

TA/TL/2023/1653

**TUGAS AKHIR
ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN
BOD DAN DO DI SUNGAI GAJAHWONG DENGAN
PEMODELAN QUAL2KW**

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



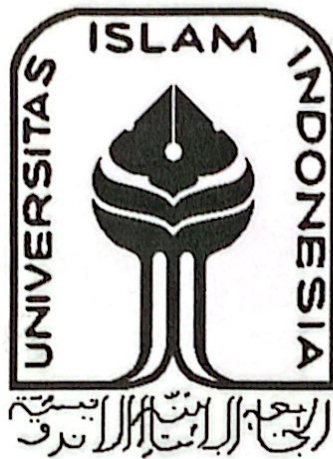
**MUHAMMAD HANIF ALSHIDQI
19513074**

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

TUGAS AKHIR

ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN BOD DAN DO DI SUNGAI GAJAHWONG DENGAN PEMODELAN QUAL2KW

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



MUHAMMAD HANIF A
19513074

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

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

NIK: 155131304

Tanggal: 13 Oktober 2023

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII:

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

NIK: 045130401

Tanggal: 13 Oktober 2023

TUGAS AKHIR

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN BOD
DAN DO DI SUNGAI GAJAHWONG DENGAN PEMODELAN
QUAL2KW**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

**Hari :
Tanggal :**

Disusun Oleh:

**MUHAMMAD HANIF ALSHIDQI
19513074**

Tim Penguji :

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

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

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

()
()
()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah *original* dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar di Universitas Islam Indonesia atau institusi pendidikan lainnya.
2. Karya tulis ini terdiri dari gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan dari pihak lain selain bimbingan dari Dosen Pembimbing.
3. Tidak ada karya atau pendapat orang lain yang dimasukkan ke dalam karya ini kecuali jika disebutkan nama penulis dan tercantum dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini benar-benar saya buat, dan saya bersedia menerima sanksi akademik, termasuk pencabutan gelar yang sudah saya peroleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perguruan tinggi.

Yogyakarta,

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Hanif Alshidqi

NIM: 19513074

PRAKATA

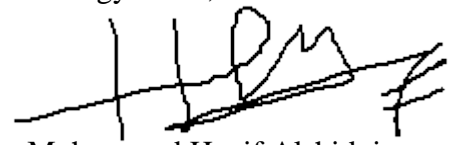
Assalamualaikum Warrahmatulahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah *subhanahu wa ta'ala* yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya karena dengan Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran BOD Dan DO Di Sungai Gajahwong Dengan Pemodelan QUAL2Kw”. Penyusunan laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program Pendidikan Stara Satu (S1) pada Program Studi TeknikLingkungan Universitas Islam Indonesia.

Terima kasih penulis ucapkan kepada bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T. Ph.D selaku dosen pembimbing 1 Tugas akhir, M.Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng dan M. Hudori, S.T., M.T., Ph.D sebagai Penguji. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak/Ibu penanggung jawab Laboratorium Kualitas Air UII serta staf dan asisten Laboratorium. yang telah membantu selama pengambilan data dan juga dalam mendukung proses laboratorium sehingga dapat dimudahkan dan kelancaran dalam proses laboratorium. Terima kasih juga untuk ayah, ibu, sahabat dan seluruh keluarga, atas semua doa dan kasih sayangnya. Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan tugas akhir ini masih jauh dari kata kesempurnaan, oleh karena itu, penulis berharap adanya masukan kritik maupun saran yang membangun yang dapat membantu demi kemajuan penulis dan kelayakan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir skripsi ini dapat digunakan sebaik mungkin penulis serta untuk seluruh pihak.

Wassalamualaikum Warrahmatulahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 15 Juli 2023



Muhammad Hanif Alshidqi

ABSTRAK

MUHAMMAD HANIF ALSHIDQI Analisis Daya Tampung Beban Pencemar BOD Dan DO Di Sungai Gajahwong Dengan Pemodelan Qual2kw. Dibimbing oleh ADAM RUS NUGROHO, S.T., M.T. PH.D.

Lokasi penelitian yang berada di Sungai Gajahwong sebesar 46.082 km². Daerah Aliran Sungai (DAS) Gajahwong meliputi beberapa kabupaten seperti Kabupaten Sleman di bagian hulu sungai, di bagian tengah sungai di Kota Yogyakarta dan di bagian hilir sungai di Kabupaten Bantul. Potensi sumber pencemaran di Sungai Gajahwong berasal dari rumah tangga, pertanian dan jasa seperti rumah sakit/puskesmas, restoran, hotel, laundry. Sumber kontaminasi ini mungkin mengandung bahan organik. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui beban pencemaran BOD dan DO di Sungai Gajahwong dengan QUAL2Kw. QUAL2Kw adalah metode pemodelan yang menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic for Applications* (VBA) untuk menganalisis daya dukung sungai dalam kaitannya dengan beban yang mencemari dengan Microsoft Excel. Lokasi penelitian dibagi menjadi 6 segmen dengan jumlah titik sampling sebanyak 7 titik. Dalam penelitian ini, metode RPD digunakan untuk validasi, dengan hasil untuk parameter BOD 9% dan DO 4%, dengan syarat model diterima tidak lebih dari 25%. Setelah verifikasi, dilakukan analisis kondisi dengan dua simulasi. simulasi pemodelan *software* QUAL2Kw simulasi 1 yaitu simulasi berdasarkan kondisi eksisting, dan skenario 2 pembentukan model kualitas air yang sesuai dengan standar baku mutu Kelas II (PP No 22 Tahun 2021) Nilai daya tampung dihitung melalui selisih dari beban pencemar skenario 2 dikurangi beban pencemar simulasi 1. Hasilnya Sungai Gajahwong termasuk kedalam sungai yang tercemar karena nilai dari daya tampung beban pencemar parameter BOD yang melebihi nilai daya tampung pada segmen 1,2,4 sebesar -34,31 kg/hari, -25,35 kg/hari, -60,92 kg/hari. oleh karena itu perlu dilakukan penurunan beban pencemar BOD di titik tersebut

Kata kunci: BOD, Daya tampung, DO, QUAL2Kw, Sungai Gajahwong

ABSTRACT

MUHAMMAD HANIF ALSHIDQI Analysis of BOD and DO Contaminant Load Loads in the Gajahwong River Using Qual2kw Modeling. Supervised by ADAM RUS NUGROHO, S.T., M.T. PH. D.

The research location is on the Gajahwong River with an area of 46,082 km². The Gajahwong River Basin (DAS) covers several districts such as Sleman Regency in the upper reaches of the river, in the middle of the river in Yogyakarta City and in the lower reaches of the river in Bantul Regency. Potential sources of pollution in the Gajahwong River come from households, agriculture and services such as hospitals/health centers, restaurants, hotels, laundry. The source of this contamination may contain organic matter. The purpose of this study was to determine the BOD and DO pollution loads in the Gajahwong River with QUAL2Kw, a modeling method that uses the Visual Basic for Applications (VBA) programming language to analyze the carrying capacity of the river in relation to polluting loads using Microsoft Excel. The research location is divided into 6 segments with a total of 7 sampling points. In this study the validation was carried out using The RPD approach was employed to determine the BOD parameters, yielding values of 9% for BOD and 4% for DO. It is noteworthy that the model was deemed acceptable, as it fell below the threshold of 25%. Following the verification process, a condition analysis. simulation modeling software QUAL2Kw simulation 1 is a simulation based on existing conditions, and scenario 2 the formation of a water quality model in accordance with the Class II quality standards (PP No 22 Tahun 2021) The carrying capacity value is calculated by the difference between the pollutant load in scenario 2 minus the pollutant load in simulation 1. The result is that the Gajahwong River is included in a polluted river because the value of the pollutant load carrying capacity of the BOD parameter exceeds the carrying capacity value in segments 1, 2, 4 of -34,31 kg /day, -25,35 kg/day, -60,92 kg/day. therefore it is necessary to reduce the BOD pollutant load at that point.

Keywords: BOD, Capacity, DO, QUAL2Kw, Gajahwong.

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	i
ABSTRAK.....	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Asumsi Penelitian.....	2
1.6 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS).....	4
2.2 Pencemaran Air.....	4
2.3 Parameter Pencemaran.....	5
2.3.1 BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>).....	5
2.3.2 DO (<i>Dissolved Oxygen</i>).....	5
2.4 Baku Mutu Air Sungai.....	5
2.5 <i>Self Purification</i>	7
2.6 Beban Pencemar dan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Sungai.....	8
2.7 Pemodelan Lingkungan.....	10
2.8 Pemodelan QUAL2Kw.....	11
2.9 Penelitian Terdahulu.....	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Lokasi dan Penelitian.....	14
3.2 Metode Penelitian.....	14
3.3 Observasi dan Segmentasi Sungai.....	16
3.4 Pengambilan Sampel Air.....	17
3.5 Pengumpulan Data.....	20
3.5.1 Data Primer.....	20
3.5.2 Data Sekunder.....	21
3.6 Penggunaan Software QUAL2Kw.....	21

3.7 Kalibrasi Model.....	23
3.8 Validasi Model	23
3.9 Simulasi Model.....	24
3.10 Daya Tampung Beban Pencemaran.....	25
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA	26
4.1 Gambaran Kondisi Lokasi Sampling.....	26
4.2 Kondisi Hidrolik Sungai Gajahwong	29
4.2.1 Debit Sungai Gajahwong	30
4.3 Kondisi Kualitas Air Sungai Gajahwong	32
4.3.1 Temperatur Air	33
4.3.2 Derajat Keasaman (pH)	34
4.3.3 <i>Dissolved Oxygen</i> (DO).....	35
4.3.4 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	37
4.4 Sumber Pencemar Sungai Gajahwong.....	38
4.5 Pemodelan Kualitas Air Sungai dengan QUAL2Kw.....	41
4.5.1 Hasil Kalibrasi Model.....	41
4.5.2 Hasil Validasi Model	44
4.5.3 Hasil Simulasi Model.....	47
4.6 Analisis Daya Tampung Beban Pencemar	50
4.6.1 Beban Pencemar	50
4.6.2 Daya Tampung Beban Pencemar.....	51
4.7 Penurunan Beban Pencemaran	52
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Simpulan.....	55
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	62
RIWAYAT HIDUP.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penerapan DTBP Dalam Perizinan Tentang Air Limbah	8
Gambar 2.2 Penerapan DTBP Dalam Penyusunan Pengendalian Pencemaran Air.9	
Gambar 3.1 Peta Lokasi DAS Gajahwong.....	35
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	36
Gambar 3.3 Segmentasi Sungai Gajahwong	38
Gambar 3.4 Peta Lokasi Titik Sampling.....	42
Gambar 4.1 Nilai Data Debit Sungai Gajahwong	27
Gambar 4.2 Nilai Temperatur Air Sungai Gajahwong	34
Gambar 4.3 Nilai pH Sungai Gajahwong	35
Gambar 4.4 Nilai DO Sungai Gajahwong.....	36
Gambar 4.5 Nilai BOD Sungai Gajahwong	38
Gambar 4.6 Hasil Kalibrasi Debit Sungai Gajahwong	42
Gambar 4.7 Hasil Kalibrasi DO Sungai Gajahwong	40
Gambar 4.8 Hasil kalibrasi BOD sungai Gajahwong	41
Gambar 4.9 Hasil Simulasi DO.....	47
Gambar 4.10 Grafik Model Simulasi 1	47
Gambar 4.11 Grafik Model Simulasi 2 parameter DO	49
Gambar 4.12 Grafik Model simulasi 2 Parameter BOD	49
Gambar 4.13 diagram batang penurunan DTBP parameter BOD.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Mutu Air Menurut Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 ...	7
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	12
Tabel 3.1 Lokasi Titik Pengambilan Sampel Kualitas Air Sungai Gajahwong	16
Tabel 3.2 Parameter Uji Kualitas Air	20
Tabel 3.3 Worksheet QUAL2Kw	22
Tabel 3.4 Simulasi Model	24
Tabel 4.1 Titik lokasi sampling	26
Tabel 4.2 Kondisi lokasi titik sampling di sungai Gajahwong	26
Tabel 4.3 Data hidrolis sungai Gajahwong	29
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Temperatur Air Sungai Gajahwong	33
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran pH di Sungai Gajahwong	35
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran DO di Sungai Gajahwong	36
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan BOD Sungai Gajahwong	37
Tabel 4.8 Sumber Pencemar Sungai Gajahwong	45
Tabel 4.9 Faktor <i>Effluent</i> Pertanian	37
Tabel 4.10 Hasil Validasi Model Debit dengan RPD	42
Tabel 4.11 Hasil Validasi Model BOD dengan metode RPD	46
Tabel 4.12 Hasil Validasi Model DO dengan metode RPD	46
Tabel 4.13 Beban Pencemaran pada simulasi 1	50
Tabel 4.14 Beban Pencemara pada simulasi 2	51
Tabel 4.15 Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Gajahwong parameter BOD52	
Tabel 4.16 Penurunan daya tampung beban pencemaran parameter BOD	50
Tabel 4.17 Strategi Penurunan BOD	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 Lampiran VI.....	62
Lampiran 2 Dokumentasi Kegiatan Sampling	63
Lampiran 3 Dokumentasi Kegiatan Laboratorium	64
Lampiran 4 <i>Worksheet</i> QUAL2Kw	65
Lampiran 5 Data Kualitas Sumber Pencemar	67
Lampiran 6 Perhitungan <i>Diffuse Source</i>	69
Lampiran 7 Perhitungan Beban Pencemaran NPS BOD	71
Lampiran 8 Penampang Basah Sungai Gajahwong	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai Gajahwong merupakan sungai yang melintasi Kota Yogyakarta dan termasuk dari tiga aliran sungai utama Provinsi Yogyakarta. Daerah Aliran Sungai Gajahwong ini merupakan sub daerah aliran Sungai Opak dengan luas 46,082 km². Daerah Aliran Sungai (DAS) Gajahwong mencakup beberapa kabupaten seperti kabupaten Sleman pada bagian hulu sungai, di bagian tengah sungai Kota Yogyakarta dan bagian hilir sungai Kabupaten Bantul. Sungai Gajahwong sangat berkontribusi pada kelangsungan hidup ekonomi serta sosial masyarakat sekitarnya. Sungai-sungai di bantaran sungai Gajahwong digunakan oleh masyarakat di sekitarnya untuk tujuan seperti MCK (Mandi Cuci Kakus), budidaya perikanan, irigasi, dan pembuangan limbah domestik dan non-domestik.

Sungai Gajahwong memiliki permasalahan kualitas air sungai yang diakibatkan adanya buangan limbah pencemaran yang masuk kedalam sungai Gajahwong. Sumber pencemar yang terdapat di Sungai Gajahwong pada bagian hulu tidak terdapat beban pencemar. Di bagian tengah sungai terdiri dari limbah rumah tangga, pertanian, hotel, *laundry* dan jasa seperti rumah sakit atau puskesmas, dari pertanian dan pemukiman serta di bagian hilir terdiri dari jasa dan industri. Sumber pencemar tersebut mengandung bahan organik seperti sabun, sampah sisa makanan, daun-daunan, pupuk, pestisida, dan bahan organik lainnya dimana menyebabkan penurunan kualitas air Sungai Gajahwong (Risyanto dkk, 2004)

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menghitung beban pencemar dan daya tampung beban pencemaran di Sungai Gajahwong dengan melihat parameter seperti BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan DO (*Dissolved Oxygen*). Menurut Badan Lingkungan Hidup Provinsi DIY Sungai Gajahwong mengalami penurunan kualitas air yang menunjukkan bahwa sungai tersebut tidak memenuhi baku mutu air kelas I, sehingga dalam permasalahan ini dapat diatasi dengan pemodelan matematika untuk menentukan daya tampung beban pencemaran menggunakan *tools* aplikasi QUAL2Kw.

Aplikasi QUAL2Kw mampu merepresentasikan kondisi badan sungai. Selain itu, aplikasi QUAL2Kw dapat menghitung daya tampung beban pencemaran yang masuk ke badan sungai. Aplikasi QUAL2Kw menunjukkan sebuah sungai sebagai jalur tunggal dengan beban yang *non-uniform*, aliran tunak (*steady flow*) dan memuat simulasi beban polutan *point source* ataupun *non-point source*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa besar beban pencemaran yang masuk ke dalam Sungai Gajahwong?
2. Apakah daya tampung beban pencemar eksisting BOD dan DO di Sungai Gajahwong memenuhi kemampuan sungai untuk memperbaiki kondisi kualitas air secara alami?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan besaran beban pencemaran yang dapat masuk ke sungai Gajahwong.
2. Menentukan daya tampung beban pencemar BOD

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan rekomendasi untuk kantor pemerintahan serta pihak DLH Provinsi DIY Yogyakarta terkait Pemodelan QUAL2Kw untuk mensimulasikan model pencemaran di Sungai Gajahwong.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Gajahwong bagi masyarakat.

1.5 Asumsi Penelitian

Asumsi penelitian adalah pandangan peneliti terkait suatu permasalahan yang tidak dapat dipastikan kebenarannya. Maka dari pandangan tersebut pada penelitian ini dapat diasumsikan bahwa:

1. Software QUAL2Kw mampu mempresentasikan kondisi sungai serta merupakan pemodelan dengan menggunakan data – data hidrolis dan geografis dari pemantauan yang nantinya di rekapitulasi mengenai kualitas aliran sungai Gajahwong.

1.6 Ruang Lingkup

1. Pengambilan sampel air Sungai Gajahwong pada SNI 6989.57:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan.
2. Pengujian sampel parameter BOD mengacu pada SNI 6989 : 72 : 2009 tentang Cara Uji Kebutuhan BOD.
3. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan UII.
4. Pemodelan air Sungai Gajahwong dilakukan menggunakan software QUAL2Kw versi 5.1.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah bagian dari suatu daratan dengan banyak sungai besar dan anak-anak sungai, serta lokasi pembendungan, penyimpanan dan media untuk pembuangan air alami dari curah hujan ke danau serta laut. Pada UU No. 7 Tahun 2004 menyatakan bahwa DAS adalah wilayah yang dikelilingi lautan atau badan air lainnya yang terkena dampak kegiatan lingkungan darat. Dengan demikian DAS dapat didefinisikan kawasan alami yang mempengaruhi, dan yang mempengaruhi oleh unsur-unsur di sekitarnya, menyediakan persediaan air berupa air sungai dan air tanah, serta mendukung flora dan fauna yang tersedia saat ini serta manusia.

Adapun Perubahan dalam DAS adalah salah satu faktor yang dapat mempengaruhi perubahan penggunaan lahan. Perubahan penggunaan tanah yang dipengaruhi oleh populasi yang meningkat menyebabkan peningkatan kegiatan pembangunan.

2.2 Pencemaran Air

Air adalah suatu sumber daya penting untuk kebutuhan makhluk hidup. Air juga bisa menyebabkan penyakit yang bisa mengancam kesehatan, hal tersebut disebabkan oleh pencemaran udara dan air tercemar. Menurut Surat Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor: KEP-02/MENKLH/I/1988, pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam air dan atau perubahan tatanan air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Air tercemar ketika zat, makhluk hidup, atau energi masuk ke dalam air oleh kegiatan manusia, mengganggu kualitas air sehingga tidak dapat digunakan. (Effendi, 2003).

2.3 Parameter Pencemaran

2.3.1 BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD (*Biological Oxygen Demand*) didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme hidup untuk menguraikan bahan organik dalam air. Pengujian BOD diperlukan untuk menentukan beban polutan akibat air limbah perumahan dan industri. Jumlah oksigen yang dikonsumsi dalam uji BOD ini dapat ditentukan dengan menginkubasi air pada suhu 20°C selama lima hari. Agar bahan organik terurai sempurna pada suhu 20°C, diperlukan waktu >20 hari, tetapi untuk lebih praktis, lima hari diambil sebagai standar. Masa inkubasi 5 hari hanya mengukur sekitar 68% dari total BOD (Sasongko, 1990).

2.3.2 DO (*Dissolved Oxygen*)

DO atau *Dissolved Demand* merupakan oksigen dalam larutan yang bertanggung jawab atas kelangsungan hidup bagian organisme dalam air untuk bernafas. Semakin tinggi DO, maka kualitas air akan semakin baik. Di sisi lain, jika nilai DO yang rendah menunjukkan kualitas air yang buruk. (Saily dkk, 2020). DO dalam air berasal dari proses fotosintesis, difusi udara dan turbulensi. DO menurun yang dipengaruhi oleh peningkatan suhu air dan dikarenakan meningkatnya kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air serta meningkatnya jumlah oksigen yang dikonsumsi mikroba sehingga mengurangi jumlah oksigen (Rahmi, 2022). Analisis sensitivitas terhadap konsentrasi DO, parameter yang paling berpengaruh yaitu reoksigenasi sungai, oksidasi CBOD, nitrifikasi, nitrogen, ammonia, oksigenasi dan fotosintesis alga yang mempengaruhi konsentrasi DO (Chen, 2018).

