

TUGAS AKHIR
ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR
AMONIA DAN NITRAT DI SUNGAI WINONGO
DENGAN METODE QUAL2KW

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



DECZY RAHMA ARIANI NUR KHOIRIYAH
17513112

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2021

TUGAS AKHIR
ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR
AMONIA DAN NITRAT DI SUNGAI WINONGO
DENGAN METODE QUAL2KW

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



DECZY RAHMA ARIANI NUR KHOIRIYAH
17513112

Disetujui,
Dosen Pembimbing :

Nelly Marlina, S.T., M.T.
NIK. 125130401
Tanggal : 31 Agustus 2021

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.
NIK. 195130102
Tanggal : 19 Agustus 2021

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Eko Siswono, S.T., M.Sc ES., Ph.D
NIK. 025100406
Tanggal : 31 Agustus 2021

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMAR
AMONIA DAN NITRAT DI SUNGAI WINONGO
DENGAN METODE QUAL2KW**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa
Tanggal : 31 Agustus 2021

Disusun Oleh :

**DECZY RAHMA ARIANI NUR KHOIRIYAH
17513112**

Tim Penguji :

Nelly Marlina, S.T., M.T.

()

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

()

Dr. Joni Aldilla F, S.T., M.Eng.

()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Laporan Tugas Akhir ini dibuat secara asli dan belum pernah diajukan untuk gelar akademik, baik di Universitas Islam Indonesia atau di perguruan tinggi lainnya.
2. Laporan Tugas Akhir ini dibuat sesuai dengan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan bantuan arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini terdapat kutipan dari karya atau pendapat orang lain dengan mencantumkan sumber di daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam laporan Tugas Akhir ini sepenuhnya tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat secara sadar dan bersedia menerima sanksi akademik maupun sanksi lainnya apabila terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini.

Yogyakarta, 31 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan,



Deczy Rahma Ariani N.K

NIM : 17513112

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dengan judul **“Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Amonia dan Nitrat Di Sungai Winongo Dengan Metode QUAL2Kw”** berhasil diselesaikan.

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

1. Ibu Nelly Marlina, S.T., M.T. dan Ibu Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang membantu memberi arahan dan masukan pada penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Joni Aldila Fajri., S.T., M.Eng selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran dan arahan kepada penulis.
3. Seluruh dosen Teknik Lingkungan FTSP UII yang memberikan ilmu kepada penulis.
4. Seluruh staf di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII yang memberi bantuan kepada penulis.
5. Serta, kedua orang tua dan teman yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.

Akhir penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, 31 Agustus 2021

Penulis,

Deczy Rahma Ariani N.K

ABSTRAK

Deczy Rahma Ariani Nur Khoiriyah. Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Amonia dan Nitrat Di Sungai Winongo Dengan Metode QUAL2Kw. Dibimbing oleh Nelly Marlina, S.T., M.T. dan Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

Objek penelitian ini adalah Sungai Winongo. Lokasi penelitian mencapai $\pm 10,57$ km yang melewati wilayah Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul, yang merupakan salah satu sungai terpanjang dan terbesar di Daerah Istimewa Yogyakarta. Sungai ini menerima beban pencemaran dari limbah industri, limbah domestik dan limbah pertanian. Maka penelitian ini bertujuan untuk dapat menganalisis daya tampung beban pencemaran terhadap konsentrasi Nitrat (NO_3) dan Amonia (NH_3) sebagai bahan pertimbangan pemerintah dalam kebijakan perbaikan kualitas air. Daerah penelitian dibagi menjadi 9 segmen untuk pengambilan contoh air. Simulasi dalam penelitian ini ada 4, simulasi 1 model dikalibrasi, simulasi 2 kondisi beban polutan maksimum, simulasi 3 kondisi beban polutan minimum, dan simulasi 4 estimasi tahun 2026. Dan untuk menghitung beban di sungai menggunakan pemodelan QUAL2Kw. Hasil pemodelan tersebut kemudian dianalisis untuk mendapatkan besaran beban pencemar di Sungai Winongo. Nilai daya tampung Sungai Winongo adalah NO_3 berkisar antara -4,4 kg/hari sampai 2269,6 kg/hari dan NH_3 berkisar antara 0,007 kg/hari sampai 465,6 kg/hari. Untuk memenuhi standar kualitas air maka dilakukan pengendalian kualitas air dengan menurunkan beban pencemaran. Dengan adanya pelayanan IPAL di pemukiman penduduk, pengawasan dan pemantauan secara berkala, peran masyarakat untuk menjaga dan tidak membuang sampah di Sungai Winongo.

Kata Kunci : Kualitas Air, Sungai Winongo, Kapasitas Beban, Nitrat, Amonia, QUAL2Kw

ABSTRACT

Deczy Rahma Ariani Nur Khoiriyah. *Analyze The Load Capacity of The Pollution For The Concentration of Ammonia and Nitrate in Winongo River with QUAL2Kw Model. Supervised by Nelly Marlina, S.T., M.T. dan Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.*

The object of this research is the Winongo River. The research area reaches ± 10.57 km through the area of Sleman Regency, Yogyakarta City and Bantul Regency, which is one of the longest and the biggest river in Daerah Istimewa Yogyakarta. This river receives a pollution load from industrial waste, domestic waste and agricultural waste. Therefore, the purpose of the research is to analyze the load capacity of the pollution for the concentration of Nitrate (NO_3) and Ammonia (NH_3) which is useful as a consideration for the government in water quality improvement policies. The research area is divided into 9 segments for water sampling. There are 4 simulations in this study, simulation 1 is calibrated model, simulation 2 is maximum of pollutant load condition, simulation 3 is minimum of pollutant load condition, and simulation 4 is estimation of 2026. For calculating the load in the river using QUAL2Kw modelling. The results of the modeling are then analyzed to obtain the amount of Winongo River pollutant load. The results show that the pollution load capacity on Winongo River are NO_3 from -4.4 kg/day to 2269.6 kg/day and NH_3 from 0.007 kg/day to 465.6 kg/day. To qualify the water quality standards, water quality management is required by reducing the pollution load. Given the presence of WWTP services centered on settlement residents, controlling and monitoring, the role of the community to protect and not contributing garbage in the Winongo River.

Keywords : Water Quality, Winongo River, Load Capacity, Nitrate, Ammonia, QUAL2Kw

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
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 Pemodelan Lingkungan	4
2.2 Sungai Winongo	4
2.3 Sumber Pencemaran Air	5
2.4 Baku Mutu	6
2.5 Parameter Kualitas Air	7
2.5.1 Nitrat (NO ₃).....	7
2.5.2 Amonia (NH ₃)	7
2.6 Self Purification.....	8
2.7 Beban Pencemar	8
2.8 Daya Tampung Beban Pencemaran	10
2.9 Metode QUAL2Kw	11
2.10 Penelitian Sebelumnya	12

BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1 Diagram Alir Penelitian	14
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	15
3.2.1 Waktu Penelitian	15
3.2.2 Lokasi Penelitian	16
3.3 Jenis dan Variabel Penelitian	17
3.3.1 Jenis Penelitian	17
3.3.2 Variabel Penelitian	17
3.4 Pengumpulan Data	17
3.4.1 Data Primer	17
3.4.2 Data Sekunder	18
3.5 Analisis Data	18
3.5.1 Penentuan Lokasi dan Segmen	18
3.5.2 Pemodelan QUAL2Kw	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Segmentasi Sungai Winongo	23
4.1.1 Titik 1	24
4.1.2 Titik 2	24
4.1.3 Titik 3	25
4.1.4 Titik 4	25
4.1.5 Titik 5	26
4.1.6 Titik 6	26
4.1.7 Titik 7	27
4.1.8 Titik 8	27
4.1.9 Titik 9	28
4.1.10 Titik 10	28
4.1.11 Titik 11	29
4.1.12 Titik 12	29
4.2 Identifikasi Sungai Winongo	30
4.2.1 Kondisi Hidrolik Sungai Winongo	30
4.2.2 Kondisi Kualitas Air Sungai Winongo	31

4.2.3	Kondisi Sumber Pencemar	38
4.3	Hasil Penelitian	38
4.3.1	Pembentukan Model	38
4.3.2	Kalibrasi Model	39
4.3.3	Validasi Model	44
4.3.4	Hasil Simulasi Model	47
4.4	Analisis Hasil Penelitian	56
4.4.1	Beban Pencemaran	56
4.4.2	Daya Tampung Beban Pencemaran	57
4.5	Strategi Pengelolaan	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN		70
RIWAYAT HIDUP		89

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Kualitas Air Sungai Winongo 2015	5
Tabel 2.2 Sumber Pencemar Sungai Winongo	6
Tabel 2.3 Nilai Faktor Emisi Sektor Domestik	9
Tabel 2.4 Nilai Faktor Emisi Aktivitas Pertanian.....	10
Tabel 2.5 Penelitian Sebelumnya	13
Tabel 3.1 Waktu Penelitian	15
Tabel 3.2 Daftar Alat Bahan yang Digunakan	17
Tabel 3.3 Simulasi Model	21
Tabel 4.1 Segmentasi Sungai Winongo	23
Tabel 4.2 Titik Sumber Pencemar	24
Tabel 4.3 Data Hidrolik Sungai Winongo	31
Tabel 4.4 Data Hasil Uji Kualitas Air Parameter Nitrat	36
Tabel 4.5 Data Hasil Uji Kualitas Air Parameter Amonia	37
Tabel 4.6 Data Hidrolik Sumber Pencemar Sungai Winongo	38
Tabel 4.7 Data Primer Kualitas <i>Point Source</i>	38
Tabel 4.8 Parameter Kualitas Air <i>Software</i> QUAL2Kw	39
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Nilai U Parameter Nitrat	44
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Nilai U Parameter Amonia	45
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Nilai U pada Debit	45
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Nilai U pada Kedalaman	46
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Nilai U pada Kecepatan	46
Tabel 4.14 <i>Worksheet WQ Output</i> Simulasi 1	49
Tabel 4.15 <i>Worksheet WQ Output</i> Simulasi 2	51
Tabel 4.16 <i>Worksheet WQ Output</i> Simulasi 3	53
Tabel 4.17 Proyeksi Kualitas Nitrat Simulasi 4	55
Tabel 4.18 Proyeksi Kualitas Amonia Simulasi 4	55
Tabel 4.19 Beban Pencemaran Maksimum (Simulasi 3)	56
Tabel 4.20 Beban Pencemaran Kondisi Awal (Simulasi 2)	56
Tabel 4.21 Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Winongo	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	14
Gambar 3.2 Aliran Sungai Winongo	16
Gambar 3.3 Segmentasi Sungai Winongo	19
Gambar 4.1 Lokasi Titik 1	24
Gambar 4.2 Lokasi Titik 2	25
Gambar 4.3 Lokasi Titik 3	25
Gambar 4.4 Lokasi Titik 4	26
Gambar 4.5 Lokasi Titik 5	26
Gambar 4.6 Lokasi Titik 6	27
Gambar 4.7 Lokasi Titik 7	27
Gambar 4.8 Lokasi Titik 8	28
Gambar 4.9 Lokasi Titik 9	28
Gambar 4.10 Lokasi Titik 10	29
Gambar 4.11 Lokasi Titik 11	29
Gambar 4.12 Lokasi Titik 12	30
Gambar 4.13 Grafik Debit Air Sungai Winongo	32
Gambar 4.14 Grafik Temperatur Air Sungai Winongo	33
Gambar 4.15 Grafik pH Air Sungai Winongo	34
Gambar 4.16 Grafik Nitrat (NO_3) Air Sungai Winongo	35
Gambar 4.17 Grafik Amonia (NH_3) Air Sungai Winongo	37
Gambar 4.18 <i>Hydraulic Model</i> pada <i>Worksheet Reach</i>	40
Gambar 4.19 Model untuk Debit Sungai	40
Gambar 4.20 Model untuk Kedalaman Sungai	41
Gambar 4.21 Model untuk Kecepatan Sungai	41
Gambar 4.22 Model untuk Nitrat	42
Gambar 4.23 Model untuk Amonia	43
Gambar 4.24 Simulasi 1 Pada Nitrat	47
Gambar 4.25 Simulasi 1 Pada Amonia	48
Gambar 4.26 Simulasi 2 Pada Nitrat	50

