TA/TL/2025/1990

JURUSAN
TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

Analisis Pencemaran Air Sungai Code Berdasarkan Parameter Mikroplastik dengan Pemodelan QUAL2Kw

Ardis Imtinan
21513131

Dosen Pembimbing:

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

Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia

2025

DEPARTMENT
ENVIRONMENTAL ENGINEERING

BACHELOR THESIS

Analysis of Code River Water Pollution Based on Microplastic Parameters with QUAL2Kw Modeling

Ardis Imtinan
21513131

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

Environmental Engineering Bachelor Program
Faculty of Civil Engineering and Planning
Universitas Islam Indonesia
2025

LEMBARAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

Analisis Pencemaran Air Sungai Code Berdasarkan Parameter Mikroplastik dengan Pemodelan QUALKw

Tugas akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil danPerencanaan Universitas Islam Indonesia.

Ardis Imtinan
21513131

Tugas akhir ini telah diuji pada tanggal 8 Juli 2025 dan disetujui oleh:

Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. (Pembimbing) — 16-7-2025

Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. (Penguji 1) — 16 Juli 2025

Dhandhun Wacano, S.Si., M.Sc., Ph.D. (Penguji 2) — 15 Juli 2025

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan Program Sarjana

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
YOGYAKARTA

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

LEMBARAN 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. (apabila menggunakan software khusus).
5. Tidak ada penggunaan kecerdasan buatan *(artificial intelligence*, AI) dalam penyusunan karya tugas akhir ini kecuali:
   a. untuk membantu dalam kadar yang wajar (seperti membantu mengoreksi, mencari ide, dan mencari referensi), dan
   b. tercantum dan dijelaskan perihal penggunaannya secara eksplisit di dalam karya tugas akhir ini.

   Implikasi dari penggunaan AI tersebut menjadi tanggung jawab saya sepenuhnya.
6. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sangsi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sangsi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 14 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



Ardis Imtinan

NIM : 21513131

PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis haturkan ke hadirat Allah *Subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini dengan judul **"Analisis Pencemaran Air Sungai Code Berdasarkan Parameter Mikroplastik Dengan Pemodelan QUAL2Kw"** dapat diselesaikan. Penyusunan laporan tugas akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Pendidikan Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

Penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan dan doa dari berbagai pihak. Salah satunya kepada kedua orang tua tercinta penulis yaitu Ayahanda Anwar S.Sos., dan Ibunda Suhaiba S.Pd., yang telah memberikan kasih sayang, semangat, dukungan, kepercayaan, nasehat dan mendoakan penulis dengan tulus disetiap saat dalam penyusunan Tugas akhir. Semoga Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan waktunya untuk membimbing, memberikan arahan, dan ilmu yang berharga dari awal hingga akhir kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan jasa yang telah Bapak berikan.
2. Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. dan Bapak Dhandhun Wacano S.Si., M.Sc., Ph.D selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang turut memberikan saran, arahan, dan masukkan dalam penyelesaian skripsi menjadi lebih baik. Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan jasa yang telah Bapak berikan.
3. Seluruh dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia atas segala ilmu yang diberikan selama penulis menempuh perkuliahan.
4. Staff, karyawan, dan laboran di Program Studi Teknik Lingkungan yang telah banyak membantu penulis dalam melancarkan hal yang berkaitan dengan Tugas Akhir
5. Saudara-saudari kandung penulis, Kakak Kurniati S.Gz, Dietisien., Abang dr.Fadlul Resi dan Abang Muhammad Isra', S.T. yang telah memberikan semangat, doa, serta dukungan kepada penulis.
6. Untuk seseorang yang dengan NIM 2105126147. Yang tak kalah pentingnya turut hadir menemani, Terima kasih telah menjadi bagian tak terpisahkan dari setiap langkah yang penulis tempuh. Kontribusi berupa dukungan moril, waktu, tenaga, dan materi yang diberikan sangat berarti bagi penyelesaian karya tulis ini. Kehadiran Anda sebagai penyemangat, pendengar setia, dan pemberi kekuatan dalam berbagai kondisi merupakan

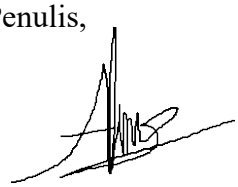
berkah yang sangat berharga. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan keberkahan dan kebahagiaan dalam setiap langkah perjalanan hidup Anda.

7. Diri sendiri, Ardis Imtinan terima kasih atas usaha kerja keras yang luar biasa dalam menjalani semua proses hidup hingga saat ini, mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan diluar keadaan dan tidak pernah memutuskan untuk menyerah sesulit apapun prosesnya, ini merupakan pencapaian yang patut dibanggakan untuk diri sendiri.
8. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu selama penelitian dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangan diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Wassalamualaikum Warrahmatulahi Wabarakakatuh

Yogyakarta, 14 Juli 2025
Penulis,



Ardis Imtinan
NIM 21513131

ANALISIS PENCEMARAN AIR SUNGAI CODE BERDASARKAN PARAMETER MIKROPLASTIK DENGAN PEMODELAN QUAL2Kw

Mahasiswa : Ardis Imtinan
NIM : 21513131
Program Studi : Teknik Lingkungan - Program Sarjana
Pembimbing : Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRAK

Sungai merupakan salah satu sumber daya air yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Salah satunya Sungai Code yang melintasi Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Sungai Code berpotensi mengalami pencemaran mikroplastik dikarenakan mencakup berbagai sumber pencemar, dari permukiman yang membuang limbah ke badan air. Tujuan penelitian ini Memprediksi jumlah sumber pencemar mikroplastik di Sungai Code dengan menggunakan pendekatan Software QUAL2Kw dan mengetahui nilai koefisien laju reaksi dan pengendapan mikroplastik di Sungai Code. Software QUAL2Kw merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk memodelkan kualitas air sungai. Metode Analisis sampel dilakukan sesuai dengan metode NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) untuk mikroplastik. Berdasarkan perkiraan skenario perubahan kelimpahan mikroplastik mulai dari skenario 1 nilai kelimpahan mikroplastik pada masing-masing kilometer jarak dari hilir sebesar 18,57 partikel/ml, 18,57 partikel/ml, 9,67 partikel/ml, 6,95 partikel/ml, dan 5,86 partikel/ml. Pada Skenario 2 pada masing-masing km jarak dari hilir sebesar 35,16 partike/ml, 35,16 partike/ml, 35,19 partike/ml, 23,64 partikel/ml, dan 5,86 partike/ml. Pada skenario 3 diperoleh pada masing-masing km jarak dari hilir sebesar 6,56 partike/ml, 6,56 partike/ml, 6,56 partike/ml, 6,17 partikel/ml, dan 5,86 partike/ml. Nilai yang digunakan pada trial and error pada worksheet Rates, Settling Velocity dengan nilai 0,0009 m/s dan pada First-order react rate dengan nilai yang sama 0,0009 /hari. Sedangkan pada worksheet reach rates bagian yang dilakukan tial and error ada pada segmen 12 dengan nilai koefisien Settling Velocity 0,05 m/s dan First-order reaction rate nilai 0,05/hari.

Kata kunci: Kelimpahan Mikroplastik, Sungai Code, Settling Velocity, Model Kualitas air QUAL2Kw

ANALISIS PENCEMARAN AIR SUNGAI CODE BERDASARKAN PARAMETER MIKROPLASTIK DENGAN PEMODELAN QUAL2Kw

Mahasiswa	: Ardis Imtinan
NIM	: 21513131
Program Studi	: Teknik Lingkungan - Program Sarjana
Pembimbing	: Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRACT

Rivers are one of the most important water resources for human life. One of them is the Code River which crosses the Yogyakarta Special Region Province, the Code River has the potential to experience microplastic pollution because it includes various sources of pollutants, from settlements that dispose of waste into water bodies. The purpose of this study is to predict the number of microplastic pollutant sources in the Code River using the QUAL2Kw Software approach and determine the value of the reaction rate coefficient and microplastic deposition in the Code River. QUAL2Kw software is software used to model river water quality. Methods Sample analysis was conducted according to the NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) method for microplastics. Based on the estimated scenario of changes in microplastic abundance starting from scenario 1 the value of microplastic abundance at each kilometer distance from downstream is 18.57 particles/ml, 18.57 particles/ml, 9.67 particles/ml, 6.95 particles/ml, and 5.86 particles/ml. In Scenario 2 at each km distance from downstream of 35.16 particles/ml, 35.16 particles/ml, 35.19 particles/ml, 23.64 particles/ml, and 5.86 particles/ml. In scenario 3, it was obtained at each km distance from downstream of 6.56 particles/ml, 6.56 particles/ml, 6.56 particles/ml, 6.17 particles/ml, and 5.86 particles/ml. The value used in trial and error in the Rates worksheet, Settling Velocity with a value of 0.0009 m/s and at the First-order react rate with the same value of 0.0009 / day. While in the reach rates worksheet, the part that was done by trial and error was in segment 12 with a Settling Velocity coefficient value of 0.05 m/s and a First-order reaction rate value of 0.05/day.

Keywords: Microplastic Abundance, Code River, Settling Velocity, QUAL2Kw Water Quality Model

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR i
LEMBARAN PERNYATAAN ii
PRAKATA iii
ABSTRAK v
ABSTRACT vi
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Ruang Lingkup 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Daerah Aliran Sungai 5
2.2 Sungai Code 6
2.3 Mikroplastik 7
2.3.1 Sumber Pencemaran Mikroplastik 9
2.3.2 Mekanisme Masuknya Mikroplastik ke Sungai 10
2.3.2 Dampak Mikroplatik 11
2.4 Model *Software* QUAL2Kw 13
2.4.1 Parameter QUAL2Kw 15
2.5 Penelitian Terdahulu 18
BAB III METODE PENELITIAN 20
3.1 Alur Penelitian 20
3.2 Waktu dan Lokasi 21
3.3 Metode Pengumpulan data 25
3.3.1 Data Sekunder 25
3.3.2 Data Primer 26
3.4 Analisis Sampel Air 27

3.4.1 Preparasi Sampel 28
3.4.2 Analisis Mikroplastik 33
3.5 Pemodelan QUAL2Kw 33
3.5.1 Input Data Menggunakan *Software* QUAL2Kw 33
3.5.2 Kalibrasi Model 36
3.5.3 Validasi Model 37
3.5.4 Simulasi Model 38
BAB IV 40
HASIL DAN PEMBAHASAN 40
4.1 Kondisi Lokasi Titik Sampel 40
4.2 Kondisi Hidolik Sungai Code 45
4.3 Kualitas Air Sungai Code (Tambahkan analisis kesesuaian dengan baku mutu dan tren kualitas s.code) 47
4.3.1 Temperatur (°C) 47
4.3.2 Derajat Keasaman (pH) 48
4.3.3 Mikroplastik Berdasarkan Jumlah dan Kelimpahan 49
4.4 Pemodelan Kualitas Air Sungai Code Menggunakan QUAL2Kw 51
4.4.1 Hasil Kalibrasi Model dan Validasi Model 51
4.4.2 Hasil Simulasi Model 56
BAB V 60
KESIMPULAN DAN SARAN 60
5.1 Kesimpulan 60
5.2 Saran 61
DAFTAR PUSTAKA 62
LAMPIRAN 66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu 18
Tabel 3.1 Lokasi *Point Source* Sungai Code Pada Tahun 2024.....22
Tabel 3. 2 Titik Kualitas Air Sungai Code 2024..... 22
Tabel 3.3 *Worksheet* QUAL2Kw..... 34
Tabel 3.4 Tabel *worksheet* Kalibrasi Model 37
Tabel 3.5 Skenario Pemodelan..... 38
Tabel 4.1 Kondisi Lokasi Titik Sampling.....40
Tabel 4. 2 Data pengamatan segmen dan titik sampel air Sungai Code 43
Tabel 4. 3 Data Hidrolik Sungai Code..... 45
Tabel 4. 4 Hasil Validasi Model Debit Sungai Code..... 53
Tabel 4. 5 Hasil Validasi Model Kedalaman Sungai Code..... 54
Tabel 4. 6 Hasil Validasi Model Kecepatan Aliran Sungai Code..... 54
Tabel 4. 7 Hasil Validasi Model Mikroplastik Sungai Code 56
Tabel 4. 8 Hasil Simulasi Model..... 56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi DAS dan Bentuk DAS 5
Gambar 2. 2 Sungai Code 6
Gambar 2. 3 Jenis Mikroplastik 8
Gambar 2. 4 Skema Masuknya MPs 11
Gambar 2. 5 Jalur Mikroplastik di Ekosistem Perairan 12
Gambar 3.1 Peta Titik Sampel Sungai Code 21
Gambar 3. 2 Segemen Sungai Code 24
Gambar 3.3 Pengambilan Sampel Air Sungai 28
Gambar 3.4 Diagram Alir Preparasi Sampel 29
Gambar 3.5 Diagram Alir *Wet Peroxide Oxidation* 30
Gambar 3.6 Proses *WPO* 31
Gambar 3.7 Diagram Alir Density Separation 32
Gambar 3.8 Proses Sampel *Density* dan Sentrifugasi 32
Gambar 3.9 Proses Penyaringan dan Pengamatan Mikroskop 33
Gambar 3.10 Penggunaan QUAL2Kw 35
Gambar 3.11 Tahapan Pembentukan Model 36
Gambar 4. 1 Terjunan Air di Sungai Code (a) Terjunan Bendungan Mergansan, (b) Terjunan Pogung 1-11 44
Gambar 4. 2 Nilai Debit Sungai Code 46
Gambar 4. 3 Nilai Kedalaman Air Sungai Code 46
Gambar 4. 4 Nilai Kecepatan Aliran Air Sungai Code 47
Gambar 4. 5 Nilai Temperatur Air Sungai Code 48
Gambar 4. 6 Nilai Derajat Keasaman Sungai Code (pH) 49
Gambar 4.7 Nilai Jumlah Partikel Mikroplastik 50
Gambar 4.8 Nilai Kelimpahan Mikroplastik Sungai Code 50
Gambar 4.9 Hasil Kalibrasi Debit Sungai Code 52
Gambar 4. 10 Hasil Kalibrasi Kedalaman Sungai Code 52
Gambar 4.11 Hasil Kalibrasi Kecepatan Aliran Sungai Code 52
Gambar 4. 12 Hasil Kalibrasi Konsentrasi Mikroplastik Sungai Code 55
Gambar 4. 13 Hasil Simulasi Model 57
Gambar 4. 14 Peta RTRW Kota Yogyakarta 58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Dokumentasi Kegiatan Pengambilan Sampel..... 66
Lampiran 1. 2 Dokumentasi Kegiatan Labororatorium 67
Lampiran 1. 3 Worksheet QUAL2Kw 69
Lampiran 1. 4 Peta Penelitian 70

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan salah satu sumber daya air yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Air sungai dimanfaatkan untuk berbagai keperluan sehari-hari, seperti mandi, mencuci, hingga irigasi untuk pertanian. Namun, seiring waktu volume limbah cair yang dibuang ke sungai semakin meningkat, menyebabkan pencemaran dan penurunan kualitas air sungai (Saily & Sjelly Haniza, 2020). Pencemaran ini terutama disebabkan oleh berbagai aktivitas manusia seperti industri, pertanian, perikanan, dan permukiman, yang dapat menurunkan kualitas air dan mengurangi potensi pemanfaatannya secara optimal (Anwariani, 2019). Oleh karena itu, pentingnya untuk menjaga kualitas air sungai agar tetap bersih dan bebas dari masalah pencemaran kualitas air.

Dikarenakan adanya permasalahan lingkungan salah satunya yang semakin mendapat perhatian adalah pencemaran mikroplastik di perairan, mikroplastik yang merupakan partikel plastik yang berukuran sangat kecil, yakni kurang dari 5 milimeter (Nayal & Suthar, 2022). Berdasarkan penelitian oleh Ashley pada tahun 2016, plastik menyumbang sebesar 60% hingga 80% sampah yang berada di perairan dan sebagian besar berasal dari daratan (Ashley, 2016). Karena adanya pencemaran sampah plastik maka lama kelamaan akan terdegradasi menjadi mikroplastik. Mikroplastik yang berukuran kurang dari 5 mm, terbentuk dari plastik yang terdegradasi melalui proses fisika, kimia, dan biologis di lingkungan (Ashley, 2016).

Keberadaan mikroplastik yang melimpah dalam ekosistem perairan dapat menjadi ancaman serius terhadap lingkungan. Mikroplastik dapat masuk ke tubuh biota air, menyebabkan kerusakan saluran pencernaan, gangguan pertumbuhan, penurunan produksi enzim, dan efek negatif lainnya (Li et al., 2020). Selain itu, paparan mikroplastik pada manusia melalui pernapasan, makanan, minuman, dan kulit dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti gangguan sistem saraf, kanker,

dan kerusakan sistem imun (Lietal.,2020b). Kemudian keberadaan mikroplastik diperairan terutama sungai yang bertindak sebagai reservoir mikroplastik dan sampah manusia.

Salah satunya sungai besar yang melintas di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu Sungai Code, yang berpotensi mengalami pencemaran mikroplastik dikarenakan melintasi berbagai sumber pencemar, terutama dari permukiman yang membuang limbah ke badan air. Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Syachbudi menunjukkan kelimpahan kandungan mikroplastik pada badan air Sungai Code sebesar 174 partikel. Kondisi ini dipengaruhi oleh tata guna lahan di sekitar Sungai Code, dengan bagian hulu yang didominan aktivitas pertanian dan di bagian tengah yang dipengaruhi oleh tata guna lahan Persawahan, Permukiman, Industri dan Restoran (Syachbudi, 2020).

Pada penelitian ini dilakukan di salah satu sungai yang berada di Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu, Sungai Code. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui dan memodelkan kualitas air sungai. Diperlukan *Software* pemodelan kualitas air yang efektif untuk memantau dan memprediksi distribusi persebaran mikroplastik di sungai, salah satu metode yang dapat digunakan adalah model kualitas air QUAL2Kw, Pemodelan ini dapat mensimulasikan perubahan konsentrasi parameter kualitas air yaitu mikroplastik yang masuk ke dalam aliran sungai akibat sumber pencemaran disekitarnya. Dengan menggunakan data lapangan seperti debit aliran, kecepatan, kedalaman, konsentrasi mikroplastik, suhu, pH, sumber pencemar dan non sumber pencemar. Meskipun ada metode lain yang dapat digunakan dalam memodelkan kualitas air sungai, namun pada penelitian ini menggunakan QUAL2Kw untuk memodelkan kualitas air dalam kondisi tunak satu dimensi saja yang ditampilkan dalam bentuk grafik. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi dasar dalam merancang kebijakan pengolahan lingkungan yang lebih baik, khususnya dalam upaya pengurangan limbah plastik yang mencemari sungai.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang ada pada penelitian ini, sebagai berikut :

1) Bagaimana prediksi sumber pencemar mikroplastik yang yang ada di Sungai Code dengan pendekatan model QUAL2Kw ?
2) Bagaimana koefisien penguraian dan pengendapan mikroplastik dari hulu hingga hilir di Sungai Code?
3) Bagaimana perubahan kelimpahan mikroplastik pada Sungai Code dengan beberapa skenario sumber pencemar?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dilakukan adalah :

1) Memprediksi sumber pencemar mikroplastik yang ada di Sungai Code dengan pendekatan model QUAL2Kw.
2) Menentukan nilai koefisien laju reaksi dan pengendapan mikroplastik pada Sungai Code.
3) Memperkirakan perubahan kelimpahan mikroplastik pada Sungai Code berdasarkan beberapa parameter skenario sumber pencemar.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan pada penelitian ini adalah

1) Hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu bahan acuan dan sumbangan ilmiah untuk penelitian selanjutnya serta sebagai tambahan informasi terkait prediksi persebaran kelimpahan mikroplastik di sungai code.
2) Menjadi bahan pertimbangan kepada pemerintahan daerah terutama DLH Provinsi Yogyakarta terkait batas konsentrasi mikroplastik yang masuk ke badan air dari simulasi pemodelan QUAL2Kw.
3) Memberikan informasi tentang kelimpahan mikroplastik pada aliran sungai Code.
4) Memberikan Informasi terkait penerapan Metode QUAL2Kw sebagai *software* yang dapat digunakan untuk pemodelan kualitas air pada Sungai Code.