2.4 Baku Mutu Air Sungai

Menurut Undang – undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 Sumber Daya Air Bab V Pengelolaan Sumber Daya Air Bagian Kedua Tentang Konservasi Sumber Daya Air Pasal 24 (3) menjelaskan bahwa Konservasi Sumber Daya Air sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan mengacu pada Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air melalui kegiatan:

- a. Perlindungan dan pelestarian Sumber Air
- b. Pengawetan Air
- c. Pengelolaan kualitas Air
- d. Pengendalian pencemaran Air

Pengelolaan kualitas air sebagaimana dilakukan dengan peningkatan kualitas air pada sumber air dan prasarana sumber daya. Kondisi kualitas air yang diukur dan diuji parameter dan prosedur menurut peraturan hukum tertentu. Bakau mutu air mengukur batas konsentrasi organisme, bahan, energi, bagian dan/atau polutan dapat terdapat dalam air. Sesuai Lampiran Peraturan Gubernur No. 22 Tahun 2021 tentang klasifikasi mutu air. Adapun pengklasifikasikan tingkat kualitas air menjadi empat kelas yaitu :

- a. Kelas I : air yang diperuntukkannya digunakan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b. Kelas II: air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- c. Kelas III : air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- d. Kelas IV : air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut

Tabel 2. 1 Kriteria Mutu Air Menurut Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021

No.	Parameter	Unit	Kelas Air				Keterangan
			1	2	3	4	
1	Kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD)	mg/L	2	3	6	12	Batas maksimal
2	Oksigen Terlarut (DO)	mg/L	6	4	3	1	Batas minimal

Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 22 Tahun 2007 BAB IV tentang Klasifikasi Air Sungai di Daerah Istimewa Yogyakarta Pasal 8 Ayat 5 menjelaskan bahwa :

- a. Sungai Gajahwong berhulu dan bermuara di Desa Ngebel Gedhe, Sardonoharjo, Ngaglik, Slemani, sebagai sungai kelas satu berdasarkan peruntukannya sesuai Keputusan Gubernur.
- b. Sungai Gajahwong mulai di Dusun Ngebel Gedhe, Sardonoharjo, Ngaglik dan Slemani hingga bermuara di Sungai Opak di Dusun Karet, Wonokromo, Pleret, Bantul dan dianggap sebagai sungai kelas dua menurut peruntukannya.

2.5 Self Purification

Alam memiliki kemampuan untuk mengatasi masalah pencemaran yang muncul seperti permasalahan di sungai Gajahwong. Permasalahan yang muncul dapat diatasi dengan penjernihan air atau pembersihan diri. Pembersihan diri atau penjernihan air merupakan kemampuan lingkungan untuk memulihkan atau mengembalikan keadaan sungai seperti semula tanpa adanya beban pencemar dari aktivitas manusia. Pengembangan dan pembersihan alami (*self-cleaning*) terdiri dari beberapa zona- zona sesuai namanya yaitu:

1. Zona air murni, zona ini berada jauh di hulu sungai, jauh dari sumber pencemar, indikatornya air tersebut masih dapat digunakan sebagai bahan baku air minum untuk kebutuhan sehari-hari.
2. Zona dekomposisi, zona ini berada pada daerah sumber pencemaran, limbah yang mengalir diurai/dioksidasi dalam penguraian bahan organik oleh bakteri dan mikroorganisme.

3. Zona biodegradasi, pada zona ini jumlah oksigen terlarut mengalami penurunan. Oleh karena itu, dikatakan nilai COD/BOD di perairan sungai sangat tinggi berarti terjadinya penurunan jumlah oksigen
4. Zona pemulihan, pada zona ini kualitas air kembali bersih, kadar oksigen terlarut kembali normal

2.6 Beban Pencemar dan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Sungai

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 1 Tahun 2010 bahwa daya tampung kontaminasi air ialah sesuatu kemampuan air pada sumber air guna menerima masukan beban pencemar tanpa menyebabkan air tersebut menjadi terkontaminasi. Penentuan daya tampung beban pencemar dipergunakan untuk:

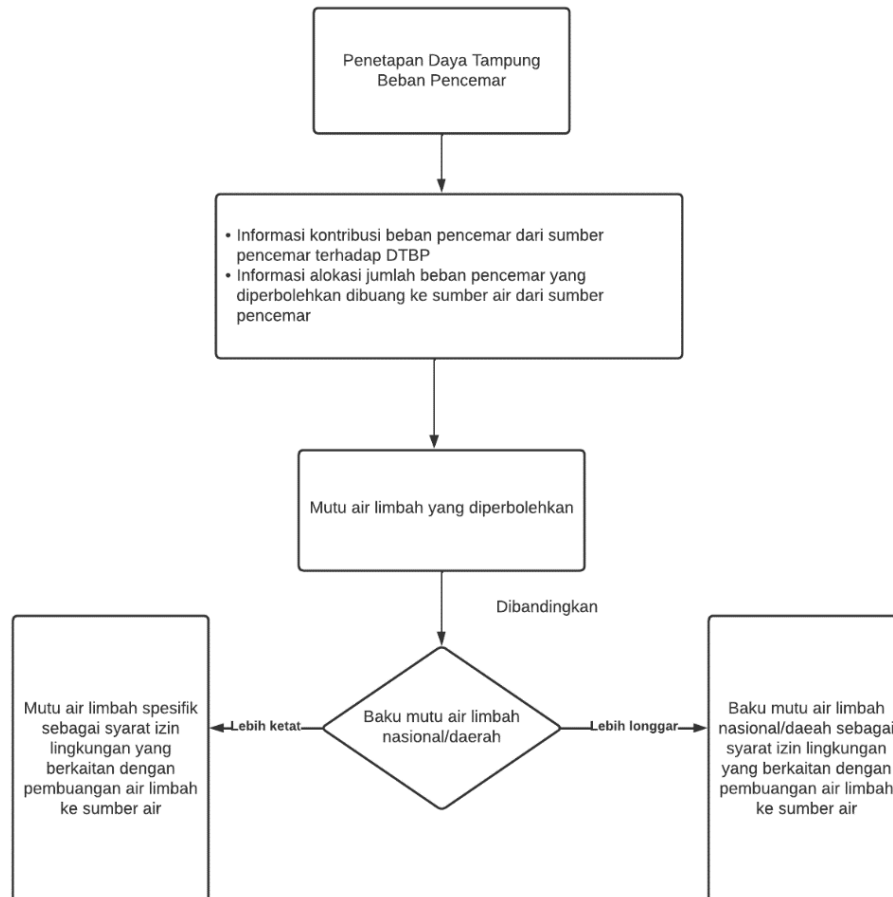
- a. Penentuan konsep aturan ruang,
- b. Pemberian permisi upaya serta/ maupun aktivitas yang lokasinya dengan cara langsung ataupun tidak langsung mempengaruhi mutu sumber air,
- c. Izin lingkungan yang berhubungan dengan memasukkan air limbah ke dalam sumber air.
- d. Penentuan kualitas air target dan peraturan pengaturan pencemaran air.

Alokasi Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) digunakan untuk menurunkan kualitas air pencemaran sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan izin. DTBP berfungsi sebagai dasar pembagian bobot pembagian beban sisa yang diizinkan masuk ke pangkal air hasil dari bermacam pangkal pencemar agar kegiatan penanggulangan yang tepat bisa dilakukan pada standar mutu air yang telah ditetapkan sebelumnya.

Faktor- faktor yang memastikan daya muat bobot pencemar sumber air adalah sebagai berikut:

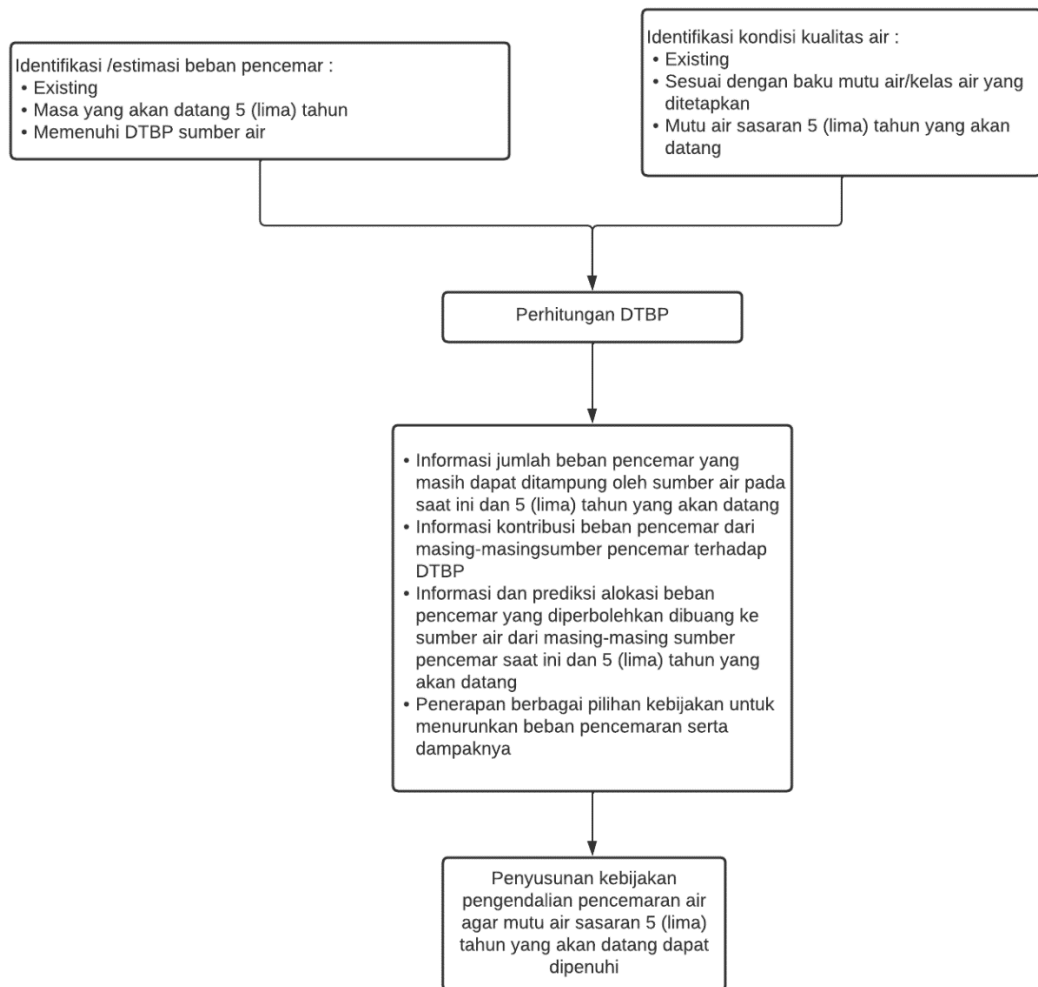
- a. Keadaan hidrologi dan morfologi sumber air, termasuk kualitas air sumber air yang diuji DTBP-nya.
- b. Keadaan klimatologi sumber air seperti temperatur cuaca, kecepatan angin serta kelembaban udara.
- c. Dasar kualitas air sungai serta ambang ataupun patokan status trofik air bagi situ, danau serta waduk.
- d. Bobot pencemar sumber khusus atau *point source*.
- e. Bobot pencemar sumber tidak pasti atau *non- point source*.

- f. Karakter zat pencemar yang diperoleh sumber pencemar
- g. Eksploitasi sumber air.
- h. Faktor pengaman, merupakan angka ketidakpastian dalam kalkulasi.



Gambar 2.1 Penerapan daya tampung beban pencemar dalam perizinan lingkungan yang berkaitan dengan pembuangan air limbah ke sumber Air

Adapun penerapan DTBP dalam program pencemaran air dengan cara mengestimasi peran suatu pencemaran setiap pencemaran daya tampung beban pencemar. Kemudian mendapatkan informasi terkait data peruntukkan jumlah beban pencemar yang diizinkan dari masing-masing sumber pencemar untuk dibuang ke sumber air. Bila hasil kalkulasi membuktikan kalau *pollutants loads* sudah melampaui beban air, butuh diperhitungkan jumlah beban pencemar yang wajib dikurangi dari masing-masing sumber pencemar.



Gambar 2. 2 Penerapan DTBP dalam Penyusunan Kebijakan Pengendalian Pencemaran Air

(Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010)

2.7 Pemodelan Lingkungan

Untuk persyaratan yang diperlukan adalah pengelolaan dan perencanaan sistem lingkungan. yang paling penting untuk memproyeksikan atau memprediksi situasiterjadi di masa mendatang. Walaupun sebagai akibatnya, dengan adanya suatu interaksi yang rumit antara satu variabel dengan variabel lainnya yang ada di lingkungan (Beer, 2003). Suatu Model dapat digunakan di banyak bidang sekaligus yang modern. Variasi kecil dari model ini digunakan untuk memproyeksi dan mengontrol segala sesuatu, seperti cuaca serta kondisi perairan. Di sisi lain, model

juga dapat diartikan sebagai suatu bentuk yang sudah disederhanakan atau menggambarkan suatu fakta sehingga model dapat digunakan untuk memprakirakan atau memprediksi kondisi yang tepat.

2.8 Pemodelan QUAL2Kw

Perhitungan beban polutan, kualitas air serta dokumen Model QUAL2Kw dapat digunakan untuk kebijakan pemerintah untuk mengetahui kualitas air selama beberapa tahun dengan menghitung proyeksi demografi dan sumber pencemaran. Beberapa parameter terkandung dalam model QUAL2Kw. Selain menggunakan program QUAL2Kw untuk analisis sifat air, ada beberapa kegunaan lain, antara lain:

a. Hidrologi dan Kualitas Air (HAWQS) HAWQS adalah aplikasi berbasis web yang berfungsi untuk desain, rencana, dan pengelolaan sumber daya air berdasarkan iklim, penggunaan lahan, dan pengelolaan air yang diketahui. Langkah Model ini mencakup validasi dan kalibrasi, prosedur penyajian data pemodelan dapat membuat data berdasarkan aplikasi (P. Daggupati, 2015).

b. Program Simulasi Analisis Kualitas Air (WASP) WASP adalah program analisis kualitas air yang dapat mensimulasikan perubahan kualitas air sungai dengan pengurangan beban polutan dan volume limbah yang harus diolah sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan. Model ini terkait dengan model hidrodinamika dalam hal fluks, kecepatan, kedalaman, temperatur, salinitas dan aliran sedimen. Pemodelan WASP memerlukan data, antara lain data hidrolika sungai, beban polutan, konsentrasi kualitas air, dan aliran sungai (R. Sally 2019).

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu upaya dalam mencari perbandingan dan dijadikan inspirasi untuk kedepannya. Penelitian terdahulu baik dari dalam negeri maupun luar negeri terkhusus dengan menggunakan QUAL2Kw dalam analisis daya tampung beban pencemar di suatu sungai sudah banyak diteliti. Berikut rincian penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1.	Babamiri, O., Marofi, S., & Azari, A.	2020	An Investigation into Self-Purification and Modeling of Changes in Nitrogen and Phosphor along Dez River (The Distance between Dez Dam and Band Ghir Bridge)	<ul style="list-style-type: none">• Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan membandingkan data kualitas air Sungai Dez yang dikumpulkan dari tiga stasiun. Model pemurnian diri sungai ditentukan dengan memasukkan data kualitatif dan kuantitatif yang diambil dari stasiun, dan air limbah yang masuk pada musim kemarau.• Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sungai memiliki daya pemurnian diri yang buruk. Daya purifikasi diri tertinggi pada parameter N-NH4 pada tahun 2014 (45%). Kadar fosfor non-organik di sepanjang sungai mengalami tren peningkatan.• Tingkat nitrogen nitrat dan nitrogen amonia dalam jarak 173 sampai 90 km dari sungai memiliki kecenderungan meningkat karena masuknya limbah.

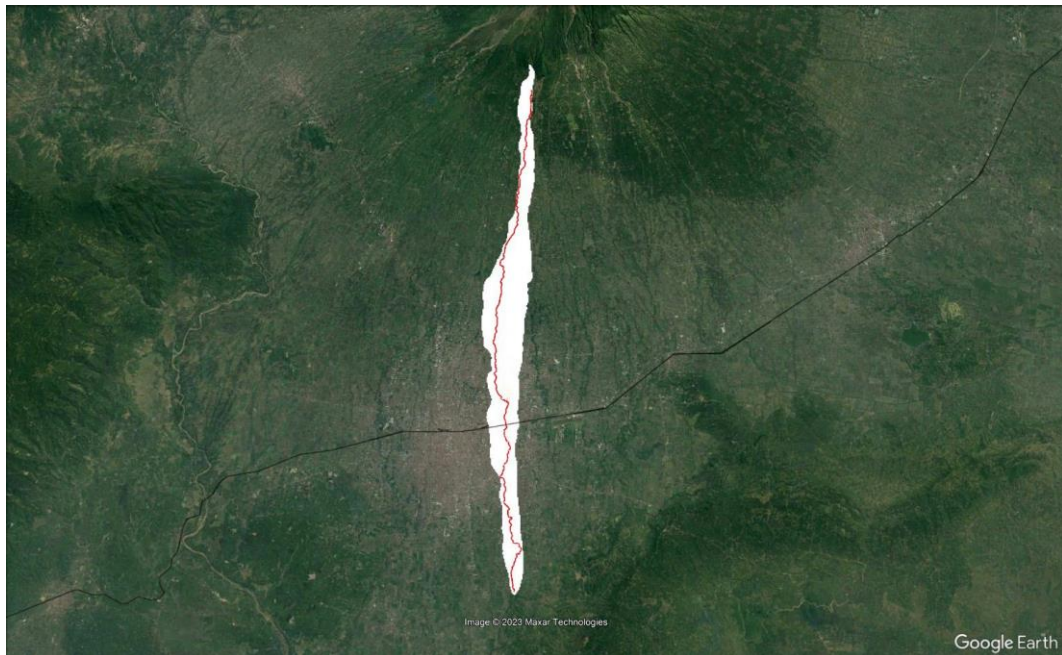
No	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
2.	Haq, Dhillal'ul	2021	Analisis Daya Tampung Cemar TSS dan Fosfat Di Bagian Tengah Sungai Winongo Dengan Metode QUAL2Kw	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan pemodelan model QUAL2Kw untuk menentukan kapasitas beban pencemaran di sungai. • Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter TSS di segmen 1 dan 6 masing-masing melebihi batas kapasitas maksimal 319 kg/hari; dan 3002,7 kg/hari. • Segmen 1, 2 dan 6 dari Parameter Fosfat (PO4) masing-masing melebihi batas kapasitas maksimal 32,7 kg/hari; - 30,2kg/hari; dan -13,0 kg/hari. Pada simulasi 1 dilakukan untuk melihat kondisi eksisting air sungai, pada simulasi 2 untuk prediksi kondisi kualitas sungai hingga 2026, simulasi 3 untuk mengetahui mengetahui proses pemurnian diri apabila beban pencemaran berdampak atau tidaknya ke DAS yang di ujikan dengan melihat point atau nonpoint.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Penelitian

Lokasi penelitian di Sungai Gajahwong pada bagian hulu sampai hilir. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



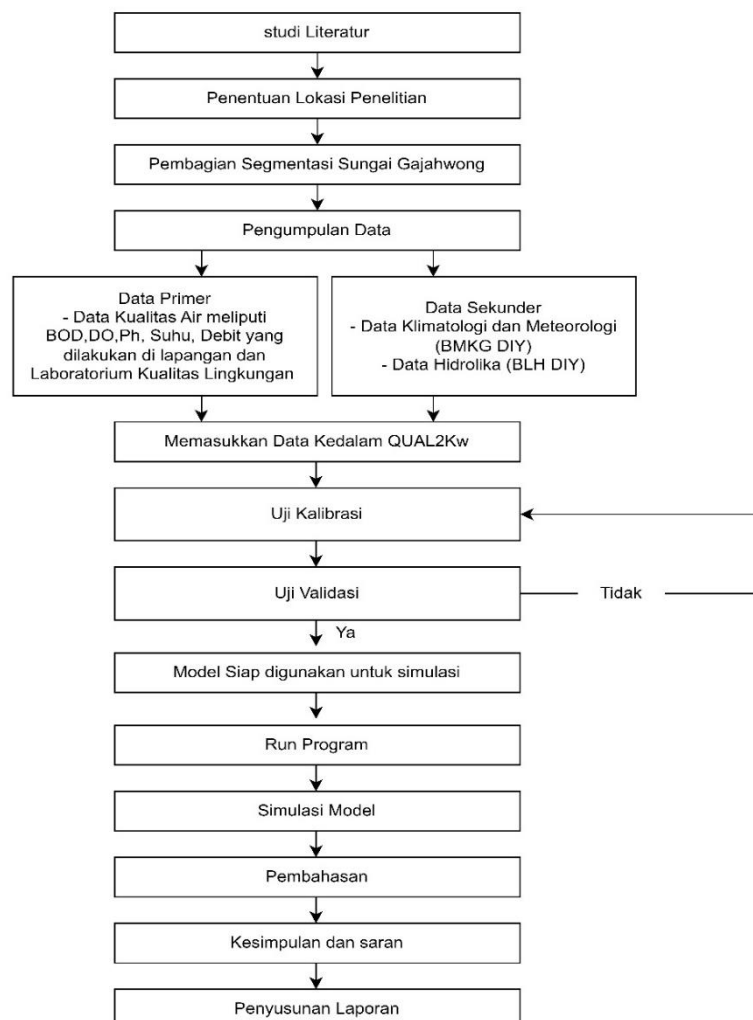
Gambar 3.1 Peta Lokasi DAS Gajahwong

(Sumber: *Google Earth*, Sungai Gajahwong)

