	3,000							2					0,3
Segmen 7	3,000							10					0,1

c. Worksheet bagian Point Sources

QUAL2Kw
Stream Water Quality Model
Sungai Code (1/19/2022)
Point Source Data:

Name	time of max	Ammonia N		time of max	Nitrate + Nitrite N		time of max	Organic P		time of max	Inorganic P		time of max
		mean ugN/L	range/2 ugN/L		mean ugN/L	range/2 ugN/L		mean ugP/L	range/2 ugP/L		mean ugP/L	range/2 ugP/L	
Drainase Titik 1		390									60,00		
Drainase Titik 2		600									300,00		
Drainase Titik 3		430									80,00		
Drainase Titik 5		340									260,00		
Drainase Titik 6		170									270,00		
Drainase Titik 7		2910									140,00		

... Depth Initial Conditions Air Temperature Dew Point Temperature Cloud Cover Shade Wind Speed Solar Light and Heat Point Sources Diffuse Sources Reach Rates NH4 ...

d. Worksheet bagian Diffuse Source

QUAL2Kw
Stream Water Quality Model
Sungai Code (1/19/2022)
Diffuse Source Data:

Open File Run VBA Run Fortran

Name	Down (km)	Diffuse Abstraction	Diffuse Inflow	Temp	Spec Cond	Inorg SS	Diss Oxygen	CBOD slow	CBOD fast	Organic N	Ammon N	Nitrate N	Organic P	Inorganic P
		m3/s	m3/s	C	umhos	mgD/L	mg/L	mgO2/L	mgO2/L	ugN/L	ugN/L	ugN/L	ugP/L	ugP/L
Pertanian	29,00	0,0000	1,120	30,00							238			50
Perikanan	15,42	0,0000	1,300	30,00							1142			400
Limbah Domestik	10,29	0,0000	0,163	31,00							106			1024
Limbah Domestik	8,97	0,0000	1,253	29,00							813			372
Limbah Domestik	7,90	0,0000	1,140	30,00							762			722
Pertanian	2,75	0,0000	0,200	30,00							134			2642

... Dew Point Temperature Cloud Cover Shade Wind Speed Solar Light and Heat Hydraulics Data Point Sources Diffuse Sources Reach Rates NH4 ...

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Cilegon, 08 Maret 2001. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis menempuh Pendidikan di SD YPWKS IV pada tahun 2007 – 2013 di Kota Cilegon, Banten. Kemudian melanjutkan Pendidikan di SMP YPWKS di Kota Cilegon, Banten pada tahun 2013 – 2016 dan menempuh Pendidikan di SMAN 3 Cilegon pada tahun 2016 – 2019 di Kota Cilegon, Banten. 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 penulis lakukan saat menjadi mahasiswa adalah mengikuti pelatihan ISO dan pelatihan QUAL2Kw. Penulis melaksanakan Kerja Praktek pada bulan Juni 2022 di PT. Indonesia Power PRO POMU dengan topik pembahasan yaitu Pelaksanaan PROPER di PT Indonesia Power PRO POMU. Pada bulan Desember 2022 – Juni 2023 penulis melakukan penelitian terkait Pemodelan QUAL2Kw dengan judul Analisis Kualitas Air dan Daya Tampung Beban Cemar Amonia dan Fosfat di Sungai Code dengan Metode QUAL2Kw, sebagai syarat menyelesaikan studi Strata 1 di Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.