Gambar 4.27 Simulasi 2 Pada Amonia	50
Gambar 4.28 Simulasi 3 Pada Nitrat	52
Gambar 4.29 Simulasi 3 Pada Amonia	52
Gambar 4.30 Simulasi 4 Pada Nitrat	54
Gambar 4.31 Simulasi 4 Pada Amonia	54



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Peraturan Gubernur DIY No 20 Tahun 2008	70
LAMPIRAN 2 Perhitungan Data	80
LAMPIRAN 3 Data Hidrolik Sungai	83
LAMPIRAN 4 Barchart Parameter Kualitas Air Sungai Winongo.....	78
LAMPIRAN 5 <i>Worksheet</i> QUAL2Kw	81



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah air hujan akan dialirkan ke laut yang ditampung di suatu wilayah daratan yaitu Daerah Aliran Sungai (DAS). Dalam sebuah DAS akan berpotensi menimbulkan limbah yang berasal dari aktivitas manusia yang dapat menurunkan kualitas air sungai (Asdak C, 2010). Salah satunya yaitu Sungai Winongo. Dengan panjang 43,75 km Sungai Winongo memiliki luas daerah aliran sungai (DAS) sebesar 88,12 km² melewati Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul. Kawasan yang dilewati oleh Sungai Winongo mengalami pertumbuhan penduduk, perubahan penggunaan lahan (Permana, D.I, 2013) sehingga menimbulkan peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan. Bahkan dimanfaatkan sebagai sumber air dan tempat pembuangan limbah.

Berdasarkan Pergub DIY Nomor 20 Tahun 2008, Sungai Winongo termasuk sungai dengan kategori kelas II yang berfungsi untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, irigasi dan yang lainnya. Dari hasil penelitian oleh BLH DIY (2015) menjelaskan bahwa parameter seperti amonia (NH₃) dan nitrat (NO₃) mengalami penurunan dan tidak memenuhi baku mutu air kelas II. Hal tersebut dapat disebabkan oleh limbah domestik, industri kecil dan pertanian sehingga dapat menurunkan kualitas pada Sungai Winongo yang menerima beban pencemar, padahal setiap badan air memiliki kapasitas maksimal untuk menerima beban pencemar.

Oleh sebab itu, untuk mengatasi masalah tersebut dibutuhkan upaya pengelolaan untuk menjaga kualitas dan kondisi air Sungai Winongo. Salah satu upaya pengelolaannya dengan penentuan daya tampung beban pencemar sungai (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010) yang dapat diterima oleh Sungai Winongo. Metode QUAL2Kw merupakan model perhitungan untuk menentukan daya tampung beban pencemar.

Metode QUAL2Kw merupakan program komputasi yang mempresentasikan kondisi sungai dengan membuat simulasi model dari parameter

kualitas air dengan beban polutan dari *point source* maupun *diffuse source* (Pelletier, 2008). Dengan mengetahui daya tampung beban pencemar terhadap beberapa parameter maka dapat digunakan sebagai dasar strategi pengelolaan kualitas air sungai.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa besaran daya tampung Sungai Winongo dalam menampung bahan pencemar Amonia (NH_3) dan Nitrat (NO_3)?
2. Bagaimana pengelolaan alternatif Sungai Winongo apabila melampaui kapasitas daya tampung?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung daya tampung Sungai Winongo terhadap beban pencemar Amonia (NH_3) dan Nitrat (NO_3) menggunakan model QUAL2Kw.
2. Memberikan pengelolaan alternatif Sungai Winongo apabila melampaui kapasitas daya tampung.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menjadi referensi dalam mengkaji kualitas air dan besaran daya tampung Sungai Winongo.
2. Memberikan alternatif kepada pemerintah dalam pengelolaan air sungai khususnya Sungai Winongo.

1.5 Asumsi Penelitian

Asumsi penelitian merupakan anggapan yang tidak dapat diragukan kebenarannya. Maka dalam penelitian ini adalah :

1. Analisis dilakukan untuk menentukan besaran daya tampung sungai terhadap beban pencemar sebagai upaya menjaga kualitas air sungai dengan model QUAL2Kw.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di Sungai Winongo bagian tengah dengan membagi 9 segmen.
2. Perhitungan daya tampung Sungai Winongo menggunakan *software* QUAL2Kw berdasarkan Amonia (NH₃) dan Nitrat (NO₃)
3. Standar baku mutu disesuaikan dengan Pergub DIY Nomor 20 Tahun 2008.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemodelan Lingkungan

Dalam suatu proses untuk memahami sebuah kondisi/fenomena yang terjadi secara mudah maka diperlukan sebuah model. Secara umum model adalah sebuah proses untuk menggambarkan suatu fenomena alam secara sederhana untuk mudah dipahami (Bambang A.S, 2014). Sedangkan pemodelan lingkungan merupakan proses yang berbentuk komputasi atau matematika yang menggambarkan hubungan antar komponen lingkungan (Hauduc et al, 2015).

2.2 Sungai Winongo

Sungai Winongo dengan panjang sungai 43,75 km serta luas daerah aliran sungai (DAS) sebesar 88,12 km² melewati Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul (Permana, D.I, 2013). Sungai Duren, Sungai Deggung dan Sungai Doso yang berada di Kecamatan Turi merupakan tiga hulu dari DAS Winongo sedangkan ketika memasuki wilayah Kecamatan Mlati berubah menjadi nama Sungai Winongo. Sungai Winongo memiliki aliran anak sungai yaitu Sungai Buntung.

Sungai Winongo memiliki keterkaitan dengan aktivitas manusia, pertanian, peternakan dan lain-lain. Menurut Pergub DIY No 20 Tahun 2008 Kelas II, Sungai Winongo dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk pembudidayaan ikan, peternakan dan mengairi tanaman. Kondisi air sungai yang tercemar atau tidak tercemar dapat menunjukkan status mutu air sungai yang disesuaikan dengan standar baku mutu air (KEPMEN LH No. 115 Tahun 2003).

Pada tahun 2015, BLH DIY melakukan penelitian di Sungai Winongo dengan hasil dari beberapa parameter yang dianalisis melebihi baku mutu air kelas II yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Data Kualitas Air Sungai Winongo 2015

Parameter	Suhu	pH	TDS	TSS	DO	BOD	COD	NO ₃	NH ₃
	°C		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Jembatan Pingit	26,7	7,51	135,5	17	7,8	1,61	9	0,9	0,41
Jembatan Serangan	26,9	7,44	141,9	63	7,22	11,27	tt <	1,6	0,37
Jembatan Taman Sari	27,1	7,28	144,7	57	6,96	3,22	7	1,3	0,09
Jembatan Sugeng Jeroni	27,5	7,33	147,5	17	7,77	1,61	tt <	1,4	0,41
Jembatan Gedongkiwo	27,6	7,26	148,7	20	7,16	8,06	tt <	1,7	0,38

Sumber : BLH D.I Yogyakarta, 2015

2.3 Sumber Pencemaran Air

Kualitas air sungai dapat dipengaruhi oleh aktivitas yang dilakukan oleh manusia serta kondisi alami dari sungai (Siregar, 2004). Faktor curah hujan, penggunaan lahan dan aktivitas manusia yang menimbulkan pencemaran air dapat menyebabkan perubahan pada kualitas sungai. Menurut Peraturan Menteri LH No 1 Tahun 2010, sumber pencemaran air terbagi menjadi 2 antara lain :

1. Sumber Tertentu (*Point Sources*)

Menurut Hogan (2010), aktivitas industri dan domestik yang berasal dari buangan pipa dan selokan permukaan badan air.

2. Sumber Tak Tentu (*Diffuse Sources*)

Menurut Hogan (2010), limbah tak tentu berasal dari aktivitas pertanian, peternakan, limbah domestik dan industri kecil yang tidak terlokasi.

Sungai Winongo memiliki sumber pencemar yang berbeda-beda di setiap segmen sungai. Perlakuan dari masyarakat sekitar Sungai Winongo akan memberikan risiko terjadinya pencemaran air sungai. Sumber pencemar Sungai Winongo berasal dari limbah aktivitas warga, industri pengrajin kayu, pertanian dan peternakan. Sumber pencemar Sungai Winongo dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Sumber Pencemar Sungai Winongo

No	Lokasi	Sumber Pencemar
1.	Panggung	Terdapat <i>point source</i> berupa limbah domestik
2.	Bumijo	Terdapat <i>point source</i> berupa limbah domestik
3.	Jembatan Merah	Terdapat <i>point source</i> berupa limbah domestik, tambak ikan dan industri pengrajin kayu
4.	Ngampilan	Terdapat <i>point source</i> berupa limbah domestik
5.	Mantrijeron	Terdapat <i>non point source</i> berupa domestik, pertanian
6.	Mantrijeron	Terdapat <i>point source</i> berupa limbah domestik, peternakan dan tambak ikan
7.	Jogonalan Lor	Terdapat <i>point source</i> berupa limbah domestik
8.	Jogonalan Kidul	Terdapat <i>point source</i> berupa limbah domestik

Sumber : Hasil Observasi Lapangan, 2021

2.4 Baku Mutu

Dalam pengelolaan sumber air terdapat baku mutu yang digunakan yaitu *effluent standard* dan *stream standard*.

a. *Effluent Standard*

Konsentrasi polutan yang dibuang melalui pipa pembuangan dari IPAL atau pengelolaan limbah IPAL (McSpadden, L.M, 1999) yang mengacu pada Kepmen LH No. 51 Tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri.

b. *Stream Standard*

Standar baku mutu yang telah ditetapkan sesuai dengan peruntukannya badan air berdasarkan Pergub DIY No. 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi DIY.