3.2 Metode Penelitian

Survei penelitian ini merupakan survei deskriptif kualitatif dengan menggunakan *Composite sampling* dengan metode *grab sampling*. Pengambilan sampel komposit adalah teknik yang melibatkan pengambilan campuran beberapa sampel yang diambil pada titik tertentu dalam jumlah dan waktu yang sama. Dengan metode random sampling, Sampel air diambil dari satu tempat pada satu waktu . Oleh karena itu, data pengukuran hanya menunjukkan kualitas air pada saat pengambilan dan pada titik pengambilan. Analisis dilakukan secara in situ dan ex situ. Analisis lapangan dilakukan di Sungai Gajahwong dengan menggunakan parameter suhu, pH dan DO. Dalam kasus analisis di luar jangkauan menggunakan

parameter yang diuji yaitu DO dan BOD. Metode uji untuk uji BOD dilakukan pengujian sesuai SNI 6989.7.2-2009 dan parameter DO dilakukan pengujian sesuai SNI 06-6989 14-2004. Jika hasilnya melebihi baku mutu, maka perlu dilakukan pengelolaan terhadap kualitas air. Sebagai strategi alternatif dapat dilakukan dengan menggunakan software QUAL2Kw, software ini mempresentasikan berdasarkan limbah *point source* dan *non point source*, dan memfasilitasi simulasi kualitas air sungai ketika melebihi kapasitasnya serta menggunakan pendekatan skenario dengan data lapangan, sehingga memfasilitasi pengelolaan air sungai agar saluran masuk beban pencemar memenuhi baku mutu yang diperbolehkan . Berikut adalah prosedur utama yang digunakan pada penelitian ini :



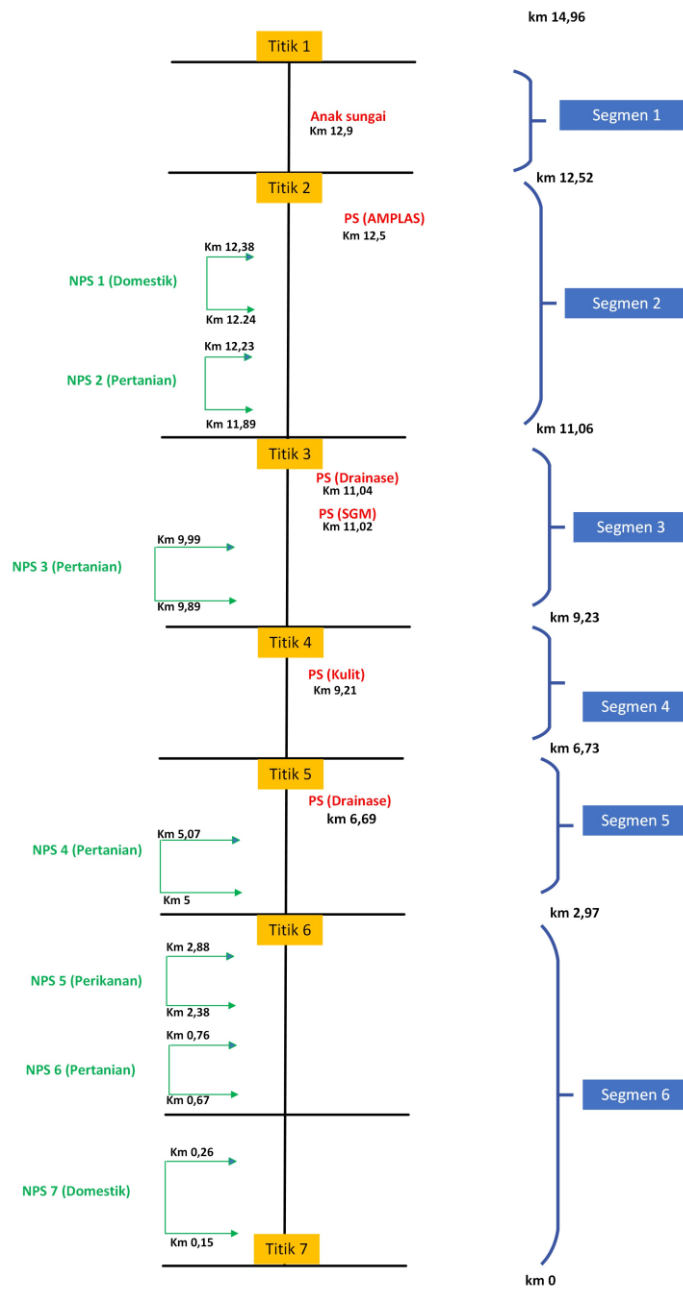
Gambar 3 2 Diagram Alir Penelitian

3.3 Observasi dan Segmentasi Sungai

Observasi dilakukan untuk mendapatkan gambaran secara langsung mengenai lingkungan dan permasalahan di sekitar bantaran sungai. Berikut merupakan Lokasi Titik Pengambilan sampling pada Tabel 3.1 dan pembagian segmen dari Gajahwong pada Gambar 3.2

Tabel 3 1 Lokasi Titik Pengambilan Sampel Kualitas Air Sungai Gajahwong

Titik	Lokasi	Koordinat
1	Jembatan Pelang, Condong Catur	-7.826666667 LS dan 110.3933333 BT
2	Jembatan IAIN, Caturtunggal, Sleman	-7.783083333 LS dan 110.3965556 BT
3	Jembatan Muja – Muju, Umbulharjo, Yogyakarta	-7.807888889 LS dan 110.3978056 BT
4	Jembatan Paleman, Rejowinangun, Kotagede, Yogyakarta	-7.813833333 LS dan 110.39325 BT
5	Jembatan Tegalgendu, Kotagede, Yogyakarta	-7.826666667 LS dan 110.3933333 BT
6	Jembatan Grojogan, Wirokerten, Banguntapan, Bantul	- -7.843722222 LS dan 110.3951667 BT
7	Jembatan Kanggotan, Wonokromo, Pleret, Bantul	-7.868972222 LS dan 110.395 BT



Gambar 3.3 Segmentasi Sungai Gajahwong

3.4 Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air sungai Gajahwong mengacu pada SNI 9689.57: 2008 Metode pengambilan sampel air permukaan. Sampel air sungai diambil di setiap lokasi sekali (sampel lokal). Tujuh lokasi untuk sampel air sungai diidentifikasi berdasarkan titik pemantauan yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Bantul. Pengambilan sampel dilaksanakan selama musim hujan.

Segmentasi sungai dimaksudkan melancarkan alokasi aktivitas di sekeliling Kali Gajahwong untuk mempermudah penyelesaian inventarisasi sumber polutan. Bahan pencemaran yang sudah ada di Sungai Gajahwong adalah *point source* (limbah industri dan saluran drainase) dan *non point source* (limbah pertanian, limbah domestik dan limbah peternakan). Metode pengambilan contoh air permukaan sesuai SNI 9689.57:2008 adalah sebagai berikut :

1. Peralatan

Peralatan yang diperlukan antara lain: alat pengambil contoh; alat ukur parameter lapangan (DO meter, pH meter, konduktometer, dan satu set pengukur kecepatan aliran); alat penyaring; dan alat penyimpanan contoh.

2. Wadah

Wadah yang digunakan untuk menyimpan contoh harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Terbuat dari bahan gelas atau plastik Polietilen (PE) atau *Poli Propilen* (PP) atau teflon (*Poli Tetra Fluoro Etilen*, PTFE);
- b. Dapat ditutup dengan kuat dan rapat;
- c. Bersih dan bebas kontaminan;
- d. Tidak mudah pecah;
- e. Tidak berinteraksi dengan contoh.

3. Lokasi dan Titik Pengambilan Contoh

Pemantauan kualitas air biasanya dilakukan pada :

- a. Sumber air alami, atau tempat di mana pencemaran minimal
- b. Sumber air tercemar di tempat yang telah menerima limbah
- c. Sumber air yang dimanfaatkan, atau tempat di mana sumber air tersebut ada.
- d. Lokasi di mana air limbah masuk ke sungai

Debit air sungai diatur dengan persyaratan berikut untuk menentukan titik pengambilan contoh air sungai.:

- a. contoh air dari sungai dengan debit kurang dari 5 m³/detik; contoh diambil pada satu lokasi di tengah sungai pada kedalaman 0,5 kali kedalaman permukaan sungai atau diambil secara merata dengan alat gabungan sampel;

- b. contoh air dari sungai dengan debit antara 5 m³/detik dan 150 m³/detik diambil pada dua lokasi, masing-masing pada jarak 1/3 dan 2/3 lebar sungai, pada kedalaman 0,5 kali kedalaman permukaan sungai; contoh air dapat diambil secara merata dari permukaan sampai ke dasar dengan menggunakan alat gabungan sampel kemudian dicampurkan
- c. Dalam sungai dengan debit lebih dari 150 m³/detik, contoh air dikumpulkan secara merata dari permukaan hingga dasar dan dicampur dengan alat gabungan atau diambil pada minimal enam titik pada jarak 1/4, 1/2, dan 3/4 lebar sungai, masing-masing pada kedalaman 0,2 dan 0,8 kali dari permukaan.

4. Cara Pengambilan Contoh

Cara pengambilan contoh dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Persiapkan instrumen pengambil contoh yang sesuai dengan kondisi sumber airnya.
- b. Tiga kali bilas alat pengambil contoh dengan air yang akan diambil.
- c. Ambil contoh yang sesuai dengan tujuan analisis, campurkan dalam wadah sementara, dan kemudian aduk.
- d. Masukkan ke dalam wadah yang dimaksudkan untuk analisis.
- e. Segera lakukan pengujian untuk suhu, kekeruhan, daya hantar listrik, pH, dan oksigen terlarut yang tidak dapat disimpan.
- f. Buku catatan khusus digunakan untuk menyimpan hasil pengujian parameter lapangan.
- g. Contoh parameter pengujian laboratorium disimpan

5. Pengujian Parameter Lapangan

Setelah pengambilan contoh, parameter lapangan yang dapat berubah dengan cepat diuji. Beberapa parameter termasuk pH (SNI 06-6989.11-2004) dan suhu (SNI 06-6989.23-2005).

3.5 Pengumpulan Data

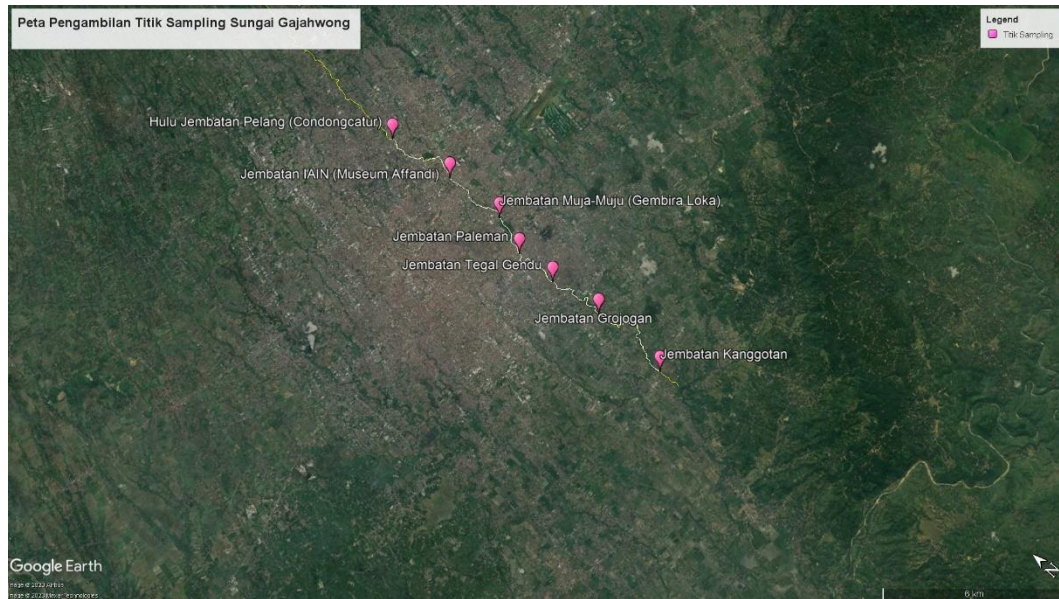
Pengambilan dilakukan dengan 2 teknik pengambilan data yaitu data primer dan data sekunder

3.5.1 Data Primer

Data Primer merupakan data yang langsung didapatkan dari sumber langsung dengan cara pengamatan serta pengukuran di lapangan. Hasil dari pengamatan dan Pengukuran ini dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan UII untuk mendapatkan hasil uji yang dilakukan sebelumnya. Parameter yang di uji adalah BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan DO (*Dissolve Oxygen*). pengujian parameter BOD mengacu pada SNI 6989.72:2009 Metode Pengujian Kebutuhan BOD. Berikut terdapat parameter kualitas air yang di uji dan metodenya yang terlihat pada Tabel 3.2 dan juga Peta titik sampling di Gambar 3.4.

Tabel 3.2 Parameter Uji Kualitas Air

No.	Parameter	Alat	Regulasi	Metode
1	BOD	Buret	SNI 6989.72:2009	Titrasi Iodimetri
2	DO	DO Meter	SNI 06 – 6989.14 - 2004	Pengukuran Langsung
3	pH	pH Meter	SNI 06 – 6989.11 - 2004	Pengukuran Langsung
4	Konduktivitas	Konduktometer	SNI 6989.1:2019	Pengukuran Langsung
5	Kecepatan Aliran	1 Set Pengukuran Kecepatan Aliran	SNI 8066:2015	Pengukuran Langsung
6	Temperatur Air	Thermometer	SNI 06 – 6989.23 - 2005	Pengukuran Langsung



Gambar 3.4 Peta Lokasi Titik Sampling

Dari gambar diatas menunjukkan bahwasanya penentuan titik sampling telah mempertimbangkan faktor keselamatan dan kemudahan mobilisasi untuk menuju lokasi titik sampling dan penentuan titik sampling mengacu pada observasi kualitas air sungai Gajahwong yang dilakukan oleh DLH Yogyakarta sehingga kemudahan dalam akses serta mempertimbangkan keselamatan sudah di perkirakan oleh tim observasi DLH (Dinas Lingkungan Hidup)

3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari dari BMKG DIY dan DLH DIY, misalnya, terkait Sungai Gajahwong. Data sekunder dari BMKG DIY meliputi data Klimatologis, berupa temperatur udara, kecepatan angin, tutupan awan dan persen radiasi.

3.6 Penggunaan Software QUAL2Kw

Pada software QUAL2Kw input data yang dilakukan berupa debit, kualitas air, kecepatan, elevasi, temperatur udara, kecepatan angin, tutupan angin, tutupan awan, letak geografis dan data dari sumber pencemar baik itu *point source* ataupun *diffuse source*. Untuk *worksheet* QUAL2Kw dapat dilihat dari Tabel 3.3

Tabel 3 3 Worksheet QUAL2Kw

No.	<i>Input Data QUAL2Kw</i>	Fungsi
1	<i>QUAL2K Worksheet</i>	Memasukkan informasi dan gambaran umum terkait penerapan model tersebut
2	<i>Headwater Worksheet</i>	Memasukkan debit dan konsentrasi pada hulu
3	<i>Reach Worksheet</i>	Memasukkan informasi hubungan antara hulu sungai dengan reachnya
4	<i>Reach rates Worksheet</i>	Memasukkan informasi hubungan antara <i>reach</i> – <i>specific</i> , <i>rate constants</i> , dan parameter.
5	<i>Air Temperature Worksheet</i>	Memasukkan data temperature udara pada setiap reach sungai
6	<i>Wind Speed Worksheet</i>	Memasukkan data kecepatan angin pada setiap reach sungai
7	<i>Cloud Cover Worksheet</i>	Memasukkan data tutupan awan pada setiap reach <i>worksheet</i>
8	<i>Solar Radiation Worksheet</i>	Memasukkan data radiasi sinar matahari pada setiap reach sungai
9	<i>Point Source Worksheet</i>	Memasukkan data point source dan abstraction (Pengambilan Debit)

No.	<i>Input Data QUAL2Kw</i>	Fungsi
10	<i>Diffuse Source Worksheet</i>	Memasukkan data <i>diffuse source</i> dan abstraction (Pengambilan Debit)
11	<i>Hydraulic Data Worksheet</i>	Memasukkan data hidrolik pada setiap reach sungai
12	<i>Temperature Data Worksheet</i>	Memasukkan data temperature air pada setiap reach sungai
13	<i>WQ Data Worksheet</i>	Memasukkan angka kualitas air pada setiap reach sungai

3.7 Kalibrasi Model

Kalibrasi model adalah sebuah proses optimalkan atau sesuaikan secara sistematis nilai parameter model untuk mendapatkan sekumpulan parameter yang memberikan estimasi terbaik dari aliran sungai yang diamati dan juga proses pemilihan kombinasi parameter. Dengan kata lain, proses optimalisasi nilai parameter yang meningkatkan konsistensi antara respon hidrologi DAS yang diamati dan disimulasikan. Data kalibrasi pada QUAL2Kw bermaksud dalam pembuatan model. Pada riset kalibrasi saat ini dicoba dengan metode *trial and error*. *Trial and error* dicoba dengan meningkatkan taksiran sebagian *effluent* yang masuk ke badan air yang dikira tidak terpantau pada saat tahap sampling. Tidak hanya itu, *trial and error* pula dicoba dengan memainkan nilai *reaeration*, *Oxidation rate CBOD_f*, serta *decay rate* pada *generic* yang ada pada *reach rate worksheet* sampai bentuk mendekati kondisi ataupun cocok sesuai dengan yang diinginkan.

3.8 Validasi Model

Validasi model bertujuan untuk menentukan nilai *error* model dan mengetahui seberapa akurat data model dan data lapangan. Model divalidasi dengan menghitung nilai *error* menggunakan metode terpilih. Validasi menggunakan *Relative Percentage Difference (RPD)* merupakan persamaan Untuk mengevaluasi kalibrasi dan validasi model QUAL2Kw atau persamaan perbedaan persentase

relatif (RPD) digunakan (Ahmad, 2020) adapun persamaan RPD adalah :

$$RPD = \frac{C_{sim} - C_{obs}}{C_{obs}} \times 100\%$$

Keterangan :

C_{sim} = Konsentrasi Simulasi (mg/L)

C_{obs} = Konsentrasi Observasi (mg/L)

Nilai RPD dalam satu parameter yang dapat di terima ialah < 25%

3.9 Simulasi Model

Setelah analisis model dapat di tentukan sesuai dengan metode RPD, lalu dilakukan pensimulasian mendapatkan kadar pencemar dari hulu hingga hilir sungai. Hasil dari pemodelan disajikan dalam bentuk diagram jarak lokasi dengan parameter yang di ukur Adapun rincian beberapa simulasi dan skenario terpilih dapat dilihat pada Tabel 3.4 ;

Tabel 3 4 Simulasi Model

Simulasi	Kondisi Hulu	Sumber Pencemar	Kondisi Air Sungai
1	Kondisi eksisting	Kondisi Eksisting	Model
2	Kondisi eksisting	<i>Trial and error</i>	Baku mutu air kelas II

a. Simulasi 1

Simulasi pertama simulasi dilakukan dengan membentuk model yang sesuai dengan data saat ini (data observasi) dengan menggunakan metode *trial-and-error*. Tujuan dari contoh ini adalah untuk mengetahui berapa banyak jumlah pencemar yang datang ke Sungai Gajahwong.

b. Simulasi 2

Simulasi kedua dicoba dengan kualitas air di hulu sama dengan kondisi awal yaitu eksisting. Buat keadaan pencemar pada sungai Gajahwong dicoba *trial and error* sampai hasilnya memenuhi dasar kualitas air sungai kategori II sesuai

dengan PP No 22 Tahun 2021. Baku kualitas air kategori II dipakai buat mewakili keadaan air sungai dari hulu sampai hilir sudah penuh dasar kualitas. Permulaan ini hendak dipakai buat mengenali besaran daya muat bobot pencemar sungai bersumber pada sumber pencemar yang terdapat. Simulasi bisa diterima jika memenuhi persyaratan mutu air sungai kategori II.

3.10 Daya Tampung Beban Pencemaran

Beban Pencemar (BP) merupakan situasi besarnya tingkat pencemaran yang memasuki air sungai sesuai dengan situasi eksisting. total beban pencemar (BP) bisa diperoleh dengan memodifikasi menaikkan ataupun atau menurunkan tekanan pencemar dengan cara *trial* serta *error* pada titik tertentu. BP dapat dihitung dengan rumus untuk menentukan daya tampug dengan membandingkan skenario 2 dengan skenario 1. Berikut persamaan yang digunakan untuk menentukan daya tampung.

Daya Tampung = Beban Pencemaran Maksimum (Skenario 2) – Beban kondisi awal (Simulasi 1)

Pada persamaan ini dapat dilihat bahwasanya daya tampung beban pencemaran maksimum dikurangi dengan beban pencemar tanpa pencemaran, dengan kata lain apabila daya tampung bernilai positif maka daya pencemaran masih bisa di tampung dan apabila daya tampung bernilai *negative* (-), maka daya pencemaran tidak dapat menerima beban pencemaran di dalam sungai.

Untuk mencari beban pencemar, dapat dilakukan persamaan berikut ;

$$BP = C \times Q$$

Dimana :

BP = Beban Pencemaran Sungai (Kg/hari)

C = Kadar terukur sebenarnya unsur pencemar (Kg/L)

Q = Debit air (m³/hari)

Dalam riset kali ini, debit serta fokus beban pencemar keseluruhan diperoleh dari lembar kegiatan *Source Summary* pada QUAL2Kw, lembar kegiatan ini ialah hasil keseluruhan bobot yang masuk pada sungai di tiap bagian dari segmentasi yang digunakan (Chapra, 2008).