1.5 Ruang Lingkup

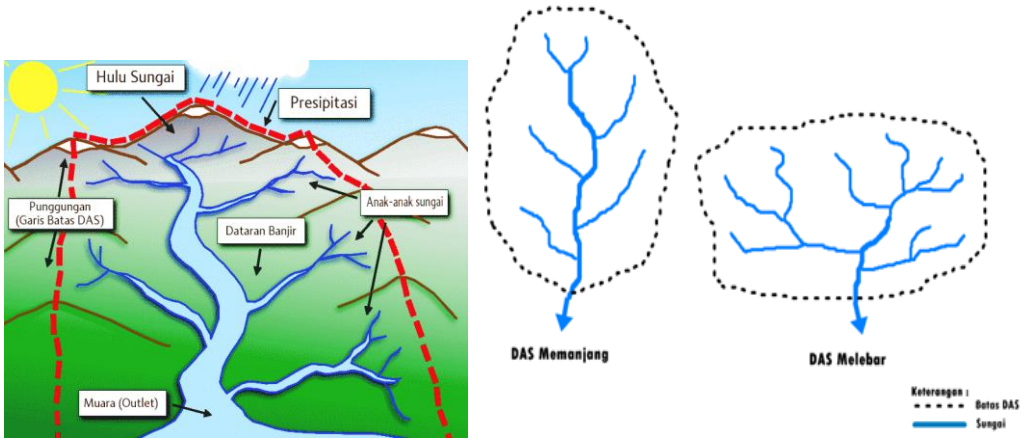
Adapun ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut :

1) Melakukan studi literatur terkait pemodelan kualitas air dan mikroplastik di air sungai.
2) Lokasi yang akan dilakukan penelitian adalah Sungai Code yang berada di Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta.
3) *Software* yang digunakan untuk pemodelan kualitas air sungai adalah pemodelan Qual2Kw versi 5.1.
4) Menggunakan data sekunder penelitian terdahulu yang berada di Sungai Code Derah Istimewa Yogyakarta oleh Ghaisani, N. S., 2024 terkait data *Point Source*.
5) Menggunakan Kelimpahan Mikroplastik total, mengabaikan jenisnya dan bukan dari sumber pencemar.
6) Lokasi pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan.
7) Fokus pada Mikroplastik yang berukuran kurang dari 5 milimeter.
8) Waktu penelitian terhitung selama 6 bulan dari Bulan Oktober 2024 hingga Maret 2025.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai

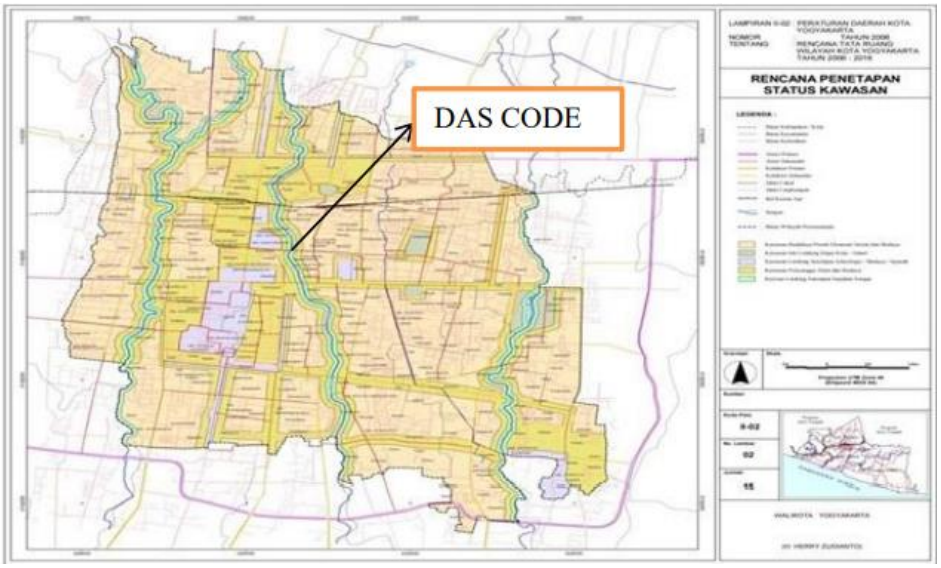
Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu hamparan kawasan/wilayah yang dibatasi oleh pembatas topografi, punggung-punggung gunung yang menampung dan meyimpan air hujan kemudian mengalirkannya ke laut melalui sungai utama. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012 Terkait Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, DAS ialah suatu area daratan yang merupakan bagian dari sungai dan anak sungainya, yang mempunyai fungsi untuk menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan yang dialirkan ke danau atau ke laut secara alami (Pemerintah, 2014). Berikut merupakan contoh gambar dari DAS pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Ilustrasi DAS dan Bentuk DAS

Sumber : https://www.sisipil.com/daerah-aliran-sungai/

2.2 Sungai Code



Gambar 2. 2 Sungai Code
Sumber : RTRW Kota Yogyakarta 2016

Sungai Code memiliki panjang total sekitar 41 kilometer dan melintasi tiga Kabupaten di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu Yogyakarta, Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Bantul. Sungai ini melintasi Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Bantul. Panjang bagian tengah alur sungai yang melintasi Kota Yogyakarta sepanjang 8.73 Km (Pemerintah Kota Yogyakarta, 2015).

Pada kondisi lapangan, ada banyak sumber pencemar yang dapat menyebabkan kualitas air Sungai Code menurun, baik dari sumber domestik maupun non domestik. Limbah domestik adalah yang paling banyak dihasilkan karena sekitar Sungai Code terdiri dari permukiman. Meskipun demikian, itu tidak menjamin bahwa limbah non domestik tidak berbahaya dan tidak tersebar luas. Adanya peningkatan aktivitas manusia di sekitar Sungai Code, kualitas air dalam kondisi yang baik-baik saja apabila dilakukan pengelolaan dan monitoring yang tepat. Akan tetapi, apabila aktivitas manusia mampu disetarakan dengan kepedulian akan lingkungan guna menjaga kualitas sungai serta ekosistem yang teradapat didalamnya, maka kualitas air Sungai Code tersebut akan relative baik-baik saja.

Menurut Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008 tentang baku mutu air di Provinsi DIY, Sungai Code terbagi menjadi beberapa klasifikasi baku mutu yaitu

baku mutu kelas I pada lokasi Jembatan Boyong dan Ngentak; baku mutu kelas II pada lokasi Jembatan Gondolayu, Sayidan dan Keparakan; dan Baku Mutu kelas III pada lokasi Jembatan Tungkak, Ngoto dan Wonokromo. Dari tinjauan fungsi ekologis Sungai Code memiliki banyak peruntukan mulai dari dukungan sumber daya air, perkebunan, domestik hingga industri. Dikarenakan banyaknya variasi penggunaan lahan menyebabkan mutu kualitas air berbeda beda pula (Munawar, 2010).

Dikarenakan adanya pencemaran akibat akitivitas manusia yang akhirnya masuk ke badan air Sungai Code. Akitivitas pembuangan sampah langsung, limbah rumah tangga, dan industri kecil yang menggunakan plastik menjadi sumber pencemarannya. Sampah plastik akan terurai menjadi potongan kecil atau mikroplastik, dan kemudian terbawa oleh aliran sungai. Selain itu, air limbah yang tidak diolah mengandung mikroplastik, yang berasal dari partikel pakaian sintetis yang digunakan saat mencuci atau produk perawatan pribadi seperti scrub wajah. Karena mikroplastik dapat dikonsumsi oleh organisme air dan masuk ke rantai makanan, akumulasi mikroplastik mencemari sungai dan mengganggu ekosistem. Pada akhirnya, ini berdampak buruk pada lingkungan dan kesehatan manusia.

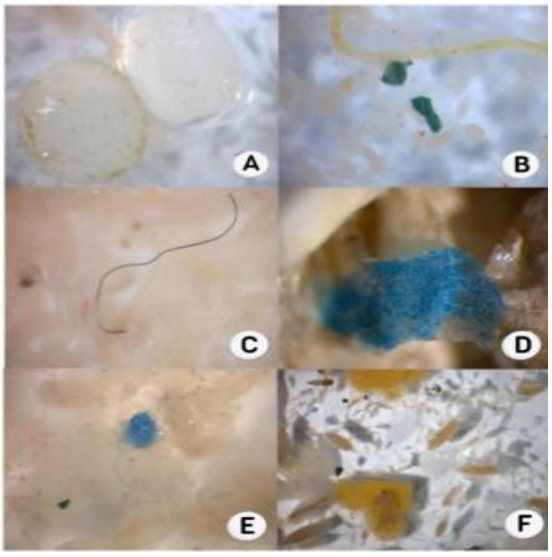
2.3 Mikroplastik

Komponen plastik dengan urukan kurang dari 5 mm disebut mikroplastik (Ikrar Jamika et al., 2023). Mikroplastik pertama kali ditemukan pada tahun 1970. Mikroplastik dapat ditemukan di berbagai lingkungan, seperti udara, tanah, air tawar, dan laut. Hal tersebut dikarenakan mikroplastik mudah berpindah tempat baik dari udara maupun air (Mai, 2018). Mikroplastik sekunder berasal dari dua sumber: mikroplastik primer berasal dari *scrub* kosmetik; dan mikroplastik sekunder berasal dari partikel plastik makro yang terdegradasi dan diubah menjadi partikel plastik yang lebih kecil (Sandra & Radityaningrum, 2021).

Menurut beberapa ahli mikroplastik, mikroplastik terdiri dari partikel plastik dengan ukuran kurang dari 5 mm. Namun, sebagian besar peneliti mengambil objek dengan ukuran minimal 300 μm. Menurut Rahmadhani (2019), mikroplastik terbagi menjadi dua kategori: besar (ukuran 1-5 mm) dan kecil (ukuran <1 mm). Menurut

Boucher & Friot (2017), mikroplastik primer berasal dari partikel kecil yang digunakan dalam kosmetik dan perlengkapan mandi dan dilepaskan langsung ke lingkungan. Menurut penelitian dari Cordova tahun (2016), mikroplastik primer mengandung *microbeads*, yang merupakan butiran plastik kecil berukuran mikro atau kecil dengan diameter kurang dari 5 mm. Setelah dicampur dengan bahan kosmetik lainnya, *microbeads* akan berubah menjadi butiran *scrub*, yang sering ditemukan pada pasta gigi, sabun mandi, *skincare*, dan produk kosmetik lainnya.

Sedangkan mikroplastik sekunder, ialah fragmen berukuran mikro yang berasal dari sampah plastik berukuran besar yang diuraikan melalui proses bio- dan fotodegradasi. Mikroplastik berasal dari bahan plastik berukuran besar yang dipecahkan menjadi fragmen yang lebih kecil melalui proses pelapukan (Sandra & Radityaningrum, 2021). Jika mikroplastik berada di lingkungan, ia dapat menyerap kontaminan dari air dan menghasilkan konsentrasi bergerak yang dapat diakumulasi oleh organisme yang mengkonsumsinya. Dari hal tersebut memberikan gambaran yang lebih luas tentang dampak pada rantai makanan. Mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh manusia tidak hanya melalui makanan dan minuman, tetapi juga melalui udara dan kontak kulit, dikarekan mikroplastik ditemukan dalam produk perawatan pribadi seperti kosmetik, pasta gigi dan sabun lulur (Basri K et al., 2021a). Adapun contoh dari mikroplastik berdasarkan jenisnya dapat dilihat pada gambar 2.3:



Gambar 2. 3 Jenis Mikroplastik

(a. Pellet; b. Fragment; c. Fibre; d. Film; e. Filament; e. Foam)

Sumber : Frias et al., (2019)

2.3.1 Sumber Pencemaran Mikroplastik

Menurut Dinas Lingkungan Hidup Yogyakarta (2018), sumber pencemaran titik (*Point Source*) adalah sumber pencemar yang berasal dari satu lokasi yang dapat diidentifikasi dengan jelas dan biasanya bersifat lokal dengan volume yang relatif tetap. Contohnya termasuk pipa pembuangan dari instalasi pengolahan air limbah (IPAL), limbah dari permukiman, hotel, rumah sakit, pusat perbelanjaan, laboratorium klinik, dan gedung komersial. Selain itu, limbah cair (*effluent*) dari industri dan drainase dari kawasan permukiman juga termasuk dalam kategori *Point Source*. Sumber pencemaran ini lebih mudah diidentifikasi dan dikendalikan karena lokasinya yang spesifik, sehingga penanganannya cenderung lebih efektif dibandingkan dengan sumber pencemaran non-titik (*non-Point Source*), seperti dari kegiatan pertanian atau kawasan hutan (Azzuhra, 2022).

Berdasarkan bentuk sebarannya, sumber pencemaran air dibagi menjadi 2, yaitu :

a. Point Source

Sumber pencemaran yang sumbernya dapat diketahui dengan jelas disebut sumber pencemaran point source. Sumber pencemaran titik berasal dari titik-titik di sungai. Biasanya, sumber pencemaran ini berasal dari pipa pembuangan, seperti saluran drainase dan pipa pembuangan limbah industri. Selain itu, hasil pengolahan limbah di IPAL tidak memenuhi standar mutu air limbah yang ditetapkan (Syahril 2016). Limbah Industri adalah sisa dari aktivitas industri, seperti air bekas proses industri dan air sisa pencucian alat industri. Karena anak sungai berasal dari aliran kecil yang mengalir ke aliran sungai utama, anak sungai dianggap sebagai sumber pencemaran point. (Abdi, 2010).

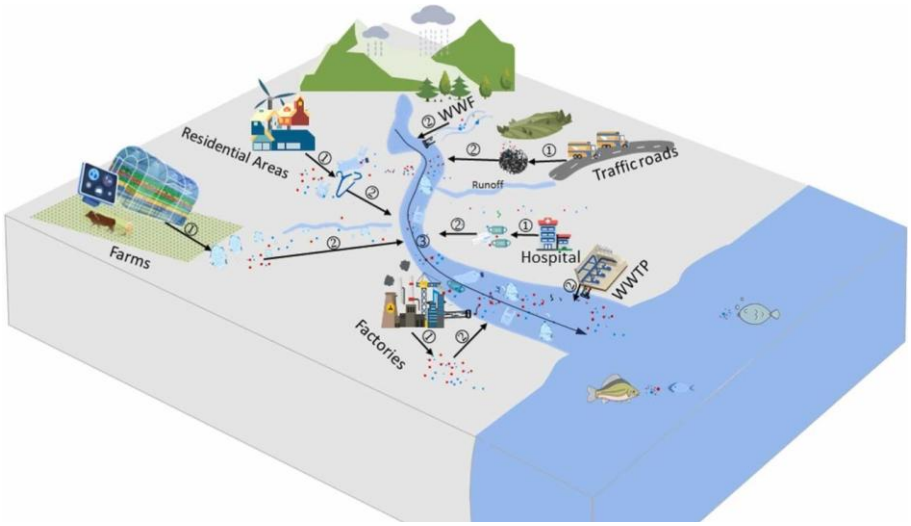
b. Non *Point Source*

Sumber pencemaran non-titik berasal dari limbah pertanian, peternakan, pinggiran kota, kota-kota besar, dan rumah-rumah pedesaan.

Sumber pencemaran *non-Point Source* tersebar dari berbagai tempat dan tidak langsung mencemari badan air (sungai), tetapi mencemari air tanah terlebih dahulu sebelum masuk ke badan air (Rahmi, 2022). Salah satu limbah yang dapat mencemari sungai adalah limbah pertanian, yang berasal dari penggunaan pupuk organik, pupuk anorganik, dan pestisida. Jika air hujan turun, pupuk akan larut dan mengalir ke sungai. Pupuk tersebut juga dapat mencemari air sungai melalui aliran yang mengalir melalui saluran drainase (Rahmi, 2022). Air limbah yang berasal dari aktivitas rumah tangga seperti mencuci pakaian, mencuci piring, dan mandi disebut limbah domestik. Ini terdiri dari bahan organik, anorganik, dan gas, dan dapat mencemari sungai jika konsentrasinya tinggi. Limbah Domestik memiliki tingkat pencemaran yang lebih rendah daripada limbah yang berasal dari aktivitas industri, menurut South (2016).

2.3.2 Mekanisme Masuknya Mikroplastik ke Sungai

Selain mikroplastik dapat masuk ke manusia melalui berbagai media, mikroplastik juga dapat masuk ke dalam badan air, adapun mekanisme masuknya mikroplastik ke dalam sungai dimulai dari aktivitas manusia yang menghasilkan limbah plastik. Ketika kita menggunakan produk sehari-hari seperti kosmetik, deterjen, atau pakaian sintetis, partikel kecil dari produk tersebut dapat terlepas dan masuk ke dalam saluran pembuangan. Misalnya, serat dari pakaian sintetis sering kali terlepas saat dicuci dan berakhir di sistem limbah. Selain itu, limbah rumah tangga dan industri yang tidak dikelola dengan baik juga menyumbang pencemaran mikroplastik. Banyak masyarakat yang membuang sampah plastik langsung ke sungai, yang menyebabkan akumulasi mikroplastik di badan air (Pratama, 2021).



Gambar 2. 4 Skema Masuknya MPs

Sumber : Wang et al., (2024)

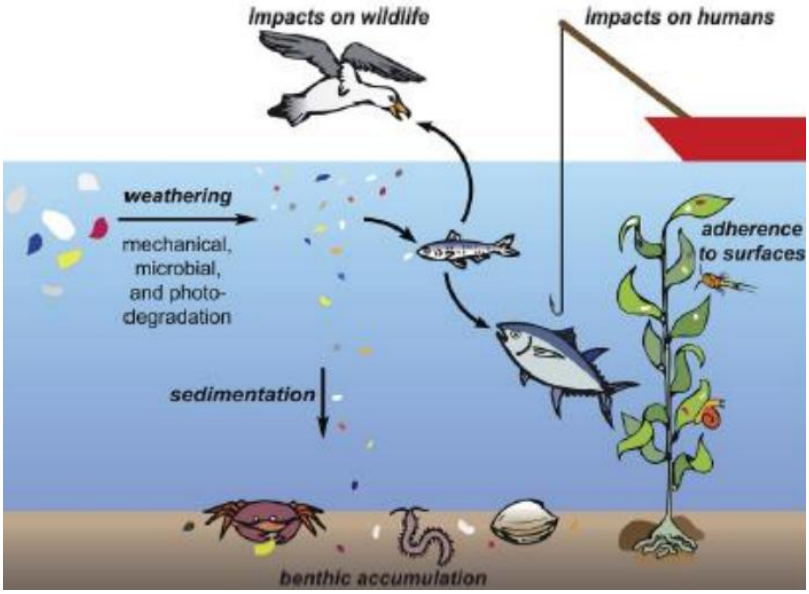
Menurut hasil penelitian oleh Lei et al., 2018), diperkirakan sekitar 80% sampah yang mencemari sungai berasal dari aktivitas di daratan, seperti pertanian, limbah industri, limbah domestik, serta pembuangan *effluent* dari instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Sementara itu, sekitar 20% sisanya bersumber dari aktivitas di perairan, termasuk pelepasan plastik dari kapal niaga, kegiatan penangkapan ikan dengan alat pancing atau jaring, serta penggunaan perahu untuk keperluan rekreasi. Limbah plastik yang masuk ke dalam sungai akan mengalami berbagai proses, seperti penempelan mikroorganisme (*biofouling*), pengendapan, konsumsi oleh organisme akuatik, penyebaran mikroba, hingga perpindahan senyawa kimia. Secara umum, komunitas ilmiah sepakat bahwa mayoritas mikroplastik di perairan sungai berasal dari sumber sekunder, sementara kontribusi dari sumber primer diperkirakan hanya berkisar antara 15 hingga 31% dari total plastik yang mencemari lingkungan (Boucher & Friot, 2017).

2.3.2 Dampak Mikroplatik

Mikroplastik dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan dan organisme perairan dengan berbagai cara. Pertama, partikel mikroplastik itu sendiri bisa menyebabkan kerusakan fisik. Kedua, bahan aditif yang terkandung dalam mikroplastik juga berpotensi merusak. Ketiga, mikroplastik mampu menyerap polutan, seperti antibiotik, pestisida, dan logam berat, yang kemudian bisa terbawa

dan mencemari perairan serta organisme di dalamnya (Dris dkk, 2015; Mamitiana dkk, 2018; Purwiyanto dkk, 2020; Wang dkk, 2018).

Selain itu, akumulasi mikroplastik dapat mengganggu penetrasi cahaya dalam air dan mengubah karakteristik sedimen sungai, yang pada akhirnya mempengaruhi siklus biogeokimia, yaitu proses perpindahan unsur kimia antara makhluk hidup dan lingkungan abiotik. Semua ini berdampak pada kualitas air dan dapat mengganggu fungsi perairan yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Keberadaan mikroplastik tersebut dapat menurunkan kualitas air dan mempengaruhi kehidupan biota yang ada di dalamnya.



Gambar 2. 5 Jalur Mikroplastik di Ekosistem Perairan

Sumber : Basri K et al., (2021)

Dampak Mikroplastik yang terbawa aliran sungai dapat terakumulasi dalam tubuh organisme air seperti ikan, kerang, kepiting dan plankton, yang kemudian berpotensi berpindah ke dalam rantai makanan dan akhirnya dikonsumsi oleh manusia. Jika terpapar dalam jangka waktu lama, mikroplastik serta senyawa kimia yang melekat padanya dapat menimbulkan dampak kesehatan, termasuk gangguan hormon, peradangan, dan risiko penyakit kronis. Di sisi lain, bagi makhluk hidup perairan, keberadaan mikroplastik dapat mengakibatkan gangguan sistem pencernaan, penurunan kemampuan reproduksi, bahkan kematian akibat

penyumbatan organ dalam. Selain berdampak pada makhluk hidup, mikroplastik juga merusak keseimbangan ekosistem sungai, misalnya dengan mengganggu siklus nutrisi, mengurangi kejernihan air, dan menurunkan kualitas air yang digunakan masyarakat untuk keperluan rumah tangga maupun pertanian (Basri K et al., 2021b).

2.4 Model *Software* QUAL2Kw

QUAL2Kw adalah model kualitas air sungai dengan aliran satu dimensi yang merupakan versi *upgrade* dari model QUAL2E. Kerangka kerja QUAL2Kw dikembangkan oleh *US Environmental Protection Angency(EPA)* yang dapat mensimulasikan migrasi dan transformasi polutan konvensional. QUAL2Kw dapat mensimulasikan migrasi dan transformasi berbagai konstituen termasuk oksigen terlarut, suhu, kebutuhan oksigen biokimia, nitrogen organik, nitrogen amonia, nitrogen nitrat, nitrogen total, nitrogen total, kebutuhan oksigen sedimen, fosfor organik, fosfor anorganik, fosfor total, fitoplankton, dan ganggang. Model ini juga dapat mensimulasikan beberapa faktor lain, termasuk pH, alkalinitas dan bakteri patogen. Secara keseluruhan, ganggang dasar sangat diperlukan untuk meniru sungai dangkal (Zhang et al., 2012).