Menurut Pergub DIY Nomer 20 Tahun 2008, konsentrasi atau zat, energi, komponen atau makhluk hidup memiliki batas keberadaannya disuatu badan air disebut baku mutu air. Kategori baku mutu air menjadi 4 kelas antara lain :

- a. Kelas I, digunakan untuk bahan baku air minum;
- b. Kelas II, digunakan untuk prasarana rekreasi air, mengairi perkebunan, perikanan dan peternakan;
- c. Kelas III, digunakan untuk perkebunan, budidaya ikan tawar dan peternakan;
- d. Kelas IV, digunakan untuk perkebunan dan peruntukan lainnya.

Berdasarkan Pergub DIY Nomer 20 Tahun 2008, Sungai Winongo termasuk kategori sungai dengan baku mutu air kelas II. Sesuai dengan peruntukannya baku mutu air kelas II, prasarana rekreasi air, mengairi perkebunan, perikanan dan peternakan. Sehingga apabila air Sungai Winongo dijadikan sebagai bahan baku air minum, maka perlu dilakukan pengelolaan terutama didaerah hulu sungai (Bappenas, 2015).

2.5 Parameter Kualitas Air

2.5.1 Nitrat (NO_3)

Nitrat merupakan senyawa NO_3 yang berasal dari limbah pertanian, kotoran hewan, manusia dan feses maupun urin (Sastrawijaya, 2002). Senyawa nitrat berasal dari nitrogen dan amonia yang teroksidasi di air. Senyawa Nitrat yang terkandung dalam air sungai dapat menimbulkan adanya limbah yang dapat menguraikan sampah oleh mikroba. Tingginya senyawa Nitrat didalam air dapat menstimulasi peningkatan ganggang, menyebabkan ikan mati karena kekurangan oksigen terlarut.

Menurut Nasir et al (2018), aktivitas pertanian adanya penggunaan pupuk dan limbah domestik dapat memberikan potensi masuknya kadar Nitrat di sepanjang aliran sungai. Karena senyawa Nitrat di perairan dapat berasal dari proses difusi atmosfer serta fiksasi (Effendi, 2003). Sehingga batas Nitrat yang dipersyaratkan untuk kelas II sebesar 10 mg/L (Pergub DIY No. 20 Tahun 2008).

2.5.2 Amonia (NH_3)

Amonia merupakan senyawa NH_3 yang berasal dari limbah domestik, perikanan serta dekomposisi limbah oleh mikroba (Sastrawijaya, 2002). Senyawa amonia dapat terbentuk secara alami dan sintesis (S Wahyuningsih, 2020). Secara alami senyawa amonia berasal dari dekomposisi zat organik oleh metabolisme hewan (Alabama, 2008 dalam Fathurrahman dan Aunurohim, 2014) yang mengalami perubahan ke bentuk senyawa lain sebagai dari siklus nitrogen (Ebeling et al, 2006).

Selain itu sumber keberadaan amonia berasal dari pemecahan nitrogen organik dan nitrogen anorganik yang berada di air (Effendi, 2003). Senyawa amonia di perairan dapat bersifat toksik, karena tingginya konsentrasi amonia menyebabkan oksigen terlarut menurun (Jang, Barford, 2004) dan ikan mati (Liew et al, 2012) yang mengganggu organisme akuatik dan metabolisme respirasi (Zhang et al, 2012). Agar senyawa tidak melebihi baku mutu air, maka batas Amonia untuk kelas II sebesar 0,5 mg/L (Pergub DIY No. 20 Tahun 2008).

2.6 Self Purification

Beban pencemar dan kontaminan dalam badan air dapat dihilangkan dengan suatu proses *self purification*. Proses ini dapat mempengaruhi beban pencemar yang apabila terjadi dan adanya kadar oksigen terlarut di perairan (Moersidik, 2011). Apabila kadar oksigen terlarut tinggi maka akan terjadi *self purification*. Proses *self purification* terbagi 4 zona yaitu zona air bersih, dekomposisi, biodegradasi dan pemulihan (Noviriana Hendrasarie, 2010).

1. Zona air bersih, merupakan daerah yang berada jauh dari hulu sungai yang dimanfaatkan sebagai air minum.
2. Zona dekomposisi, merupakan daerah sumber pencemar yang berasal dari limbah atau sampah, terdekomposisi oleh mikroorganisme yang mengalir ke sungai.
3. Zona biodegradasi, merupakan daerah dengan terjadinya penurunan kualitas air terutama rendahnya kadar oksigen terlarut yang menyebabkan kadar COD meningkat.
4. Zona pemulihan, merupakan daerah kembalinya air menjadi bersih dengan kadar oksigen terlarut normal.

2.7 Beban Pencemar

Komponen yang masuk ke sungai yang mengganggu ekosistem adalah beban pencemar. Beban pencemar terbagi menjadi *point source* dan *non point source* (Barcena et al, 2017).

$$BP = C \times Q$$

Keterangan :

- BP = Beban pencemar (kg/hari)
 C = Kadar sebenarnya beban pencemar (mg/L)
 Q = Debit (m³/detik)

Sedangkan untuk menentukan beban pencemar yang bersumber *non point source* dari sektor domestik dapat menggunakan rumus berikut dengan nilai faktor emisi pada Tabel 2.3 :

$$PBP = \alpha \times \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Faktor effluent} \times \text{Rasio ek}$$

Keterangan :

- PBP = Besaran Beban Pencemar (kg/hari)
 α = Koefisien *run off*
 Faktor Effluent = Faktor pencemar limbah domestik
 Rasio ek = Rasio ekivalen kota

(Irsanda, 2014 *dalam* Pangestu, 2017).

Tabel 2.3 Nilai Faktor Emisi Sektor Domestik

Parameter	Faktor Effluent (g/orang/hari)
TSS	38
BOD	40
COD	55
Total N	1,95
Total P	0,21

Sumber : Iskandar, 2007 *dalam* Rahayu Y, 2018

Dan untuk menentukan beban pencemar yang bersumber *non point source* dari aktivitas pertanian dapat menggunakan rumus berikut dengan nilai faktor emisi pada Tabel 2.4 :

$$PBP = \text{Luas Lahan} \times \text{Faktor Effluent} \times 10\%$$

Keterangan :

- PBP = Besaran Beban Pencemar (kg/hari)
 Faktor Effluent = Faktor pencemar limbah pertanian

Tabel 2.4 Nilai Faktor Emisi Aktivitas Pertanian

Parameter	Faktor Effluen (kg/ha/musim)
BOD	225
Total N	20
Total P	10
TSS	0,46
Pestisida	0,16

Sumber : BLK-PSDA, 2004

Untuk menentukan beban pencemar yang bersumber *non point source* dari industri dengan rumus :

$$I, i = C_i \times V \times \text{OpHrs} / 1000000$$

Keterangan :

- I, i = Besaran beban pencemar (kg/tahun)
- C_i = Konsentrasi pencemar (mg/L)
- V = Volume buangan limbah (L/jam)
- OpHrs = Jumlah waktu operasional (jam/tahun)
- 10⁶ = Konversi (mg/kg)

2.8 Daya Tampung Beban Pencemaran

Sesuai Peraturan Menteri LH No. 1 Tahun 2010 bahwa sungai memiliki batas maksimal dalam menerima beban pencemar. Dalam penentuan daya tampung beban pencemar terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi seperti morfologi hidrologi sungai, kualitas dan manfaat air sungai, standar baku mutu sungai serta beban pencemar *point source* dan *non point source*. Sehingga untuk mengetahui daya tampung beban pencemar dapat diperoleh dari hasil pengurangan beban maksimal (skenario 3) dan beban kondisi awal (skenario 2). Menurut Irsanda (2014), beban pencemar maksimal merupakan beban pencemar yang di *trial and error* hingga mendekati baku mutu kelas II. Sedangkan kondisi awal merupakan kondisi sungai tanpa adanya beban pencemar masuk ke badan sungai. Rumusnya yaitu :

$$\text{Daya tampung} = \text{Beban pencemar maksimum} - \text{Beban pencemar kondisi awal}$$

Penentuan daya tampung beban pencemaran berdasarkan Peraturan Menteri LH No. 1 Tahun 2010, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan yaitu :

1. Metode Qual2E
Merupakan *software* pemodelan kualitas air yang digunakan untuk mensimulasikan beberapa parameter kualitas air (DO dan BOD) sepanjang sungai (N Parveen, 2016).
2. Metode QUAL2Kw
Merupakan *software* versi terbaru dari Qual2E yang dikembangkan oleh Brown and Barnwell dalam bentuk *microsoft excel* yang digunakan untuk mensimulasikan parameter kualitas air (N Parveen, 2016).
3. Metode Neraca Massa
Merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui konsentrasi rata-rata aliran di hilir yang mana sumber pencemar berasal dari *point sources* dan *non point sources* (Widiatmono, B.R, 2019).
4. Metode Streeter-Phelps
Merupakan metode untuk kebutuhan oksigen di perairan dengan batasan pengurangan deoksigenasi dan reaerasi yang terjadi akibat turbulensi pada laju aliran sungai (S Wahyuningsih, 2020).

Dari beberapa metode diatas, pada penelitian ini digunakan metode QUAL2Kw untuk menghitung besar daya tampung Sungai Winongo (Fatmawati R, 2013). Pemilihan metode QUAL2Kw ini berdasarkan dapat mensimulasikan beberapa parameter kualitas air, dapat mensimulasikan besaran beban pencemar terhadap kualitas air di setiap segmen, serta lebih meminimalkan biaya (Kannel et al, 2011).

2.9 Metode QUAL2Kw

Hitungan beban pencemar, kualitas air dan bahan kebijakan pemerintah dapat menggunakan model QUAL2Kw (Kannel, 2007). Hal ini digunakan agar dapat mengetahui kualitas air dalam beberapa tahun dengan menghitung proyeksi penduduk dan sumber pencemar (Farhadian, 2019). Terdapat beberapa parameter yang terdapat di model QUAL2Kw (Kannel, 2007).