BAB IV


HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA




4.1 Gambaran Kondisi Lokasi Sampling

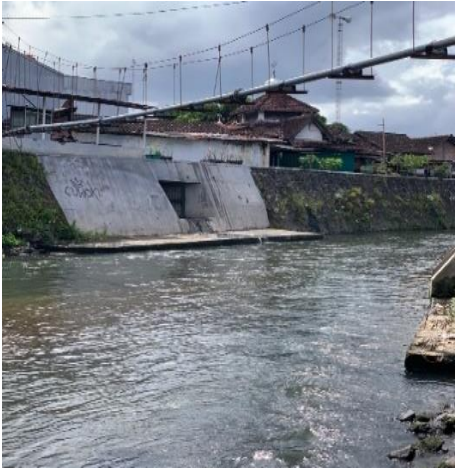


Tabel 4.1 Titik lokasi sampling

Lokasi	Titik	Jarak (km)	Segmentasi	Panjang (km)	Koordinat	
					LS	BT
Jembatan Pelang	T1	14,96	S1	2,44	-7,826	110,39
Jembatan IAIN	T2	12,52	S2	1,46	-7,780	110,39
Jembatan Muja - muju	T3	11,06	S3	1,83	-7,807	110,39
Jembatan Paleman	T4	9,23	S4	2,5	-7,813	110,39
Jembatan Tegal gendu	T5	6,73	S5	3,76	-7,826	110,39
Jembatan Grojogan	T6	2,97	S6	2,97	-7,843	110,39
Jembatan ketonggo	T7	0			-7,868	110,39

Tabel 4.2 Kondisi lokasi titik sampling di sungai Gajahwong

Titik Sampling	Gambar	Kondisi Titik Sampling
Titik 1		<p>Kondisi lingkungan pada <i>point</i> satu 1 air sungai tidak terlalu keruh, vegetasi disekitarnya hanya lumut-lumut di bangunan jembatan. Kondisi fisik di titik dua menunjukkan bahwa kedalaman sungai adalah 0,155 m, lebar aliran 7,9 m. cuaca pada saat pengambilan sampel di titik satu, cerah dan berawan</p>

Titik Sampling	Gambar	Kondisi Titik Sampling
Titik 2		<p>Pada titik 2, kondisi fisik sungai menunjukkan kedalaman sebesar 0,1 m dan lebar aliran sebesar 16,3 m. pada titik 2 kondisi sungai tergolong keruh. Pada titik 2 memiliki sumber pencemar <i>point source</i>. Sumber pencemaran <i>point source</i> berasal dari limbah aktivitas perbelanjaan Mall Amplas dengan aliran yang deras</p>
Titik 3		<p>Pada titik 3, kondisi fisik sungai menunjukkan kedalaman sebesar 0,45 m dan lebar aliran sebesar 5 m. pada titik 4 kondisi sungai tergolong keruh dan berbau, terdapat sampah di pinggiran sungai. Pada titik 3 memiliki sumber pencemar <i>point source</i>. Sumber pencemaran <i>point source</i> berasal dari drainase dan industri susu SGM</p>
Titik 4		<p>Pada titik 4, kondisi fisik sungai menunjukkan kedalaman sebesar 0,8 m dan lebar aliran sebesar 5 m. pada titik 4 kondisi sungai tergolong keruh. Pada titik ini terdapat sumber pencemaran <i>point source</i> yang berasal dari industri kulit.</p>

Titik Sampling	Gambar	Kondisi Titik Sampling
Titik 5		<p>Pada titik 5, kondisi fisik sungai menunjukkan kedalaman sebesar 0,43 m dan lebar aliran sebesar 9,4 m. pada titik 6 kondisi sungai tergolong keruh. Di titik 6 terdapat sumber pencemaran <i>point source</i> dari saluran drainase.</p>
Titik 6		<p>Dalam kondisi fisik sungai, titik 6 memiliki kedalaman 0,3 meter dan lebar aliran sebesar 18,3 m. pada titik 6 kondisi sungai tergolong keruh. Di titik 6 terdapat drainase yang dapat dikatakan sebagai sumber pencemaran, tetapi kondisi dilapangan drainase tersebut tidak memiliki aliran sehingga dinyatakan tidak memiliki sumber pencemar pada titik 6.</p>
Titik 7		<p>Pada titik 7, kondisi fisik sungai adalah dengan kedalaman 0,53 meter dan lebar aliran sebesar 10,2 m. pada titik 7 kondisi sungai tergolong keruh dan tidak memiliki sumber pencemaran yang masuk kedalam sungai.</p>

4.2 Kondisi Hidrolik Sungai Gajahwong

Pada pengukuran dan penelitian di sungai Gajahwong didapatkan data-data hidrolik sungai yang terdiri dari Kecepatan aliran, debit, serta kedalaman sungai yang didapatkan langsung dari hasil penelitian dan pengukuran yang berjumlah 7 titik yang dilakukan pada tanggal 18 januari dan 1 maret 2023. Data hidrolik sungai Gajahwong merupakan data penting dalam dasar untuk diinputkan kedalam *software* QUAL2Kw apabila data hidrolik sungai sudah benar dapat dipastikan untuk ke tahap selanjutnya akan memudahkan serta mendapatkan hasil data yang akurat.

Data hidrolik Sungai Gajahwong dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara terjun langsung ke sungai dengan membawa peralatan yang dibutuhkan untuk mendapatkan data hidrolik sungai seperti *current meter*, meteran, ember dan kebutuhan lainnya yang dibutuhkan pada saat kegiatan sampling. Cara yang kedua ialah dengan cara *simplification* atau cara yang dilakukan apabila kondisi pengambilan sampling di sungai tersebut sulit untuk dijangkau. Untuk *simplification* seperti pengukuran kedalaman sungai dapat dilakukan dengan cara mengikat tali dengan ukuran per 1 meter kemudian diikatkan dengan batu agar dapat tenggelam kedalam air lalu pengukuran kedalaman sungai dapat dilihat dari bagian dari tali yang telah basah. Untuk mengetahui lebar sungai, digunakan pengukuran sungai dengan meteran apabila sungai tersebut dapat dijangkau dapat melakukannya di bawah jembatan dan apabila tidak memungkinkan dapat melakukannya dengan cara mengukur lebar jembatan di titik lokasi sampling yang diteliti. Berikut data – data hidrolik sungai Gajahwong berupa debit aliran, kecepatan aliran dan kedalaman sungai Gajahwong pada masing – masing titik dapat dilihat pada Tabel 4.3:

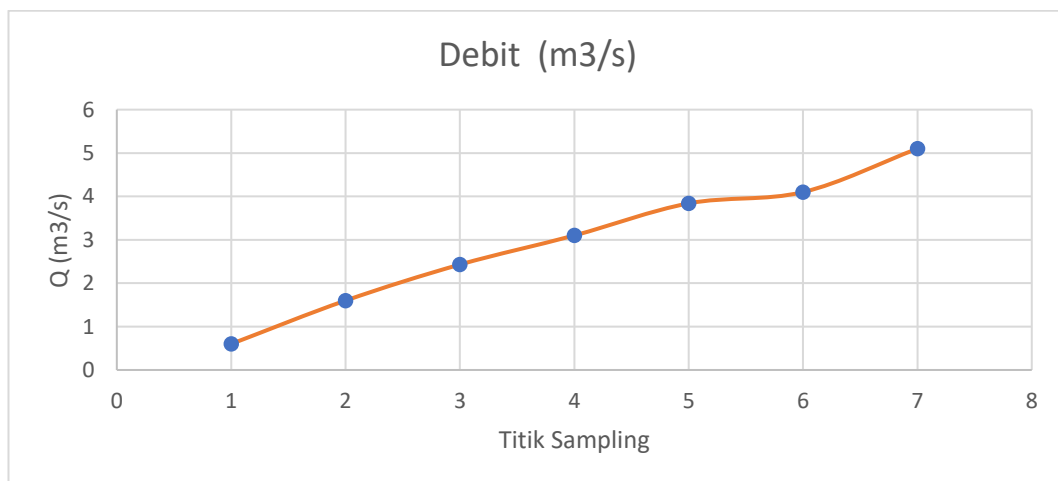
Tabel 4.3 Data hidrolik sungai Gajahwong

Titik	Kedalaman (m)	Kecepatan aliran (m)	Debit (m³/s)
Titik 1	0,155	0,5	0,6
Titik 2	0,1	1	1,6
Titik 3	0,45	1,08	2,43

Titik	Kedalaman (m)	Kecepatan aliran (m)	Debit (m ³ /s)
Titik 4	0,8	0,29	3,1
Titik 5	0,43	0,95	3,84
Titik 6	0,3	0,75	4,1
Titik 7	0,53	0,94	5,1

4.2.1 Debit Sungai Gajahwong

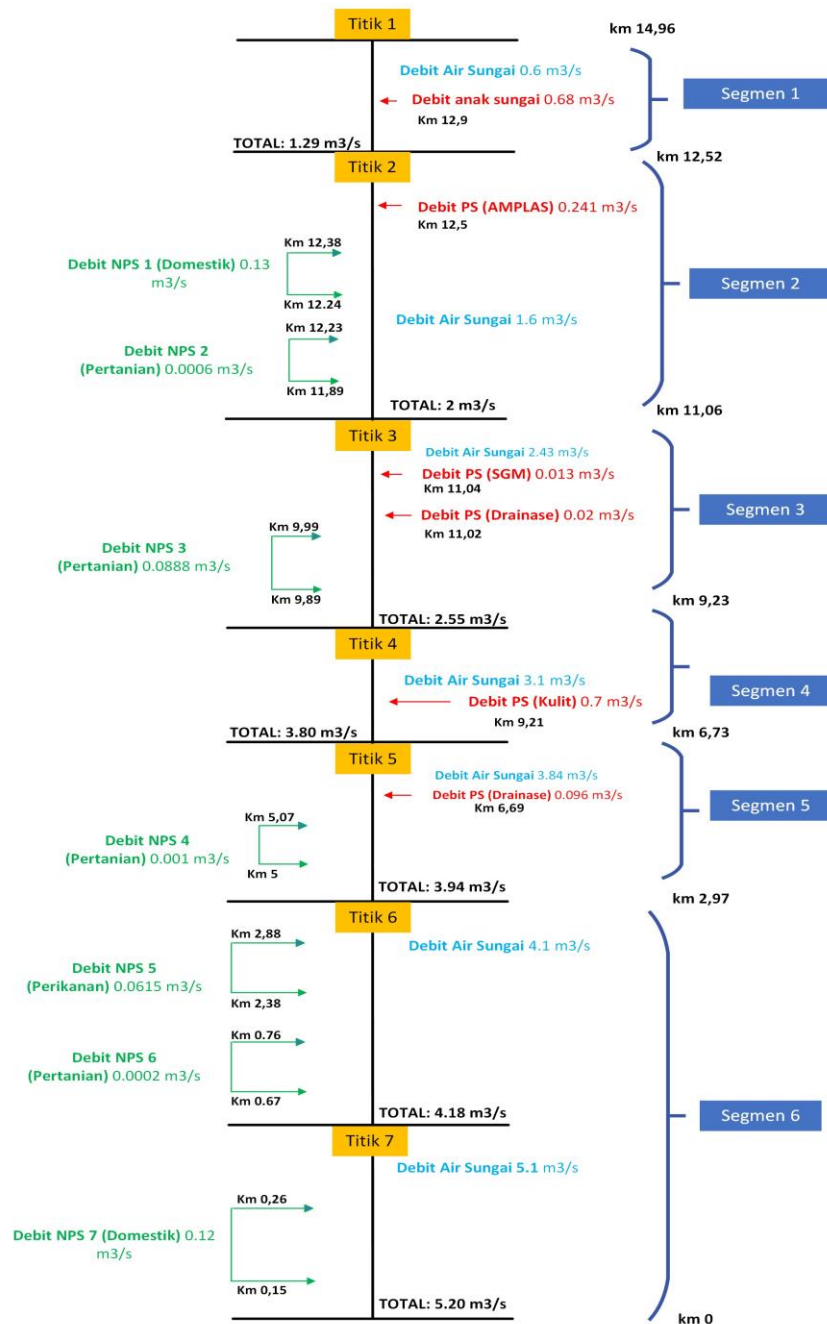
Pengukuran debit di Sungai Gajahwong, didapatkan nilai yang bervariasi berdasarkan kedalaman sungai, kecepatan aliran sungai dan lebar aliran sungai pada setiap titik sampling Sungai Gajahwong. Berikut grafik yang menunjukkan nilai debit Sungai Gajahwong di penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Nilai Data Debit Sungai Gajahwong

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.1 memperlihatkan bahwasanya debit terkecil berada pada titik 1 dengan nilai 0,6 m³/s. Hal ini disebabkan pada titik 1 kultural dari lokasi sungai adalah lebar aliran sungai yang kecil, dan permukaan tanah yang landai. lahan yang landai memiliki besaran kecepatan aliran yang kecil dibandingkan dengan bentuk suatu sungai memiliki lebar dan kemiringan yang curam, sehingga pada titik 1 debit airnya kecil. Sedangkan nilai debit terbesar berada di titik 7 dengan nilai sebesar 5,1 m³/s. Tingginya debit di titik 7 dipengaruhi oleh lebar aliran sungai yang besar, kedalaman air serta kemiringan

lahan yang lebih curam sehingga kecepatan aliran airnya lebih deras. Kemiringan Aliran sungai yang curam dapat meningkatkan kecepatan aliran, menyebabkan debit yang besar. Faktor lain yang dapat mempengaruhi adalah keadaan musim sehingga musim hujan atau kemarau dapat mempengaruhi besar dan kecil debit yang dihasilkan. Pada penelitian di sungai Gajahwong pengambilan sampel dilakukan Selama musim hujan



Gambar 4.2 Mass Balance

Berdasarkan Gambar 4.2, terlihat bahwa nilai debit terkecil berada pada titik 1 yaitu 1,29 m³/detik. Kondisi sungai dengan kemiringan yang landai dapat menyebabkan berkurangnya kecepatan aliran sehingga semakin rendah nilai debit yang dihasilkan. Selain itu, terdapat masukan sumber pencemar *point source* berupa anak sungai sebesar 0,68 m³ /detik. pada titik 2 debit yang dihasilkan sebesar 2 m³/detik. Faktor yang mempengaruhi besarnya nilai debit yaitu banyaknya vegetasi yang dapat menyerap air dalam jumlah banyak melalui evapotranspirasi atau infiltrasi, sehingga akan memperkecil *run off* dan dapat berpengaruh terhadap debit sungai (Muchtar dkk., 2007). Oleh sebab itu, terjadi peningkatan debit pada titik 2 sebesar 2 m³ /detik. Dengan masukan *point source* berupa saluran drainase dengan debit sebesar 0,241 m³ /detik dan *non point source* domestik 0,133 m³/detik dan pertanian 0,0006 m³/detik. Pada titik 3 debit sungai meningkat yaitu sebesar 2,46 m³/detik dan terdapat masukan dua *point source* berupa saluran dari limbah industri susu dan saluran drainase. Pada titik 4 mengalami peningkatan debit sebesar 3,80 m³ /detik dan terdapat masukan *point source* dari limbah penyamakan kulit dengan debit sebesar 0,7 m³/detik. Pada titik 5 terjadi kenaikan debit yaitu 3,94 m³/detik. Kemudian, terdapat masukan *point source* berupa saluran drainase dengan debit sebesar 0,096 m³ /detik dan *non point source* berupa limbah pertanian sawah dengan debit sebesar 0,001 m³ /detik. Pada titik 6 dan 7 debit terus mengalami kenaikan yaitu sebesar 4,87 m³/detik dan 5,20 m³/detik. hal ini dikarenakan adanya masukan pencemaran *non point source* dari perikanan, pertanian dan limbah domestik.

4.3 Kondisi Kualitas Air Sungai Gajahwong

Gambaran kualitas air dalam sungai Gajahwong adalah hasil dari pengukuran serta pengujian yang dilakukan pada saat dilapangan dan di Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII. Pengukuran dilakukan dengan cara pengambilan pada setiap titik sampling. Pengukuran yang dilakukan di lapangan berupa parameter derajat keasaman (pH), temperature air dan juga Dissolved Oxygen (DO) sedangkan untuk sampel yang dilakukan pengujian di Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII untuk menguji parameter BOD. Prinsip BOD dan DO merupakan parameter yang dipertimbangkan untuk mengetahui kondisi dari kualitas air sungai Gajahwong Hasil evaluasi kualitas air

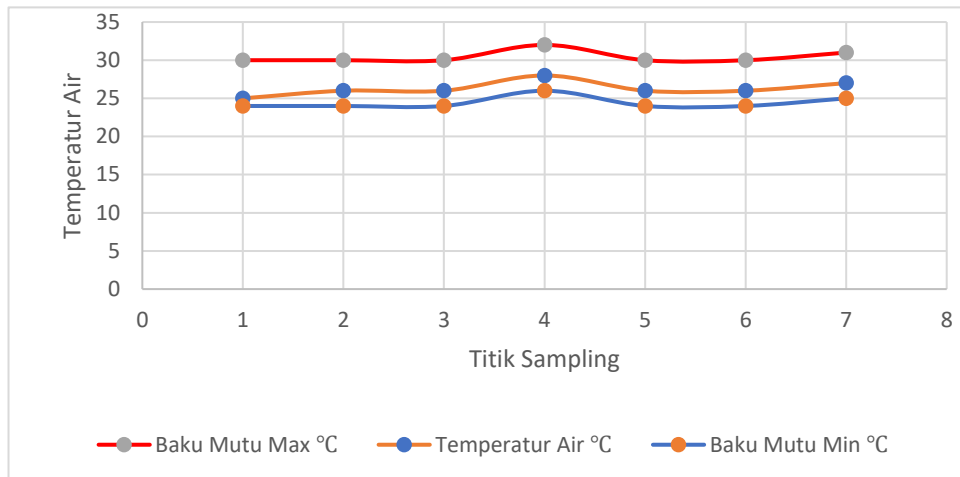
sungai Gajahwong dibandingkan dengan baku mutu yang diperuntukan yaitu Hasil pengujian kualitas air Sungai Gajahwong mengacu pada PP No 22 Tahun 2021. Dinas Lingkungan Hidup DIY menyatakan bahwasanya Sungai Gajahwong memenuhi kriteria mutu air kelas II yang peruntukannya dapat digunakan sebagai prasarana rekreasi, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan peruntukkan lain yang mensyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

4.3.1 Temperatur Air

Temperatur air di sungai Gajahwong merupakan komponen dari parameter penting yang memperlihatkan kondisi kualitas air sungai Gajahwong. Temperatur air sungai Gajahwong sangat berperan penting bagi kehidupan organisme dan makhluk hidup di lingkungan perairan. Temperatur air di sungai Gajahwong memberikan pengaruh yang besar bagi kehidupan dan perkembangbiakan makhluk hidup di sungai tersebut. Adapun faktor yang mempengaruhi *temperature* air di sungai Gajahwong yaitu Faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dengan udara sekitarnya, ketinggian geografis, dan faktor kanopi (penutupan oleh vegetasi) dari pepohonan yang tumbuh di tepi mempengaruhi temperatur air. Berikut nilai temperatur pada saat pengambilan sampel pada setiap titik sampling sungai Gajahwong dapat dilihat dari Tabel 4.4:

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Temperatur Air Sungai Gajahwong

Titik	Temperatur	Baku mutu Max (°C)	Baku mutu Min (°C)	Suhu Udara
T1	25	30	24	27
T2	26	30	24	27
T3	26	30	24	27
T4	27	32	26	29
T5	26	30	24	27
T6	26	30	24	27
T7	27	31	25	28



Gambar 4.3 Nilai Temperatur Air Sungai Gajahwong

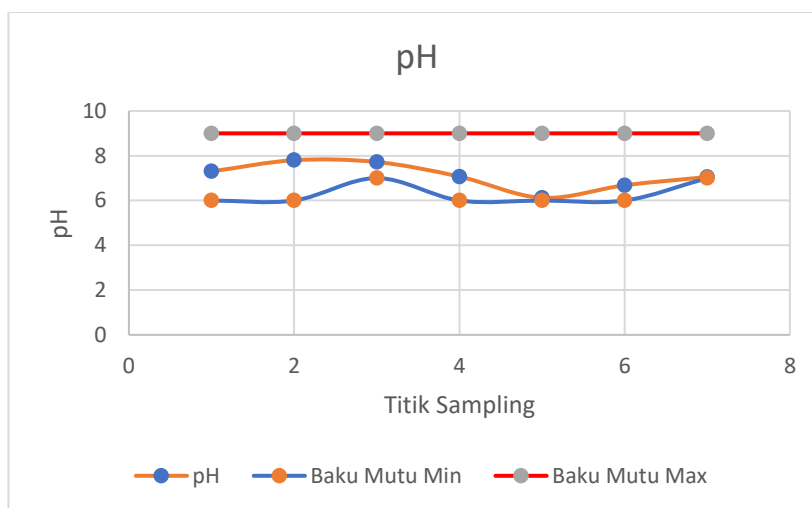
Berdasarkan hasil pengukuran temperatur air pada Tabel 4.4. menunjukkan bahwasanya temperatur air di sungai Gajahwong 24 °C sampai 27 °C. Dari Gambar 4.3 memperlihatkan bahwa temperatur air tertinggi berada di titik 4 dan titik 7. Hal ini dikarenakan Temperatur air meningkat karena sampel diambil pada siang hari dengan cuaca panas. Sedangkan suhu terendah berada di titik 1 karena berada di daerah tinggi dengan kondisi cuaca yang dingin. suhu air Sungai Gajahwong masih memenuhi baku mutu kelas II dengan perbedaan ± 3 dari suhu udara di setiap titik sampling penelitian. Oleh karena itu, berdasarkan hasil pengukuran, suhu air di Sungai Gajahwong masih memenuhi baku mutu kelas II. Untuk organisme perairan, rentang suhu ideal adalah 25–30 °C yang menunjukkan temperatur air pada penelitian di sungai Gajahwong masih memenuhi nilai optimal di dalam rentang tersebut. Pada temperatur air yang tinggi, penurunan konsentrasi DO dapat mengganggu kehidupan biota perairan.