Software QUAL2K dan QUAL2Kw merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk memodelkan kualitas air sungai, namun terdapat perbedaan signifikan dari kedua *software.* Dalam penggunaan QUAL2Kw memiliki satu kolom kosong yang disebut dengan *Generict Consituent*, yang mana pengguna dapat memasukkan parameter bebas atau tambahan sesuai kebutuhan. Pada model QUAL2Kw menggunakan Kemudian Sedangkan QUAL2K memiliki tiga kolom yang disebut dengan *Consituent*, sehingga penggunan dapat memasukkan tiga parameter bebas pada *software* tersebut. Akan tetapi dikarenakan QUAL2K masih dalam masa pengembangan dapat kemungkikan terjadi hal error aplikasi pada saat penggunaannya. Oleh karena itu untuk menghindari terjadinya error tersebut maka digunakan software QUAL2Kw.

Kelebihan lainnya dari QUAL2Kw berdasarkan penelitian dari Kooi et al., 2018, QUAL2Kw mampu mengintegrasikan berbagai parameter kualitas air yang

relevan, seperti suhu, pH, oksigen terlarut, dan konsentrasi nutrisi, yang semuanya dapat mempengaruhi perilaku dan distribusi mikroplastik dalam ekosistem akuatik. Kemudian QUAL2Kw menyediakan kemampuan untuk melakukan simulasi skenario yang berbeda, yang memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi dampak dari berbagai intervensi pengelolaan, seperti pengurangan limbah plastik atau peningkatan pengolahan air. Hal ini sangat penting dalam merumuskan strategi mitigasi untuk mengurangi dampak mikroplastik di lingkungan perairan. Lalu software QUAL2Kw mendukung kalibrasi dan validasi model berdasarkan data lapangan, yang meningkatkan akurasi dan relevansi hasil pemodelan. Dengan menggunakan data empiris, peneliti dapat menyesuaikan model untuk mencerminkan kondisi sebenarnya, sehingga hasil yang diperoleh lebih dapat diandalkan dan aplikatif.

Pada penelitian ini QUAL2Kw tersebut digunakan untuk memodelkan persebaran mikroplastik pada Sungai Code dan mengetahui laju pengendapan mirkoplastik yang ada di Sungai Code. Diharapkan hasil pemodelan ini dapat menjadi pertimbangan dalam merumuskan strategi penangan yang tepat dalam mengurangi dampak mikroplastik dari hasil aktivitas industri maupun dari limbah permukiman dan juga dapat membantu dalam manajemen pengelolaan air sungai yang berkelanjutan. Adapun tiga proses utama dalam penggunaan model QUAL2Kw sebagai berikut :

1. Input Data

   Pada proses pembuatan model QUAL2Kw pertama dilakukan dengan tahapan input data, yang berisikan data terkait kualitas air sungai dan sumber pencermar. Data yang dimasukkan berupa data meteorologis, seperti suhu udara, kecepatan angin, kelembaban, dan intensitas radiasi matahari. Kemudian memasukkan data hidrolis sungai untuk memahami pola aliran sungai yang akan dimodelkan, data tersebut berupa debit, kecepatan aliran, kedalaman dan luas penampang sungai. Selanjutnya memasukkan data kualitas air sungai, berupa data konsentrasi parameter pencemar dan karakteristik fisik-kimia air. Dan yang terakhir memasukkan data sumber pencemar yang terdiri dari data *Point Source* (sumber

pencemar dilokasi tertentu yang sudah diketahui seperti saluran pembuangan limbah industri, limbah domestik ataupun saluran drainase) dan data *Diffuse Source* (sumber pencemar yang tidak diketahui seperti limpasan permukaan dari kawasan pertanian atau permukiman).

2. Kalibrasi Data

   Pada proses kalibrasi data dilakukan agar hasil model yang didapatkan mendekati data kualitas air yang diperoleh dari pengukuran langsung dilapangan. Melakukan *trial and error* adalah salah satu metode yang digunakan dalam penelitian ini, dengan cara mengubah nilai beberapa parameter hingga hasil model mendekati dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Dalam proses kalibrasi ini, Data yang dilakukan *trial and error* adalah nilai dari data *Diffuse Source* karena sumber pencemar yang tersebar dan sulit untuk diukur secara langsung dan sangat bervariasi tergantung dengan kondisi lingkungan. Kemudian juga melakukan *trial and error* pada bagian data *slope* (kemiringan sungai) serta data *manning* (nilai koefisien kekasaran aliran) agar dapat mempresentasikan secara akurat pola aliran sungai yang akan dimodelkan.

3. Validasi Data

   Validasi data tahapan terkahir dilakukan dengan tujuan memastikan bahwa hasil simulasi model sesuai dengan data dilapangan. Metode yang digunakan dalam memvalidasi data pada penelitian ini adalah (*Relative Percentage Difference)* yang membandingkan model data dengan data lapangan. Metode ini digunakan karena lebih cocok yang menghasruskan memvalidasi data untuk setiap titik pengambilan sampel dalam penelitian ini. Data dapat diterima jika hasil nilai error dibawah dari 25% jika melebihi maka data tidak dapat diterima, yang mana jika nilai error kurang dari 25% artinya data tersebut akurat sudah mendekati data di lapangan.

2.4.1 Parameter QUAL2Kw

Konstituen umumnya tersedia untuk penggunaan opsional. Penggunaan memiliki pilihan untuk mengasumsikan bahwa konstituen generik tidak memiliki

interaksi dengan variabel keadaan lain atau dapat diperlakukan sebagai kebutuhan oksigen kimiawi (COD) non-karbon, non-nitrogen. Konstituen generik juga mengalami penguraian dan pengendapan di zona bawah sekitar aliran sungai atau badan air. Adapun rumus persamaan dari Konstituen sebagai berikut :

$$S_{gen,2} = -k_{gen}(T)gen_2$$

Keteranngan : kgen(T) = Laju peluruhan yang bergantung pada suhu(/d).

Pada parameter konsituen tidak tidak ada hubungan dengan parameter lain. Kemudian yang dimaksud dengan Laju Peluruhan adalah parameter yang menunjukkan laju penguraian atau degradasi zat tercemar yang berada di dalam air. Pada pemodelan, persebaran konsentrasi Mikroplastik di air sungai pada pemodelan menggunakan QUAL2Kw ini, terdapat beberapa koefisien model yang berperan penting. Seperti Kecepatan pengendapan, atau *settling velocity* yang merupakan faktor krusial dalam analisis kualitas air, terutama terkait dengan pencemaran mikroplastik. Dalam konteks model QUAL2Kw, parameter ini berperan penting dalam menentukan bagaimana mikroplastik tersebar dan terakumulasi di dalam badan air. Partikel mikroplastik yang memiliki kecepatan pengendapan tinggi cenderung lebih cepat tenggelam ke dasar perairan, sehingga mengurangi konsentrasi mikroplastik di aliran air dan berdampak pada ekosistem akuatik. Sebaliknya, mikroplastik dengan kecepatan pengendapan rendah akan tetap berada di permukaan air lebih lama, yang dapat mengganggu organisme yang hidup di lapisan tersebut.

Kemudian *First-Order Reaction Rate (Laju Reaksi Orde Satu, Kr)* bertujuan untuk memperhitungkan seberapa cepat konsentrasi polutan berkurang sepanjang aliran sungai akibat proses alami. Dalam konteks mikroplastik, Kr menunjukkan bahwa laju pengurangan konsentrasi mikroplastik sebanding dengan jumlah mikroplastik yang ada pada suatu waktu tertentu. Artinya, semakin banyak mikroplastik yang terdapat dalam perairan, semakin cepat laju reaksi yang terjadi. Proses ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kecepatan pengendapan. Ketika mikroplastik mengendap dengan cepat, konsentrasinya di kolom air berkurang, yang dapat mempercepat laju reaksi orde satu. Hal ini berarti bahwa mikroplastik yang lebih cepat tenggelam akan lebih cepat terdegradasi atau

terakumulasi di dasar perairan, sehingga mengurangi dampak negatifnya terhadap ekosistem. Sebaliknya, jika kecepatan pengendapan rendah, mikroplastik akan tetap berada di kolom air lebih lama, yang dapat memperlambat laju reaksi dan meningkatkan potensi dampak lingkungan. Penggunaan software QUAL2Kw sering digunakan dalam melakukan pemodelan kualitas air sungai. Dapat dilihat pada tabel 2.1 merupakan referensi penelitian terdahulu mengenai penelitian mikroplastik dan juga penggunaan QUAL2Kw ataupun QUAL2K dalam pemodelan kualitas air sungai.

2.5 Penelitian Terdahulu

Berikut pada tabel dibawah ini merupakan referensi dari penelitian terdahulu terkait pemodelan kualitas air menggunakan QUAL2K ataupun QUAL2Kw.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

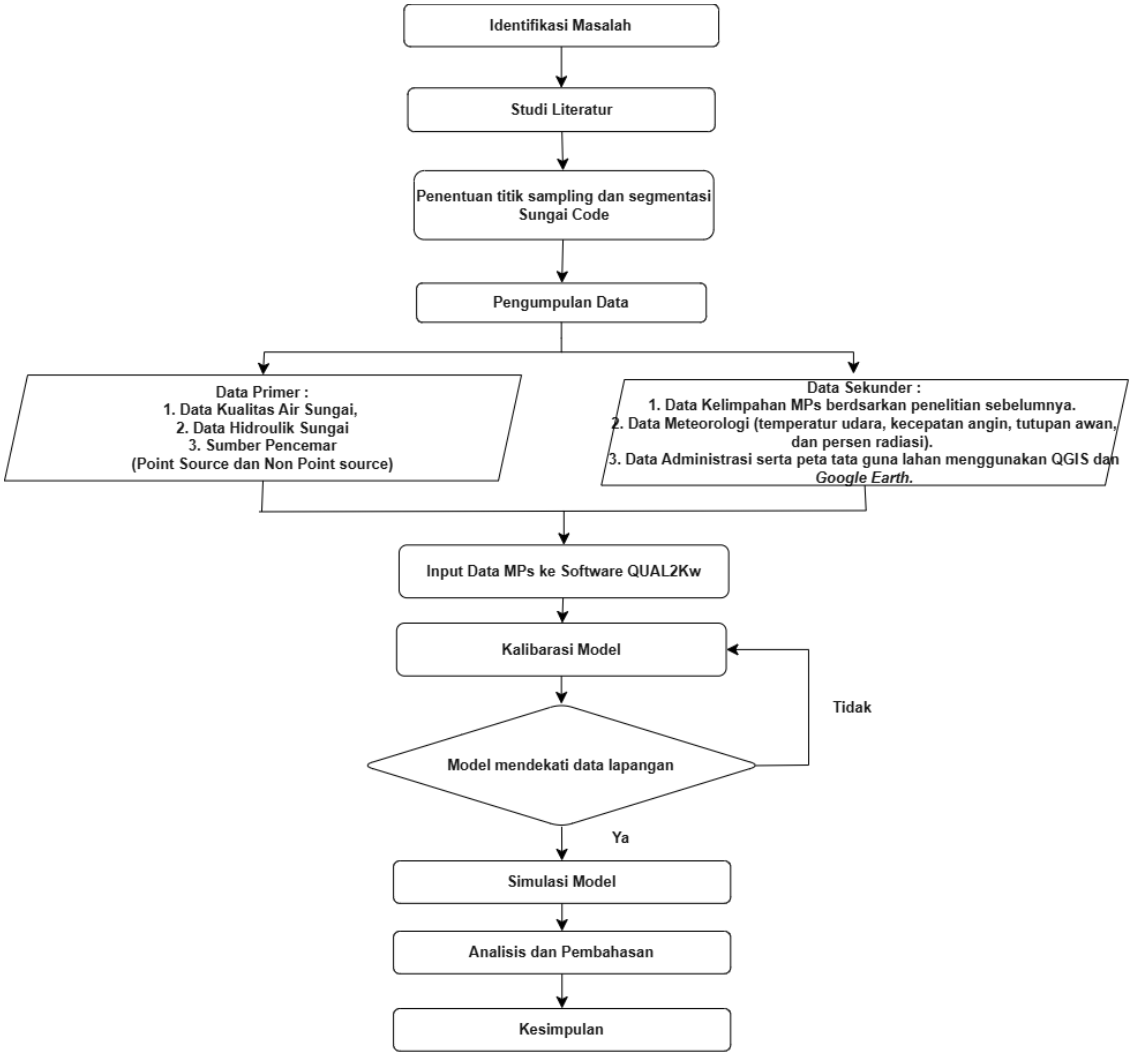
Nama Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Ayad S. Mustafa, Sadeq O. Sulaiman, & Sabreen H. Shahooth, (2016).	Application of QUAL2K for Water Quality Modeling and Management in the lower reach of the Diyala river	Hasilnya menunjukkan bahwa nilai simulasi memiliki kesesuaian yang baik dengan nilai observasi. Hasil keluaran model untuk kalibrasi menunjukkan bahwa konsentrasi DO dan CBOD tidak berada dalam batas yang diperbolehkan untuk menjaga kesehatan ekologi sungai dengan nilai kisaran (2,51 - 4,80 mg/L) dan (18,75 -25,10 mg/L).
Salma Yovita Balqis, (2024).	Analisis Mikroplastik dan Hubungan dengan Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Sungai Code, Yogyakarta	Hasil yang didapatkan pada MPs menunjukkan hasil kelimpahan dengan larutan NaCl memiliku nilai lebih tingi dibandingkan $ZnCl_2$ dengan nilai tertinggi pada titik 9 sebesar 9,61 partikel/100ml dan terendah pada di titik 1 sebesar 3,61 partikel/100ml.
Desy Triane & Suharyanto, (2015).	Pemodelan Kualitas Air Menggunakan Model QUAL2K (Studi Kasus: DAS Ciliwung)	Segmen 1 didominasi oleh pertanian dan tidak ada faktor urban dengan jenis air nya yaitu air permukaan dan limbah domestik ringan, kalibrasi hasil model parameter DO dan BOD mendapatkan nilai K1sebesar 0,3 l/hr dan K2 sebesar

Nama Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		0,4 l/hr, untuk segmen 2,3 dan 4 merupakan daerah peralihan.
Nur Shadrina Ghaisani, (2024).	Analisis Kandungan Mikroplastik pada Sumber Pencemar Titik (Point Sources) di Air Sungai Code	Jumlah partikel mikroplastik paling tinggi ditemukan pada titik 9 sampling, yaitu pada titik 8 ketika fraksinasi menggunakan NaCl mencapai 29,45 partikel/ml dan pada titik 9 ketika fraksinasi menggunakan $ZnCl_2$ mencapai 16,242 partikel/ml. Pada titik 2, ketika fraksinasi menggunakan NaCl mencapai 5,29 partikel/ml, dan pada titik 4 ketika fraksinasi menggunakan $ZnCl_2$ mencapai 5,13 partikel/ml.
Ratih Ayu Febriati, (2023)	Analisis Daya Tampung Beban Pencemar BOD di Sungai Code dengan QUAL2Kw	Hasil perhitungan daya tampung pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa untuk parameter BOD memiliki daya tampung berlebih pada segmen 5 (Keparakan – Tungkak) sebesar 106,97 kg/hari

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Berikut diagram alir penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian, mulai dari persiapan, pelaksanaan, analisis, dan penyelesaian. Pada gambar 3.1 berikut :

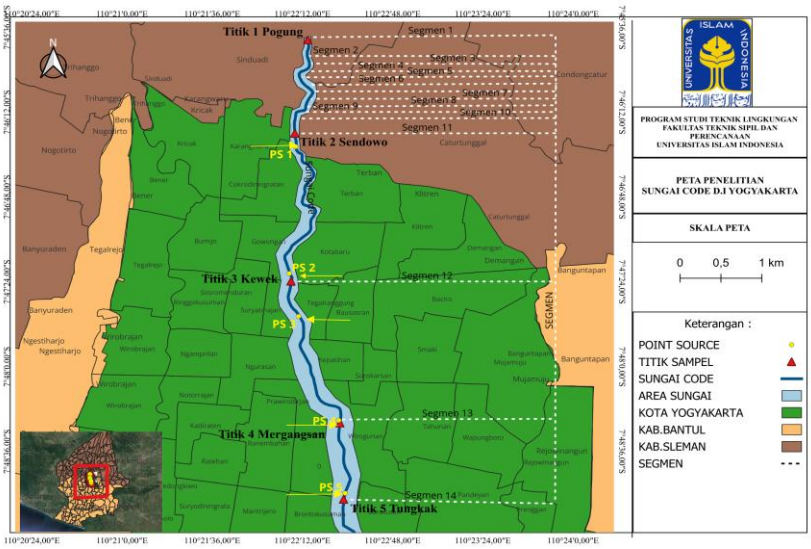


Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi

Lokasi penelitian berada di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta tepatnya berada di Sungai Code Kota Yogyakarta. Pengambilan titik sampel kualitas air berdasarkan titik sampel penelitian penelitian sebelumnya yang dilakukan pada tahun 2024 di Sungai Code. Penentuan lokasi titik pengambilan sampel air mempertimbangkan pada waktu, kemudahan akses lokasi yang berkaitan dengan keamanan, dan kondisi lingkungan sekitar yang padat dengan aktivitas manusia serta biaya dalam penelitian ini. Jumlah lokasi titik sampel pada penelitian ini ada 5 titik untuk kualitas air dapat dilihat pada tabel 3.2 dan 5 titik untuk *Point Source* berdasarkan titik sampel penelitian sebelumnya oleh Ghaisani tahun 2024 yang terletak di setiap segmen, dapat di lihat pada tabel 3.1 terkait lokasi titik pengambilan sampel.

Untuk menunjukkan hal ini, acuan pemilihan titik yang merujuk pada referensi penelitian sebelumnya yang terletak pada aliran Sungai Code, yang telah disesuaikan dengan kebutuhan penelitian ini. Selain itu, penentuan titik juga dilakukan dengan melihat aliran sungai pada peta sekaligus melihat area aktivitas yang terjadi di lingkungan titik sampel dengan menggunakan bantuan dari *software Qgis* dan *Google Earth Pro*. Lokasi titik penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut :



Gambar 3.1 Peta Titik Sampel Sungai Code

Berikut adalah tabel titik *Point source* yang akan digunakan :

Tabel 3.1 Lokasi *Point Source* Sungai Code Pada Tahun 2024

POINT SOURCE					
Point	Lokasi	Alamat	Koordinat		Waktu Sampling
			Latitude	Longitude	
PS.1	Hotel Tentrem	Kecamatan Danurejan, Kota Yogyakarta	7°46'31.44"S 110°22'11.94"E		14-Mar-24
PS.2	Kewek	Kali Code, Tegal Panggung Danurejan, Kota Yogyakarta	7°47'26.76"S 110°22'7.44"E		14-Mar-24
PS.3	Jambu	Jl. Mas Suharto, Kota Yogyakarta	7°47'38.49"S 110°22'10.76"E		14-Mar-24
PS.4	Bendungan Mergangsan	Jalan Surokarsan, Mergangsan, Kota Yogyakarta	7°48'22.71"S 110°22'28.08"E		14-Mar-24
PS.5	Tungkak	Karanganyar Timuran, Brontokusuman Kec. Mergangsan, Kota Yogyakarta,	7°49'2.58"S 110°22'27.96"E		14-Mar-24

Sumber : Ghaisani, (2024).

Sedangkan untuk titik point source Sungai Code juga menggunakan titik dari penelitian sebelumnya oleh Ghaisani pada bulan maret tahun 2024. Pada penelitian ini pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 13 November 2024 yang nantinya akan digunakan sebagai data pendukung dalam melakukan pemodelan kualitas air sungai.