Selain penggunaan aplikasi QUAL2Kw untuk menganalisis kualitas air, terdapat beberapa aplikasi lainnya antara lain :

a. *Hydrologic and Water Quality (HAWQS)*

HAWQS merupakan aplikasi berbasis web yang digunakan untuk mendesain, perencanaan dan mengelola sumber daya air dengan diketahui pengaruh iklim, penggunaan lahan dan pengelolaan air (C Baffaut, 2015). Tahapan pemodelan ini berupa kalibrasi dan validasi, proses untuk menunjukkan data model dapat menghasilkan hasil data yang sesuai pada aplikasi (P Daggupati, 2015).

b. *Water Quality Analysis Simulation Program (WASP)*

WASP merupakan aplikasi analisis kualitas air yang dapat mensimulasikan perubahan kualitas air sungai dengan beban pencemar dikurangi dan beban limbah yang harus dibuang sesuai baku mutu yang ditetapkan (R Saily, 2019). Pemodelan ini berkaitan dengan model hidrodinamika berupa aliran, kecepatan, kedalaman, suhu, salinitas dan fluks sedimen. Adapun pemodelan WASP ini membutuhkan data antara lain data hidrolika sungai, beban pencemar, konsentrasi kualitas air dan debit sungai (R Purnaini, 2019). Tahapan pemodelan ini berupa kalibrasi dan verifikasi pada parameter kualitas air (J He, 2020).

2.10 Penelitian Sebelumnya

Beberapa penelitian yang sebelumnya dilakukan oleh peneliti dengan perbedaan parameter dan lokasi antara lain pada Tabel 2.5 :

Tabel 2.5 Penelitian Sebelumnya

No	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1.	Ruibin Zhang, Xin Qian, Xingcheng Yuan, Rui Ye, Bisheng Xia and Yulei Wang	2012	Simulation of Water Environmental Capacity and Pollution Load Reduction Using QUAL2K for Water Environmental Management	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kalibrasi simulasi kapasitas lingkungan air di Sungai Hongqi menggunakan model QUAL2K 2. Dasar strategi pengelolaan yang akan diambil oleh pemerintah
2.	AR Gumelar., AT Alamsyah., IBH Gupta., D Syahdanul., DM Tampi	2017	Sustainable Watersheds : Assessing the Source and Load of Cisadane River Pollution	<ol style="list-style-type: none"> 1. Data penyebaran pencemaran di daerah Sungai Cisadane menggunakan pemodelan Qual2Kw
3.	Handayani Lestari, Riyanto Haribowo, Emma Yuliani	2019	Determination of Pollution Load Capacity Using QUAL2Kw Program on The Musi River Palembang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grafik hasil pemodelan kualitas air tiap parameter menggunakan model Qual2Kw 2. Peningkatan kualitas air tiap segmen sungai
4.	Norashikin Ahmad Kamal, Nur Shazwani Muhammad, Jazuri Abdullah	2020	Scenario-based Pollution Discharge Simulations and Mapping Using Integrated QUAL2K-GIS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beban polutan lebih tinggi 70% bahwa kualitas air menurun dari kelas II (hulu) hingga kelas III (hilir) 2. Pengendalian polutan lebih dari 90% dibutuhkan untuk peningkatan klasifikasi kualitas air dari kelas III menjadi kelas II
5.	Novia Lusiana, Akhmad Adi Sulianto, Luhur Akbar Devianto, Septyana Sabina	2020	Penentuan Indeks Pencemaran Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Menggunakan Software QUAL2Kw (Studi Kasus : Sungai Brantas Kota Malang)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hasil simulasi model QUAL2Kw memiliki tingkat kesalahan sebesar 10,7% dari hasil pengukuran
6.	Nelly Marlina, Kasam dan Any Juliani	2015	Evaluasi Daya Tampung Terhadap Beban Pencemar Menggunakan Model Kualitas Air (Studi Kasus : Sungai Winongo)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konsentrasi BOD dari hulu ke hilir melebihi baku mutu air

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Dengan beberapa tahapan yang dilakukan, berikut adalah diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

3.2.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan Desember 2020 sampai dengan Februari 2021 sebanyak 3 kali sampling dengan menggunakan metode gabungan waktu (*composite sample*). Berikut adalah waktu penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.1 :

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

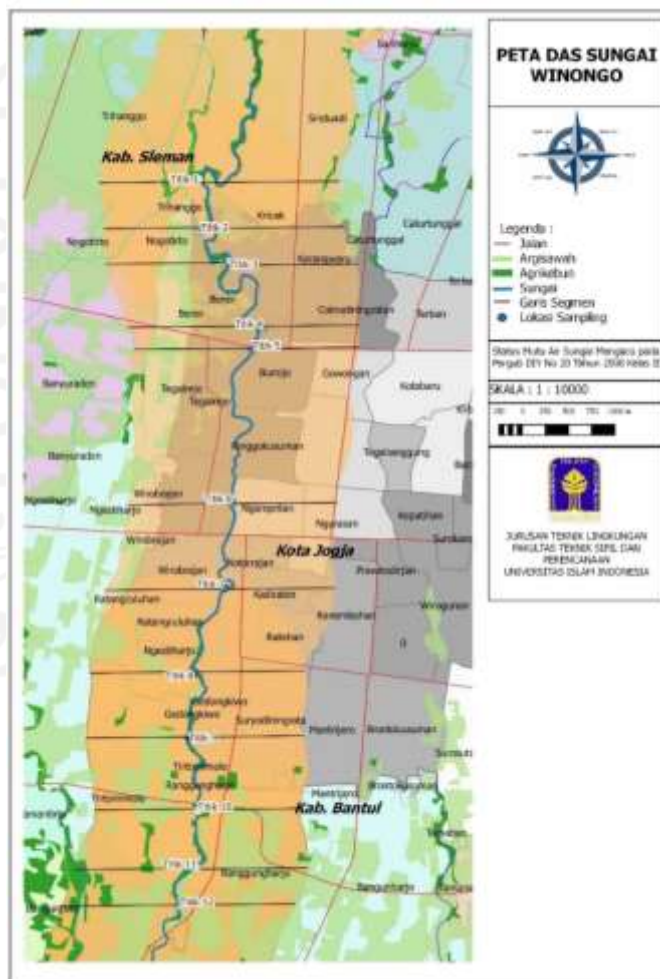
Titik	Lokasi	Koordinat	Waktu		Kondisi Cuaca
			Sampling ke-	Waktu	
1	Jembatan Jambon	7°45'58.11"S 110°21'6.50"E	1	7 Desember 2020	Cerah
			2	19 Januari 2021	Hujan
			3	8 Februari 2021	Cerah
2	Panggung	7°46'16.61"S 110°21'7.06"E	1	7 Desember 2020	Cerah
			2	19 Januari 2021	Cerah
			3	8 Februari 2021	Cerah
3	Jembatan Jati Mulyo	7°46'27.02"S 110°21'17.41"E	1	7 Desember 2020	Cerah
			2	19 Januari 2021	Cerah
			3	8 Februari 2021	Hujan
4	Bumijo	7°46'58.38"S 110°21'29.14"E	1	7 Desember 2020	Cerah
			2	19 Januari 2021	Cerah
			3	8 Februari 2021	Cerah
5	Kyai Mojo	7°46'58.38"S 110°21'25.44"E	1	7 Desember 2020	Cerah
			2	19 Januari 2021	Cerah
			3	8 Februari 2021	Cerah
6	Jembatan Merah	7°47'52.53"S 110°21'18.20"E	1	7 Desember 2020	Hujan
			2	20 Januari 2021	Cerah
			3	9 Februari 2021	Cerah
7	Ngampilan	7°48'22.67"S 110°21'15.67"E	1	7 Desember 2020	Cerah
			2	20 Januari 2021	Cerah
			3	9 Februari 2021	Cerah
8	Mantrijeron	7°48'52.33"S 110°21'4.70"E	1	7 Desember 2020	Cerah
			2	20 Januari 2021	Cerah
			3	9 Februari 2021	Cerah
9	Mantrijeron	7°49'15.54"S 110°21'3.17"E	1	8 Desember 2020	Cerah
			2	20 Januari 2021	Cerah
			3	9 Februari 2021	Cerah
10	Jogonalan Lor	7°49'41.41"S 110°21'6.26"E	1	8 Desember 2020	Cerah
			2	20 Januari 2021	Cerah
			3	9 Februari 2021	Cerah

Titik	Lokasi	Koordinat	Waktu		Kondisi Cuaca
			Sampling ke-	Waktu	
11	Jogonalan Kidul	7°50'1.67"S 110°21'5.84"E	1	8 Desember 2020	Cerah
			2	20 Januari 2021	Cerah
			3	9 Februari 2021	Cerah
12	Jembatan Winongo	7°50'15.07"S 110°20'59.72"E	1	8 Desember 2020	Cerah
			2	20 Januari 2021	Cerah
			3	9 Februari 2021	Cerah

Sumber : Hasil Observasi Lapangan, 2021

3.2.2 Lokasi Penelitian

Sungai Winongo bagian tengah dengan panjang ±10,57 km yang terbagi menjadi 9 segmen dengan 12 titik merupakan lokasi penelitian dilakukan, yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 :



Gambar 3.2 Aliran Sungai Winongo

Dengan mempertimbangkan kemudahan akses, waktu, biaya dan penentuan titik sampling guna mewakili kualitas air dari pengaruh sumber pencemar menjadi faktor dalam menentukan titik pengambilan sampel.

3.3 Jenis dan Variabel Penelitian

3.3.1 Jenis Penelitian

Pendekatan kualitatif dan kuantitatif merupakan jenis dari penelitian ini. Daya tampung beban pencemar sebagai kuantitatif dan kebijakan pengelolaan kualitas air sebagai kualitatif.

3.3.2 Variabel Penelitian

Amonia dan Nitrat merupakan variabel dalam penelitian ini dengan menggunakan model QUAL2Kw.