4.3.2 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman juga dikenal sebagai pH adalah pengukuran yang digunakan untuk menunjukkan seberapa asam atau basa suatu perairan. pH perairan pada skala 0–14 menunjukkan kondisi netral, pH di bawah 7 menunjukkan kondisi asam, dan pH di atas 7 menunjukkan kondisi basa. Berikut merupakan Hasil pengukuran pH di sungai Gajahwong dapat dilihat pada Tabel 4.5:

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran pH di Sungai Gajahwong

Titik	pH	Baku mutu min	Baku mutu max
T1	6	6	9
T2	6	6	9
T3	7	6	9
T4	6	6	9
T5	6	6	9
T6	6	6	9
T7	7	6	9



Gambar 4.4 Nilai pH Sungai Gajahwong

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa hasil pengukuran pH air sungai di sungai Gajahwong bernilai dengan rentang 6 – 7. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021, baku mutu kelas II untuk parameter pH yaitu 6 – 9. Sehingga dapat disimpulkan pH di sungai Gajahwong masih sesuai baku mutu yang diperuntukkan untuk air kelas II dikarenakan pada semua titik memasuki rentang yang aman.

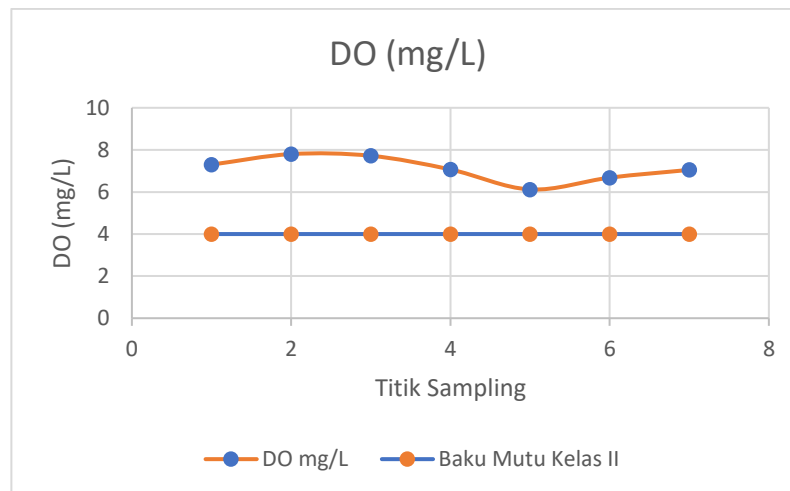
4.3.3 Dissolved Oxygen (DO)

DO atau dikenal dengan Oksigen terlarut adalah kebutuhan dasar didalam kehidupan makhluk hidup di dalam air dikarenakan DO merupakan *supply*

Oksigen terlarut yang dibutuhkan makhluk hidup di dalam air sehingga DO merupakan parameter yang sangat penting di suatu perairan seperti Sungai Gajahwong. DO dihasilkan dari hasil proses fotosintesis tanaman air dan udara yang masuk ke dalam air menyediakan oksigen terlarut yang diperlukan untuk kehidupan makhluk hidup di dalam air. Berikut merupakan data konsentrasi DO di sungai Gajahwong dapat dilihat pada Tabel 4.6 :

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran DO di Sungai Gajahwong

Titik	DO (mg/L)	Baku mutu (mg/L)
Titik 1	7,30	5
Titik 2	7,80	5
Titik 3	7,72	5
Titik 4	7,07	5
Titik 5	6,12	5
Titik 6	6,68	5
Titik 7	7,05	5



Gambar 4.5 Nilai DO Sungai Gajahwong

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa rentang nilai DO terendah dan tertinggi di sungai Gajahwong sebesar 6,12 mg/L sampai 7.80 mg/L. Konsentrasi DO tertinggi berada pada titik 2 sebesar 7.80 mg/L, dikarenakan titik 2 dipengaruhi beberapa faktor seperti suhu, salinitas dan juga tekanan atmosfer serta terdapat terjunan yang ada di lokasi tersebut. Sehingga akan meningkatkan

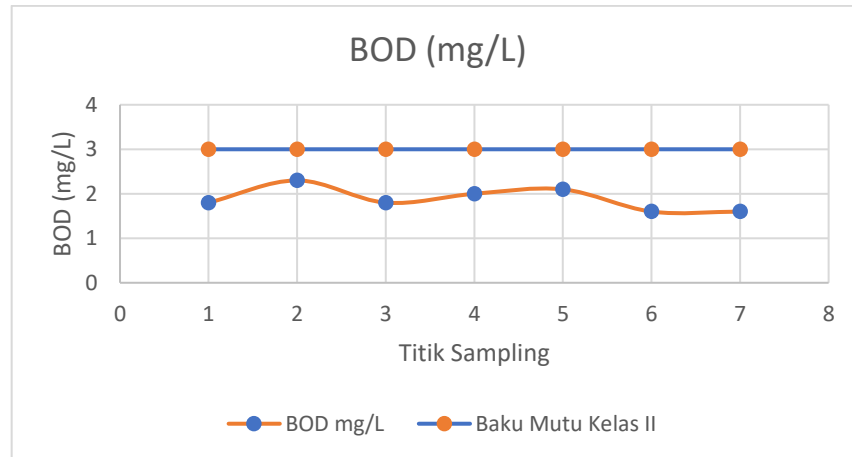
kadar oksigen terlarut di titik 2. Selain itu dengan adanya terjunan akan membantu proses *self purification* atau memperbaiki diri secara alami kualitas air di titik 2. Dari tabel diatas menunjukkan bahwa DO terendah sebesar 6,12 mg/L berada di titik 5 hal ini dipengaruhi oleh tingginya tingkat pencemar yang masuk ke aliran Sungai Gajahwong menyebabkan tingginya konsumsi oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan-bahan organik sehingga menyebabkan penurunan konsentrasi DO di lokasi tersebut.

4.3.4 Biological Oxygen Demand (BOD)

BOD adalah parameter yang digunakan untuk mengukur tingkat pencemaran perairan. BOD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik atau kebutuhan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme untuk mengurai bahan organik di air. Berikut merupakan hasil perhitungan BOD yang dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan BOD Sungai Gajahwong

Titik	BOD (mg/L)	Baku mutu (mg/L)
Titik 1	1,8	3
Titik 2	2,3	3
Titik 3	1,8	3
Titik 4	2	3
Titik 5	2,1	3
Titik 6	1,6	3
Titik 7	1,6	3



Gambar 4.6 Nilai BOD Sungai Gajahwong

Berdasarkan Tabel 4.7 menunjukkan bahwa konsentrasi BOD yang ada di sungai Gajahwong mengalami kenaikan dari titik 2 hingga yaitu sebesar 2,3 mg/L dan terjadi penurunan pada titik 3 yaitu 1,8 mg/L lalu mengalami kenaikan di titik 4 dan titik 5 yaitu 2 mg/l menjadi 2,1 mg/L. kenaikan konsentrasi BOD disebabkan oleh adanya aktivitas pencemaran yang berasal dari *non point source* dan *point source* dari lokasi tersebut. Pada titik 6 dan titik 7 mengalami penurunan dari titik sebelumnya dengan angka yang sama yaitu 1,6 mg/L. penurunan konsentrasi BOD disebabkan oleh proses dekomposisi zat organik yang dipengaruhi DO yang menyebabkan penurunan konsentrasi BOD pada titik 3, titik 6 dan titik 7. Jika melihat dari semua nilai BOD di sungai Gajahwong dan dibandingkan dengan baku mutu bahwasanya nilai BOD di sungai Gajahwong memenuhi baku mutu air kelas II yaitu sebesar 3 mg/L dan hal ini dipengaruhi oleh tingginya nilai DO di sungai Gajahwong sehingga dekomposisi di sungai Gajahwong dilakukan dengan *supply* oksigen yang cukup untuk mendegradasi zat organik tersebut.

4.4 Sumber Pencemar Sungai Gajahwong

Pada penelitian ini, setiap segmen terdapat effluent yang masuk ke badan sungai Gajahwong yang berasal dari berbagai macam jenis sumber Pencemar diantaranya limbah domestik, perikanan, pertanian sawah, limbah industri susu, saluran drainase dan limbah dari penyamakan kulit. Pada penelitian ini, terdapat sumber pencemar *point source* dan *non point source*. *Point Source* merupakan sumber pencemar yang berasal dari saluran pembuangan yang terdiri dari satu

titik. Sedangkan, *non point source* merupakan sebaran saluran pembuangan air limbah yang tidak diketahui. Berikut merupakan data sumber pencemar Sungai Gajahwong terlihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Sumber Pencemar Sungai Gajahwong

Segmen	Sumber Pencemar		Konsentrasi BOD (mg/L)	
	<i>Point Source</i>	<i>Non Point Source</i>	<i>Point Source</i>	<i>Non Point Source</i>
1	Anak Sungai **	Limbah Domestik **	2,5 **	41 **
2	Limbah Mall Amplas *	Pertanian **	3,2 *	30,41 **
3	Saluran Drainase *	Pertanian **	2,5 *	30,41 **
4	Limbah Industri Susu *	Pertanian **	3 *	30,41 **
5	Limbah Penyamakan Kulit *	Perikanan **	3,1 *	56,7 **
6	Saluran Drainase *	Pertanian **	2,6 *	30,41 **
7	-	Limbah Domestik **	-	39,67 **

(*) Hasil Pengujian Laboratorium

(**) Hasil perhitungan dan pendekatan data sekunder penelitian terdahulu

Berdasarkan Tabel 4.8, menunjukkan bahwa pengambilan sampel air limbah hanya dilakukan pada point source dan dilakukan pengujian di Laboratorium FTSP UII. Sedangkan, sumber pencemar *non point source* tidak dilakukan pengambilan sampel, melainkan dengan pendekatan yang dilakukan dengan menghitung jumlah beban pencemar yang tersebar dari berbagai sumber (Syahril, 2016). Untuk nilai *non point source* BOD dilakukan dengan pendekatan sesuai dengan perhitungan potensi beban pencemaran dan/atau rentang nilai yang berasal dari referensi. Pada sumber pencemar limbah pertanian diperoleh debit *non point source* dari hasil perhitungan yaitu luas lahan dikalikan dengan kebutuhan air untuk area sawah. Kebutuhan air untuk area sawah berkisar antara 0,74 – 1,2 liter/detik/ha (Mauliana, 2022). Setelah itu, dilakukan perhitungan potensi beban pencemaran lahan pertanian menggunakan persamaan berikut (Sampe dkk, 2018) :

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = Luas\ lahan\ (ha) \times faktor\ effluent \left(\frac{\frac{kg}{ha}}{musim\ tanam} \right) \times 10\%$$

Tabel 4.9 Faktor Effluent Pertanian

Limbah Pertanian	Faktor Effluent (kg/hari/musim)
BOD	225
N	20
P	10
TSS	0.04
Peptisida	0.08

Sumber : Sampe, 2018

Berdasarkan perhitungan potensi beban pencemaran (PBP) pada pertanian memiliki konsentrasi BOD sebesar 30,41 mg/L. Pada limbah perikanan, perhitungan debit dilakukan dengan menggunakan volume air kolam. Berdasarkan penelitian (Fachrurazie, 2005), untuk 100 m² luasan kolam biasa memerlukan air segar sebanyak 21 liter/detik.

Pada sumber pencemar limbah domestik dilakukan perhitungan debit air limbah yang diperoleh dari 60% dari penggunaan air bersih yaitu dari *grey water*. Perhitungan debit air limbah adalah sebagai berikut.

Debit Air Limbah = (60 – 80 %) x Debit Air Bersih x Jumlah Penduduk

Sedangkan, untuk perhitungan beban pencemaran limbah rumah tangga atau domestic diperoleh dari persamaan berikut (Pangestu dkk, 2017) :

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = \text{Jumlah Penduduk} \times \text{faktor effluent} \times r_{ek} \times \alpha$$

Keterangan :

r_{ek} = Rasio ekuivalen kota Kota = 1, Pinggiran kota = 0,8125, Pedalaman = 0,625

(α) = Koefisien transfer beban Jarak sumber pencemar ke sungai 0 – 100 = nilai 1

Jarak sumber pencemar ke sungai 100 – 500 m = nilai 0,85

Jarak sumber pencemar ke sungai > 500 m = nilai 0,3

Faktor effluent = BOD = 0,04 kg/hari

COD = 0,055 kg/hari

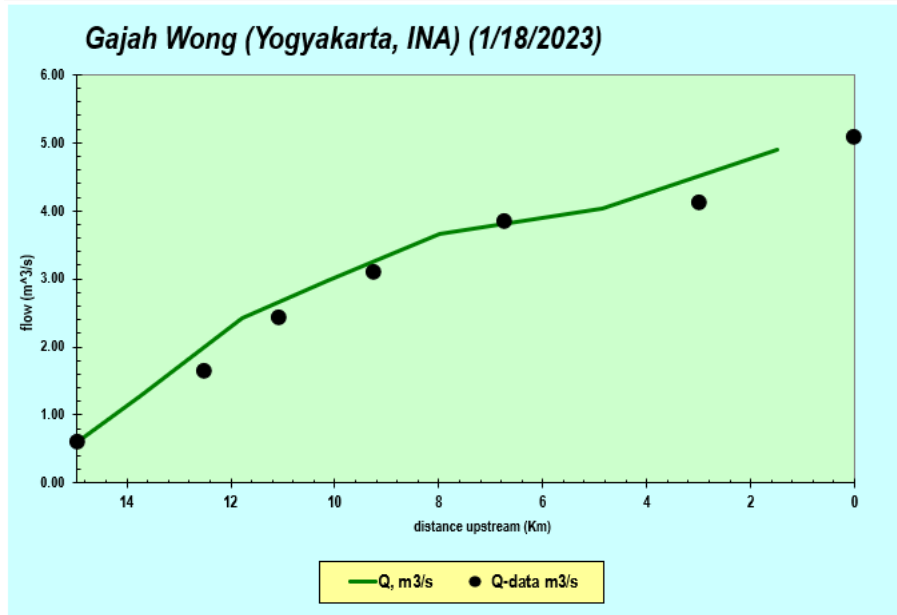
TSS = 0,038 kg/hari

4.5 Pemodelan Kualitas Air Sungai dengan QUAL2Kw

Pemodelan kualitas air sungai di sungai Gajahwong dilakukan dengan menggunakan software QUAL2Kw versi 5.1 dimulai dengan memasukkan data yang dikumpulkan selama sampling. Bagian – Bagian dari software QUAL2Kw terdiri dari beberapa lembar kerja. Warna lembar kerja QUAL2Kw secara umum terdiri dari 5 warna dan fungsi yang berbeda. Setelah mengetahui fungsi dan makna dari setiap warna di software QUAL2Kw selanjutnya menginput data di bagian *worksheet reach*, *Worksheet headwater*, *worksheet klimatologis*, *worksheet point source*, *worksheet diffuse source*, *worksheet hydraulic data*, *worksheet temperatur data* dan *worksheet WQ data*. Setelah memasukkan data, kalibrasi model dilakukan dengan melakukan *trial and error* agar grafik model sesuai dengan data sampling atau data lapangan. Kemudian, validasi model dilakukan dengan menghitung nilai *error* model menggunakan metode RPD atau metode yang dilakukan. Nilai *error* model dapat diterima dan dilanjutkan ke tahap simulasi model jika sesuai dengan persyaratan. Dalam penelitian ini, model dimulai dengan 2 simulasi tujuannya adalah untuk mengetahui apakah simulasi tersebut efektif untuk menurunkan konsentrasi BOD dan meningkatkan kadar DO di sungai Gajahwong.

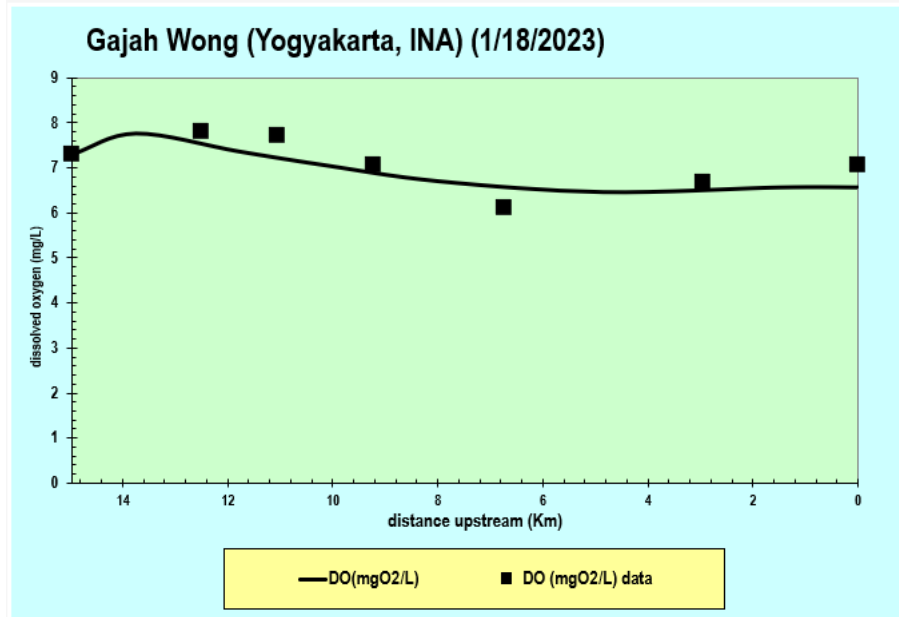
4.5.1 Hasil Kalibrasi Model

Kalibrasi pembuatan hasil pemodelan dilakukan dengan cara *trial and error* lalu melakukan RUN VBA secara berulang – ulang untuk mendapatkan hasil model yang mendekati kondisi eksisting. Dalam pembuatan kalibrasi yang benar dilakukan kalibrasi model debit. Kalibrasi model debit dilakukan dengan cara trial dan error di *worksheet point source* dan *worksheet diffuse source*. Berikut merupakan hasil kalibrasi model yang telah dilakukan dalam pemodelan sungai Gajahwong dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



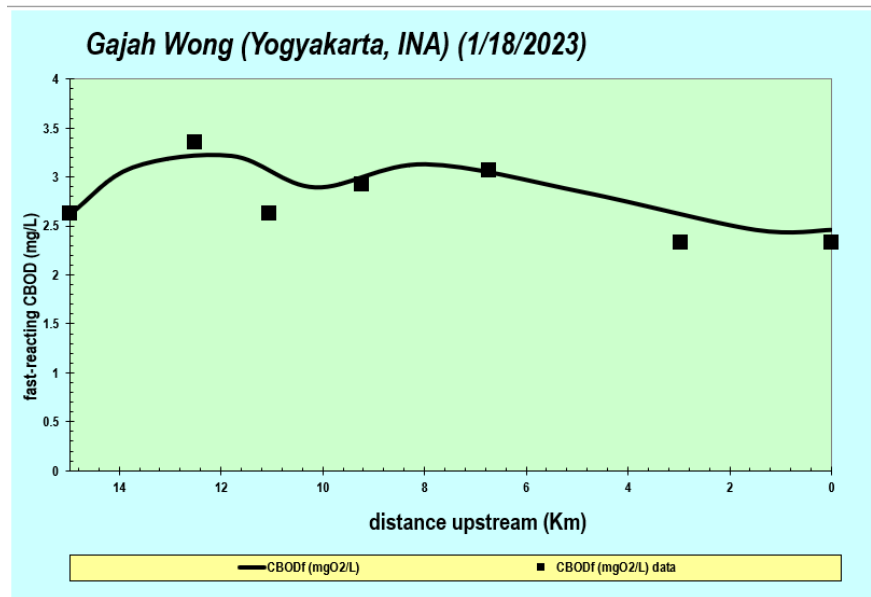
Gambar 4.2 Hasil Kalibrasi Debit Sungai Gajahwong

Pada Gambar 4.6 diatas menunjukkan hasil kalibrasi data model debit dari titik 1 hingga titik 7 mengalami kenaikan nilai debit dari masing – masing titik. Kenaikan nilai debit pada masing – masing titik disebabkan oleh lebar sungai, elevation dan kedalaman dan juga banyaknya sumber aliran yang masuk kedalam sungai Gajahwong seperti *point source* ataupun *non point source*. Dapat dilihat bahwasanya debit terendah berada pada titik 1 sebesar 0,6 hal ini disebabkan kondisi hidrolis seperti kecepatan aliran sungai pada titik 1 sebesar 0.5 m/s dan lebar sungai besar 7,9 m. rendahnya kecepatan aliran di titik 1 dikarenakan adanya vegetasi serta banyaknya bebatuan yang menghalangi kecepatan aliran pada titik 1 dan lebar sungai merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi debit, Semakin lebar suatu sungai maka debit yang dihasilkan semakin besar karena air hujan yang ditangkap juga semakin banyak (Dharmananta, 2019) Untuk debit tertinggi berada pada titik ke 7 yaitu 5.1 m/s. peningkatan debit pada titik 7 dikarenakan faktor kemiringan. Kemiringan di titik 7 lebih curam sehingga kecepatan aliran menjadi lebih besar serta lebar sungai mempengaruhi besarnya suatu debit



Gambar 4.3 Hasil Kalibrasi DO Sungai Gajahwong

Pada Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa grafik model DO memiliki nilai yang berfluktuasi. Kecil besarnya suatu konsentrasi DO pada pemodelan QUAL2Kw dipengaruhi oleh kondisi hidrolis sungai, suhu air, temperature udara dan berbagai macam *effluent* yang masuk ke badan sungai. *Effluent* tersebut diperoleh dari limbah – limbah seperti domestik, pertanian, perikanan industri dan saluran drainase. *Effluent* pencemaran yang tinggi di sungai Gajahwong menyebabkan konsentrasi DO, sehingga *supply* oksigen terlarut didalam air yang dibutuhkan mikroorganisme untuk mendegradasi zat pencemar organik semakin rendah. Pada grafik diatas nilai DO terendah berada pada titik 5 yaitu sebesar 6,12 mg/l hal ini disebabkan adanya beban pencemar *point source* yang masuk kedalam sungai tersebut yaitu saluran drainase sedangkan untuk DO tertinggi berada pada titik 2 sebesar 7,8 mg/l. besarnya nilai DO di titik 2 dipengaruhi oleh terjunan. Terjunan di suatu sungai dapat menyebabkan terjadinya aerasi sehingga menghasilkan oksigenasi lokal yang membuat peningkatan DO di perairan tersebut



Gambar 4.4 Hasil kalibrasi BOD sungai Gajahwong

Pada Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa grafik hasil kalibrasi BOD berfluktuasi. Titik BOD tertinggi berada di titik 2 yaitu sebesar 2.46 mg/l yang berada di jembatan affandi, tingginya BOD di titik 2 di karenakan *effluent* dari *point source* saluran drainase mall Amplas sehingga akumulasi BOD semakin tinggi. Walaupun nilai DO di titik 2 sebesar 7.8 mg/ L nilai BOD di titik 2 memiliki nilai BOD yang tinggi pula sedangkan nilai BOD terendah berada pada titik 6 dan titik 7 yaitu sebesar 1.6 mg/l. Di titik 6 dan 7 kondisi vegetasi yang rimbun membuat kebutuhan DO di titik tersebut tinggi dikarenakan adanya proses fotosintesis pada tumbuhan yang menghasilkan oksigen sehingga kebutuhan mikroorganisme untuk mendekomposisi zat organik semakin besar. Maka dari itu untuk hasil BOD dititik 6 dan titik 7 bernilai rendah dibandingkan titik – titik yang lainnya.