Tabel 3. 2 Titik Kualitas Air Sungai Code 2024

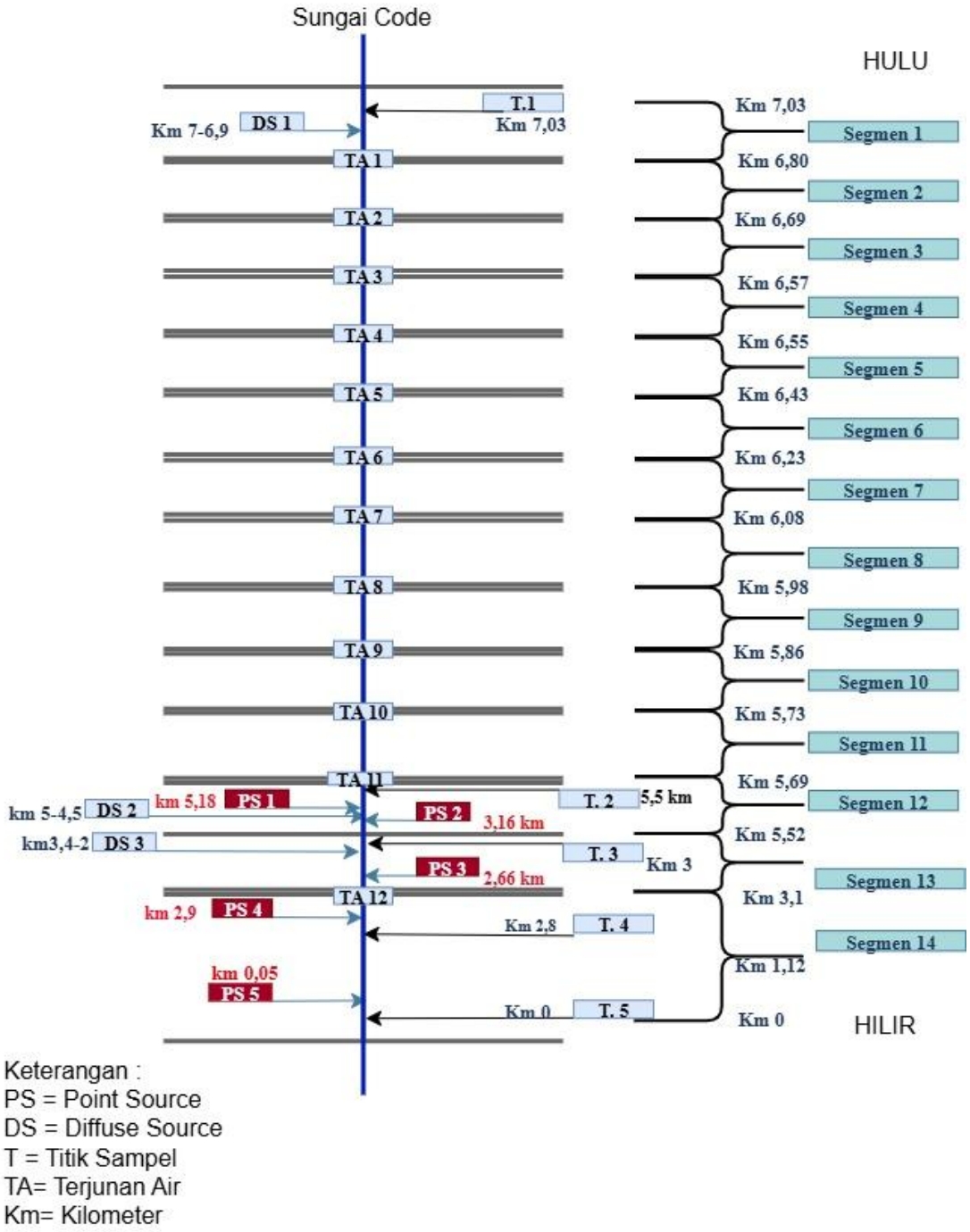
KUALITAS AIR SUNGAI					
Titik	Lokasi	Alamat	Koordinat		Waktu Sampling
			Latitude	Longitude	
Titik 1	Pogung	Jembatan Pogung UGM	7°45'41.32"S 110°22'14.11"E		13-Nov-24
Titik 2	Sendowo	Jl. Sendowo D No.69, Sinduadi, Mlati Sleman	7°46'20.97"S 110°22'9.18"E		13-Nov-24
Titik 3	Kewek	Kali Code, Tegal Panggung Danurejan, Kota Yogyakarta	7°47'23.53"S 110°22'7.85"E		13-Nov-24
Titik 4	Bendungan Mergangsan	Jalan Surokarsan, Mergangsan, Kota Yogyakarta	7°48'22.07"S 110°22'27.30"E		13-Nov-24
Titik 5	Tungkak	Jalan Kolonel Sugiono, Mergangsan, Kota Yogyakarta	7°48'55.80"S 110°22'28.66"E		13-Nov-24

Berdasarkan lokasi penelitian dapat dilakukan penentuan Segmen Sungai agar lokasi yang digunakan untuk memantau dan mengambil sampel air sungai dapat diidentifikasi. Dalam menentukan segmen sungai dalam penelitian ini menggunakan

metode Panjang Morfometri Alur Sungai dan adanya Terjunan Air. Morfometri alur merupakan pengukuran yang dilakukan berdasarkan panjang jalur sungai, lebar sungai, bentuk, kemiringan dan lekukan alur sungai yang sebenarnya. Kemudian Terjunan Air berfungsi sebagai batas alami yang memisahkan segmen-segmen sungai, dan memiliki beberapa implikasi yang signifikan dalam pemodelan dan pengelolaan sumber daya air. Terjunan air dapat mempengaruhi kecepatan aliran dan turbulensi di hilirnya, yang berpotensi mengubah pola distribusi sedimen dan kontaminan, termasuk mikroplastik. Pada pemodelan kualitas air menggunakan QUAL2Kw, pembagian segmen ini bertujuan pada distribusi polutan yang mengikuti aliran sungai yang sebenarnya.

Pada penelitian ini sungai dibagi menjadi 14 bagian atau segmen berdasarkan adanya kegiatan yang dilakukan masyarakat serta karakteristik dari setiap penggunaan lahan dengan mempertimbangkan faktor biaya, kemudahan akses peneliti, dan waktu sehingga dapat ditentukan titik yang telah mewakili kondisi dan kualitas dari Air Sungai Code. Pentingnya pembagian segmen sungai ini berdasarkan morfometri alur dan kondisi hidrolik sungai yang sangat berpengaruh terhadap laju pengendapan mikroplastik yang ada di aliran sungai. Oleh karena itu morfometri alur dan kondisi hidrolik sungai menjadi fakor pembagian segmen.

Adapun hal lain yang menjadi pertimbangan dalam penentuan segmen sungai juga dipengaruhi oleh jumlah terjunan air yang terdapat di sepanjang aliran Sungai Code. Keberadaan terjunan air juga menentukan batas setiap segmen. Adapun pembagian segmentasi sungai dapat dilihat pada gambar 3.3 segmentasi Sungai Code.



Gambar 3. 2 Segemen Sungai Code

3.3 Metode Pengumpulan data

Dalam pengumpulan data menggunakan 2 teknik yaitu Data Sekunder dan Data Primer berikut :

3.3.1 Data Sekunder

Data Sekunder bersumber dari penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini. Dan juga menggunakan data sekunder dari hasil studi literatur terkait dengan metode sampling, penentuan metode analisis sampel. Berikut data yang digunakan :

1. Data Kualitas Air

   Pada penelitian ini menggunakan data untuk titik sumber pencemar berdasarkan titik sampel penelitian dari Ghaisani pada bulan Maret Tahun 2024 yang dapat dilihat pada tabel 3.1 Lokasi *Point Source* Sungai Code Pada Tahun 2024 (Ghaisani, 2024). Penelitian ini menggunakan data pada waktu yang berbeda dengan memodelkan data di bulan November 2024, namun untuk data *point source* menggunakan data bulan Maret, dengan asumsi *point source* sama dengan bulan November. Berdasarkan lokasi penelitian sebelumnya oleh 2024 (Ghaisani, 2024), terdapat sumber pencemar yaitu pada sumber pencemar di segmen 11 yaitu sumber pencemar drainase berasal dari pemukiman, dan rumah makan. Pada segmen 12, sumber pencemar drainase berasal dari hotel, pemukiman, kolam renang dan rumah sakit. Pada segmen 13 bersal dari pemukiman, perdagangan dan bengkel. Kemudian pada segmen 14 berasal dari permukiman dan limbah catering. Sedangkan untuk data *non-point source* tidak dilakukan penngambilan sampel langsung di lapangan karena mengingat keterbatasan waktu dan biaya. Data beban pencemar *non-point source* diperoleh dari studi literatur dan juga asumsi yang diperkuat dari data

penelitian yang telah ada terkait mikroplastik pada *non-point source* atau *diffuse source*.

2. Data BMKG DIY berupa data meteorologi berupa temperatur udara, kecepatan angin, tutupan awan, dan persen radiasi pada Tahun 2024.

3.3.2 Data Primer

Data Primer adalah data yang diambil langsung ketika observasi lapangan, yaitu :

1. Data Konsentrasi Mikroplastik

   Pada data konsentrasi mikroplastik di dapatkan dengan melakukan pengambilan sampel secara langsung kemudian melakukan pengujian di laboratorium Teknik Lingkungan UII, kemudian data konsentrasi mikroplastik yang digunakan adalah data keseluruhan atau total mikroplastik yang ditemukan dengan mengabaikan jenis atau bentuknya, akan tetapi, dalam melakukan analisis mikroplastik juga dilakukan identifikasi jenis atau bentuk mikroplastik. Hasil dari identifikasi mikroplastik data yang diperoleh lebih dominan berjenis Fragment, Film dan Fiber.

2. Data Hidrolik Sungai Code

   Data hidrolik Sungai Code meliputi debit, kecepatan aliran air sungai, kedalaman sungai, dan lebar sungai. Pengukuran parameter sungai dilakukan dengan beberapa metode. Pengukuran debit dilakukan dengan metode profil sungai yang diperoleh dari hasil perkalian luas penampang sungai yaitu lebar dan kedalaman dengan kecepatan aliran air. Lalu kedalaman sungai dapat diukur menggunakan dua cara, yang pertama yaitu dengan memasukkan tongkat ke dasar sungai hingga menyentuh dasarnya, lalu mengukur panjang bagian tongkat yang terendam air menggunakan meteran. Cara kedua digunakan untuk lokasi yang sulit dijangkau, dengan menggunakan tali yang diberi pemberat berupa batu. Tali tersebut

diturunkan ke dalam air, kemudian bagian tali yang basah diukur panjangnya dengan meteran. Sementara itu, pengukuran lebar sungai dilaksanakan secara langsung menggunakan meteran. Kemudian, pengukuran kecepatan aliran air sungai dilakukan dengan menggunakan instrumen *current meter* dengan cara menempatkan baling-baling *current meter* di permukaan air.

3. Cara Pengambilan Sampel

Proses pengambilan sampel yang dilakukan penelitian sebelumnya melibatkan beberapa instrumen atau peralatan pendukung yang disesuaikan dengan jenis sampel yang akan diambil. Menurut SNI 8995-2021, lokasi pengambilan sampel disesuaikan dengan aliran atau debit air sungai. Sampling diambil dari botol kaca dengan *metode grab sampling*, di mana botol dicelupkan ke dalam air pada kedalaman setengah permukaan drainase sungai. Setiap titik pengambilan sampel berjumlah 1-3 liter, dan botol diberi label setelah air dimasukkan ke dalam botol. Botol kaca yang digunakan berwarna gelap dan berwarna bening dilapisi dengan alumunium foil untuk melindungi dari kerusakan sampel akibat sinar matahari.

3.4 Analisis Sampel Air

Pada penelitian ini menggunakan alat dan bahan yang dalam pengujian sampel yang nantinya digunakan sebagai validasi data sampel, sebagai berikut :

a. Alat

Alat yang digunakan untuk pengujian sampel yaitu Gelas ukur 100 ml, Kertas saring whatman GF/B CAT No.1821-047, Erlenmeyer 250 ml, Gelas beaker, Pipet ukur 10 ml, Pipet volume 10 ml, Mikroskop Olympus BX53 Trinocular Phase, *Hot plate stirrer thermo scientific tipe cimarec II,* Kaca preparat, Cawan petri, vakum filter, *magnetic stirrer bar*, *Current meter,* Alumunium foil, dan *Software* QUAL2Kw versi 5.1.

b. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam analisis mikroplastik di laboratorium meliputi, sampel air, larutan H2O2 30 % , aquades, larutan NaCl 10%.

3.4.1 Preparasi Sampel

Pada tahapan penelitian ini, terdapat metode untuk mikroplastik pada sampel air yang menngacu pada standar *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* yang dimodfikasi. Dalam preparasi sampel mikroplastik terdapat beberapa tahapan, sebagai berikut penjelasan terkait tahapan preparasi sampel MPs :

- Pengambilan sampel

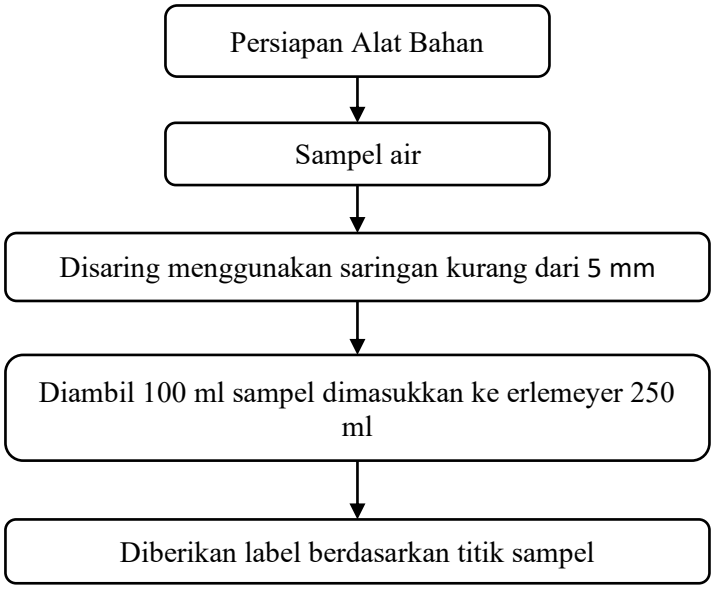
  Menurut Badan Standarisasi Nasional (2021), pada SNI 8995-2021, lokasi pengambilan sampel disesuaikan dengan aliran atau debit air sungai. Sampling diambil dari botol kaca dengan metode *grab sampling*, di mana botol dicelupkan ke dalam air pada kedalaman setengah permukaan drainase sungai. Setiap titik pengambilan sampel berjumlah 1-3 liter, dan botol diberi label setelah air dimasukkan ke dalam botol.



Gambar 3.3 Pengambilan Sampel Air Sungai

- Preparasi Sampel Air Sungai

Memasukkan air sampel 100 mL ke Erlenmeyer 250 mL untuk membuat sampel air sungai, kemudian sampel dipisahkan berdasarkan titik sampel dan masing-masing botol diberi label untuk pengujian mikroplastik.



Gambar 3.4 Diagram Alir Preparasi Sampel

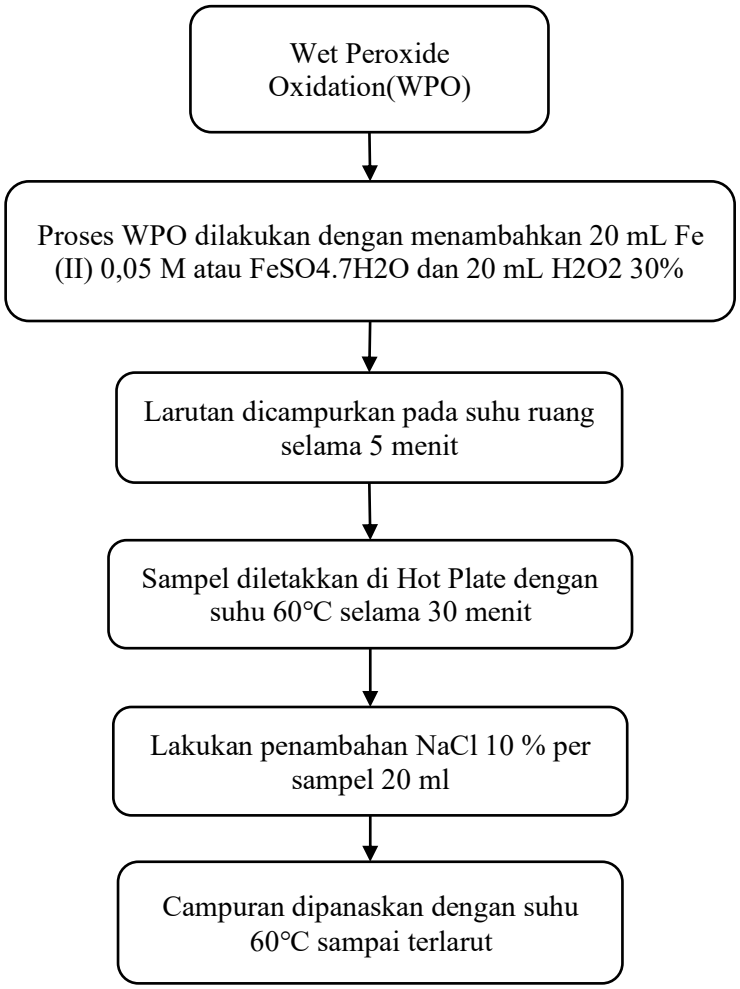
- *Wet Seiving* (Penyaringan Basah)

  Wet sieving ialah penyaringan yang dilakukan menggunakan *Stainless Steel Sieve Mesh* ukuran 5 mm dengan tujuan untuk memisahkan padatan yang berukuran lebih dari 5 mm.

- *Wet Peroxide Oxidation (WPO)*

  WPO ialah rangkaian tindakan untuk menghancurkan material organik dengan menggunakan 20 ml larutan Fe(II) 0,05 M dan 20 ml hidrogen peroksida (H2O2) 30% (Ashley, 2016). Sementara itu, penggunakan H2O2 bertujuan untuk menghilangkan berbagai senyawa organik dari sampel tanpa meninggalkan residu di lingkungan. Setelah itu, sampel diletakkan pada Plat Panas selama tiga puluh menit pada suhu 60°C. Setelah itu, 20 ml larutan NaCl dengan konsentrasi 10%

ditambahkan. Sampel kemudian diaduk menggunakan pengaduk kaca dan kembali dipanaskan hingga larutan larut (Ghaisani, 2024).



Gambar 3.5 Diagram Alir *Wet Peroxide Oxidation*

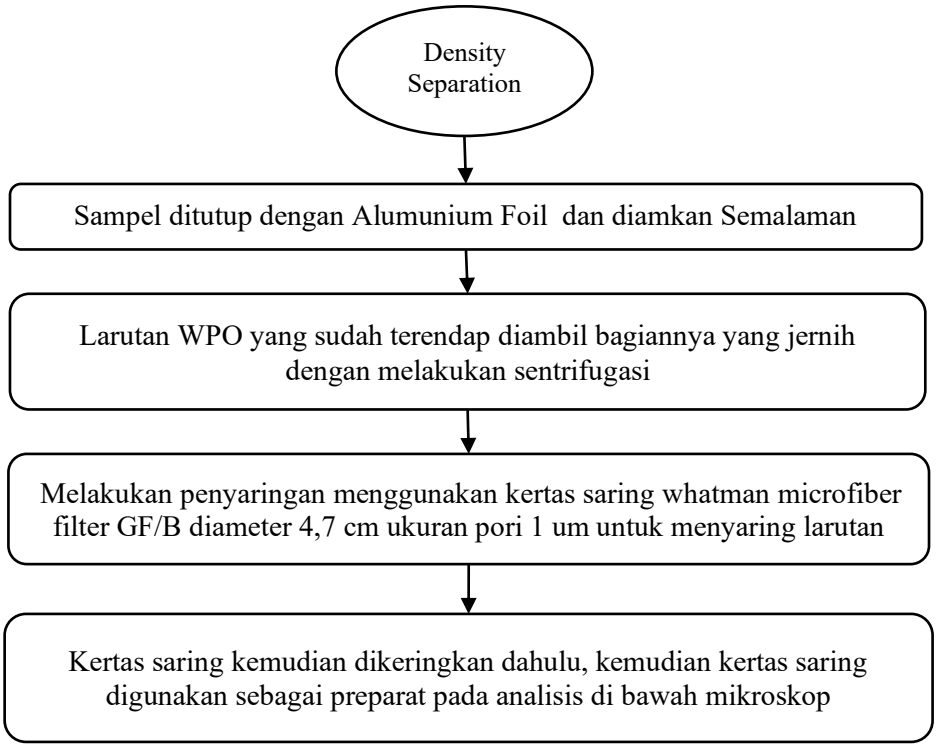
Sumber : Metode NOAA (*National Oceanic Atmospheric Administrasion*)



Gambar 3.6 Proses *WPO*

- *Density Sepration*

  Kemudian langkah selanjutnya dilakukan pemisahan partikel-partikel yang ada di mikroplastik berdasarkan kepadatan atau *density.* Pada tahapan ini setiap masing-masing sampel yang telah ditambahkan NaCl, lalu didiamkan selama 24 jam (Ghaisani, 2024).



Gambar 3.7 Diagram Alir Density Separation



Gambar 3.8 Proses Sampel *Density* dan Sentrifugasi

- Penyaringan

Pada tahapan ini, sampel akan disaring menggunakan sistem vakum. Bahan yang digunakan untuk penyaringan adalah kertas saring

Whatman GF/B CAT No.1821-047. Analisis sampel akan diuji menggunakan mikroskop *Olympus BX53 Trinocular Phase*.