3.4 Pengumpulan Data

3.4.1 Data Primer

Data primer meliputi data kualitas Sungai Winongo yang diperoleh dari observasi lapangan yang akan dianalisis di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII. Berikut daftar alat bahan yang pada Tabel 3.2 :

Tabel 3.2 Daftar Alat Bahan yang Digunakan

Parameter	Metode	SNI	Satuan
Dissolved Oxygen	Portable	SNI 06-6989.14-2004	mg/L
pH	Portable	SNI 06-6989.11-2004	-
Temperature	Portable	SNI 03-6989.23-2005	°C
Kekeruhan	Portable	SNI 06-6989.25-2005	NTU
Debit	Portable	-	m ³ /detik
Daya Hantar Listrik	Portable	-	mS/cm
Waktu	Portable	-	Detik
Hidrolika Sungai	Portable	-	-
Amonia (NH ₄)	Spektrofotometer	SNI 06-6989.30-2005	mg/L
Nitrat (NO ₃)	Spektrofotometer	SNI 06-2480-1991	mg/L
Pengambilan Sampel	Grab Sample	SNI 6989.57-2008	-
Pengawetan Sampel	-	SNI 6989.57-2008	-

3.4.2 Data Sekunder

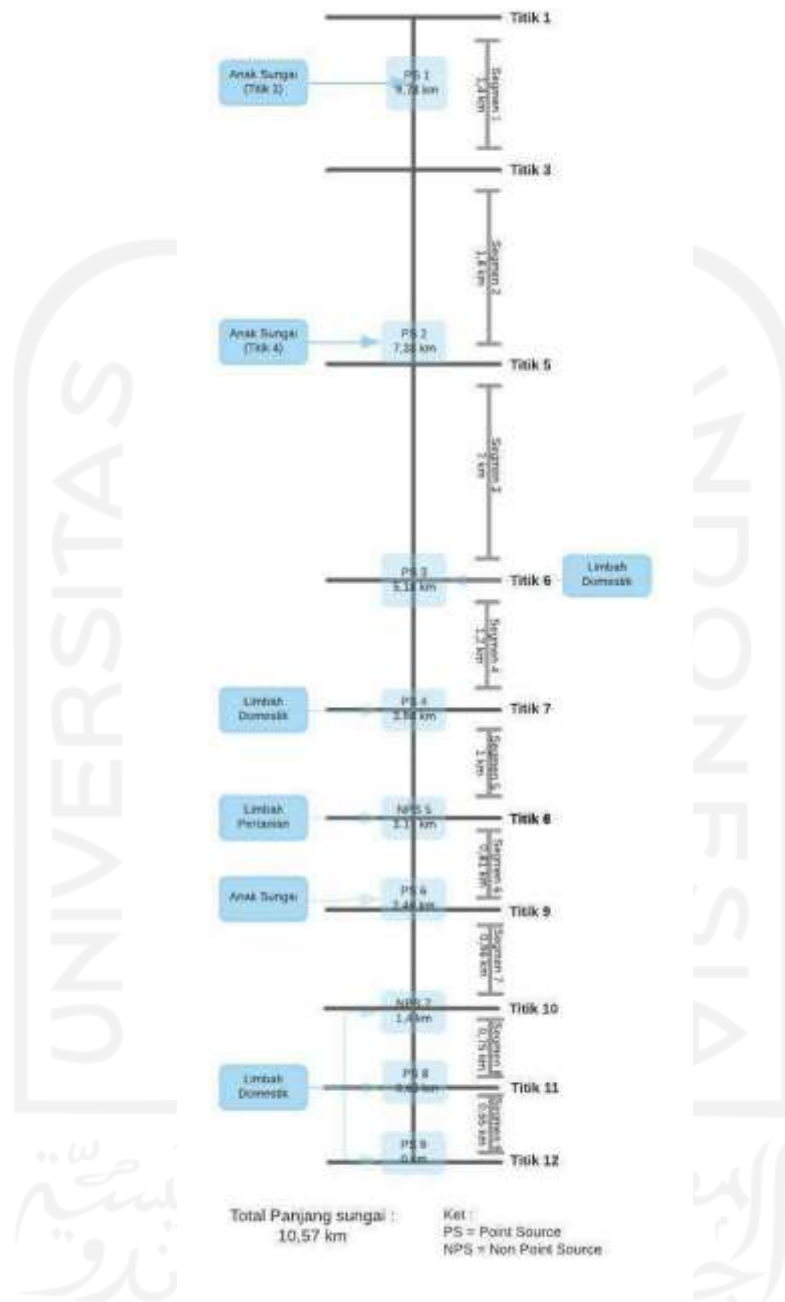
Sedangkan data sekunder berupa literatur, peta tata guna lahan dari Ina Geoportal, peraturan serta instansi terkait seperti BMKG D.I Yogyakarta, BLH Yogyakarta. Data sekunder juga dapat berupa data klimatologis dan data hidraulika sungai.

3.5 Analisis Data

3.5.1 Penentuan Lokasi dan Segmen

Pada Gambar 3.3 merupakan pembagian segmen yang dilakukan pada Sungai Winongo. Pada setiap titik sampling terdapat sumber pencemar berupa *point source* dan *diffuse source*.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa pengambilan sampel air dilakukan di tengah Sungai Winongo. Daerah tengah Sungai Winongo sesuai dengan tata guna lahan, banyak dimanfaatkan masyarakat sekitar untuk pemukiman selain itu terdapat sumber kegiatan yang berpotensi sebagai masuknya sumber pencemar (Azhar A, 2018).



Gambar 3.3 Segmentasi Sungai Winongo

3.5.2 Pemodelan QUAL2Kw

Data yang diinput ke *software* QUAL2Kw melalui beberapa langkah kerja yaitu :

- a.

b. Input Data

Dalam menginput data ke *software* QUAL2Kw berupa kualitas air seperti debit, suhu, kecepatan angin, tutupan awan dan data sumber pencemar berupa *point sources* dan *diffuse source*.

c. Kalibrasi Model

Untuk menyesuaikan hasil koefisien model dengan data lapangan diperlukan kalibrasi model. Kalibrasi model ini menggunakan metode *trial and error* secara berulang-ulang hingga memperoleh nilai yang mendekati kondisi sebenarnya (Marlina N, 2015).

d. Validasi Model

Validitas model (U) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui hasil data model dengan data sebenarnya sesuai (Lestari, 2013). Berikut persamaan rumus U :

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{i,prdk} - y_{i,ukr})^2}}{\left[\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{i,prdk}^2} + \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{i,ukr}^2} \right]}$$

Keterangan :

- $y_{i, prdk}$ = Data prediksi pada lokasi k
- $y_{i, ukr}$ = Data pengukuran pada lokasi ke i
- n = Jumlah data pengamatan

Apabila nilai validitas (U) = 0 maka data model sama dengan data sebenarnya, nilai validitas (U) = 1 maka data model dengan data sebenarnya diperoleh hasil yang sangat buruk. Sedangkan nilai validitas (U) < 0,5 maka data model dapat diterima (Deksissa Chuco, 2004).

e. Simulasi Model

Setelah hasil tervalidasi, maka dilakukan beberapa skenario untuk hasil yang akurat. Berikut simulasi model yang digunakan yang dapat dilihat pada Tabel 3.3 :

Tabel 3.3 Simulasi Model

Skenario	Kondisi Hulu	Sumber Pencemar	Kondisi Air Sungai
1	Eksisting	Eksisting	Model
2	BMA Kelas II	Kondisi Awal	Model
3	BMA Kelas II	<i>Trial and error</i>	BMA Kelas II
4	Eksisting	Estimasi 2026	Model

Keterangan : *BMA = Baku Mutu Air berdasarkan (Pergub DIY No. 20 Tahun 2008)

1. Skenario 1 merupakan skenario model yang diinput ke dalam program sesuai dengan kondisi eksisting di lapangan pada kondisi hulu dan sumber pencemar.
 2. Skenario 2 merupakan simulasi model kondisi hulu sungai dengan menyesuaikan baku mutu kelas II Pergub DIY No 20 Tahun 2008 dengan kondisi awal tanpa adanya sumber pencemar untuk mengetahui proses *self purification*.
 3. Skenario 3 merupakan simulasi model dengan menyesuaikan baku mutu kelas II Pergub DIY No 20 Tahun 2008 untuk beban pencemar secara *trial and error* agar hasil pembentukan model sesuai baku mutu.
 4. Skenario 4 merupakan simulasi model dengan kondisi hulu menggunakan data eksisting dan data sumber pencemar berupa proyeksi penduduk selama 5 tahun (2021 – 2026) menggunakan metode aritmatika. Guna mengetahui sumber pencemar mengalami peningkatan pada *non point source*.
- f. Daya Tampung Beban Pencemar
- Beban pencemar dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$BP = C \times Q$$

Keterangan :

- BP = Beban pencemar sungai (kg/hari)
- C = Kadar sebenarnya beban pencemar (mg/L)
- Q = Debit air (m³/detik)

Sedangkan perhitungan selisih untuk menghitung daya tampung beban pencemar yaitu :

$$\text{DTBP (kg/hari)} = \text{Beban pencemar maksimum (skenario 3)} - \text{Beban pencemar kondisi awal (skenario 2)}$$



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Segmentasi Sungai Winongo

Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yang melewati Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul terdapat sebuah Sungai Winongo (Permana, D.I, 2013). Kondisi DAS Winongo memiliki keterkaitan dengan aktivitas manusia seperti pertanian, peternakan yang dapat mempengaruhi kualitas air sungai. Sehingga dilakukan pembagian segmentasi sebanyak 9 segmen dengan panjang lokasi penelitian $\pm 10,57$ km. Penentuan segmen ini mempertimbangkan kemudahan akses, waktu dan biaya sehingga titik segmen dapat mewakili kualitas air sungai (Agustiningsih D, 2012). Berikut pembagian segmentasi Sungai Winongo pada Tabel 4.1 dan sumber pencemar yang pada Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Segmentasi Sungai Winongo

Segmen	Lokasi (km)	Elevasi Air	
		Hulu (m)	Hilir (m)
Titik 1	10,57		100
Titik 3	9,17	100	96,5
Titik 5	7,37	96,5	91
Titik 6	5,37	91	87,5
Titik 7	4,17	87,5	81,25
Titik 8	3,17	81,25	75
Titik 9	2,36	75	62,5
Titik 10	1,40	62,5	61,5
Titik 11	0,65	61,5	60,5
Titik 12	0,00	60,5	60

Sumber : Hasil Observasi Lapangan, 2021

Tabel 4.2 Titik Sumber Pencemar

<i>Point Source</i>	Lokasi (km)	Elevasi Air	
		Hulu (m)	Hilir (m)
Titik 2	9,78	100	96,5
Titik 4	7,38	96,5	91
Titik 6	5,38	91	87,5
Titik 7	4,16	87,5	81,25
Titik 8	4,20	81,25	75
Titik 9	3,00	75	62,5
Titik 10	1,41	62,5	61,5
Titik 11	0,66	61,5	60,5

Sumber : Hasil Observasi Lapangan, 2021

4.1.1 Titik 1

Titik 1 merupakan bagian hulu sungai yang terletak di Jembatan Jambon, Kelurahan Trihanggo, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman. Dengan kedalaman sekitar 1 m dengan lebar sungai adalah 13,2 m, kondisi sekitar sungai terdapat batuan dan banyak ditumbuhi vegetasi di bantaran sungai yang dimanfaatkan masyarakat sebagai pemukiman. Adanya limbah domestik dari aktivitas warga dapat mempengaruhi kondisi air sungai.