4.5.2 Hasil Validasi Model

Validasi model bertujuan untuk menentukan nilai *error* model dan mengetahui seberapa akurat data model dan data lapangan Model divalidasi dengan menghitung nilai *error* menggunakan metode terpilih. Validasi model untuk data debit menggunakan *Relative Precentage Difference* (RPD) merupakan persamaan Untuk mengevaluasi kalibrasi dan validasi model QUAL2Kw atau persamaan perbedaan persentase relatif (RPD) digunakan (Ahmad., 2020) adapun persamaan

RPD adalah :

$$RPD = \frac{C_{sim} - C_{obs}}{C_{obs}} \times 100\%$$

Keterangan :

C_{sim} = Konsentrasi Simulasi (mg/L)

C_{obs} = Konsentrasi Observasi (mg/L)

Nilai RPD dalam satu parameter yang dapat di terima ialah < 25%

Tabel 4.10 Hasil Validasi Model Debit dengan RPD

Debit			
Jarak (km)	Cobs	Csim	hasil error
14.96	0.61225	0.6	2%
13.74	1.63	1.3	21%
11.79	2.43	2.4	0%
10.145	3.0972	3.0	4%
7.98	3.8399	3.7	5%
4.85	4.1175	4.0	2%
1.485	5.08164	4.9	4%
Average (RPD)			5%

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa nilai validasi model dapat diterima yaitu jika, nilai RPD < 25 % maka akurasi semakin baik dan semakin kecil prosentase nilai RPD, maka semakin representatif model terhadap kondisi badan sungai. Nilai debit menunjukkan hasil validasi sebesar 5 % sehingga dapat di terima. Sedangkan hasil validasi model parameter BOD dan DO yang didapatkan setelah mengkalibrasi model dengan cara *trial and error* dilanjutkan melakukan proses validasi model dengan metode terpilih. Proses dalam validasi model untuk menghitung *error* model dengan data – data di lapangan. Metode dalam validasi model pada penelitian ini ialah metode RPD bertujuan untuk menentukan nilai *error* model dan mengetahui seberapa akurat data model

Berikut merupakan Tabel 4.11 hasil Validasi model RPD

Tabel 4.11 Hasil Validasi Model BOD dengan metode RPD

BOD			
Jarak (km)	Cobs	Csim	hasil error
14.96	2.628	2.6	0%
13.74	3.358	3.1	8%
11.79	2.628	3.2	23%
10.145	2.92	2.9	1%
7.98	3.066	3.1	2%
4.85	2.336	2.8	22%
1.485	2.336	2.5	5%
Average (RPD)			9%

Berdasarkan Tabel di atas menunjukkan bahwa nilai validasi model dapat diterima yaitu kurang dari 25%. Nilai RPD parameter BOD di dapatkan rerata sebesar 9 % sehingga model tersebut dapat diterima.

Tabel 4.12 Hasil Validasi Model DO dengan metode RPD

DO			
Jarak (km)	Cobs	Csim	hasil error
14.96	7.3	7.3	0%
13.74	7.8	7.8	0%
11.79	7.72	7.4	5%
10.145	7.07	7.1	0%
7.98	6.12	6.7	10%
4.85	6.68	6.5	3%
1.485	7.05	6.6	7%
Average (RPD)			4%

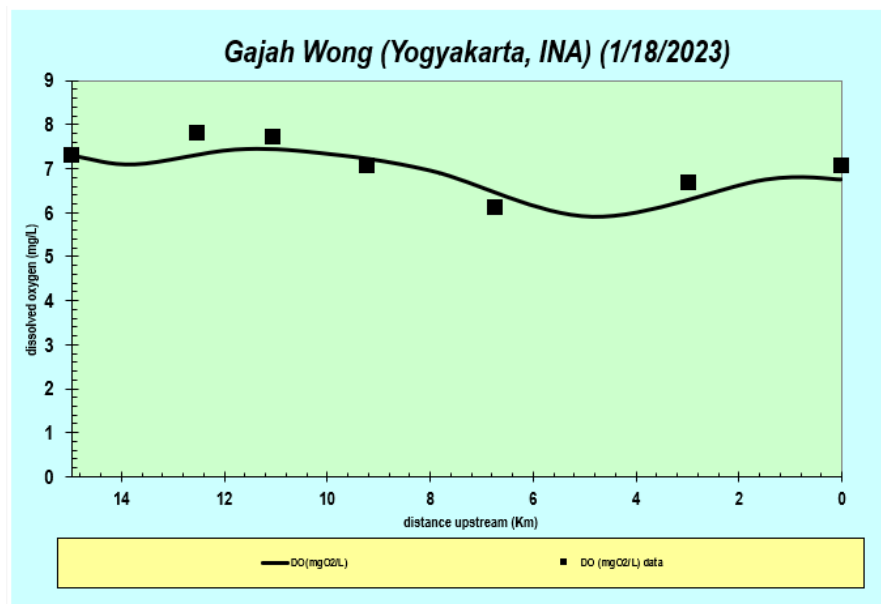
Berdasarkan Tabel di atas menunjukkan bahwa nilai validasi model dapat diterima yaitu kurang dari 25%. Nilai RPD parameter DO di dapatkan rerata sebesar 4% sehingga model tersebut dapat di terima.

4.5.3 Hasil Simulasi Model

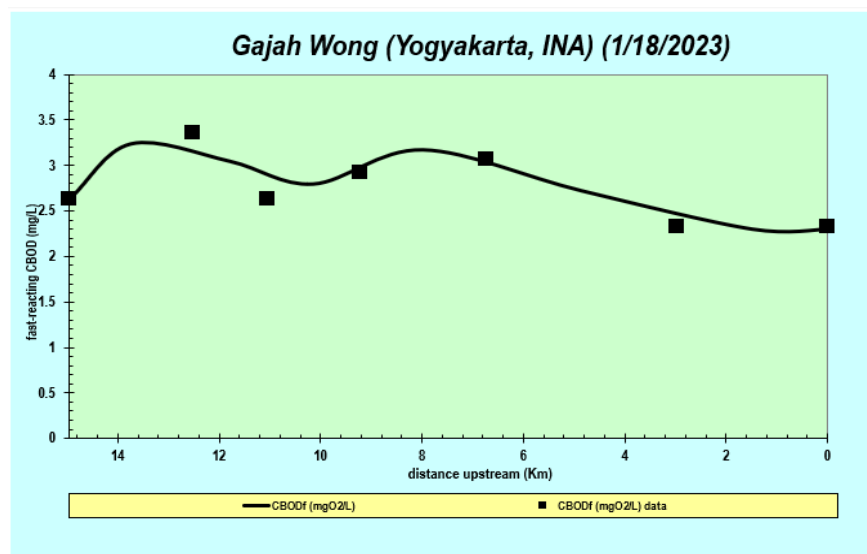
Simulasi model yang dilakukan menggunakan 2 simulasi, untuk simulasi pertama disimulasikan membentuk model sesuai dengan data observasi dengan menggunakan *trial and error* dan simulasi kedua diasumsikan kualitas air di hulu sesuai dengan kondisi eksisting dan sesuai dengan PP No 21 Tahun 2021.

a) Simulasi 1

Simulasi pertama adalah Simulasi dilakukan dengan menggunakan kondisi eksisting sesuai model yang diperoleh. Grafik model simulasi pertama dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 di bawah ini;



Gambar 4.5 Grafik Model Simulasi 1 parameter DO



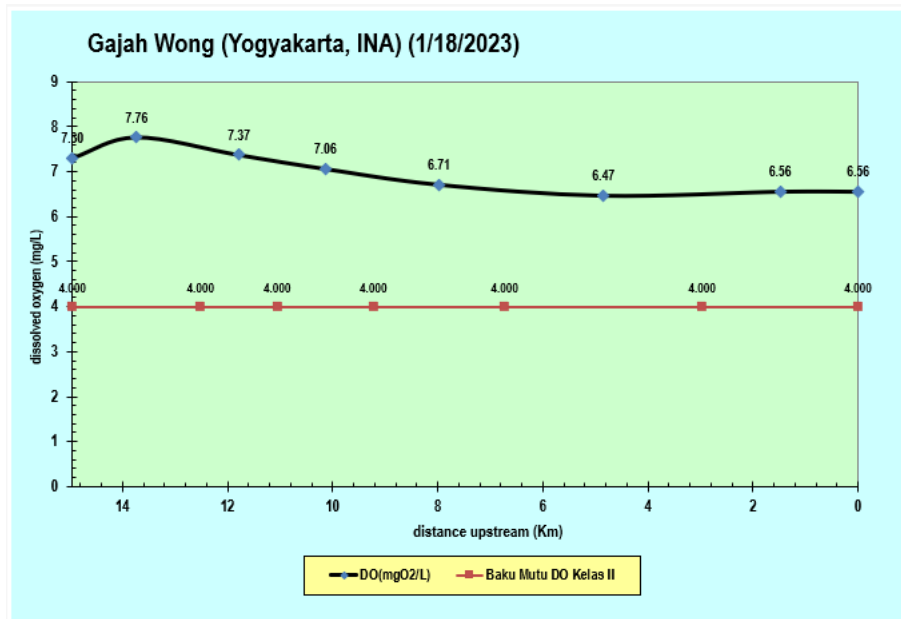
Gambar 4.6 Grafik Model Simulasi 1 parameter BOD

Grafik Simulasi 1 untuk parameter DO bahwa grafik model DO memiliki nilai yang berfluktuasi. Kecil besarnya suatu konsentrasi DO pada pemodelan QUAL2Kw dipengaruhi oleh kondisi hidrolis sungai, suhu air, temperature udara dan berbagai macam *effluent* yang masuk ke badan sungai. *Effluent* tersebut di peroleh dari limbah – limbah seperti domestik, pertanian, perikanan industri dan saluran drainase. *Effluent* pencemaran yang tinggi di sungai Gajahwong menyebabkan konsentrasi DO, sehingga *supply* oksigen terlarut didalam air yang dibutuhkan mikroorganismenya untuk mendegradasi zat pencemar organik semakin rendah. Pada grafik diatas nilai DO terendah berada pada titik 5 yaitu sebesar 6,12 mg/l hal ini disebabkan adanya beban pencemar *point source* yang masuk kedalam sungai tersebut yaitu saluran drainase sedangkan untuk DO tertinggi berada pada titik 2 sebesar 7,8 mg/l. besarnya nilai DO di titik 2 dipengaruhi oleh terjunan. Terjunan di suatu sungai dapat menyebabkan terjadinya aerasi sehingga menghasilkan oksigenasi lokal yang membuat peningkatan DO di perairan tersebut. Sedangkan untuk grafik BOD pada simulasi 1 bahwasanya hasil kalibrasi BOD berfluktuasi. Titik BOD tertinggi berada di titik 2 yaitu sebesar 2.46 mg/l yang berada di jembatan affandi, tingginya BOD di titik 2 di karenakan *effluent* dari *point source* saluran drainase mall Amplas sehingga akumulasi BOD semakin tinggi. Walaupun nilai DO di titik 2 sebesar 7.8 mg/ L, nilai BOD di titik 2 memiliki nilai BOD yang tinggi pula sedangkan nilai BOD terendah berada pada titik 6 dan titik 7 yaitu sebesar 1.6 mg/l. Di titik 6 dan 7 kondisi vegetasi yang rimbun membuat kebutuhan DO di titik tersebut tinggi dikarenakan adanya proses fotosintesis pada tumbuhan yang menghasilkan oksigen sehingga kebutuhan mikroorganismenya untuk mendekomposisi zat organik semakin besar. Maka dari itu untuk hasil BOD dititik 6 dan titik 7 bernilai rendah dibandingkan titik – titik yang lainnya.

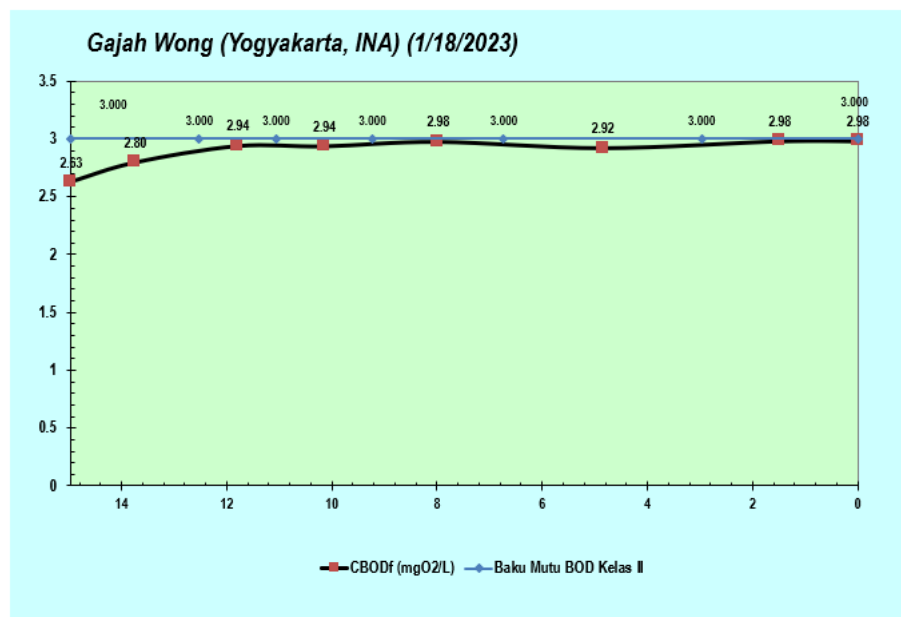
b) Simulasi 2

Pada simulasi 2, simulasi dilakukan dengan data *headwater* dan data *Water Quality (WQ)* menggunakan Baku Mutu Air (BMA) yang mengacu kepada Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 untuk parameter BOD baku mutu air yang diperuntukan maksimum sebesar 3 mg/L dan untuk parameter DO minimum sebesar 4 mg/L untuk air sungai kelas 2. Berdasarkan Gubernur DIY No. 22

Tahun 2007 Sungai Gajahwong masuk ke dalam kategori sungai kelas 2 dari hulu hingga hilir sedangkan untuk sumber pencemaran yang di gunakan menggunakan data *trial and error* di *point source* dan *non point source* tanpa merubah nilai *reach rates* di QUAL2Kw. Berikut hasil simulasi yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12



Gambar 4.7 Grafik Model Simulasi 2 parameter DO



Gambar 4.8 Grafik Model simulasi 2 Parameter BOD

Pada grafik model simulasi 2 untuk parameter DO dan Parameter BOD

diatas, dapat diketahui bahwa *WQ Output* yang diperoleh dari parameter BOD tersebut dibawah Baku Mutu Air (BMA) Kelas II dan untuk parameter DO data lapangan yang didapatkan tidak ada yang dibawah baku mutu malah sebaliknya yaitu di atas 4 mg/L untuk DO peruntukan air kelas II, semakin besar nilai DO maka konsentrasi air di sungai tersebut semakin baik.

4.6 Analisis Daya Tampung Beban Pencemar

Analisis daya tampung beban pencemaran merupakan perhitungan selisish antara sungai dalam kondisi awal dengan kondisi sungai yang memiliki sumber pencemaran *point source* dan *non point source* yang di lakukan trial and error sehingga mendapati hasil baku mutu kelas II sesuai dengan PP 22 Tahun 2021. Untuk menghitung daya tampung beban pencemaran didapatkan dalam hasil simulasi pada *sheet source summary*. Pada *sheet source summary* di ambil data konsentrasi debit yang ada pada setiap segmentasi untuk mendapatkan hasil beban pencemar parameter terpilih dengan rumus beban pencemaran.

4.6.1 Beban Pencemar

Perhitungan Beban Pencemar (BP) didapatkan dengan memodifikasi mengurangi atau menambah sumber pencemaran *point source* secara *trial and error* pada titik tertentu. Nilai BP dapat dihitung dengan rumus seperti berikut

$$BP \text{ (kg.hari)} = \text{Debit (m}^3\text{/hari)} \times \text{Konsentrasi (mg/L)} \times 86,4$$

Suatu beban pencemaran dapat dihitung dengan memperlihatkan dua kondisi. Pada penelitian ini simulasi 1 merupakan sungai dalam kondisi eksisting kemudian dilakukan *trial and error* sedangkan simulasi 2 yaitu memperlihatkan model didapatkan dari keadaan pencemar pada sungai Gajahwong dicoba *trial and error* sampai hasilnya memenuhi dasar kualitas air sungai kategori II sesuai PP No 22 Tahun 2021. Berikut merupakan hasil perhitungan pada simulasi 1 dan 2 dilihat pada Tabel 4.13 dan Tabel 4.14.

Tabel 4.13 Beban Pencemaran pada simulasi 1

Beban Pencemar simulasi 1			
Segmen	Jarak	Konsentrasi (mg/l)	BOD (kg/hari)
1	14.96 - 12.52	4.818	231.032736
2	12.52 - 11.06	4.307	249.662663

Beban Pencemar simulasi 1			
Segmen	Jarak	Konsentrasi (mg/l)	BOD (kg/hari)
3	11.06 - 9.23	3.65	214.4448
4	9.23 - 6.73	3.439252174	341.724096
5	6.73 - 2.97	2.422518519	113.025024
6	2.97 - 0.00	4.526	269.822016

Tabel 4.14 Beban Pencemaran pada simulasi 2

Beban Pencemar Simulasi 2			
Segmen	Jarak	Konsentrasi mg/L	BOD (kg/hari)
1	14,96 - 12,52	3.066	180.133632
2	12,52 - 11,06	3.184069565	316.369152
3	11,06 - 9,23	3.914962963	182.656512
4	9,23 - 6,73	3.504	208.894464
5	6,73 - 2,97	3.930473684	129.045312
6	2,97 - 0,00	3.768837209	280.03968

4.6.2 Daya Tampung Beban Pencemar

Daya tampung beban pencemar pada Sungai Gajahwong menggunakan simulasi 1 dan simulasi 2. Perhitungan dalam menghitung daya tampung beban pencemaran merupakan selisih antara kondisi sungai dengan adanya beban pencemaran dan telah dilakukan trial and error sampai hasilnya memenuhi dasar kualitas air sungai kategori II sesuai PP No 21 Tahun 2021 (simulasi 2) dan kondisi sungai sesuai dengan kondisi eksisting. Berikut rumus untuk menghitung Daya Tampung Beban Pencemar:

$$DTBP = \text{Beban Pencemar Simulasi 2 (kg/hari)} - \text{Beban Pencemar Simulasi 1}$$

Hasil dari perhitungan DTBP di Sungai Gajahwong untuk parameter BOD dapat terlihat pada Tabel 4.15:

Tabel 4.15 Daya Tampung Beban Pencemar Sungai Gajahwong parameter BOD

DTBP (Simulasi 2 - Simulasi 1)		
Segmen	jarak	BOD (kg/hari)
1	14.96 - 12.52	-34.311168
2	12.52 - 11.06	-25.354944
3	11.06 - 9.23	69.631488
4	9.23 - 6.73	-60.927552
5	6.73 - 2.97	77.57856
6	2.97 - 0.00	199.812096

Berdasarkan hasil perhitungan Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) diatas dapat diketahui bahwa untuk parameter BOD yang ada di sungai Gajahwong di beberapa segmentasi telah melebihi daya tampung beban pencemar. Pada parameter BOD daya tampung beban pencemar yang melebihi berada pada segmen 1,2 dan 4 atau titik 2, 3, 5 dengan nilai -34,31 kg/hari, -25,35 kg/hari dan -60,92 kg/hari.