Gambar 3.9 Proses Penyaringan dan Pengamatan Mikroskop

3.4.2 Analisis Mikroplastik

Analisis data pada mikroplastik dengan cara melakukan perhitungan jumlah mikroplastik berdasarkan identifikasi. Pertihungan kelimpahan mikroplastik tersebut akan dilakukan hitungan dengan membagikan jumlah partikel mikroplastik disetiap sampelnya dengan total volume air pada saat sampling dengan jumlah 100 ml. Berikut rumus perhitungan kelimpahan mikroplastik :

$$C = \frac{n}{V}$$

Keterangan :

C = Kelimpahan Mikroplastik (Partikel/mL)

n = Jumlah partikel Mikroplastik per sampel

V = Total Volume Air

3.5 Pemodelan QUAL2Kw

3.5.1 Input Data Menggunakan *Software* QUAL2Kw

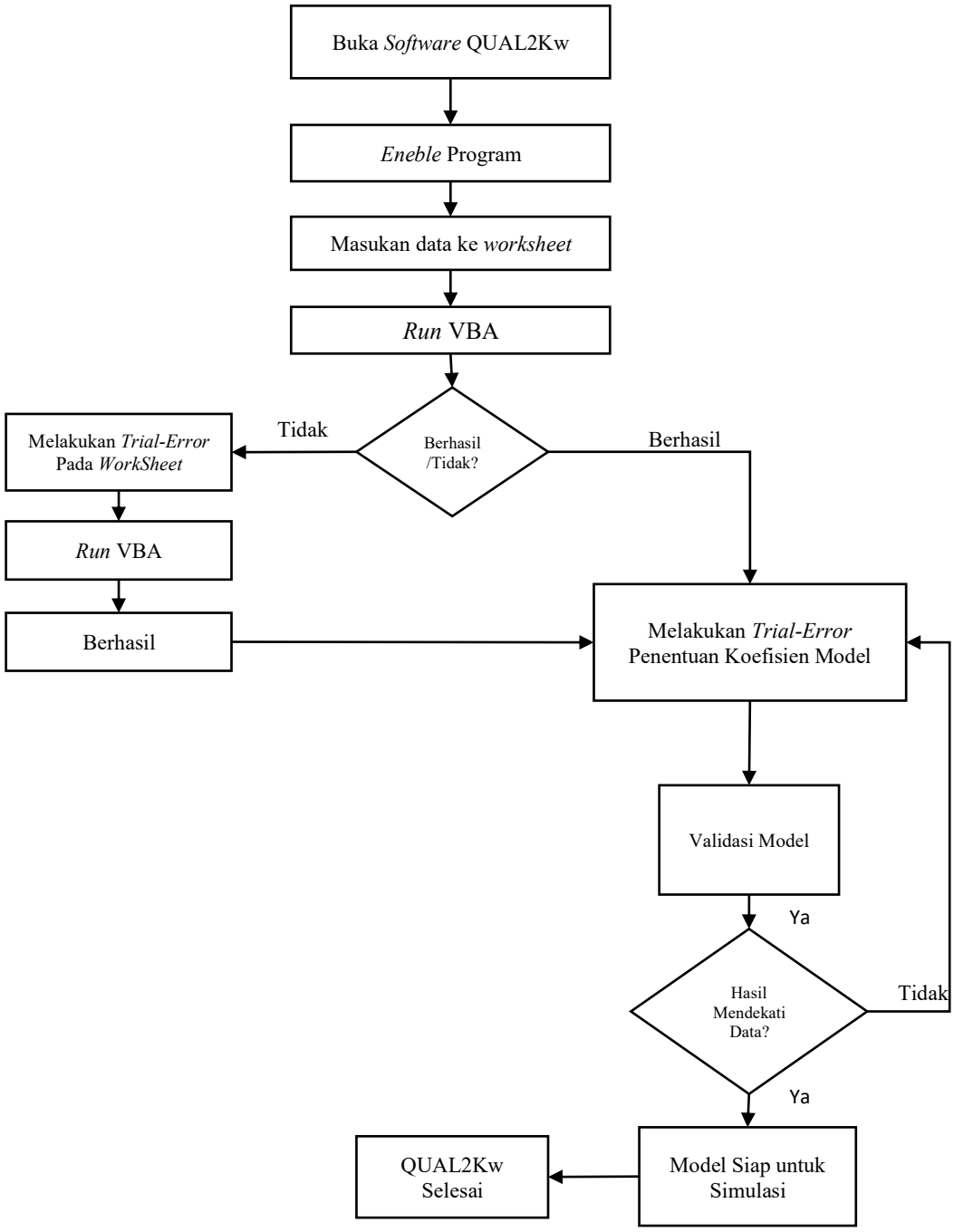
Setelah data primer dan data sekunder didapatkan serta dikumpulkan langkah selanjutnya adalah meng-input data pada *software* QUAL2Kw. Terdapat beberapa *worksheet* yang akan di input, berikut adalah *worksheet* yang diinput dalam penelitian ini :

Tabel 3.3 *Worksheet* QUAL2Kw

No	Input data QUAL2Kw	Fungsi
1	QUAL2Kw *Worksheet*	Untuk memasukkan informasi dan data keterangan umum yang berhubungan dengan pengaplikasian mode. Data yang dimasukkan berupa nama sungai, nama file, tanggal simulasi, waktu matahari terbit dan waku matahari terbenam.
2	*Headwater Worksheet*	Untuk memasukkan data debit dan kualitas air pada hulu sungai.
3	*Reach Worksheet*	Untuk memasukkan data pembagian segmen, panjang segmen, koordinat segmen, kedalaman, *slope manning*, elevasi dan terjunan.
4	*Air Temperature Worksheet*	Untuk memasukkan temperatur udara pada setiap *reach* sungai.
5	*Wind speed worksheet*	Untuk memasukkan data kecepatan angin pada setiap *reach* sungai.
6	*Cloud Cover worksheet*	Untuk memasukkan data tutupan awan .
7	*Solar worksheet*	Untuk memasukkan data radiasi sinar matahari pada setiap *reach* sungai.
8	*Point source worksheet*	Untuk memasukkandata *point source* berupa konsentrasi pencemar dan debit.
9	*Diffuse source worksheet*	Untuk memasukkan data *diffuse source* berupa konsentrasi pencemar dan debit.

Sumber: QUAL2K: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality (Version 3.02)(Chapra et al., 2008).

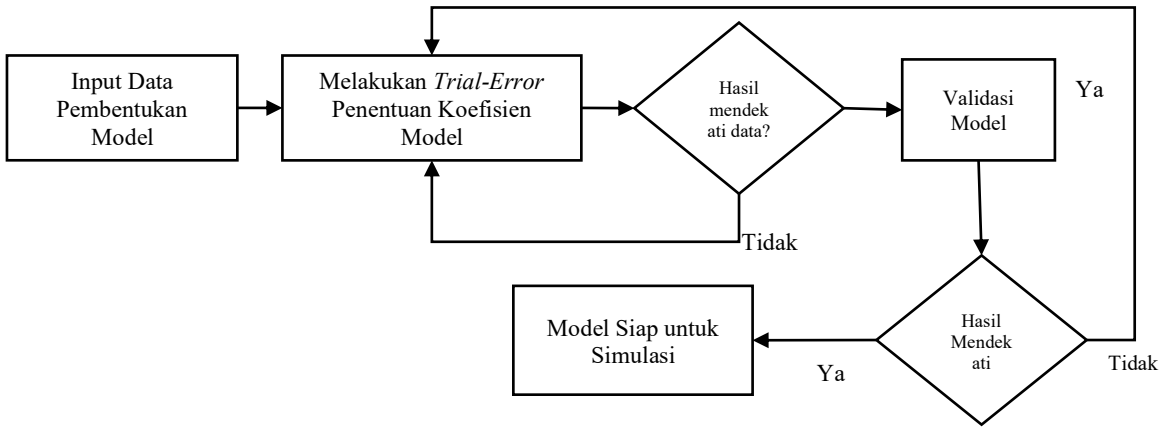
Berikut ini merupakan cara pengguanaan *software* QUAL2Kw.



Gambar 3.10 Penggunaan QUAL2Kw

3.5.2 Kalibrasi Model

Kalibrasi merupakan tahapan penentuan nilai koefisien yang palingan sesuai sehingga perbandingan hasil model dengan data di lapangan. Kalibrasi data pada metode QUAL2Kw bertujuan dalam pembentukan model. Kalibrasi pembentukan model dilakukan dengan cara *trial and error* serta *running program* secara berulang-ulang sehingga didapatkan model yang mendekati kondisi sesungguhnya atau dilapangan. Kalibrasi data hidrolik dengan mengunakan proses *trial-error* dengan mengubah *manning* formula pada *worksheet reach* dan kalibrasi data kualitas air pada *worksheet point source* dan *non-point source* (Fajaruddin et al., 2018). Kemudian juga melakukan *trial and error* pada koefisien *Settling Velocity* dan *Firts order reaction rate* pada bagian *worksheet Reach rates dan Rates* untuk memperoleh hasil model kualitas air yang sebenarnya.



Gambar 3.11 Tahapan Pembentukan Model

Berikut merupakan tabel *worksheet* untuk melakukan kalibrasi data dalam QUAL2Kw :

Tabel 3.4 Tabel *worksheet* Kalibrasi Model

1	*Hydrulic data worksheet*	Untuk memasukkan data hidrolik seperti debit, kedalam sungai, kecepatan aliran pada setiap titik sampling sungai.
2	*Temperature data worksheet*	Untuk memasukkan data temperatur air pada setiap titik sampling sungai.
3	*WQ data worksheet*	Untuk memasukkan angka kualitas air pada setiap titik sampling sungai.
4	*Reach Rates dan Rates*	Untuk memasukkan koefisien *Settling Velocity* dan *Firts order reaction rate*

Sumber: QUAL2K: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality (Version 3.02) (Chapra et al., 2008).

3.5.3 Validasi Model

Validasi model betujuan untuk mengukur nilai *error* model dengan nilai kualitas air hasil pengukuran. Validasi harus dilakukan karena terdapat variasi data dalam waktu yang berbeda. Adapun model validasi yang dilakukan dengan menghitung nilai galat relatif menggunakan metode sebagai berikut :

a) *Relative Precentage Difference (RPD)*

RPD adalah persamaan yang digunakan utuk mengevaluasi kalibrasi dan validasi model QUAL2Kw pada data parameter air sungai. Berikut persamaan RPD yaitu :

$$\text{RPD} = \frac{Cmodel - Cobs}{Cobs} x\ 100\ \%$$

Keterangan :

Csim = konsentrasi model (mg/)

Cobs = konsentrasi observasi (mg/l)

Diterima apabila nilai RPD < 25 % maka model tersebut dapat diterima dan dilanjutkan simulasi.

3.5.4 Simulasi Model

Setelah dilakukan validasi model maka selanjutnya adalah simulasi model yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran objek sesuai dengan beberapa kondisi. Simulasi model dilakukan untuk mengetahui keadaaan Sungai Code di berbagai kondisi.

Tabel 3.5 Skenario Pemodelan

Skenario	Kondisi Hulu	Sumber Pencemar
Skenario 1	Eksisting	Model
Skenario 2	Eksisting	*Trial-Error*
Skenario 3	Eksisting	*Trial-Error*

Simulasi model dilakukan menggunakan skenario. Ada beberapa skenario yang akan di lakukan, yaitu sebagai berikut :

1. Skenario 1 Kondisi Eksisting

   Pada skenario ini dilakukan untuk membentuk model yang sesuai dengan data yang ada dilapangan. Data yang akan diinput sesuai dengan data eksisting di lapangan yaitu data hidrolik, data kualitas air sungai, data sumber pencemar (*Point Source dan Diffuse Source)* dan data meteorologi.

2. Skenario 2 *Point Soucre* dan *Non Point Source*

   Simulasi skenario ke-2 ini dilakukan dengan melakukan *trial-error* pada sumber pencemar (*point source dan non point source*) dengan meningkatkan dua kali lipat konsentrasi mikroplastik yang ditimbulkan dengan asumsi perkiraan kedepannya sampah atau limbah yang dihasilkan dari aktivitas manusia terus meningkat dan laju peningkatan penduduk serta pola konsumsi yang juga meningkat. Dan juga *effluent* dari limbah industri atau limbah domestik. Tujuan dari skenario ini melihat perbandingan

sebelum terjadi peningkatan sumber pencemar. Berdasarkan data SIPSN tahun 2024 (https://sipsn.kemenlh.go.id/sipsn/public/data/timbulan) dari Kementerian Lingkungan Hidup, komposisi sampah yang ada di Kota Yogyakarta lebih dominan sampah sisa makanan dan plastik. Komposisi sampah di Kota Yogyakarta khusus nya plastik sebesar 31,05% pada tahun 2024 sedangkan timbulan sampah 109,704.11 ton/tahun, maka untuk timbulan sampah platik sebesar 34,556.79 ton/tahun. Potensi timbulan sampah plastik di Kota Yogyakarta berdasarkan penelitian dari Yusari dan Purwohandoyo (2024) sebesar 16.504.985 liter/hari atau 6.103,844 ton/tahun. Penelitian tersebut menyebutkan kawasan yang memiliki potensi timbulan sampah plastik cukup tinggi adalah kawasan perumahan, cagar budaya, pariwisata, dan kawasan perdagangan serta jasa. Kawasan tersebut berdekatan dengan Sungai Code yang berpotensi mencemari sungai tersebut.

3. Skenario 3 Peningkatan Debit Aliran Sungai

   Pada simulai model ke-3 ini bertujuan dengan mempertimbangkan peningkatan debit sungai yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi pada musim penghujan dengan mengacu pada jurnal dari penelitian yang sudah ada. Pada skenario ini menggunakan debit puncak atau maksimum berdasarkan dari penelitian Anif Farida pada tahun 2018 dengan judul "Prediksi Banjir Menggunakan Model Answers Kasus di Das Code Yogyakarta" dari penelitian tersebut debit puncak Sungai Code (Farida, 2018). Berdasarkan penelitian tersebut debit puncak Sungai Code sebesar 90,91 m^3/s di Jembatan Kewek. Dikarenakan pada penelitian ini juga ada titik yang sama di Jembatan kewek yang berada dibagian tengah Kota Yogyakarta maka digunakanlah debit tersebut. Kemudian bagaimana peningkatan konsentrasi mikroplastik sebelum dan setelah peningkatan debit.

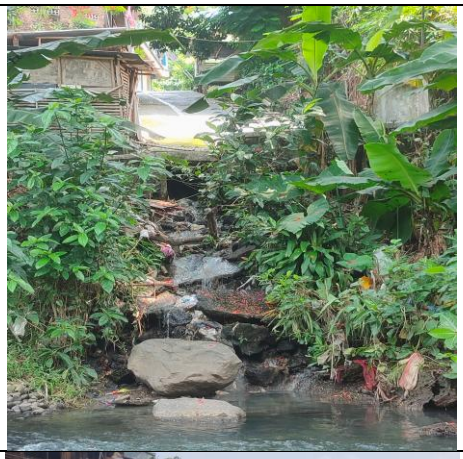
BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Lokasi Titik Sampel

Pada penelitian ini dilakukan di Sungai Code dengan lima titik sampel. Lokasi titik sampel dimulai dari bagian hulu yang berada di Jembatan Pogung UGM setelah terjunan yang ada dilokasi titik sampel dan Jembatan Sendowo Mlati Sleman, lalu dilanjutkan di bagian tengah berada di Jembatan Kewek berlokasi di Kota Yogyakarta dan Bendungan Mergangsan berlokasi di Kota Yogyakarta , kemudian dibagian hilir berada di Jembatan Tungkak yang berdekatan dengan batas Kota Yogyakarta. Pada Tabel 4.1 dapat dilihat kondisi lokasi titik sampling.

Tabel 4.1 Kondisi Lokasi Titik Sampling

Titik Sampling	Gambar	Kondisi Lingkungan
Titik 1		Titik hulu sampling berlokasi di Jembatan Pogung, yang memilik terjunan pada aliran sungai nya. Terdapat beberapa saluran saluran air yang masuk ke dapat menjadi pencemaranSekitar pinggir sungai cukup sering dimanfaatkan sebagai tembat bersantai dengan ditemukan adanya tempat memancing dan juga ada tempat budidaya ikan (keramba). Terdapat juga daerah aliran sungai banyak ditemui cafe, warung dan warung makan.

Titik Sampling	Gambar	Kondisi Lingkungan
Titik 2		Titik sampling kedua berada di Jembatan Sendowo, terdapat Saluran Pembuangan air limbah dari sebuah hotel yang ada di dekat jembatan sendowo dan terletak di kawasan padat penduduk. Serta terdapat saluran pembuangan air limbah dari rumah warga yang tinggal di pinggir sungai.
Titik 3		Titik Ketiga berada di Jembatan Kewek. Kondisi lingkungan di aliran sungai terdapat banyak sekali sampah plastik yang ada di tepi sungai. Terdapat kawasan padat penduduk di sepanjang tepi sungai dan juga ada kandang ternak seperti kandang ayam di tepi sungai.
Titik 4		Titik keempat berada di Bendungan Mergangsan. Kondisi lingkungan yang ada di sekitaran Bendungan Mergangsan terdapat kawasan padat penduduk dan juga kondisi sungai terdapat banyak sekali sampah domestik disekitarnya. Terdapat Saluran air yang masuk ke badan air yang menjadi salah satu sumber pencemar

Titik Sampling	Gambar	Kondisi Lingkungan
Titik 5	 	Kondisi Lingkungan yang ada di sekitar Jembatan Tungkak yang dikelili oleh pemukiman yang cukup padat di sepanjang sungai. Terdapat juga SPBU yang berada di pinggir sungai yang bisa berpotensi mencemari kualiatas air sungai disana. Terdapat banyak sekali sampah yang berada dialiran air sungai tersebut akibat aktivitas manusia. Di titik 5 ini terdapat juga saluran air yang masuk ke badan air salah satu sumber pencemar sungai. Kondisi air sungai tampak berwana biru dikarenakan limbah tekstil.

Berikut tabel data didapatkan dengan melakukan pengukuran langsung dan juga dibantu dengan citra satelit melalui *GoogleEarthPro* data tersebut akan digunakan sebagai data pendukung dalam melakukan pemodelan kualitas air dengan menggunakan QUAL2Kw. Pada gambar 4.1 merupakan gambaran terjunan yang terdapat di Sungai Code untuk terjunan air 1 hingga 11 seperti gambar (b) dan untuk yang di terjunan air 12 seperti gambar (a).

Tabel 4. 2 Data pengamatan segmen dan titik sampel air Sungai Code

Segmen	Lokasi	Tinggi sebelum (m)	Lebar weirs	Koordinat		Elevasi		Jarak
		M	M	LINTANG	BUJUR	Upstream	Downstream	km
T1-TA1	Titik 1 Pogung	-	-	7°45'41.54"S	110°22'14.19"T	131	119	7,03
	Terjunan Air 1	0,35	20	7°45'48.18"S	110°22'14.14"T	119	118	6,80
TA1-TA2	Terjunan Air 2	0,35	21	7°45'51.39"S	110°22'14.97"T	118	117	6,69
TA2-TA3	Terjunan Air 3	0,35	20	7°45'54.23"S	110°22'12.78"T	117	116	6,57
TA3-TA4	Terjunan Air 4	0,35	21	7°45'57.30"S	110°22'10.75"T	116	116	6,55
TA4-TA5	Terjunan Air 5	0,35	23	7°46'0.53"S	110°22'13.00"T	116	116	6,43
TA5-TA6	Terjunan Air 6	0,3	23	7°46'2.63"S	110°22'15.55"T	116	116	6,23
TA7-TA8	Terjunan Air 7	0,3	19	7°46'6.23"S	110°22'14.79"T	116	116	6,08
TA8-T9	Terjunan Air 8	0,3	21	7°46'9.68"S	110°22'13.37"T	116	115	5,98
TA9-TA10	Terjunan Air 9	0,2	19	7°46'11.60"S	110°22'11.24"T	115	114	5,86
TA10-TA11	Terjunan Air 10	0,2	20	7°46'14.15"S	110°22'9.42"T	114	113	5,73
TA11- T2	Terjunan Air 11	0,2	20	7°46'14.56"S	110°22'9.30"T	113	113	5,63
T2-T3	Titik 2 Sendowo	-	-	7°46'21.16"S	110°22'9.10"T	113	110	5,52
T3-T4	Titik 3 Kewek	-	-	7°47'26.55"S	110°22'7.10"T	110	88	3,10

Segmen	Lokasi	Tinggi sebelum (m)	Lebar weirs	Koordinat		Elevasi		Jarak
		M	M	LINTANG	BUJUR	Upstream	Downstream	km
T 4-T 5	Titik 4 Mergangsan	0,5	25	7°48'23.35"S	110°22'26.82"T	88	87	1,12
	Titik 5 Tungkak	-	-	7°48'56.35"S	110°22'28.78"T	87	87	0



(a)



(b)

Gambar 4. 1 Terjunan Air di Sungai Code
(a) Terjunan Bendungan Mergansan, (b)
Terjunan Pogung 1-11

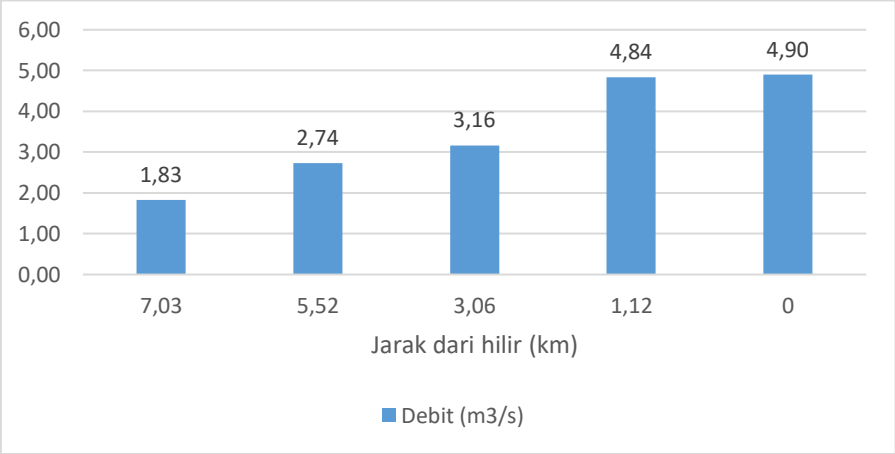
4.2 Kondisi Hidolik Sungai Code

Berdasarkan pengukuran dan perhitungan yang dilakukan pada saat penelitian tanggal 13 November 2024, didapatkan data hidrolik Sungai. Data yang diambil pada pelaksanaan sampling terdiri dari kecepatan aliran, debit, lebar dan kedalaman sungai. Pengukuran dan perhitungan dilakukan secara langsung di 5 titik lokasi sampel. Data hidrolik Sungai Code merupakan data yang akan di input kedalam *software* QUAL2Kw. Data tersebut nantinya diperlukan untuk proses kalibrasi dalam pemodelan QUAL2Kw. Berikut data hidrolik yang telah diperoleh pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Data Hidrolik Sungai Code

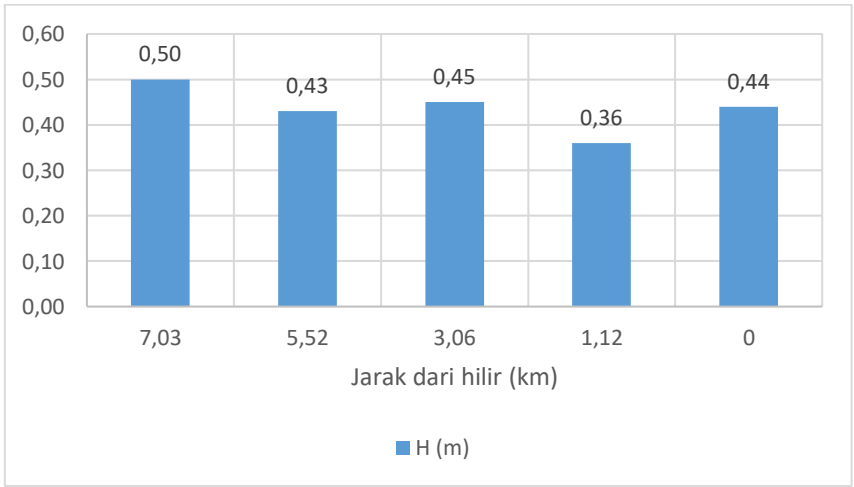
Titik Sampel	H (m)	L (m)	v (m/s)	Debit (m^3/s)
Titik 1 Jembatan Pogung	0,5	25	0,146	1,825
Titik 2 Jembatan Sendowo	0,43	9,76	0,123	2,737
Titik 3 Jembatan Kewek	0,45	11,7	0,19	3,159
Titik 4 Bendungan Mergangsan	0,36	26,9	0,213	4,842
Titik 5 Jembatan Tugkak	0,44	26,5	0,37	4,897

Debit didapatkan berdasarkan hasil perhitungan dengan perkalian luas penampang dikalikan dengan kecepatan aliran air sungai, maka didapatkanlah debit Sungai Code. Dari hasil tersebut didapatkan nilai debit yang cukup beragam yang mana hal tersebut dipengaruhi beberapa faktor seperti lebar sungai, kedalaman, kemiringan lereng, tutupan lahan dan jumlah aliran air yang masuk ke dalam badan air sungai atau juga dari air hujan. Debit sungai yang tinggi dapat membawa lebih banyak mikroplastik dan membawanya ke bagian hilir sungai. Namun jika debit sungai rendah maka mikroplastik cenderung mengendap di dasar sungai. Dapat dilihat debit terkecil berada di titik pertama, yaitu pada Jembatan Pogung dengan nilai debit 1,83 m^3/s. Kemudian debit tertinggi dapat dilihat pada gambar 4.2 terletak di titik terakhir, yaitu di Jembatan Tungkak, dengan nilai debit sebesar 4,897 atau 4,90 m^3/s.