Gambar 4.1 Lokasi Titik 1
Sumber : Lokasi, 2021

4.1.2 Titik 2

Titik 2 merupakan anak sungai yang terletak di daerah Panggungan, Kelurahan Trihanggo, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman. Di sekitar bantaran sungai, lahan dimanfaatkan untuk pemukiman warga dan aktivitas domestik seperti mencuci pakaian. Terdapat juga limbah hasil cuci pakaian menjadi sumber pencemar dari pipa pembuangan domestik pada titik ini.



Gambar 4.2 Lokasi Titik 2
Sumber : Lokasi, 2021

4.1.3 Titik 3

Titik 3 terletak di Jembatan Jati Mulyo, Kelurahan Kricak, Kecamatan Tegalrejo, Kota Yogyakarta. Titik 3 ini memiliki kedalaman sekitar 0,93 m yang kondisi sungainya terdapat pasir, batuan dan sedikit vegetasi serta lahan yang didominasi sekitar 50% dimanfaatkan sebagai pemukiman warga karena cukup padat penduduk. Selain itu terdapat sumber pencemar yang berasal dari aktivitas domestik.



Gambar 4.3 Lokasi Titik 3
Sumber : Lokasi, 2021

4.1.4 Titik 4

Titik 4 merupakan anak sungai yang terletak di daerah Bumijo, Kecamatan Jetis, Kota Yogyakarta. Jarak pada Titik 4 ini adalah 7,38 km. Di sekitar sungai dimanfaatkan sebagai pemukiman dan ditemukan beberapa sumber pencemar yang berasal dari pipa pembuangan limbah domestik.



Gambar 4.4 Lokasi Titik 4
Sumber : Lokasi, 2021

4.1.5 Titik 5

Titik 5 terletak di daerah Kyai Mojo, Kelurahan Bener, Kecamatan Jetis, Kota Yogyakarta. Diarea sungai ini masih terdapat vegetasi alami dan lahan yang dimanfaatkan sebagai pemukiman warga. Di sungai ini juga ditemukan sumber pencemar dari aktivitas domestik.



Gambar 4.5 Lokasi Titik 5
Sumber : Lokasi, 2021

4.1.6 Titik 6

Titik 6 terletak di Jembatan Merah, Kelurahan Ngampilan, Kecamatan Ngampilan, Kota Yogyakarta. Pada Titik 6 ini memiliki lebar sungai sekitar 13 m. Dengan lebar sungai 13 m ini terdapat infrastruktur buatan berupa jembatan. Wilayah ini didominasi oleh pemukiman dan terdapat aktivitas industri kecil seperti pengrajin kayu dan tambak ikan yang merupakan masukan sumber pencemar.



Gambar 4.6 Lokasi Titik 6
Sumber : Lokasi, 2021

4.1.7 Titik 7

Titik 7 terletak di daerah Ngampilan, Kelurahan Ngampilan, Kecamatan Ngampilan, Kota Yogyakarta. Jarak pada Titik 7 ini adalah 4,17 km dengan kedalaman sekitar 0,6 m dan lebar sungai adalah 10 m. Pada wilayah ini termasuk daerah yang didominasi pencemar yang berasal dari limbah domestik warga yang menyebabkan kondisi air sungai tampak keruh keabuan. Serta bantaran sungai masih dimanfaatkan warga untuk MCK.



Gambar 4.7 Lokasi Titik 7
Sumber : Lokasi, 2021

4.1.8 Titik 8

Titik 8 terletak di daerah Mantrijeron, Kelurahan Mantrijeron, Kecamatan Mantrijeron, Kota Yogyakarta. Air sungai tampak agak jernih dan arus aliran sungai cenderung tenang. Pada titik ini pula terdapat lahan pertanian milik warga sekitar. Sehingga limbah dari pertanian dapat menjadi sumber pencemar selain masukan air limbah dari aktivitas domestik rumah tangga.



Gambar 4.8 Lokasi Titik 8
Sumber : Lokasi, 2021

4.1.9 Titik 9

Titik 9 terletak di daerah Mantrijeron, Kelurahan Mantrijeron, Kecamatan Mantrijeron, Kota Yogyakarta. Jarak pada Titik 9 ini adalah 2,36 km yang memiliki kedalaman sekitar 0,6 m dengan adanya vegetasi bambu yang dibantaran sungai cukup banyak dan terdapat saluran drainase yang bermuara ke sungai utama dengan ditemukan masukan sumber pencemar dari limbah sampah.



Gambar 4.9 Lokasi Titik 9
Sumber : Lokasi, 2021

4.1.10 Titik 10

Titik 10 ini terletak di Jogonalan Lor, Kelurahan Tirtonirmolo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul. Pada Titik 10 dengan kedalaman sekitar 0,58 m dan lebar sungai adalah 11,67 m terdapat terjunan dan bendungan yang merupakan buatan manusia. Serta terdapat beberapa saluran drainase dan limbah domestik disekitar sungai.



Gambar 4.10 Lokasi Titik 10
Sumber : Lokasi, 2021

4.1.11 Titik 11

Titik 11 ini terletak di Jogonalan Kidul, Kelurahan Tirtonirmolo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul. Pada titik ini merupakan daerah padat penduduk yang mana akan menghasilkan limbah domestik. Warga sekitar juga memanfaatkan bantaran sungai sebagai tempat pembuangan sampah. Selain itu vegetasi pada titik ini cukup banyak dibandingkan titik lainnya.



Gambar 4.11 Lokasi Titik 11
Sumber : Lokasi, 2021

4.1.12 Titik 12

Titik 12 ini adalah titik sampel yang terletak di Jembatan Winongo, Kelurahan Tirtonirmolo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul yang memiliki kedalaman sekitar 0,6 m dengan lebar sungai adalah 12,75 m. Wilayah ini termasuk daerah dengan pemukiman warga yang relatif sedang. Banyak warga sekitar

memanfaatkan sungai untuk kegiatan penambangan pasir karena material pasir yang terbawa aliran arus sungai.



Gambar 4.12 Lokasi Titik 12
Sumber : Lokasi, 2021

4.2 Identifikasi Sungai Winongo

Kondisi kualitas Sungai Winongo dengan meninjau parameter fisik dan kimia terbagi menjadi kondisi hidrolika sungai, kualitas air sungai dan sumber pencemar. Dan untuk pengambilan sampel air sungai dilakukan dengan membagi 9 segmen yang telah ditentukan.

Teknik pengambilan sampel adalah *composite sample*, pengambilan sampel dari satu segmen dengan beberapa kali pengambilan (Rianti L, 2017) yang dilakukan sebanyak 3 kali dari Desember 2020 – Februari 2021. Sampling pertama dilakukan pada 7 – 8 Desember 2020, sampling kedua dilakukan pada 19 – 20 Januari 2021 dan sampling ketiga dilakukan pada 8 – 9 Februari 2021. Saat melakukan pengambilan sampel, kondisi cuaca disekitar sungai pada sampling pertama hingga ketiga yaitu cerah namun disertai hujan pada beberapa segmen sampling.

4.2.1 Kondisi Hidrolik Sungai Winongo

Data debit air (m^3/s), kecepatan (m/s), kedalaman (m) dan lebar sungai (m) merupakan data hidrolik sungai. Data hidrolika Sungai Winongo dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Hidrolik Sungai Winongo

Segmen	Debit (m ³)	Kedalaman (m)	Lebar (m)	Kecepatan Rata-rata (m/s)
Titik 1	10,37	1	13,2	0,78
Titik 3	8,65	0,93	12	0,76
Titik 5	5,05	1,12	5,78	0,76
Titik 6	7,62	0,91	13	0,65
Titik 7	6,36	0,64	10	0,96
Titik 8	2,47	0,64	7	0,55
Titik 9	2,60	0,64	7	0,57
Titik 10	6,48	0,58	11,67	0,98
Titik 11	7,08	0,67	13	0,82
Titik 12	6,06	0,62	12,75	0,76

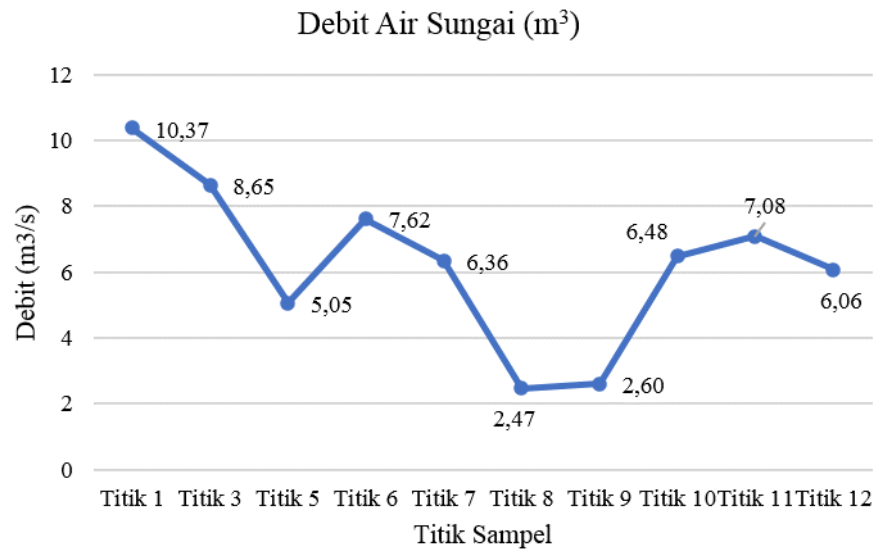
Sumber : Hasil Pengukuran, 2021

4.2.2 Kondisi Kualitas Air Sungai Winongo

Guna mengetahui kualitas Sungai Winongo dilakukan pengambilan sampel air sesuai SNI 6989.57-2008 sebanyak 3 kali dan pengujian sampel air di laboratorium untuk analisis Nitrat (NO₃) dan Amonia (NH₃) yang mengacu pada SNI dan Pergub DIY Nomor 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air. Untuk mendapatkan hasil yang akurat maka digunakan rata-rata data sampling dari 3 kali sampling. Hal ini digunakan untuk mengetahui rata-rata tingkat pencemaran dari seluruh penelitian di lapangan (Marganingrum, 2013 *dalam* Y Romdania, 2018) serta dapat mengetahui gambaran keadaan sungai yang sebenarnya (Lusiana N, 2020).

a. Debit

Jumlah volume air yang mengalir per satuan waktu adalah debit (Neno A, 2016). Hasil data pengukuran debit Sungai Winongo dapat dilihat pada Gambar 4.13.