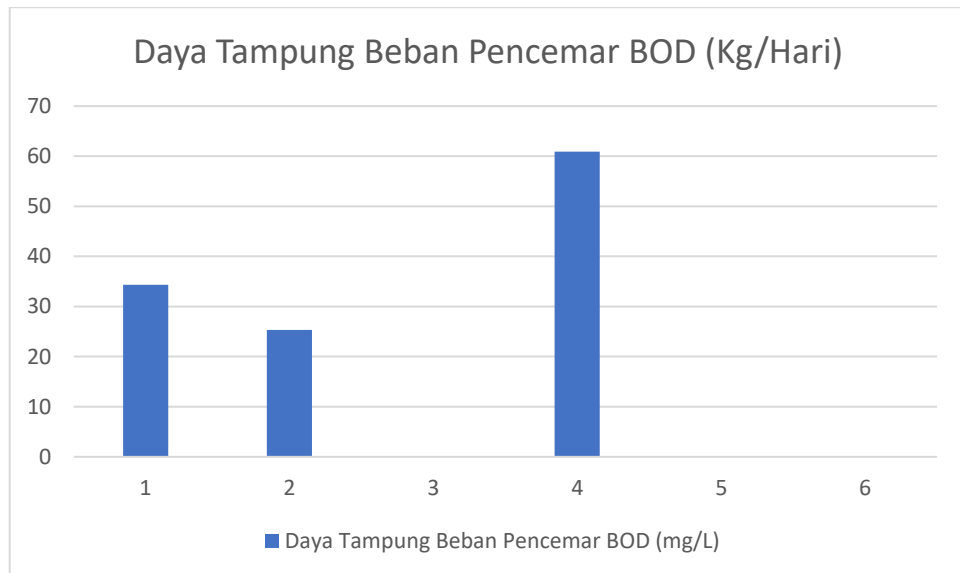
Besarnya beban pencemar pada titik 2,3 dan 5 dikarenakan adanya sumber pencemar *point source* dan *non point source* serta kepadatan penduduk yang mempengaruhi konsentrasi parameter BOD meningkat. Pada titik 3 di pengaruhi oleh adanya sumber pencemar *point source* limbah industri susu SGM, dan pada titik 5 memiliki konsentrasi tertinggi di berada di jembatan tegal gendu yaitu -60.92 kg/hari

4.7 Penurunan Beban Pencemaran

Penurunan daya tampung beban pencemaran di sungai Gajahwong pada parameter BOD yang perlu diturunkan berada pada titik 2,3 dan 5 nilai sebesar -34,31 kg/hari, 25,35 kg/hari dan 60,92 kg/hari, sehingga dapat dilihat pada tabel 4.16 terkait penurunan beban pencemar dengan mempositifkan nilai tabel sesuai dengan kelebihan daya tampung beban pencemar di titik yang melebihi kapasitas daya tampung beban pencemaran dan pada Gambar 4.13 diagram batang penurunan daya tampung beban pencemar.

Tabel 4.16 Penurunan daya tampung beban pencemaran parameter BOD

DTBP (Simulasi 2 - Simulasi 1)		
Segmen	jarak	BOD (kg/hari)
1	14.96 - 12.52	34.311168
2	12.52 - 11.06	25.354944
3	11.06 - 9.23	0
4	9.23 - 6.73	60.927552
5	6.73 - 2.97	0
6	2.97 - 0.00	0



Gambar 4.9 diagram batang penurunan DTBP parameter BOD

Pada Tabel 4.12 dapat diketahui bahwasanya di segmen 1,2 dan 4 atau pada titik 2,3 dan 5 harus di turunkan sebesar nilai sebesar 34.31 kg/hari, 25.35 kg/hari dan 60.92 kg/hari agar bernilai 0 pada segmen tersebut, dan Gambar 4.13 dapat diketahui bahwasanya titik penurunan tertinggi dan terendah pada segmen 4 yaitu 60,92 kg/hari, segmen 1 yaitu 25,35 kg/hari dan penurunan terendah pada segmen 2 yaitu 34,31 kg/hari.setelah mengetahui penurunan nilai DTBP yang harus diturunkan, selanjutnya melakukan strategi atau cara untuk menurunkan parameter BOD dengan menganalisa setiap sumber pencemaran yang masuk kedalam Sungai

Adapun strategi penurunan beban pencemar BOD pada titik 2,3, dan 5 dapat dilihat pada Tabel 4.17

Tabel 4.17 Strategi Penurunan BOD

Segmentasi	BOD (Kg/hari)	BOD yang diturunkan (Kg/hari)	Sumber Pencemar	Strategi Penurunan
Segmen 1	-34.31	34.31	-Limbah domestik -Pertanian	Membuat IPAL komunal di daerah kepadatan penduduk yang tinggi
Segmen 2	-25.35	25.35	- Drainase - Limbah industri susu -Pertanian	Membuat bendungan di daerah tersebut
Segmen 4	-60.92	60.92	Limbah domestik	Membuat IPAL komunal di daerah kepadatan penduduk yang tinggi

Pada Tabel diatas untuk strategi penurunan parameter BOD dengan membuat bendungan pada segmen yang telah di tentukan dan pembuatan IPAL komunal dengan melihat kepadatan penduduk di daerah tersebut. Menurut (Nugraha, 2007) bangunan melintang di tengah sungai, seperti bendungan, yang berfungsi untuk mengatur aerasi mengalir sehingga akan meningkatkan DO di lokasi tersebut. Sedangkan IPAL komunal menurut (Ranudi, 2018) IPAL komunal yang memiliki efisiensi penurunan BOD yang tinggi dapat menggunakan teknologi (ABR) *Anaerobic Baffled Reactor* yaitu sebesar 70 hingga 95 % serta pembiayaan yang dikeluarkan lebih rendah dan desain yang lebih sederhana

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap analisis beban pencemar sungai Gajahwong diatas , dapat disimpulkan bahwa :

1. Kondisi Eksisting Sungai Gajahwong berdasarkan parameter BOD dan DO apabila dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Tahun 2021 Baku Mutu Air Kelas II (BMA) mendapatkan hasil sebagai berikut ini;
 - a. Pada parameter BOD nilai dari titik 1 hingga titik 7 berturut – turut didapatkan dari hasil laboratorium bahwa nilai parameter BOD di sungai Gajahwong pada titik 1 hingga titik 7 di bawah Baku Mutu Air Kelas II (BMA) yaitu 3 mg/L.
 - b. Pada parameter DO nilai dari titik 1 hingga titik 7 berturut – turut hasil yang didapatkan dari hasil laboratorium bahwa nilai parameter DO di sungai Gajahwong pada titik 1 hingga titik 7 di atas Baku Mutu Air Kelas II (BMA) yaitu 4 mg/L sehingga semakin besar DO maka kualitas air sungai tersebut akan semakin baik.
2. Nilai beban Pencemar di sungai Gajahwong dengan perhitungan beban pencemar berdasarkan parameter BOD yaitu;
 - a. Nilai beban pencemar parameter BOD tertinggi ada simulasi pertama berada pada segmen 2 yaitu pada titik 3 sebesar 341 kg/hari dan yang terendah berada pada segmen 5 yaitu pada titik 6 sebesar 51 kg/hari
 - b. Nilai beban pencemar parameter BOD tertinggi simulasi kedua berada pada segmen 2 yaitu pada titik 3 sebesar 316 kg/hari dan yang terendah berada pada segmen 5 yaitu pada titik 6 sebesar 129 kg/hari
3. Kondisi Daya Tampung Beban Pencemar (DTBP) di Sungai Gajahwong berdasarkan parameter BOD yaitu:
 - a. Nilai parameter BOD hasil yang berlebih berada pada segmen 1,2 dan 4 dengan nilai -34,31 kg/hari, -25,35 kg/hari dan -60,92 kg/hari
 - b. Nilai parameter BOD beban pencemar yang tidak dalam kondisi yang berlebih atau masih memiliki *space* daya tampung. Didapatkan nilai DTBP BOD yang berada dalam kondisi beban pencemar yang masih

memiliki daya tampung berada pada segmen 3,5 dan 6 dengan nilai 69,63 kg/hari, 77,57 kg/hari dan 199,81 kg/hari.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa masukan yang nantinya menjadi suatu pertimbangan pada penelitian -penelitian selanjutnya mengenai analisis daya tampung beban pencemar di sungai Gajahwong, antara lain:

1. Dibutuhkan adanya data-data yang bersifat umum di *website* terkait sumber pencemar *point source* dan *non point source* yang masuk kedalam aliran sungai Gajahwong dengan nilai hasil pemantauan secara berkala.
2. Dibutuhkan adanya ketersediaan data-data terbaru terkait klimatologis dan hidrologis agar mendapatkan hasil penelitian mengenai analisis daya tampung beban pencemar menjadi semakin baik.
3. Dibutuhkan adanya pemantauan secara kontinyu contohnya seperti setiap satu bulan sekali sehingga pemantauan terkait kualitas air sungai Gajahwong mendapatkan data yang baik dan dapat digunakan untuk analisis daya tampung beban pencemar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N., Shazwani, N., & Abdullah, J. (2020). Scenario-based pollution discharge simulations and mapping using. *Environmental Pollution*, 259, 113909. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.113909>
- Andika, B., Wahyuningsih, P., & Fajri, R. (2020). Penentuan Nilai BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. *Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 2(1), 14–22. <https://ejurnalunsam.id/index.php/JQ>
- Arief, A. M., Haribowo, R., & Yuliani, E. (2017). *Studi penentuan daya tampung beban pencemaran Hulu Sungai Brantas ruas Temas-Dadaprejo Kota Batu dengan menggunakan aplikasi QUAL2Kw*. Universitas Brawijaya.
- Antunes, I.M.H.R., Albuquerque, M.T.D., S.F. Oliveira G. Sáenz..2018. *Predictive scenarios for surface water quality simulation - A watershed case study* Catena 170. 283–289. Bottino, F., Ferraz, I. C., Menciondo, E. M. and do Carmo Calijuri, M., 2011. Calibration of QUAL2K model in Brazilian micro watershed: effects of the land use on water quality. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 22, no. 4,p. 474-485(*Risyanto dan Widiasfuti, 2004*)..pdf. (n.d.).
- Astuti, D., & Rosemalia, I. (2022). Review: Penurunan BOD (Biological Oxygen Demand) Limbah Cair Domestik dengan Fitoremediasi. *Jurnal Unitek*, 15(1), 59–72. <https://doi.org/10.52072/unitek.v15i1.299>
- Budidaya, L., Lele, I., & Ikan, O. (2016). *Issn. 2527-6395. 1*, 252–261.
- Chen, Q. S., X. H. Xie, Q. Y. Du, and Y. Liu. 2018. “Parameters Sensitivity Analysis of DO in Water Quality Model of QUAL2K.” IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 191(1).
- Chapra, S. C. (2008). *Surface water-quality modeling (Reissued)*. Waveland Press

- Dharmananta, I. D. P. G. A., Suyarto, R., & Trigunasih, N. M. (2019). Pengaruh Morfometri DAS terhadap Debit dan Sedimentasi DAS Yeh Ho. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 8(1), 32–42.
- Daggupati, P., Pai, N., Ale, S., Douglas-Mankin, K. R., Zeckoski, R. W., Jeong, J., Parajuli, P. B., Saraswat, D., & Youssef, M. A. (2015). A recommended calibration and validation strategy for hydrologic and water quality models. *Trans. ASABE*, 58(6), 1705-1719. <http://dx.doi.org/10.13031/trans.58.10712>
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air (Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan). Yogyakarta: Kanisius.
- Fatmawati, R., Masrevaniah, A., dan Solichin, M. 2012. *Kajian Identifikasi Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Ngrowo dengan Menggunakan Paket Program QUAL2Kw*. Jurnal Teknik Pengairan, 3(2), hal.122–131.
- Fachrurazie, C. (2005). Tinjauan Debit Aliran pada Saluran Utama Jaringan Irigasi Riam Kanan Sub Area A untuk Pertanian, Perikanan dan PDAM. Media Teknik Sipil, UNLAM, 13(xxxii), 1–7.
- Hidayah, A. L., Dwiratna, S., Prawiranegara, B. M. P., & Amaru, K. (2020). Kinerja dan Karakteristik Konsumsi Energi, Air, dan Nutrisi pada Sawi Pagoda (*Brassica narinosa*) Menggunakan Sistem Fertigasi Deep Flow Technique (DFT). Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem, 8(2), 125–134. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2020.008.02.02>
- Irsanda, P. G. R, dkk. 2014. *Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo Dengan Metode Qual2KW*. Jurnal Teknik POMITS Vol 3(1) : 2337 – 3539.
- JB. Satrio Nugroho, 2013, *Upaya Menjaga Identitas Kota Yogyakarta*, IntisariOnline.com, Jakarta.
- Kamal, Norashikin A., Muhamad, Nur S., Abdullah, Jazuri. 2020 *Scenariobased Pollution Simulations and Mapping using Integrated QUAL2K-GIS*. Environmental Pollution 259 (2020).

- Kannel, P. R., Lee, S., Lee, Y. S., Kanel, S. R., & Pelletier, G. J. 2007. *Application of automated QUAL2Kw for water quality modeling and management in the Bagmati River, Nepal. Ecological modelling, 202(3-4), 503-517.*
- KEPMEN LH No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air
- Kodoatie, R. J. (2021). *Tata ruang air tanah*. Penerbit Andi.
- Makmur, ., Suwoyo, H. S., Fahrur, M., & Syah, R. (2018). PENGARUH JUMLAH TITIK AERASI PADA BUDIDAYA UDANG VANAME, *Litopenaeus vannamei. Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis, 10(3), 727–738.* <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.24999>
- Muchtar, A., & Abdullah, N. (2007). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Debit Sungai Mamasa. *Jurnal Hutan Dan Masyarakat, 2(1), 174–187.*
- Mega Kusuma Wardani (2017). *Kelayakan Kualitas Perairan Kolam Di Perkebunan Kelapa Sawit Desa Gunung Melati Kecamatan Batu Ampar Kabupaten Tanah Laut*. Mahasiswa Perikanan
- Nugraha, W. D. (2007). Analisis Pengaruh Hidrolika Sungai Terhadap Transport BOD dan Do dengan Menggunakan Software Qual2E (Studi Kasus Di Sungai Kaligarang, Semarang). *Jurnal Presipitasi, 2(1), 66–70.*
- Nggeta, A.A.J. 2017. *Pemodelan Kualitas Air (BOD5 dan DO) Dengan Menggunakan Software Hec-Ras 4.1*. Naskah Seminar Tugas Akhir, hal. 1-16.
- Paryono, Petrus. 2003. Pemodelan Citra Digital Perubahan Lingkungan Biogeofisik Wilayah Pesisir Menggunakan Citra Landsat *Thematic Paper. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*
- Purnaini, Rizki., 2019. *Pemodelan Sebaran BOD di Sungai Kapuas Kecil Bagian Hilir Menggunakan WASP*. *Jurnal Teknosains Vol. 8. No2. Hal 148-157.*
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010 Tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 22 Tahun 2007 Tentang Penetapan Kelas Air Sungai Di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup.

Ranudi, R. S. E. (2018). *Evaluasi Pengelolaan IPAL Komunal di Kabupaten Sleman*. 8–25.

[https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/10630/SKRIPSI SELESAI.pdf?sequence=1](https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/10630/SKRIPSI_SELESAI.pdf?sequence=1)

Risyanto dan Widyasfuti, (2004) *Pengaruh Perilaku Penduduk Dalam Membuang Limbah Terhadap Kualitas Air Sungai Gajahwong*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada (2004)

Rohman, F., & Laili, S. (2019). *chanos Forsskal) dengan Suspected Parasites di Desa Balongpanggung Abiotic Environmental Factors Study of Bandeng Fish (Chanos chanos Frosskal) with Suspected Parasites in Balongpanggung Village e – JBST Vol . 7 Edisi Khusus Maret 2019 Material dan Met. 4, 46–52.*

Sasongko dan Setia, B. 1990. *Beberapa Parameter Kimia Sebagai Analisi*. Edisi keempat. Semarang: Reaktor

Saily, Randhi, and Sjelly Haniza. 2020. “Pendekatan Nilai Kualitas Air Dengan Metode Model Qual2Kw Pada Parameter Uji DO Dan NH4.” *Siklus : Jurnal Teknik Sipil* 6(2): 167–73.

Syahril. (2016). Sumber Polusi Titik Dan Tersebar (Point Adn Nonpoint Source Pollution) Terhadap Pencemaran Airbawah Permukaan. Prosiding Seminar Nasional “Pelestarian Lingkungan & Mitigasi Bencana,” 43–49.

[https://repository.unri.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/8578/R1.7
Syahril S3 PSIL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unri.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/8578/R1.7Syahril%20S3%20PSIL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Wirosoedarmo, R., Haji, A. T. S., & Hidayati, E. A. (2016). Pengaruh Konsentrasi Dan Waktu Kontak Pada Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Karbon Aktif Tongkol Jagung Untuk Menurunkan BOD dan COD. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 3(2), 31–38.
<https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/222>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 Lampiran VI



PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA

LAMPIRAN VI
PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 22 TAHUN 2021
TENTANG
PENYELENGGARAAN PERLINDUNGAN DAN
PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP

BAKU MUTU AIR NASIONAL

I. BAKU MUTU AIR SUNGAI DAN SEJENISNYA

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
1.	Temperatur	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara di atas permukaan air
2.	Padatan terlarut total (TDS)	mg/L	1.000	1.000	1.000	2.000	Tidak berlaku untuk muara
3.	Padatan tersuspensi total (TSS)	mg/L	40	50	100	400	
4.	Warna	Pt-Co Unit	15	50	100	-	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
5.	Derajat keasaman (pH)		6-9	6-9	6-9	6-9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
6.	Kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD)	mg/L	2	3	6	12	

7. Kebutuhan . . .

SK No 097089 A

Lampiran 2 Dokumentasi Kegiatan Sampling



Lampiran 3 Dokumentasi Kegiatan Laboratorium



Lampiran 4 Worksheet QUAL2Kw

a. Data Reach

QUAL2Kw Stream Water Quality Model Gajah Wong (Yogyakarta, INA) (1/18/2023)														
		Open Old File		Run VBA		Run Fortran								
Reach Data:														
Reach for diel plot:		6		<----- change diel plots to this reach										
Reach Label	Downstream end of reach label	Number	Reach length (km)	Downstream		Downstream location (km)	Elevation		Downstream					
				Latitude	Longitude		Upstream (m)	Downstream (m)	Degrees	Minutes	Seconds	Degrees	Minutes	Seconds
	Headwater	0		7.76	110.39	14.960		149.000	7.00	45	45	110.00	23	38
Segmen 1	Titik 2	1	2.44	7.78	100.40	12.520	149.000	120.000	7.00	46	59	100.00	23	48
Segmen 2	Titik 3	2	1.46	7.80	110.40	11.060	120.000	96.000	7.00	48	8	110.00	23	51
Segmen 3	Titik 4	3	1.83	7.81	110.39	9.230	96.000	83.000	7.00	48	50	110.00	23	36
Segmen 4	Titik 5	4	2.50	7.83	110.39	6.730	83.000	76.000	7.00	49	37	110.00	23	37
Segmen 5	Titik 6	5	3.76	7.84	110.40	2.970	76.000	62.000	7.00	50	37	110.00	23	44
Segmen 6	Titik 7	6	2.97	7.87	110.39	0.000	62.000	45.000	7.00	52	8	110.00	23	41

Hydraulic Model (Weir Overrides Rating Curves; Rating Curves Override Manning Formula)													
Reach Label	Downstream end of reach label	Weir		Rating Curves			Manning Formula		Side				
		Height (m)	Width (m)	Coefficient	Exponent	Depth	Channel Slope	Manning n	Bot Width m	Slope	Slope	Slope	
	Headwater	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0400	7.90	0.00	0.00	0.00	
Segmen 1	Titik Sampling 2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0400	16.30	0.00	0.00	0.00	
Segmen 2	Titik Sampling 3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0400	5.00	0.00	0.00	0.00	
Segmen 3	Titik Sampling 4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0400	13.35	0.00	0.00	0.00	
Segmen 4	Titik Sampling 5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0400	9.40	0.00	0.00	0.00	
Segmen 5	Titik Sampling 6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0400	18.30	0.00	0.00	0.00	
Segmen 6	Titik Sampling 7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0400	10.20	0.00	0.00	0.00	

b. Data Reach Rates

Reach number	Reach label	Prescribed Reaeration	ISS Settling Velocity	Slow CBOD Hydrolysis Rate	Slow CBOD Oxidation Rate	Fast CBOD Oxidation Rate
		/d	m/d	/d	/d	/d
1	Segmen 1					
2	Segmen 2	0.200				
3	Segmen 3	0.400				
4	Segmen 4	0.350				
5	Segmen 5	0.300				
6	Segmen 6	0.800				

c. Data Point Source

Name	Location (km)	Point		Temperature			Specific Conductance			Inorganic Suspended Solids			Dissolved Oxygen		
		Abstraction m3/s	Inflow m3/s	mean °C	range/2 °C	time of max	mean umhos	range/2 umhos	time of max	mean mg/L	range/2 mg/L	time of max	mean mg/L	range/2 mg/L	time of max
Anak Sungai	12.90		0.680	28.00											6.50
PS 1 (Mall Amplaz)	12.50		0.240	28.00											6.43
PS 2 (Drainase)	11.04		0.020	28.00											7.85
PS 2 (SGM)	11.02		0.010	28.00											6.43
PS 3 (Kulit)	9.21		0.690	28.00											5.50
PS 4 (Drainase)	6.69		0.090	28.00											6.60

d. Data Diffuse Source

Name	Up (km)	Down (km)	Diffuse	Diffuse	Temp	Spec	Inorg	Diss	CBOD	CBOD	Organic
			Abstraction m3/s	Inflow m3/s	C	Cond umhos	SS mgD/L	Oxygen mg/L	slow mgO2/L	fast mgO2/L	N ugN/L
NPS 1 (Limbah Domestik)	12.38	12.24		0.30	30.00		7.10	4.70		5.55	3.21
NPS 2 (Pertanian)	12.23	11.89		0.61	30.00			7.20		3.07	
NPS 3 (Perkebunan)	9.98	9.89		0.51	31.00			6.50		2.34	
NPS 4 (Pertanian)	5.07	5.00		0.29	29.00			5.00		8.76	0.88
NPS 5 (Perikanan)	2.88	3.80		0.14	30.00			6.60		1.75	
NPS 6 (Pertanian)	0.76	0.67		0.34	30.00			7.20		1.17	
NPS 7 (Limbah Domestik)	0.26	0.15		0.52	29.00			7.30		1.02	

e. Data Hidrolik Sungai Gajahwong

Distance	Q-data	H-data	U-data	Travel time
x(km)	m ³ /s	m	m/s	data (d)
14.96	0.612	0.155	0.500	0.000
12.52	1.630	0.100	1.000	0.000
11.06	2.430	0.450	1.080	0.000
9.23	3.097	0.800	0.290	0.000
6.73	3.840	0.430	0.950	0.000
2.97	4.118	0.300	0.750	0.000
0.00	5.082	0.530	0.940	0.000

f. Data Parameter BOD dan DO

Distance	Cond (umhos)	ISS (mgD/L)	DO (mgO ₂ /L)	CBODs (mgO ₂ /L)	CBODf (mgO ₂ /L)
km	data	data	data	data	data
14.96			7.30		2.63
12.52			7.80		3.36
11.06			7.72		2.63
9.23			7.07		2.92
6.73			6.12		3.07
2.97			6.68		2.34
0.00			7.05		2.34