Gambar 4. 2 Nilai Debit Sungai Code

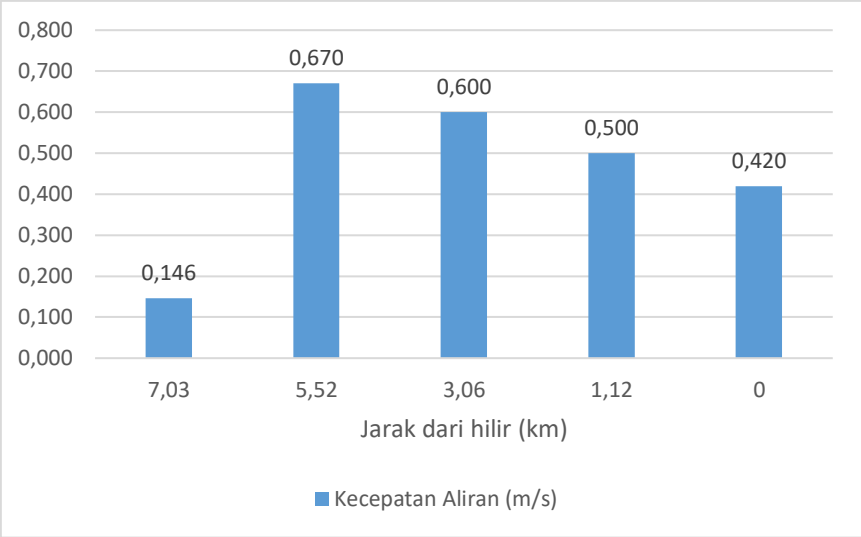
Kemudian kedalaman Sungai juga didapatkan dengan melakukan pengukuran langsung dilapangan menggunakan tongkat yang dimasukkan ke dasar sungai, kemudian diukur menggunakan meteran dengan melihat bagian tongkat yang basah. Dapat dilihat pada gambar 4.3 Nilai kedalaman Sungai Code sangat bervariasi, mulai nilai terendah berapa di kilometer 1,12 dengan kedalam 0,36 meter. Sedangkan nilai tertinggi berada di kilometer 7,03 dengan nilai 0,50 meter. Kedalaman sungai juga mempengaruhi distribusi mikroplastik di aliran sungai, yang mana jika kedalaman sungai rendah maka semakin cepat mikroplastik tersebut mengendap ke dasar.



Gambar 4. 3 Nilai Kedalaman Air Sungai Code

Kecepatan aliran berpengaruh dengan laju distribusi dari mikroplastik yang ada di aliran sungai. Hasil pengukuran dilapangan di peroleh kecepatan aliran yang

bervariasi, mulai dari nilai yang terendah yaitu pada kilometer 7,03 dengan nilai 0,146 m/s, sedangkan nilai tertinggi berapa di kilometer 5,52 dengan nilai 0,670 m/s.



Gambar 4. 4 Nilai Kecepatan Aliran Air Sungai Code

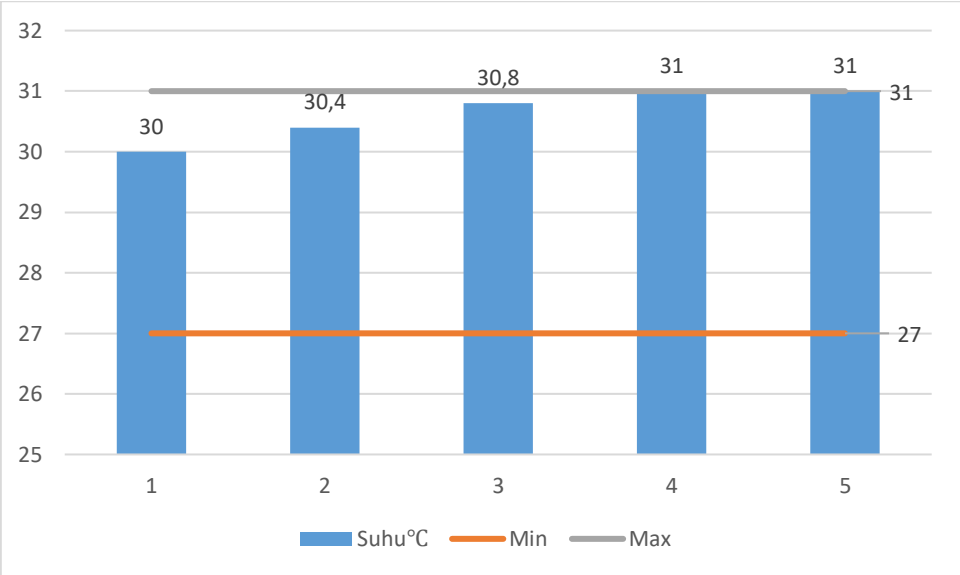
4.3 Kualitas Air Sungai Code

Kondisi kualitas air Sungai Code yang diperoleh ketika melakukan pengambilan dan pengamatan langsung di lokasi sampling. Pertama sampel diambil di setiap lokasi pengambilan sampel, selanjutnya di lakukan pengukuran secara langsung terkait parameter Temperatur, Derajat Keasaman (pH). Sedangkan jumlah dan kelimpahan Mikroplastik perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII untuk memperoleh nilai dari Mirkoplastik tersebut.

4.3.1 Temperatur (℃)

Temperatur adalah salah satu parameter kualitas air Sungai Code. Temperatur berkaitan dengan adanya radiasi dari penyinaran matahari yang menyebabkan terjadinya kondisi fluktuasi pada suhu di setiap waktunya, dapat dilihat pada gambar 4.5 terkait peningkatan temperatur sampel air yang dipengaruhi waktu saat pengambilan sampel mulai dari pagi hingga siang hari yang mana pada siang hari adalah puncak penyinaran matahari tersebut. Berdasarkan peraturan Gubernur DIY

no. 20 Tahun 2008 mennyatakan baku mutu temperatur air dengan deviasi ± 3℃, yang mana sikaran suhu air yang dianggap normal atau diterima adalah 27-33℃. Data yang didapatkan dengan suhu terendah berada pada km 7,03 atau hulu sungai dengan nilai sebesar 30℃ dan tertinggi di km 0 berada di suhu 31℃.



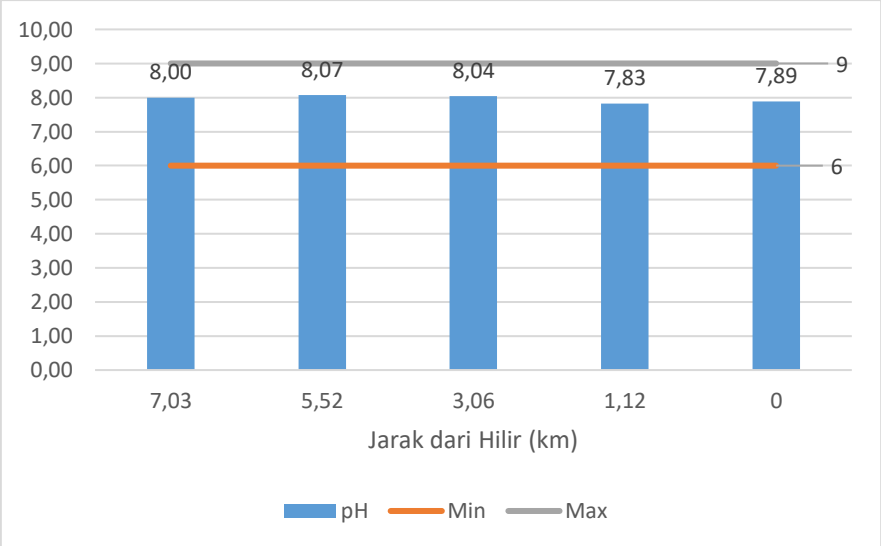
Gambar 4. 5 Nilai Temperatur Air Sungai Code

Kemudian jika dalam jangka waktu yang panjang atau lama temperatur air sungai berpengaruh signifikan terhadap degradasi mikroplastik. Suhu yang lebih tinggi dapat meningkatkan laju degradasi mikroplastik melalui proses fotodegradasi dan aktivitas mikroorganisme, yang mempercepat pemecahan partikel plastik menjadi bentuk yang lebih kecil. Sebaliknya, suhu yang dalam jangka pendek dan juga lebih rendah dapat memperlambat proses ini, mengakibatkan akumulasi mikroplastik di dalam ekosistem perairan (Fachrul & Tazkiaturrizki, 2021).

4.3.2 Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui tingkat keasaman pada suatu kondisi perairan tersebut. Pada Peraturan Gubernur DIY no. 20 Tahun 2008 mempersyaratkan baku mutu pH normal berkisaran rentang 6 - 9 yang masih dikategorikan aman pada perairan. Perubahan nilai keasaman pada sungai dapat dipengaruhi dengan adanya pencemaran yang masuk ke badan air sungai tersebut.

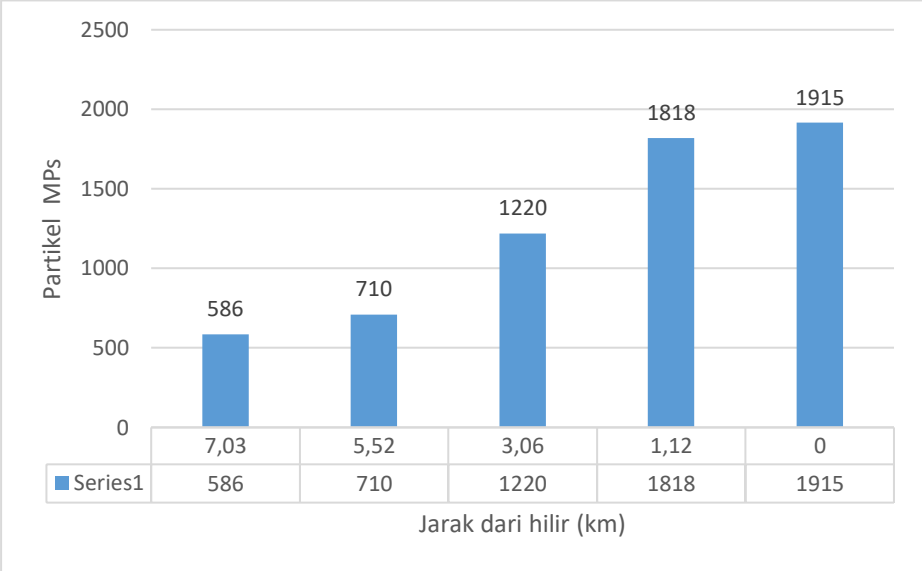
Hal tersebut terjadi karena perbedaan sifat dan jenis limbah yang memasuki perairan tersebut yang mengakibatkan terjadinya perubahan nilai derajat keasaman. Nilai pH menjadi faktor penting dalam perairan karena nilai pH menggambarkan lingkungan asam atau basa pada badan air tersebut. Dengan nilai pH sangat mempengaruhi tingkat toksisitas suatu senyawa kimia, proses biokimiawi perairan, dan proses metabolisme organisme air. Pada gambar 4.6 dapat dilihat nilai pH masih berada batas aman dengan nilai yang tertinggi pada kilometer 5,52 dengan nilai 8,07 dan nilai terendah pada kilometer 1,12 dengan nilai 7,83.



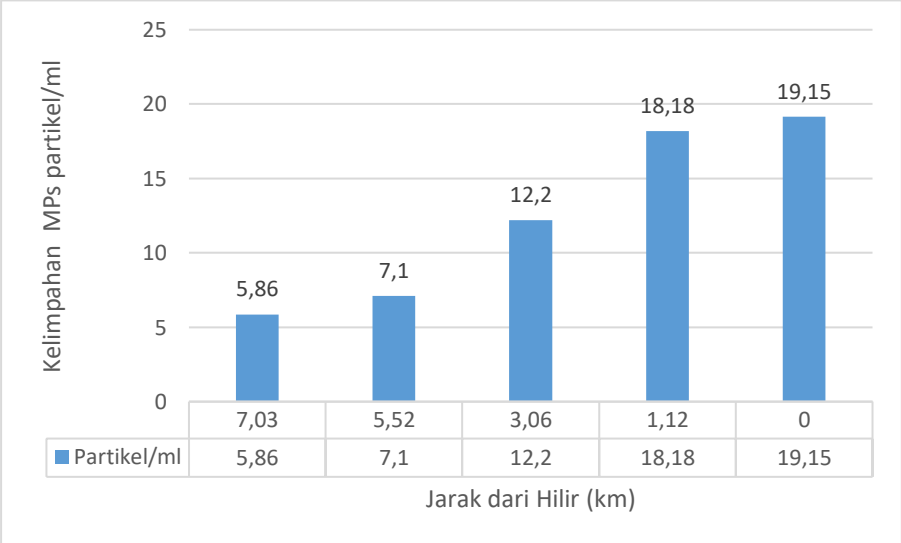
Gambar 4. 6 Nilai Derajat Keasaman Sungai Code (pH)

4.3.3 Mikroplastik Berdasarkan Jumlah dan Kelimpahan

Pada penelitian ini dilakukan terlebih dahulu pengujian sampel air yang telah didapatkan pada saat pengambilan sampel air, pengujian dilakukan untuk mengetahui hasil dari jumlah partikel dan kelimpahan mikroplastik. Hasil yang didapatkan dari jumlah keseluruhan partikel mikroplastik pada setiap sampel dapat dilihat pada Gambar 4.7 nilai jumlah partikel mikroplastik.



Gambar 4.7 Nilai Jumlah Partikel Mikroplastik



Gambar 4.8 Nilai Kelimpahan Mikroplastik Sungai Code

Dapat dilihat pada gambar 4.7 dan 4.8 nilai dari jumlah dan kelimpahan mikroplastik terjadi kenaikan dari hulu hingga hilir pada Sungai Code, pada kilometer 7,03 atau hulu dengan nilai jumlah partikel mikroplastik sebesar 586 partikel dan kelimpahan sebesar 5,86 partikel/ml. Sedangkan nilai tertinggi pada kilometer 0 atau hilir dengan nilai jumlah partikel sebesar 1915 partikel dan nilai kelimpahan sebesar 19,15 Partikel/ml. Kenaikan konsentrasi mikroplastik mulai dari Km. 3,06 hingga titik hilir yaitu Km. 0 yang terdapat kawasan padat penduduk

dan terdapat *effluent* limbah industri ataupun saluran air. Dikarenakan hal tersebut yang mengakibatkan kenaikan konsentrasi mikroplastik di Sungai Code.

4.4 Pemodelan Kualitas Air Sungai Code Menggunakan QUAL2Kw

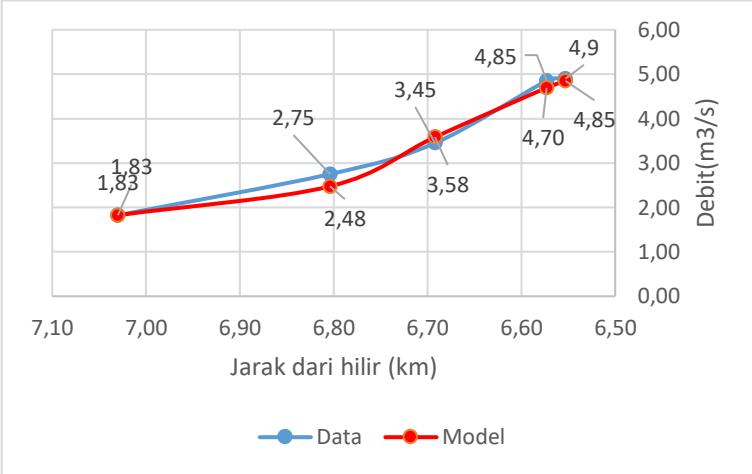
Pada penelitian ini proses analisis data dilakukan dengan memasukan atau menginput data sekunder ataupun data primer serta data mikroplastik ke dalam *Software* QUAL2Kw. Data yang pertama dimasukan adalah data kualitas air di hulu (*worksheet headwater*), data tiap segmen (*worksheet reach*), data klimatologi *(air temperatur, cloud clover and wind speed).* Kemudian data lainnya seperti data sumber pencemar titik dan non titik pada *worksheet point source* dan *diffuse source*, lalu *worksheet hydraulics* data*, temperature* data dan *workssheet* WQ data. Pada *worksheet* WQ data, data yang akan dimasukkan yaitu konsentrasi mikroplastik pada bagian *Generic Consituent* .

4.4.1 Hasil Kalibrasi Model dan Validasi Model

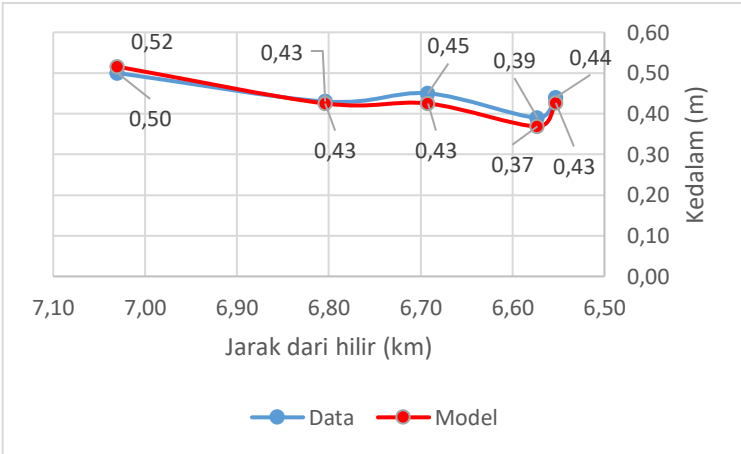
Tahapan selanjutnya setelah melakukan input data adalah melakukan kalibrasi model dengan melakukan *trial and error* model. Tujuan dilakukannya kalibrasi model agar hasil model mendekati data yang ada dilapangan atau data yang sebenarnya. Kalibrasi dilakukan pada data hidrolik dan data kualitas air. Metode *trial and error* ini dilakukan agar hasil model yaitu garis model (garis merah) mendekati data yang sebenarnya atau data lapangan (garis biru). Hasil kalibrasi dapat dilihat pada gambar 4.9 hingga 4.11 untuk kalibrasi model hidrolik dan pada gambar 4.12 kalibrasi data kualitas air.

a) Kalibrasi Model Hidrolik

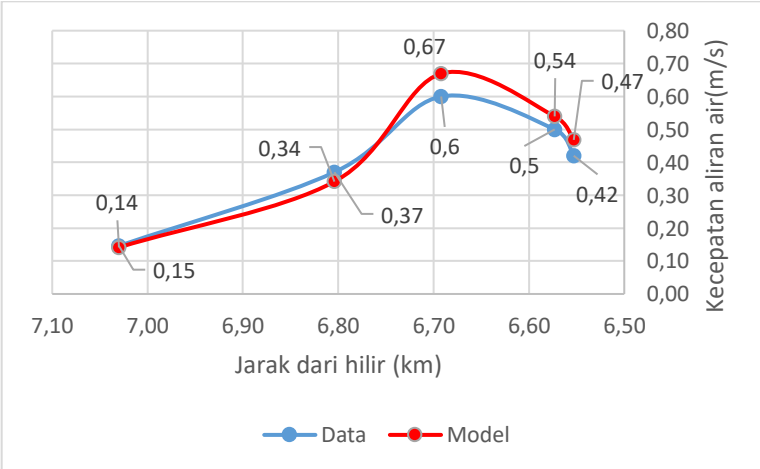
Kalibrasi pertama dilakukan yaitu kalibrasi pada data hidrolik yang berupa data debit, kecepatan aliran, dan kedalaman dengan cara melakukan *trial and error* di *worksheet reach* bagian *slope* dan *manning* data dan *worksheet Point Source* dan *Diffuse Source.*



Gambar 4.9 Hasil Kalibrasi Debit Sungai Code



Gambar 4. 10 Hasil Kalibrasi Kedalaman Sungai Code



Gambar 4.11 Hasil Kalibrasi Kecepatan Aliran Sungai Code

Jika sudah dilakukan *trial and error* pada *software* QUAL2Kw yang dilakukan pada data hidrolik dan kualitas air, selanjutnya data tersebut dilakukan validasi data dengan cara melakukan perhitungan nilai *error* terhadap model agar mengetahui model tersebut sudah mendekati data lapangan. Apabila perhitungan nilai error dapat diterima atau telah memenuhi ketentuan, maka model dapat diartikan sudah sesuai dengan data sebernarnya. Pada validasi ini menggunakan metode *Relative Percentage Difference* (RPD) dengan rumus persamaan pada bagian subbab 3.5.3 Validasi Model. Nilai yang dapat diterima kurang dari 25%, apabila melebihi nilai tersebut maka model tidak dapat diterima dan perlu dilakukan kalibrasi kembali.