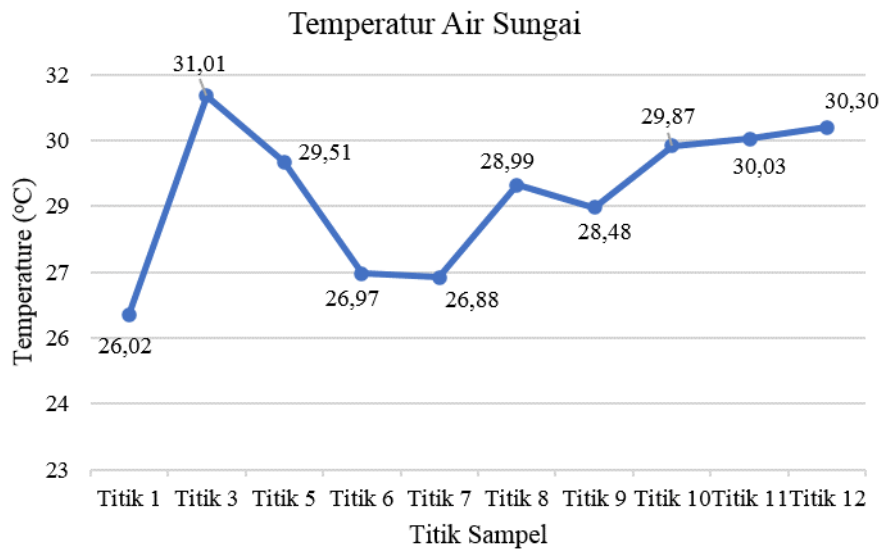
Gambar 4.13 Grafik Debit Air Sungai Winongo
 Sumber : Hasil Analisis Data, 2021

Dari Grafik 4.13 diatas menunjukkan bahwa debit tertinggi terletak di Titik 1 sebesar 10,37 m³/s sedangkan debit terendah terletak di Titik 8 sebesar 2,47 m³/s. Tingginya debit air sungai dimungkinkan dipengaruhi oleh terjadinya hujan (Herrera M, 2010 *dalam* Sutrisno A.J, 2020) sebelum pengukuran sampel dilakukan sehingga arus aliran sungai deras. Sedangkan rendahnya debit air sungai pada Titik 8 disebabkan oleh kondisi arus air sungai yang cenderung tenang.

Dari hasil pengamatan di Sungai Winongo terdapat perbedaan debit sungai yang dipengaruhi oleh kondisi topografi, penggunaan lahan, vegetasi (Abdullah N, 2007) serta terjadinya degradasi tanah akibat pengalihan tata guna lahan (Sulaeman D, 2014).

b. Temperatur

Temperatur merupakan salah satu parameter fisik yang penting dalam kualitas air. Hasil data pengukuran suhu Sungai Winongo dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Grafik Temperatur Air Sungai Winongo
 Sumber : Hasil Analisis Data, 2021

Dari Grafik 4.14 diatas menunjukkan bahwa temperatur dari Titik 1 hingga Titik 12 mengalami perubahan. Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan nilai temperatur di Sungai Winongo berkisar antara 26,02°C – 31,01°C. Temperatur tertinggi terletak di Titik 3 sebesar 31,01°C sedangkan temperatur terendah terletak di Titik 1 sebesar 26,02°C. Temperatur air memiliki sifat yang tidak konstan namun bersifat dinamis. Sehingga dari waktu ke waktu, nilai tinggi rendahnya temperatur pada air dapat berubah yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti adanya vegetasi, suhu udara, radiasi matahari, iklim dan cuaca (Boyd, 2015).

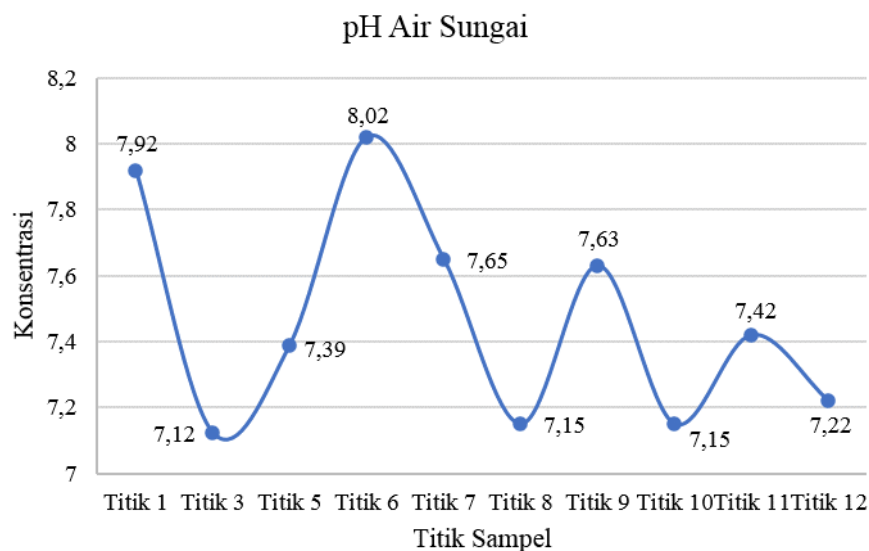
Temperatur yang tinggi mengindikasikan bahwa keberadaan radiasi matahari yang masuk ke badan air membuat temperatur meningkat. Sedangkan temperatur yang rendah disebabkan tidak adanya radiasi matahari yang masuk dan temperatur udara menurun serta hujan juga mempengaruhi temperatur di badan air (Parker, 2012). Hal ini terbukti pada saat di Titik 6 dan Titik 7, pengambilan sampel dilakukan pagi hari yang menyebabkan temperatur pada titik tersebut menurun dibanding titik sebelumnya karena rendahnya radiasi matahari yang masuk ke badan air.

Temperatur air yang tinggi di badan air akan menimbulkan : 1) Jumlah oksigen terlarut di dalam air menurun; 2) Kecepatan reaksi kimia meningkat; 3)

Kehidupan ikan dan hewan air lainnya terganggu (Beveridge, 2004) serta terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba (Cech, 2005).

c. pH (Derajat Keasaman)

Nilai pH pada air menjadi faktor yang penting pada suatu badan air guna menentukan air bersifat asam atau basa dan perbaikan kualitas air dalam proses pengolahan air (M. Ghufran, 2007). Hasil data pengukuran pH Sungai Winongo di lapangan dapat dilihat pada Gambar 4.15.



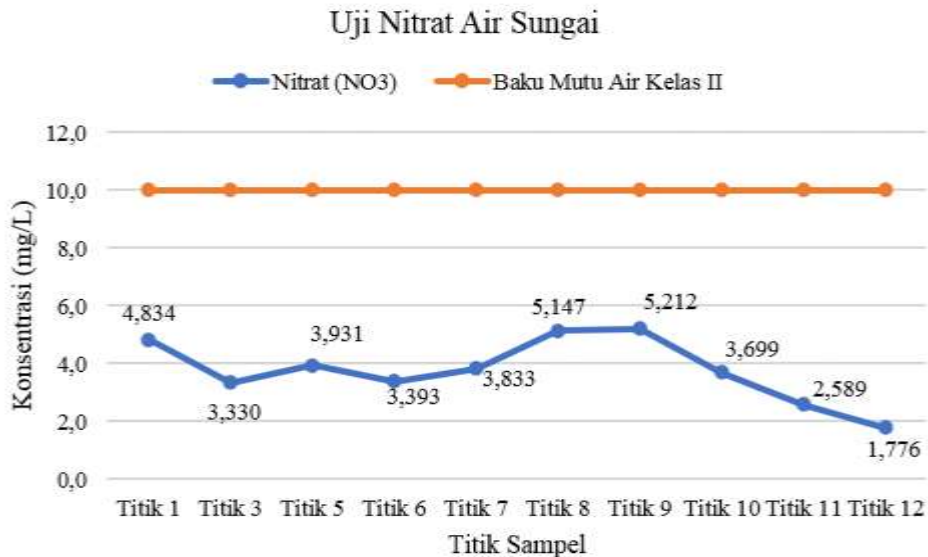
Gambar 4.15 Grafik pH Air Sungai Winongo
Sumber : Hasil Analisis Data, 2021

Dari Grafik 4.15 diatas menunjukkan nilai pH di Sungai Winongo berkisar antara 7,12 – 8,02. Berdasarkan Pergub DIY No 20 Tahun 2008, batas baku mutu nilai pH berkisar 6 – 8,5 sehingga nilai pH pada Sungai Winongo masih memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Nilai pH tertinggi berada di Titik 6 yaitu 8,02 dan nilai terendah berada di Titik 3 yaitu 7,12. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut bahwa perubahan temperatur saat pengukuran pada masing-masing segmen dapat mempengaruhi perbedaan nilai pH. Dimana semakin naik temperatur pada saat pengukuran sampel air maka nilai pH akan menurun dan semakin turun temperatur maka nilai pH akan naik (Lestari E.S, 2015).

d. Nitrat (NO_3)

Limbah pertanian, pupuk, kotoran manusia dan hewan dapat menyebabkan adanya keberadaan senyawa Nitrat (Gumelar A.R, 2017). Hasil data pengujian Nitrat (NO_3) Sungai Winongo di lapangan dapat dilihat pada Gambar 4.16.

Dari Grafik 4.16 dibawah ini menunjukkan bahwa hasil pengamatan konsentrasi nitrat di Sungai Winongo memenuhi baku mutu air kelas II sesuai dengan Pergub DIY No 20 Tahun 2008 yaitu 10 mg/L. Berdasarkan hasil pengamatan nilai nitrat dari Titik 1 hingga Titik 12 memiliki nilai yang bervariasi antara 1,776 – 5,212 mg/L dengan nilai tertinggi terletak di Titik 9 sebesar 5,212 mg/L dan nilai terendah di Titik 12 sebesar 1,776 mg/L.



Gambar 4.16 Grafik Nitrat (NO_3) Air Sungai Winongo
Sumber : Hasil Analisis Data, 2021

Penyebab adanya nitrat di Sungai Winongo karena pembuangan limbah domestik yang mengandung kotoran manusia dan hewan, limbah pertanian dan penggunaan pupuk (Gumelar A.R, 2017). Seperti di Titik 8 terdapat pencemaran dari aktivitas pertanian yang berpotensi meningkatkan konsentrasi nitrat yang masuk ke dalam badan sungai, Titik 9 terdapat banyaknya sampah serta bekas cuci pakaian dari aktivitas domestik warga sekitar yang dapat menyebabkan munculnya konsentrasi nitrat. Hampir keseluruhan lokasi pengambilan sampel memiliki

konsentrasi nitrat dibawah standar baku mutu. Selain kadar nitrat berasal dari limbah pertanian, nitrat juga berasal dari kotoran manusia dan hewan.