Lampiran 5 Data Kualitas Sumber Pencemar Berdasarkan Penelitian Sebelumnya

Sumber Pencemar	DO (mg/L)	BOD(mg/L)	Sumber Data		
			Peneliti	Tahun	Judul
Limbah domestik	1,4 – 4,7	5,5	Arif Sumantri	2011	Dampak Limbah Domestik Perumahan Skala Kecil Terhadap Kualitas Air Ekosistem Penerimaannya dan Terhadap Kesehatan Masyarakat
			Astuti	2022	Penurunan BOD (Biological Oxygen Demand) Limbah Cair Domestik dengan Fitoremediasi
Pertanian	4,8 – 7,9	8,67	Hidayah	2020	Kinerja dan Karakteristik Konsumsi Energi, Air dan Nutrisi pada Sawi Pagoda (<i>Brassica narinosa</i>) Menggunakan Sistem Fertigasi Deep Flow Technique (DFT)
			Bayu Andika	2020	Penentuan Nilai BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan

Sumber Pencemar	DO (mg/L)	BOD(mg/L)	Sumber Data		
			Peneliti	Tahun	Judul
Perikanan	2 – 6,7	0,99 - 3	Mega Kusuma Wardani,	2017	Kelayakan Kualitas Perairan Kolam Di Perkebunan Kelapa Sawit Desa Gunung Melati Kecamatan Batu Ampar Kabupaten Tanah Lau
			Nasihin	2016	Pengamatan Baku Mutu Perairan Kalimati Pamarayan Untuk Kegiatan Perikanan

Lampiran 6 Perhitungan *Debit Diffuse Source*

Nama	Segmen	Sumber	Keterangan	Qinput <i>Diffuse Source</i>	Q <i>Diffuse Source</i> (m ³ /detik)
NPS 1	Segmen 2	Balai Pengeloalaan Daerah Aliran Sungai Serayu Opak Progo	Limah Domestik	0,30	0,133
NPS 2	Segmen 2		Pertanian	0,61	0,0006
NPS 3	Segmen 3		pertanian	0,51	0,0144
NPS 4	Segmen 5		Pertanian	0,29	0,001
NPS 5	Segmen 6		Perikanan	0,14	0,0615
NPS 6	Segmen 6		Pertanian	0,34	0,00023
NPS 7	Segmen 6		Limbah Domestik	0,52	0,12

Perhitungan Debit *Diffuse Source* :

(SEGMENT 2)

NPS 1 : Limbah Domestik

$$\begin{aligned}
 Q &= (\text{Jumlah penduduk}(\text{catchment area}) \times \text{Kebutuhan Air Bersih} \times 60 \%) / 86.400 \\
 &= (160 \text{ orang} \times 120 \text{ Liter/hari} \times 60 \%) / 86.400 \\
 &= 0,133 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

NPS 2 : Pertanian

$$\begin{aligned}
 Q &= \text{Luas Lahan} \times \text{Kebutuhan Air Irigasi} \\
 &= 0.82 \text{ ha} \times 0,74 \text{ L/detik/ha} \\
 &= 0.6 \text{ Liter/detik} \\
 &= 0,0006 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

(SEGMENT 3)

NPS 3 : Pertanian

$$\begin{aligned} Q &= \text{Luas Lahan} \times \text{Kebutuhan Air Irigasi} \\ &= 0,12 \text{ ha} \times 0,74 \text{ L/detik/ha} \\ &= 0,08 \text{ Liter/detik} \\ &= 0,00008 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

(SEGMENT 5)

NPS 4 : Pertanian

$$\begin{aligned} Q &= \text{Luas Lahan} \times \text{Kebutuhan Air Irigasi} \\ &= 1,43 \text{ ha} \times 0,74 \text{ L/detik/ha} \\ &= 1,05 \text{ Liter/detik} \\ &= 0,00105 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

(SEGMENT 6)

NPS 5 : Perikanan

$$\begin{aligned} Q &= \text{Volume air kolam} \\ &= 586 \text{ m}^3 \\ &= (21 \times 5) + 18 \\ &= 123 \text{ l/s} \\ &= 0,123 \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 0,123 \times 50 \% \\ &= 0,0615 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

NPS 6 : Pertanian

$$\begin{aligned} Q &= \text{Luas Lahan} \times \text{Kebutuhan Air Irigasi} \\ &= 0,32 \text{ ha} \times 0,7 \text{ L/detik/ha} \\ &= 0,23 \text{ Liter/detik} \\ &= 0,00023 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

NPS 7 : Limbah Domestik

$$\begin{aligned} Q &= (\text{Jumlah penduduk}(\text{catchment area}) \times \text{Kebutuhan Air Bersih} \times 60 \%) / 86.400 \\ &= (144 \text{ orang} \times 120 \text{ Liter/hari} \times 60 \%) / 86.400 \\ &= 0,12 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

LAMPIRAN 7 PERHITUNGAN BEBAN PENCEMARAN NPS BOD

a. Perhitungan Beban Pencemaran Limbah domestik

- Perhitungan PBP BOD pada titik 2

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = \text{Jumlah Penduduk} \times \text{faktor effluent} \times r_{ek} \times a$$

Diketahui :

Jumlah penduduk = 160 orang

Faktor effluent = 0,04 kg/hari

$r_{ek} = 1$

$$a = 0.85$$

perhitungan :

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = \text{Jumlah Penduduk} \times \text{faktor effluent} \times r_{ek} \times a$$

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = 160 \times 0.04 \times 1 \times 0.85$$

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = 5.44 \text{ kg/hari}$$

$$Q = 0.133 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$C = \frac{BP}{Q}$$

$$C = \frac{5.44 \text{ kg/hari}}{0.133 \text{ m}^3}$$

$$C = 41 \text{ mg/l}$$

b. Perhitungan Beban Pencemaran Limbah Pertanian

- perhitungan PBP BOD pada titik 2

Limbah Pertanian	Faktor Effluent (kg/hari/musim)
BOD	225
N	20
P	10
TSS	0.04
Peptisida	0.08

Sampe, 2018

Diketahui :

Luas Lahan = 0,82 ha

Faktor Effluent = 225 kg/ha/musim tanam

Koefisien 10 %

perhitungan :

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = \text{Luas lahan (ha)} \times \text{faktor effluent} \left(\frac{\frac{kg}{ha}}{\text{musim tanam}} \right) \times 10\%$$

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = 0,82 \text{ ha} \times 225 \frac{kg}{ha} \times 10\%$$

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = 18,45 \frac{kg}{hari}$$

$$Q = 0.00061 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$C = \frac{BP}{Q}$$

$$C = \frac{18,45 \text{ g/hari}}{0.00061 \text{ m}^3}$$

$$C = 30,41 \text{ mg/l}$$

c. Perhitungan Beban Pencemaran Limbah Pertanian

- perhitungan PBP BOD pada titik 3

Limbah Pertanian	Faktor Effluent (kg/hari/musim)
BOD	225
N	20
P	10
TSS	0.04
Peptisida	0.08

Sampe, 2018

Diketahui :

Luas Lahan = 0,12

Faktor Effluent = 225 kg/ha/musim tanam

Koefisien 10 %

perhitungan :

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = \text{Luas lahan (ha)} \times \text{faktor effluent} \left(\frac{\frac{kg}{ha}}{\text{musim tanam}} \right) \times 10\%$$

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = 0,12 \text{ ha} \times 225 \frac{\frac{kg}{ha}}{\text{musim tanam}} \times 10 \%$$

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = 2,7 \frac{kg}{hari}$$

$$Q = 0.00009 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$C = \frac{BP}{Q}$$

$$C = \frac{2,7 \text{ kg/hari}}{0,00009 \text{ m}^3/\text{detik}}$$

$$C = 30,41 \text{ mg/l}$$

d. Perhitungan Beban Pencemaran Limbah Pertanian

- perhitungan PBP BOD pada titik 4

Limbah Pertanian	Faktor Effluent (kg/hari/musim)
BOD	225
N	20
P	10
TSS	0.04
Peptisida	0.08

Sampe, 2018

Diketahui :

Luas Lahan = 1,43

Faktor Effluent = 225 kg/ha/musim tanam

Koefisien 10 %

perhitungan :

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = \text{Luas lahan (ha)} \times \text{faktor effluent} \left(\frac{\frac{kg}{ha}}{\text{musim tanam}} \right) \times 10\%$$

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = 1,43 \text{ ha} \times 225 \frac{\frac{kg}{ha}}{\text{musim tanam}} \times 10 \%$$

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = 32,17 \frac{kg}{hari}$$

$$Q = 0.00106 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$C = \frac{BP}{Q}$$

$$C = \frac{14.625 \text{ kg/hari}}{0.00106 \text{ m}^3/\text{detik}}$$

$$C = 30,41 \text{ mg/l}$$

e. Perhitungan Beban Pencemaran Perikanan

- perhitungan PBP BOD pada titik 6

diketahui :

$$\text{Luas lahan} = 586 \text{ m}^2$$

$$Q = 21 \text{ lt/detik} \times 5 \text{ m}$$

(21 lt/detik untuk 100 m² luasan kolam biasa)

$$Q = 105 \text{ L/detik} + 18$$

$$Q = 123 \text{ L/detik}$$

$$Q = 0,123 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q = 0,123 \times 50 \%$$

$$Q = 0,0615 \text{ m}^3/\text{s}$$

f. Perhitungan Beban Pencemaran Limbah Pertanian

- perhitungan PBP BOD pada titik 6

Limbah Pertanian	Faktor Effluent (kg/hari/musim)
BOD	225
N	20
P	10
TSS	0.04
Peptisida	0.08

Sampe, 2018

Diketahui :

$$\text{Luas Lahan} = 0,32$$

$$\text{Faktor Effluent} = 225 \text{ kg/ha/musim tanam}$$

Koefisien 10 %

perhitungan :

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = \text{Luas lahan (ha)} \times \text{faktor effluent} \left(\frac{\frac{kg}{ha}}{\text{musim tanam}} \right) \times 10\%$$

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = 0,32 \text{ ha} \times 225 \frac{\frac{kg}{ha}}{\text{musim tanam}} \times 10 \%$$

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = 7,2 \frac{kg}{hari}$$

$$Q = 0.00024 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$C = \frac{BP}{Q}$$

$$C = \frac{7,2 \text{ kg/hari}}{0.00024 \text{ m}^3/\text{detik}}$$

$$C = 30,41 \text{ mg/l}$$

g. Perhitungan Beban Pencemaran Limbah domestik

- Perhitungan PBP BOD pada titik 2

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = \text{Jumlah Penduduk} \times \text{faktor effluent} \times r \text{ ek} \times a$$

Diketahui :

Jumlah penduduk = 140 orang

Faktor effluent = 0,04 kg/hari

r ek = 1

a = 0.85

perhitungan :

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = \text{Jumlah Penduduk} \times \text{faktor effluent} \times r \text{ ek} \times a$$

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = 140 \times 0.04 \times 1 \times 0.85$$

$$PBP \left(\frac{kg}{hari} \right) = 4.76 \text{ kg/hari}$$

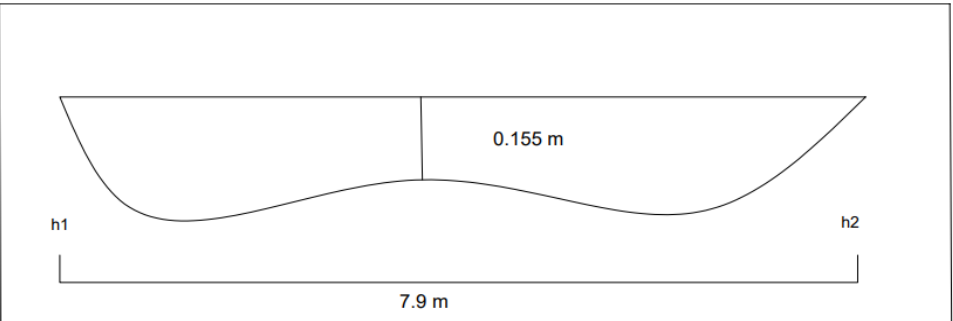
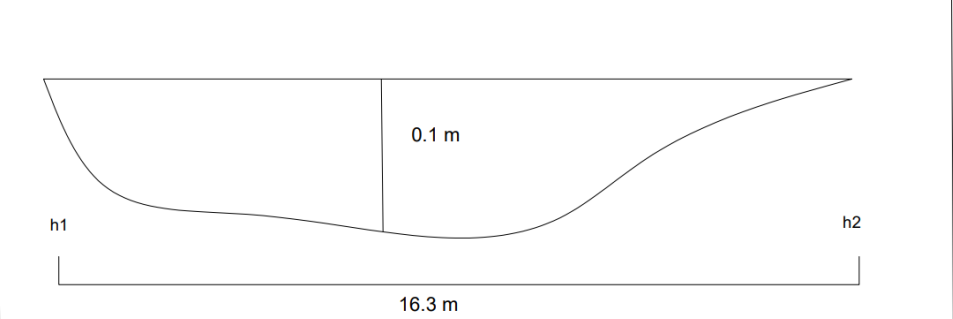
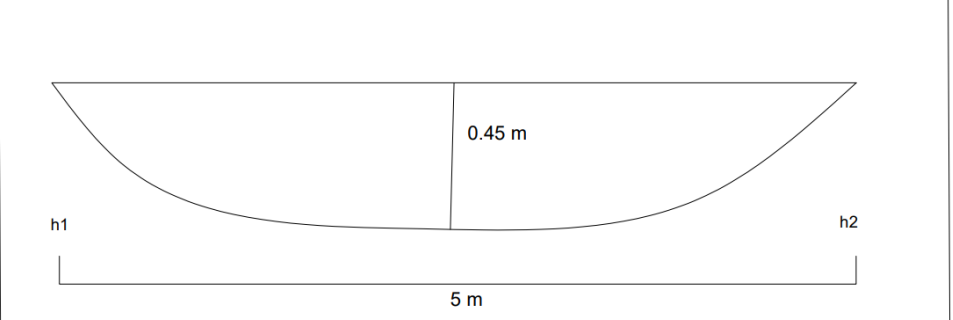
$$Q = 0.12 \text{ m}^3/\text{detik}$$

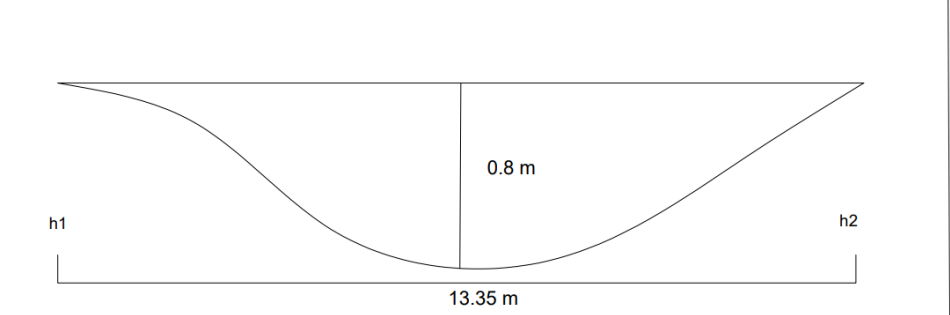
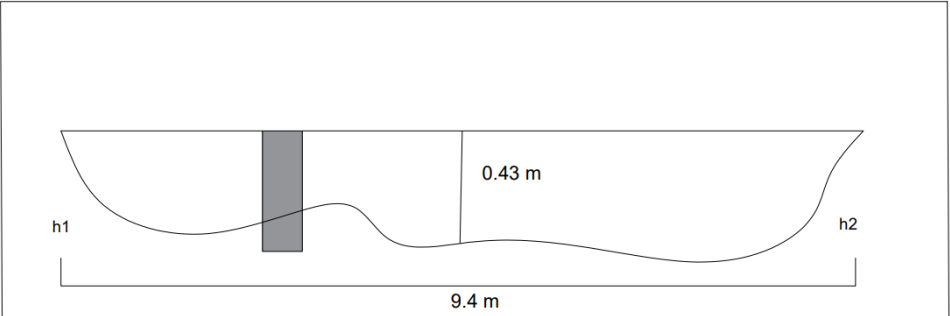
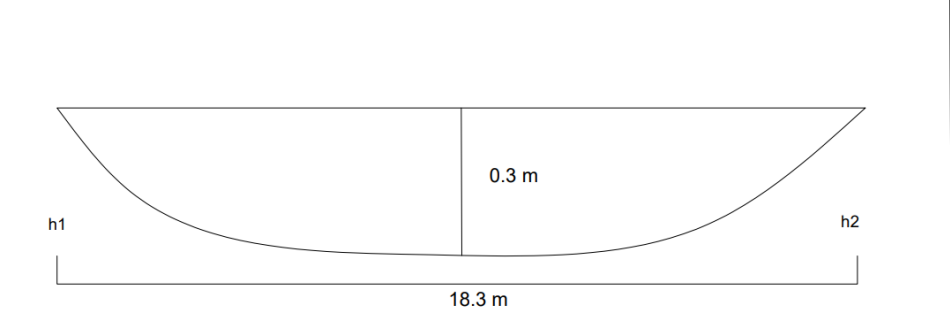
$$C = \frac{BP}{Q}$$

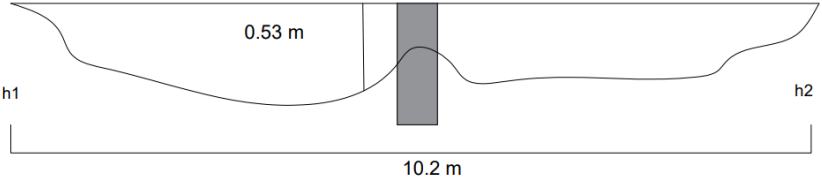
$$C = \frac{4.76 \text{ kg/hari}}{0.12 \text{ m}^3}$$

$$C = 39,67 \text{ mg/l}$$

Lampiran 8 Penampang Basah Sungai Gajahwong

Titik Sampling	Lokasi Sampling	Penampang Basah
1	Jembatan Pelang	 <p>Keterangan :</p> <p>h : ketinggian muka air sungai</p> <p>h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p> <p>h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p>
2	Jembatan Affandi	 <p>Keterangan :</p> <p>h : ketinggian muka air sungai</p> <p>h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p> <p>h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p>
3	Jembatan Muja-muju	 <p>Keterangan :</p> <p>h : ketinggian muka air sungai</p> <p>h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p> <p>h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p>

Titik Sampling	Lokasi Sampling	Penampang Basah
4	Jembatan Paleman	 <p>Keterangan :</p> <p>h : ketinggian muka air sungai h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan) h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p>
5	Jembatan Tegal Gandu	 <p>Keterangan :</p> <p>h : ketinggian muka air sungai h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan) h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p>
6	Jembatan Grojogan	 <p>Keterangan :</p> <p>h : ketinggian muka air sungai h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan) h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan)</p>

Titik Sampling	Lokasi Sampling	Penampang Basah
7	Jembatan Ketonggo	 <p data-bbox="651 607 1382 712"> Keterangan : h : ketinggian muka air sungai h1 : Sisi kiri (arah pemantauan dan pengukuran di selatan) h2 : Sisi kanan (arah pemantauan dan pengukuran di selatan) </p>

RIWAYAT HIDUP

Muhammad Hanif Alshidqi, lahir di Pangkalpinang 6 September 2000. Penulis merupakan anak ketiga dari kedua orang tua bernama Bapak Momon Sujana M.Pd. dan Ibu Hazlina S.Pd., Penulis Menempuh jenjang Pendidikan Sekolah Dasar di SDN 55 Pangkalpinang (2008-2013), SMPN3 Pangkalpinang (2013-2016), SMAN 1 Pangkalpinang yang kemudian melanjutkan ke jenjang S1 di Universitas Islam Indonesia dengan jurusan Teknik Lingkungan (2019-2023).

Berlangsungnya masa pendidikan menjadi mahasiswa, penulis mengikuti beberapa kegiatan sebagai THL (Tenaga Harian Lapangan) PT. Greenlab Indo Global Kegiatan Organisasi yang penulis ikuti adalah HMTL UII atau Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan UII periode tahun 2021 - 2022 sebagai tim kerja koordinator bidang wali jamaah, kemudian organisasi lainnya yang diikuti oleh penulis adalah EVIC (Enviro English Community UII) tahun 2022 – 2023 yang menjabat sebagai staff departemen di bidang akademik