Tabel 4. 4 Hasil Validasi Model Debit Sungai Code

Debit (m3/detik)				
Titik	Km	Data	Model	RPD (%)
1	7,03	1,83	1,8	1,37
2	5,52	2,75	2,5	9,09
3	3,1	3,45	3,6	3,88
4	1,12	4,85	4,7	3,20
5	0	4,90	4,8	1,06

Berdasarkan gambar 4.4 dapat dilihat grafik menunjukkan hasil grafik debit jarak dari hilir dengan nilai yang bervariasi. Hal tersebut dikarenakan debit pencemar yang masuk ke badan air berbeda beda yang berdampak pada nilai debit yang diperoleh. Kemudian pada proses kalibarasi debit ini dilakukan pada *worksheet diffuse source* di bagian *inflow* dengan melakukan *trial and error* dengan mengubah nilai dari debit yang masuk. Selanjutnya dilakukan evaluasi atau validasi model yang mana didapatkan masing masing kilometer mulai dari hulu 7,03 dengan nilai 1,37% , km 5,52 senilai 9,09%, km 3,10 senilai 3,88%, km 1,12 senilai 3,20% dan terkahir km 0 senilai 1,06%. Dari hasil tersebut kurang dari 25% maka model dari debit dapat diterima.

Tabel 4. 5 Hasil Validasi Model Kedalaman Sungai Code

Kedalaman (m)				
Titik	Km	Data	Model	RPD (%)
1	7.03	0,5	0,52	3,11
2	5.52	0,43	0,43	1,15
3	3.10	0,45	0,43	5,54
4	1.12	0,39	0,37	5,48
5	0	0,44	0,43	3,06

Tabel 4. 6 Hasil Validasi Model Kecepatan Aliran Sungai Code

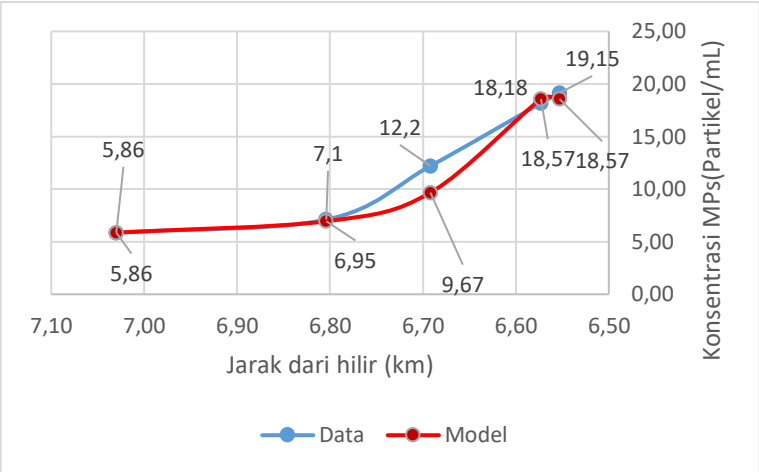
Kecepatan Aliran (m/s)				
Titik	Km	Data	Model	RPD (%)
1	7.03	0.146	0,14	3,02
2	5.52	0.370	0,34	7,74
3	3.10	0.600	0,67	11,60
4	1.12	0.500	0,54	7,92
5	0	0.420	0,47	11,44

Berdasarkan gambar 4.5 dan 4.6 merupakan grafik model kedalaman dan kecepatan yang dilakukan *trial and error* pada *reach* dengan mengubah nilai dari *slope* dan *manning* untuk mendapatkan model yang sesuai data lapangan. Lalu dilanjutkan dengan validasi model yang mana pada kedalaman nilai RPD didapatkan masing masing kilometer mulai dari hulu 7,03 dengan nilai 3,11% , km 5,52 senilai 1,15%, km 3,10 senilai 5,54%, km 1,12 senilai 5,48% dan terkahir km 0 senilai 3,06%. Hasil yang diperoleh kurang dari 25% maka model dari Kedalaman Sungai Code dapat diterima. Kemudian pada Kecepatan Aliran diperoleh nilai RPD mulai dari masing masing kilometer mulai dari hulu 7,03 dengan nilai 3,02% , km 5,52 senilai 7,74%, km 3,10 senilai 11,60%, km 1,12 senilai 7,92% dan terkahir km 0 senilai 11,44%. Dari hasil tersebut nilai RPD sudah kurang dari 25% yang artinya model dari Kecepatan Aliran dapat diterima.

b) Hasil Kalibrasi Model Kualitas Air

Setelah melakukan kalibrasi pada data hidrolik, dilanjutkan dengan melakukan kalibrasi data kualitas air. Kalibrasi data kualitas air dilakukan dengan cara melakukan *trial and error* koefisien pada *worksheet Reach Rates, Rates dan*

Diffuse source dengan *trial and error* pada koefisien *Setlling Velocity* dan *First-order reaction rate* untuk *worksheet Reach Rates* dan *Rates*, kemudian *Diffuse Source* pada nilai koefisien di *Generic Consituent.*



Gambar 4. 12 Hasil Kalibrasi Konsentrasi Mikroplastik Sungai Code

Pada penelitian ini juga melibatkan kalibrasi model khususnya pada kualitas air atau Mikroplastik juga dilakukan pada *worksheet Rates dan Reach Rates* dibagian *Settling Velocity* dan *First-order reaction rate* bertujuan untuk menyesuaikan hasil pemodelan kualitas air sungai agar sesuai dengan data lapangan dengan melalui *trial-error*. Jika nilai *settling velocity* itu tinggi maka menunjukkan bahwa partikel mikroplastik yang ada di perairan akan semakin cepat tenggelam ke dasar perairan, sehingga dapat mengurangi konsentrasi partikel mikroplastik di air dan mengurangi paparan dampak mikroplastik ke biota akuatik. Namun sebaliknya jika nilai kecepatan pengendapan yang rendah maka partikel mikroplastik akan tetap melayang di permukaan air lebih lama dan berpotensi menggangu makhluk hidup yang ada dilapisan permukaan. Faktor yang mempengaruhi kecepatan pengendapan pada mikroplastik adalah densitas yang bervariasi mulai dari karakterfisiknya seperti ukuran, bentuk dan berat jenisnya. Nilai yang digunakan pada *trial and error* pada *worksheet rates* koefisien *Settling Velocity* dengan nilai 0,0009 m/s dan pada *First-order reaction rate* dengan nilai yang sama 0,0009 hari. Sedangkan pada *worksheet reach rates* bagian yang dilakukan *tial and error* ada pada segmen 12 dengan nilai koefisien *Settling Velocity* 0,05 m/s dan *First-order reaction rate* nilai 0,05/d dengan tujuan

menyesuaikan hasil model dengan data sebenarnya pada di segmen tersebut. Dari nilai tersebut bahwa dapat diartikan untuk *Settling Velocity* sangatlah kecil yang menyebabkan kandungan mikroplastik yang ada di aliran air lebih lama dipermukaan. Sedangkan *First-order reaction rate* dari menunjukkan bahwa mikroplastik tersebut memakan waktu yang lama dalam peluruhannya (Setiyadi et al., 2013).

Tabel 4. 7 Hasil Validasi Model Mikroplastik Sungai Code

Mikroplastik (partikel/mL)				
Titik	Km	Data	Model	RPD (%)
1	7,03	5,86	5,9	0,68
2	5,52	7,1	6,9	2,16
3	3,1	12,2	9,7	20,77
4	1,12	18,18	18,6	2,12
5	0	19,15	18,6	3,05

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat dilihat nilai validasi model mulai dari nilai RPD yang tertinggi pada data Mikroplastik pada km 3,1 sebesar 20,77%, sedangkan nilai RPD yang terendah pada km 7,03 senilai 0,68%. Dari Hasil tersebut yang telah memenuhi ketentuan yaitu nilai RPD kurang dari 25% maka data model tersebut dapat diterima dan dapat dinyatakan mendekati data lapangan.

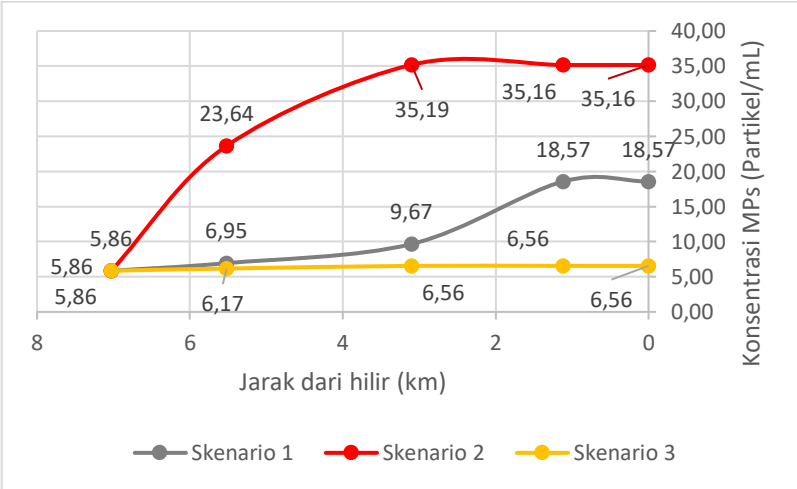
4.4.2 Hasil Simulasi Model

Setelah melakukan validasi model dan model dapat diterima, maka selanjutnya dilakukan simulasi model dengan skenario yang telah direncanakan. Simulasi dilakukan untuk konsentrasi Mikroplastik yang ada di Sungai Code. Skenario yang akan dilakukan terhadap konsentrasi mikroplastik, dengan skenario 1 kondisi eksisting, skenario 2 peningkatan konsentrasi sumber pencemar, dan skenario 3 peningkatan debit Sungai Code.

Tabel 4. 8 Hasil Simulasi Model

Kelimpahan Mikroplastik (partikel/ml)			
Km	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
7,03	5,86	5,86	5,86
5,52	6,95	23,64	6,17

Kelimpahan Mikroplastik (partikel/ml)			
Km	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
3,1	9,67	35,19	6,56
1,12	18,57	35,16	6,56
0	18,57	35,16	6,56

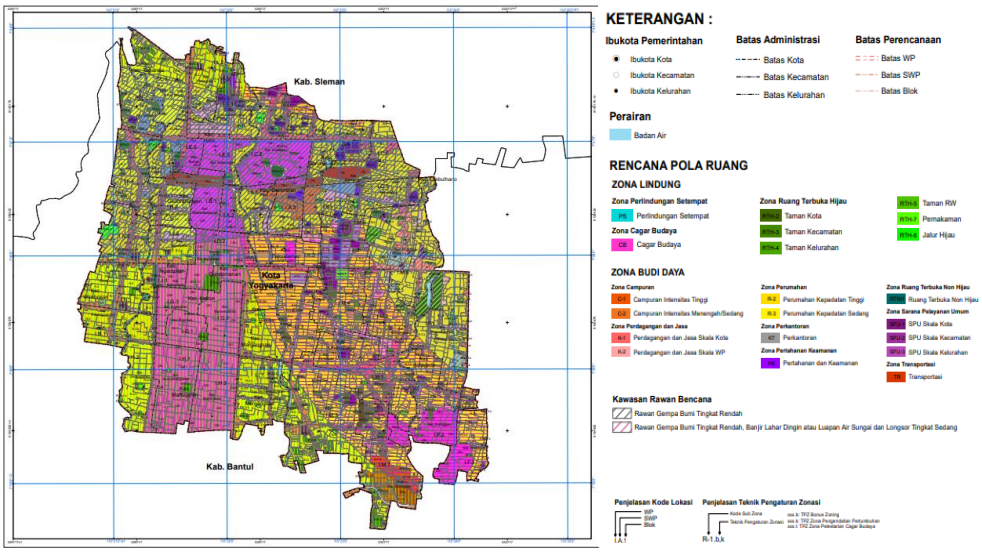


Gambar 4. 13 Hasil Simulasi Model

Pada skenario 1 ini dilakukan dengan *trial and error* untuk mendapatkan model yang mendekati dengan data di lapangan. Berdasarkan gambar 4.13 garis berwarna (abu-abu) hasil model yang sudah mendekati data lapangan yang merupakan kondisi eksisting. Pada gambar 4.13 dapat dilihat nilai kelimpahan mikroplastik pada masing masing kilometer jarak dari hilir sebesar 18,57 partikel/ml, 18,57 partikel/ml, 9,67 partikel/ml, 6,95 partikel/ml, dan 5,86 partikel/ml.

Kemudian dari grafik dapat dilihat skenario 2 dengan garis berwarna (merah) ini merupakan simulasi pembentukan model konsentrasi mikroplastik yang meningkat dari data sumber pencemar yang sudah ada dengan mengasumsikan penigkatan yang terjadi dua kali lipat pada *point source* dan *diffuse source.* Peningkatan pada sumber pencemar dengan data pendukung berupa timbulan sampah yang terjadi pada tahun 2024 di kawasan DAS sungai Code. Berdasarkan data SIPSN tahun 2024 (https://sipsn.kemenlh.go.id/sipsn/public/data/timbulan) dari Kementrian Lingkungan Hidup jumlah komposisi sampah yang ada di Kota Yogyakarta lebih dominan sampah sisa makan dan plastik, pada plastik sebesar

31,05% pada tahun 2024 sedangkan timbulan sampah 109,704.11 ton/tahun, maka untuk timbulan sampah platik sebesar 34,556.79 ton/tahun. Kemudian potensi timbulan sampah plastik berdasarkan penelitian dari Yusari dan Purwohandoyo menyebutkan kawasan yang memiliki timbulan sampah plastik cukup tinggi adalah kawasan perumahan, cagar budaya, pariwisata, dan kawasan perdagangan serta jasa diperoleh sebesar 16.504.985 liter/hari atau 6.103,844 ton/tahun pernyataan tersebut dapat melihat dari peta RTRW Kota Yogyakarta pada gambar 4.14. Hasil yang didapatkan dari peningkatan konsentrasi sumber pencemar pada masing masing km jarak dari hilir sebesar 35,16 partike/ml, 35,16 partike/ml, 35,19 partike/ml, 23,64 partikel/ml, dan 5,86 partike/ml. Pada peningkatan pada km 3,10 tersebut berdasarkan identifikasi adanya saluran pembuangan limbah dari hotal dan dari saluran drainase. Kemudian dari *Diffuse Source* berasal dari sampah masyarakat sekitar yang masih melakukan aktivitas membuang sampah ke badan air dengan ditemukannya banyak sampah di badan air Sungai Code. Maka terjadilah peningkatan konsentrasi mikroplastik tersebut.



Gambar 4. 14 Peta RTRW Kota Yogyakarta Tahun 2021-2041

Pada gambar 4.13 hasil Skenario 3 garis (kuning) yang telah dilakukan merupakan pembentukan model dengan menggunakan debit puncak Sungai Code akibat curah hujan yang tinggi. Pada skenario ini menggunakan debit puncak atau

maksimum berdasarkan dari penelitian Anif Farida pada tahun 2018 dengan judul "Prediksi Banjir Menggunakan Model Answers Kasus di Das Code Yogyakarta" dari penelitian tersebut debit puncak Sungai Code (Farida, 2018). Berdasarkan penelitian tersebut debit puncak Sungai Code sebesar 90,91 m^3/s di Jembatan Kewek. Dikarenakan pada penelitian ini juga ada titik yang sama di Jembatan kewek yang berada dibagian tengah Kota Yogyakarta maka digunakanlah debit tersebut.

Pada skenario 3 hasil yang didapatkan dari menggunakan debit maksimum tersebut menunjukkan bahwa garis model skenario 3 (kuning) mengalami penurunan konsentrasi mikroplastik dibandingkan sebelum adanya peningkatan debit yang ada di garis (abu-abu) yang merupakan kondisi eksisting. Hasil yang diperoleh dari skenario 3 pada masing masing km jarak dari hilir sebesar 6,56 partike/ml, 6,56 partike/ml, 6,56 partike/ml, 6,17 partikel/ml, dan 5,86 partike/ml. Penurunan tersebut dikarenakan debit yang meningkat dapat mengangkut partikel mikroplastik yang berada dipermukaan air atau pun dasar sungai menuju ke hilir sungai.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Pencemar yang masuk ke badan air Sungai Code berupa sumber pencemar *point source,* seperti saluran drainase, saluran limbah tekstil, saluran limbah hotel dan serta sumber pencemar diffuse source, seperti permukiman, pertanian dan limbah sampah domestik. Kelimpahan mikroplastik akibat sumber pencemar berdasarkan pendekatan QUAL2Kw pada segmen 1 sebesar 10,00 partikel/ml, segmen 12 sebesar 16,83 partikel/ml, segmen 13 sebesar 53,07 partikel/ml dan terakhir segmen 14 sebesar 18,83 partikel/ml.
2. Nilai yang digunakan pada *trial and error* pada *Settling Velocity* dengan nilai 0,0009 m/s dan pada *First-order reaction rate* dengan nilai yang sama 0,0009 /hari. Sedangkan pada *worksheet reach rates* bagian yang dilakukan *tial and error* ada pada segmen 12 dengan nilai koefisien *Settling Velocity* 0,05 m/s dan *First-order reaction rate* nilai 0,05/hari dengan tujuan menyesuaikan hasil model dengan data sebenarnya pada di segmen tersebut.Dari nilai tersebut bahwa dapat diartikan untuk *Settling Velocity* sangatlah kecil yang menyebabkan kandungan mikroplastik yang ada di aliran air lebih lama dipermukaan air. Sedangkan *First-order reaction rate* dari hasil menunjukkan bahwa mikroplastik tersebut memakan waktu yang lama dalam peluruhannya.
3. Berdasarkan perkiraan skenario perubahan kelimpahan mikroplastik mulai dari skenario 1 kondisi eksisting nilai kelimpahan mikroplastik pada masing-masing kilometer jarak dari hilir sebesar 18,57 partikel/ml, 18,57 partikel/ml, 9,67 partikel/ml, 6,95 partikel/ml, dan 5,86 partikel/ml. Skenario 2 peningkatan sumber pencemar pada masing-masing km jarak dari hilir sebesar 35,16 partike/ml, 35,16 partike/ml, 35,19 partike/ml, 23,64 partikel/ml, dan 5,86 partike/ml. Dan skenario 3 peningkatan debit Sungai Code Hasil yang diperoleh pada masing-masing km jarak dari hilir

sebesar 6,56 partike/ml, 6,56 partike/ml, 6,56 partike/ml, 6,17 partikel/ml, dan 5,86 partike/ml.

5.2 Saran

1. Diperlukannya adanya *website*/laman yang menyediakan data kualitas air Sungai Code yang lebih detail untuk di setiap titik pantau yang dilakukan pihak oleh pihak terkait agar dapat menunjang penelitian berikutnya. Data yang tersebut berupa data hidrolik dan data pencemaran mikroplastik baik *point source* atau pun *diffuse source.*
2. Penggunaan *Software* QUAL2Kw dapat menjadi alternatif dalam pemodelan mikroplastik jika masih terdapat *error* yang secara berulang-ulang dari *Software* QUAL2K. Diharapkan mencoba kembali dengan *software* QUAL2K versi terbaru.
3. Pada penelitian selanjutnya jika ingin memodelkan mikroplastik harus memperhatikan nilai koefisien *Settling Velocity* dan *First-order reaction rate* di bagian *worksheet Reach Rates* untuk menurunkan konsentrasi mikroplastik di segmen tertentu yang dibutuhkan.
4. Diharapkan penelitian selanjutnya melakukan pengukuran langsung dengan akurat adanya terjunan air di Sungai Code.

DAFTAR PUSTAKA

Anwariani, D. (2019). Pengaruh Air Limbah Domestik Terhadap Kualitas Sungai. *Journal Teknik Lingkungan*, *9*(6), 1–6.

Ashley, D. D. (2016). Marine Microplastic and Nanoplastic Litter in Nova Scotia:Confronting the Rising Tides of Plastics in our Marine Waters, Coastlines and Organisms. *Marine Management*, *Master*, 68.

Azzuhra, H. I. (2022). *Pemodelan Kualitas Air Permukaan Sungai pada Parameter TSS dan COD Menggunakan Software Qual2Kw (Studi Kasus: Sungai Winongo Yogyakarta)*.

Badan Standarisasi Nasional. (2021). *SNI 8995 - 2021 Tentang Metode pengambilan contoh uji air untuk pengujian fisika dan kimia*.

Basri K, S., Daud, A., Astuti, R. D. P., & Basri, K. (2021a). Detection of exposure to microplastics in humans: A systematic review. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, *9*(September), 275–280. https://doi.org/10.3889/oamjms.2021.6494

Basri K, S., Daud, A., Astuti, R. D. P., & Basri, K. (2021b). Detection of exposure to microplastics in humans: A systematic review. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, *9*(September), 275–280. https://doi.org/10.3889/oamjms.2021.6494

Boucher, J., & Friot, D. (2017). *INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE a Global Evaluation of Sources Primary Microplastics in the Oceans*.

Chapra, S., Pelletier, G., & Tao, H. (2008). *QUAL2K: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.11: Documentation and Users Manual.* 109.

Desy Triane, & Suharyanto. (2015). Pemodelan Kualitas Air Menggunakan Model QUAL2K (Studi Kasus: DAS Ciliwung) Water Quality Modeling Using QUAL2K (Case Study: Ciliwung Watershed). *Jurnal Teknik Lingkungan*, *21*(2), 190–200.

Fachrul, R., & Tazkiaturrizki, A. (2021). *DEGRADASI MIKROPLASTIK PADA EKOSISTIM PERAIRAN OLEH BAKTERI KULTUR CAMPURAN Clostridium sp. DAN Thiobacillus sp*. *6*(2), 304–316. https://doi.org/10.25105/pdk.v6i2.9536

Fajaruddin, A. H., Sholichin, M., & Prayogo, T. B. (2018). PENCEMARAN SUNGAI BRANTAS RUAS KOTA MALANG DENGAN MENGGU NAKAN PAKET PROGRAM QUAL2KW

Farida, A. (2018). *View of Prediksi Banjir Menggunakan Model Answers Kasus Di Das Code Yogyakarta*. https://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/median/article/view/296/pdf

Frias, J., Filgueiras, A., & Pedrotti, M. L. (2019). *Standardised protocol for monitoring microplastics in seawater*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14181.45282

Ghaisani, N. S. (2024). *Analisis Kandungan Mikroplastik pada Sumber Pencemar Titik (Point Sources) di Air Sungai Code ANALISIS KANDUNGAN MIKROPLASTIK PADA SUMBER TITIK PENCEMAR (POINT SOURCE) DI*.

Ikrar Jamika, F., Dewata, I., Maharani, S., Primasari, B., Dewilda, Y., Hamka, J., Tawar Padang, A., & Barat, S. (2023). Dampak Pencemaran Mikroplastik di Wilayah Pesisir Laut Impact of Microplastics Pollution in the Coastal Areas. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, *7*(3), 337–344.

Kooi, M., Besseling, E., Kroeze, C., Van Wezel, A. P., & Koelmans, A. A. (2018). Modeling the fate and transport of plastic debris in freshwaters: Review and Guidance. In *Handbook of Environmental Chemistry* (Vol. 58, pp. 125–152). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61615-5_7

Lei, L., Wu, S., Lu, S., Liu, M., Song, Y., Fu, Z., Shi, H., Raley-Susman, K. M., & He, D. (2018). Microplastic particles cause intestinal damage and other adverse effects in zebrafish Danio rerio and nematode

Caenorhabditis elegans. *Science of the Total Environment*, *619–620*, 1–8. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.103

Li, J., Song, Y., & Cai, Y. (2020a). Focus topics on microplastics in soil: Analytical methods, occurrence, transport, and ecological risks. *Environmental Pollution*, *257*, 113570. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113570

Li, J., Song, Y., & Cai, Y. (2020b). Focus topics on microplastics in soil: Analytical methods, occurrence, transport, and ecological risks. *Environmental Pollution*, *257*, 113570. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113570

Nayal, R., & Suthar, S. (2022). First report on microplastics in tributaries of the upper Ganga River along Dehradun, India: Quantitative estimation and characterizations. *Journal of Hazardous Materials Advances*, *8*(October), 100190. https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2022.100190

Pemerintah Kota Yogyakarta. (2015). *Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Yogyakarta Tahun 2014*. 1–40.

Pemerintah, P. (2014). *Lembaran Negara*. *184*, 1–27.

Pratama, A. A. M. S. (2021). Identifikasi Mikroplastik Sampel Air Anak Sungai Brantas Hilir Identification of Microplastics Water Samples in Downstream of Brantas Tributary. *Environmental Pollution Journal*, *1*(2), 61–66.

Rahmi, R. (2022). *Pemodelan Kualitas Air Sungai Berdasarkan Parameter DO dan BOD Menggunakan Software Qual2Kw*. 1–107.

Saily, R., & Sjelly Haniza. (2020). Pendekatan Nilai Kualitas Air dengan Metode Model Qual2Kw pada Parameter Uji DO dan NH4. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, *6*(2), 167173. https://doi.org/10.31849/siklus.v6i2.4868

Sandra, S. W., & Radityaningrum, A. D. (2021). Kajian Kelimpahan Mikroplastik di Biota Perairan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, *19*(3), 638–648. https://doi.org/10.14710/jil.19.3.638-648

Setiyadi, Suratno Lourentius, Ezra Ariella W., & Gede Prema M.S. (2013). Menentukan Persamaan Kecepatan Pengendapan Pada Sedimentasi. *Widya Teknik*, *12*, 9–17.

Syachbudi, R. R. (2020). Identifikasi keberadaan dan bentuk mikroplastik pada sedimen dan ikan di Sungai Code, D.I Yogyakarta. *Skripsi*, 67.

Wang, T., Li, B., Shi, H., Ding, Y., Chen, H., Yuan, F., Liu, R., & Zou, X. (2024). The processes and transport fluxes of land-based macroplastics and microplastics entering the ocean via rivers. In *Journal of Hazardous Materials* (Vol. 466). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.133623

Yusari, T., & Purwohandoyo, J. (2024). *Potensi timbulan sampah plastik di Kota Yogyakarta tahun 2035*. http://journal2.um.ac.id/index.php/jpg/

Zhang, R., Qian, X., Yuan, X., Ye, R., Xia, B., & Wang, Y. (2012). Simulation of water environmental capacity and pollution load reduction using QUAL2K for water environmental management. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *9*(12), 4504–4521. https://doi.org/10.3390/ijerph9124504

LAMPIRAN

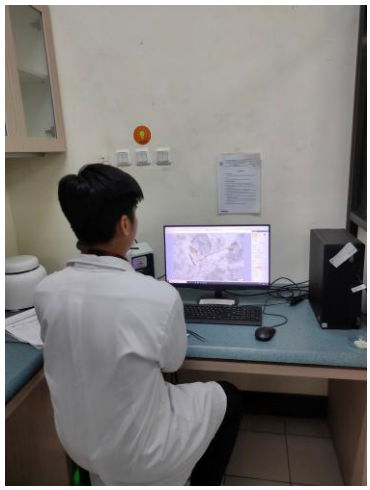
Lampiran 1. Dokumentasi Kegiatan Pengambilan Sampel



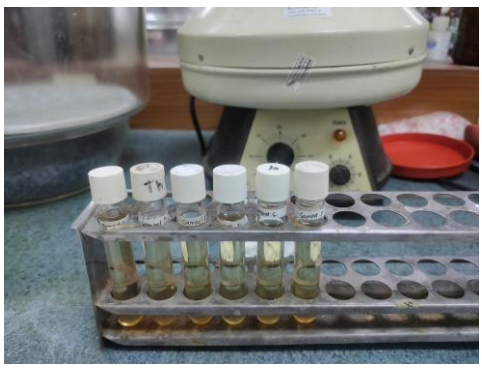
Lampiran 1. 1 Dokumentasi Kegiatan Pengambilan Sampel

Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan Labororatorium





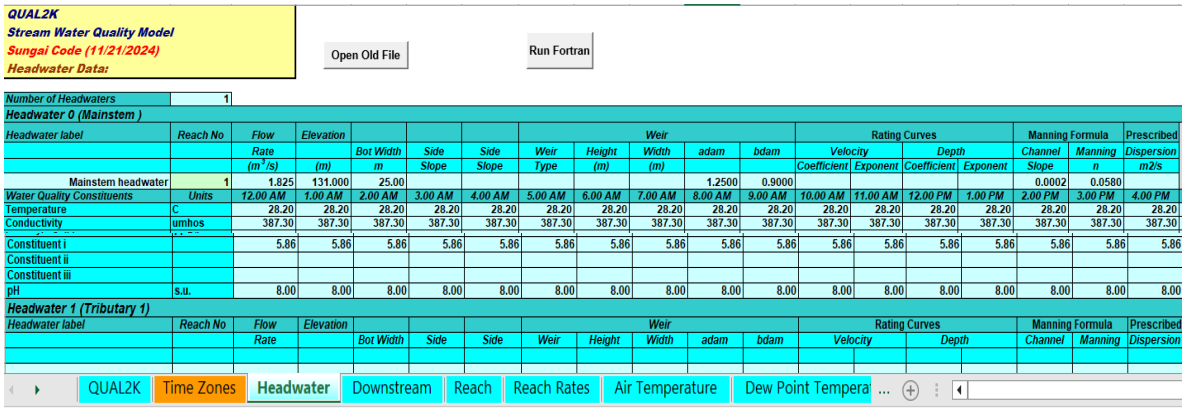





Lampiran 1. 2 Dokumentasi Kegiatan Labororatorium

Lampiran 3. Worksheet QUAL2Kw

1. *Worksheet Headwater*



QUAL2K
Stream Water Quality Model
Sungai Code (11/21/2024)
Headwater Data:

Open Old File | Run Fortran

Number of Headwaters	1																		
Headwater 0 (Mainstem)																			
Headwater label	Reach No	Flow	Elevation				Weir					Rating Curves				Manning Formula		Prescribed
		Rate		Bot Width	Side	Side	Weir	Height	Width	adam	bdam	Velocity		Depth		Channel	Manning	Dispersion
		(m^3/s)	(m)	m	Slope	Slope	Type	(m)	(m)			Coefficient	Exponent	Coefficient	Exponent	Slope	n	m2/s
Mainstem headwater	1	1.825	131.000	25.00						1.2500	0.9000					0.0002	0.0580	
Water Quality Constituents	Units	12.00 AM	1.00 AM	2.00 AM	3.00 AM	4.00 AM	5.00 AM	6.00 AM	7.00 AM	8.00 AM	9.00 AM	10.00 AM	11.00 AM	12.00 PM	1.00 PM	2.00 PM	3.00 PM	4.00 PM
Temperature	C	28.20	28.20	28.20	28.20	28.20	28.20	28.20	28.20	28.20	28.20	28.20	28.20	28.20	28.20	28.20	28.20	28.20
Conductivity	umhos	387.30	387.30	387.30	387.30	387.30	387.30	387.30	387.30	387.30	387.30	387.30	387.30	387.30	387.30	387.30	387.30	387.30
Constituent i		5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86	5.86
Constituent ii																		
Constituent iii																		
pH	s.u.	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Headwater 1 (Tributary 1)																		
Headwater label	Reach No	Flow	Elevation				Weir					Rating Curves				Manning Formula		Prescribed
		Rate		Bot Width	Side	Side	Weir	Height	Width	adam	bdam	Velocity		Depth		Channel	Manning	Dispersion

QUAL2K | Time Zones | Headwater | Downstream | Reach | Reach Rates | Air Temperature | Dew Point Tempera ...

2. *Worksheet Reach*

Reach for diel plot:	14	<-------- change diel plots to this reach															
			Reach			Downstream	Elevation		Downstream						Weir		
Reach	Downstream		length	Downstream		location	Upstream	Downstream	Latitude			Longitude			Height	Width	
Label	end of reach label	Number	(km)	Latitude	Longitude	(km)	(m)	(m)	Degrees	Minutes	Seconds	Degrees	Minutes	Seconds	(m)	(m)	C
	Ta 1	0		7,77	110,37	7,030		119,000	7,00	45	54	110,00	22	14	0,3500	20,0000	
Segmen 1	Ta 2	1	0,23	7,76	110,37	6,800	119,000	118,000	7,00	45	18	110,00	22	9	0,3500	21,0000	
Segmen 2	Ta 3	2	0,11	7,76	110,37	6,690	118,000	117,000	7,00	45	39	110,00	22	7	0,3500	20,0000	
Segmen 3	Ta 4	3	0,12	7,76	110,37	6,570	117,000	116,000	7,00	45	23	110,00	22	27	0,3500	21,0000	
Segmen 4	Ta 5	4	0,02	7,76	110,37	6,550	116,000	115,000	7,00	45	30	110,00	22	14	0,3500	23,0000	
Segmen 5	Ta 6	5	0,12	7,76	110,37	6,430	115,000	114,000	7,00	45	53	110,00	22	15	0,3000	23,0000	
Segmen 6	Ta 7	6	0,20	7,78	110,37	6,230	114,000	113,000	7,00	46	64	110,00	22	12	0,3000	19,0000	
Segmen 7	Ta 8	7	0,15	7,77	110,37	6,080	113,000	112,000	7,00	46	23	110,00	22	11	0,3000	21,0000	
Segmen 8	Ta 9	8	0,10	7,79	110,37	5,980	111,000	110,000	7,00	46	68	110,00	22	13	0,2000	19,0000	
Segmen 9	Ta 10	9	0,25	7,78	110,37	5,730	110,000	109,000	7,00	46	60	110,00	22	16	0,2000	20,0000	
Segmen 10	Ta 11	10	0,04	7,77	110,37	5,690	109,000	108,000	7,00	46	15	110,00	22	14	0,2000	20,0000	
Segmen 11	Sendowo	11	0,17	7,78	110,37	5,520	108,000	88,000	7,00	46	56	110,00	22	13			
Segmen 12	Kewek	12	2,42	7,80	110,37	3,100	88,000	87,000	7,00	47	55	110,00	22	11			
Segmen 13	Mergangsan	13	1,98	7,81	110,37	1,120	87,000	86,000	7,00	48	35	110,00	22	9	0,1000	45,0000	
Segmen 14	Tungkak	14	1,12	7,81	110,37	0,000	86,000	85,000	7,00	48	35	110,00	22	9			

Manning Formula				
Channel	Manning	Bot Width	Side	Side
Slope	n	m	Slope	Slope
0,002	0,0850	25,0000		
0,002	0,0850	25,0000		
0,004	0,0850	24,0000		
0,004	0,0850	23,0000		
0,004	0,0850	23,0000		
0,004	0,0850	24,0000		
0,004	0,0850	20,0000		
0,004	0,0850	18,0000		
0,004	0,0850	19,0000		
0,004	0,0850	18,0000		
0,004	0,0850	17,3000		
0,003	0,0850	18,0000		
0,012	0,0850	13,5000		
0,050	0,0450	25,0000		
0,002	0,0450	25,0000		

3. *Worksheet Diffuse Source*

			Diffuse	Diffuse	Generic
			Abstraction	Inflow	constituent
Name	Up (km)	Down (km)	m3/s	m3/s	user defined
Limbah domestik	7,00	6,90		0,6500	8,0
Limbah domestik	5,00	4,50		0,8200	18,0
Limbah domestik	3,40	1,40		1,2600	42,8

4. *Worksheet Point Source*

Name	Location (km)	Point Abstraction m3/s	Point Inflow m3/s
drainase 1	5,18		0,0800
drainase 2	3,16		0,0200
drainase 3	2,66		0,0400
drainase 4	1,08		0,0550
drainase 5	0,05		0,8000

Generic constituent		
mean	range/2	time of
user defined	user defined	max
7,30		
7,53		
12,01		
14,71		
17,55		

5. *Worksheet Hydraulic Data*

Tributary No.	Distance x(km)	Q data m3/s	H data m	U data m/s	Travel time data d
0	7.030	1.825	0.500	0.146	
0	5.520	2.750	0.430	0.370	
0	3.100	3.450	0.450	0.600	
0	1.120	4.850	0.390	0.500	
0	0.000	4.900	0.440	0.420	

6. *Worksheet WQ Data*

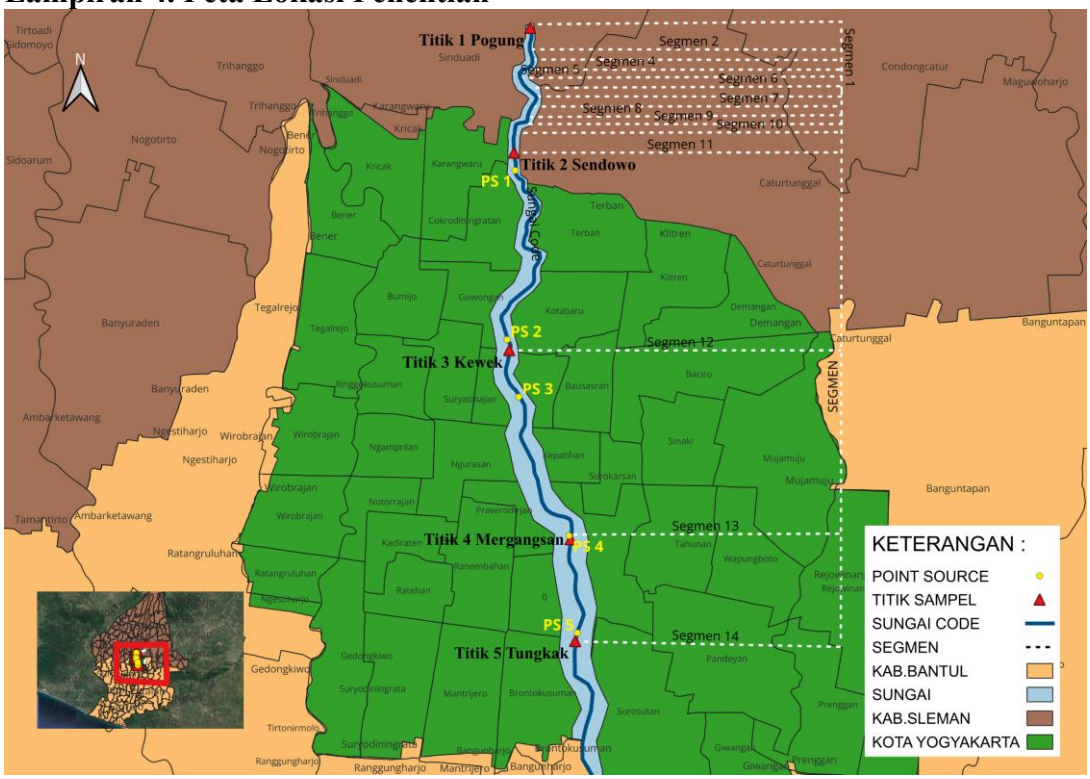
Tributary No.	Distance km	Generic constituent user defined
0	7.030	5,86
0	5.520	7,10
0	3.100	12,20
0	1.120	18,18
0	0.000	19,15

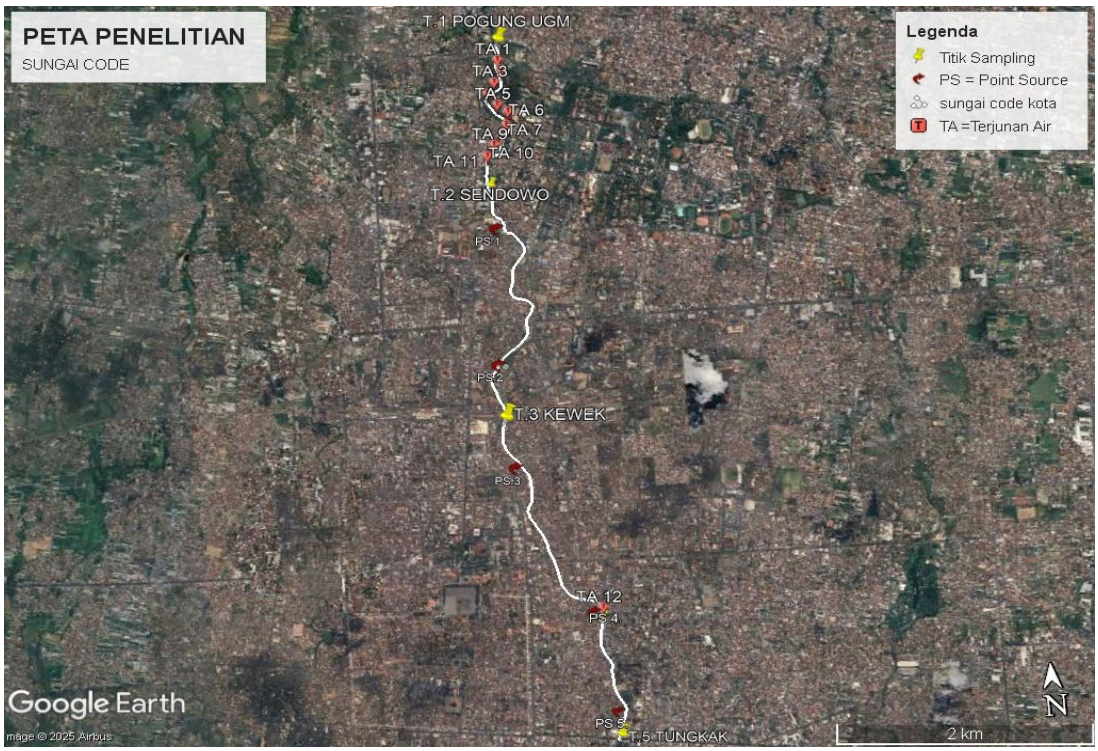
Lampiran 1. 3 Worksheet QUAL2Kw

7. *Generic Consituent*

Generic constituent						
Decay rate	0,0009	/d		No	0,8	0,8
Temp correction	1			No	1,07	1,07
Settling velocity	0,0009	m/d		No	1	1
Use generic constituent as COD?	No					

Lampiran 4. Peta Lokasi Penelitian





Lampiran 1. 4 Peta Penelitian

RIWAYAT HIDUP



Ardis Imtinan, lahir di Pematang Reba, 20 April 2003 merupakan anak keempat dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Negeri Pembina Rengat Barat, kemudian melanjutkan pendidikan di SDN 026 Pematang Reba, SMPN 01 Rengat Barat, sebelum akhirnya menempuh pendidikan di SMAN 1 Rengat Barat. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan pendidikan sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Selama masa perkuliatan penulis ikut aktif berperan di Kegiatan Organisasi, Kepanitian, *Volunteer*, dan Asisten Laboratorium Lingkungan sebagai kegiatan penunjang serta menambah pengalaman selama masa perkuliahan.

Segala bentuk komunikasi yang ingin disampaikan kepada penulis terkait Tugas Akhir ini dapat disampaikan melalui email ardisimtinan@gmail.com.