Pada saat pengambilan sampel air, banyak warga sekitar sungai memanfaatkan bantaran sungai untuk aktivitas MCK maka hal tersebut dapat menjadi pemicu tingginya kandungan nitrat di perairan. Tingginya konsentrasi dapat memicu eutrifikasi di sungai yang menyebabkan tumbuhnya algae dan tumbuhan lain (Yogafanny E, 2015 dalam Widiatmono, B.R, 2020). Berikut adalah hasil uji kualitas air parameter Nitrat selama penelitian yang dapat dilihat pada Tabel 4.4 :

Tabel 4.4 Data Hasil Uji Kualitas Air Parameter Nitrat

Uji Kualitas Air		
Minimum	Maximum	Rata-rata
2,095	8,048	4,834
2,628	4,388	3,330
0,196	9,961	3,931
0,190	8,139	3,393
1,706	5,245	3,833
3,260	6,680	5,147
3,292	6,609	5,212
1,738	5,138	3,699
1,761	4,121	2,589
0,230	3,326	1,776

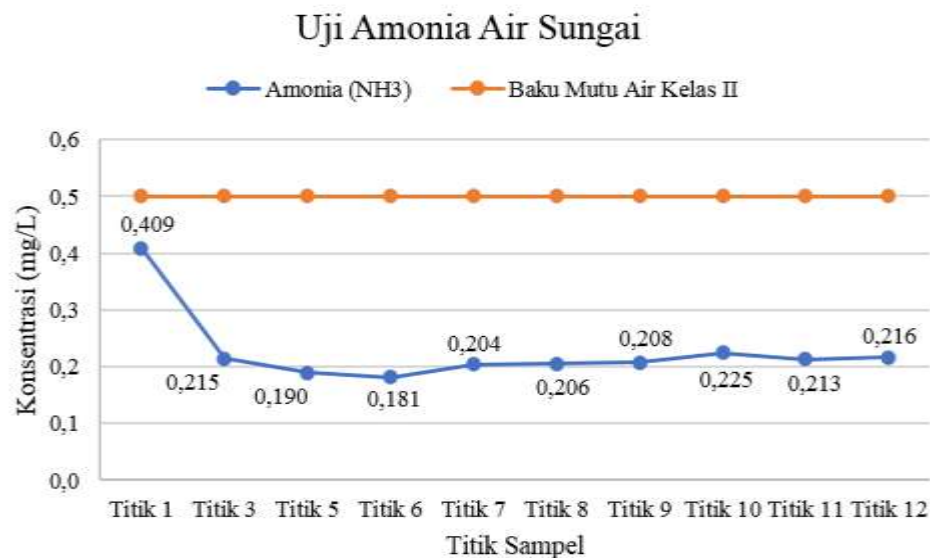
Sumber : Hasil Analisis Data, 2021

e. Amonia (NH_3)

Alat Spektrofotometer UV-Visible dengan panjang gelombang 640 nm dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi Amonia di Sungai Winongo. Berdasarkan hasil pengamatan dan pengujian amonia (NH_3) Sungai Winongo di laboratorium dapat dilihat pada Gambar 4.17.

Berdasarkan hasil analisis bahwa konsentrasi amonia berkisar antara 0,181 – 0,409 mg/L. Konsentrasi amonia di Sungai Winongo memiliki nilai yang bervariasi dengan nilai tertinggi terletak di Titik 1 sebesar 0,409 mg/L sedangkan nilai terendah terletak di Titik 6 sebesar 0,181 mg/L. Dari hasil pengamatan konsentrasi amonia di Sungai Winongo memenuhi baku mutu air kelas II sesuai Pergub DIY No 20 Tahun 2008 yaitu 0,5 mg/L. Nilai konsentrasi amonia yang

tinggi dikarenakan sumber pencemar lebih bervariasi dibandingkan dengan titik lainnya.



Gambar 4.17 Grafik Amonia (NH₃) Air Sungai Winongo
Sumber : Hasil Analisis Data, 2021

Adanya amonia di badan sungai juga dikarenakan adanya urea dan proses amonifikasi dari dekomposisi bahan organik (Apriyanti D, 2013). Selain itu, masih terdapat aktivitas masyarakat sekitar yang memanfaatkan air sungai. Seperti di Titik 8 terdapat penggunaan pupuk untuk pertanian oleh masyarakat sehingga limbah pupuk yang terbawa arus akan mengalir ke Sungai Winongo. Berikut adalah hasil uji parameter Nitrat selama penelitian yang dapat dilihat pada Tabel 4.5 :

Tabel 4.5 Data Hasil Uji Kualitas Air Parameter Amonia

Uji Kualitas Air		
Minimum	Maximum	Rata-rata
0,099	0,616	0,409
0,105	0,287	0,215
0,148	0,252	0,190
0,129	0,149	0,181
0,106	0,353	0,204
0,144	0,246	0,206
0,145	0,249	0,208
0,198	0,264	0,225
0,199	0,226	0,213
0,205	0,231	0,216

Sumber : Hasil Analisis Data, 2021

4.2.3 Kondisi Sumber Pencemar

Terdapat sumber pencemar *point source* dan *non point source* di Sungai Winongo. Menurut Hogan (2010), sumber *point source* berasal dari limbah yang keluar dari anak sungai sedangkan sumber *non point source* berasal dari limbah domestik, aktivitas pertanian, industri kecil. Data hidrolik untuk sumber pencemar dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan data kualitas sumber pencemar pada Tabel 4.7.

Tabel 4.6 Data Hidrolik Sumber Pencemar Sungai Winongo

<i>Point Source</i>	Debit (m ³)	Kedalaman (m)	Lebar (m)	Kecepatan Rata-rata (m/s)
Titik 2	0,22	0,19	3,72	0,32
Titik 4	6,04	1,96	10	0,42
Titik 6	0,002	0,04	0,5	0,08
Titik 7	0,7	0,10	0,25	0,18
Titik 8	0,01	0,08	0,4	0,37
Titik 9	0,24	0,52	1,58	0,29
Titik 10	0,01	0,10	0,15	0,61
Titik 11	0,18	0,08	0,15	0,18

Sumber : Hasil Pengukuran, 2021

Tabel 4.7 Data Primer Kualitas *Point Source*

<i>Point Source</i>	Lokasi (km)	Temperatur (°C)	pH	DO	Nitrat (NO ₃)	Amonia (NH ₃)
Titik 2	9,78	28,10	7,96	22,57	2,253	0,411
Titik 4	7,38	30,24	7,77	18,74	0,721	0,145
Titik 6	5,38	27,49	7,79	19	2,452	0,633
Titik 7	4,16	26,80	7,48	23,44	2,429	1,142
Titik 8	4,20	29,31	7,58	27,81	3,8	0,314
Titik 9	3,00	28,55	7,02	20,17	2,227	0,158
Titik 10	1,41	29,35	6,05	15,21	0,698	0,133
Titik 11	0,66	30,25	7,30	20,17	2,434	0,233

Sumber : Hasil Analisis Data, 2021

4.3 Hasil Penelitian

4.3.1 Pembentukan Model

Selanjutnya dilakukan pembentukan model Sungai Winongo. Pembentukan model ini menggunakan *software* QUAL2Kw dengan beberapa parameter kualitas

air yang terlihat pada Tabel 4.8. Data yang akan dimasukkan ke dalam *software* QUAL2Kw meliputi identitas sungai, data sumber pencemar, data hidrolis dan kualitas air sungai serta data yang lainnya. Berikut beberapa parameter yang terdapat di *software* QUAL2Kw.

Tabel 4.8 Parameter Kualitas Air *Software* QUAL2Kw

No	Parameter	Parameter pada QUAL2Kw
1.	pH	<i>pH</i>
2.	Temperatur (°C)	<i>Temperatur (°C)</i>
3.	DO (mg/L)	<i>Dissolved Oxygen (mg/L)</i>
4.	BOD (mg/L)	<i>CBOD (mg/L)</i>
5.	COD (mg/L)	<i>Generic Constituent (mg/L)</i>
6.	TSS (mg/L)	<i>ISS (mg/L)</i>
7.	NO ₃ (mg/L)	<i>NO₃ (mg/L)</i>
8.	NH ₄ (mg/L)	<i>NH₄ (mg/L)</i>
9.	PO ₄ (mg/L)	<i>Inorganic P (mg/L)</i>

Sumber : QUAL2Kw, 2021

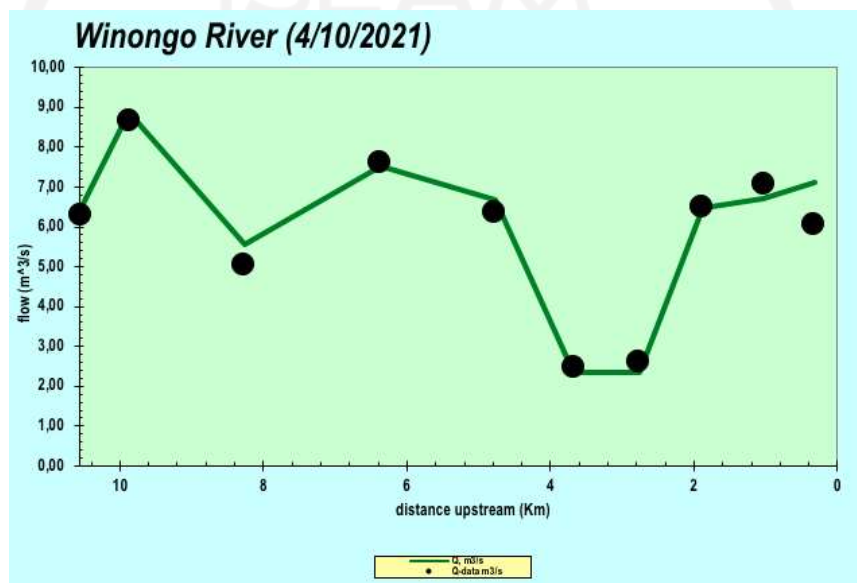
Setelah menginput data ke *worksheet* maka dilakukan klik [Run VBA] pada *software* QUAL2Kw untuk menampilkan hasil model tiap parameter.

4.3.2 Kalibrasi Model

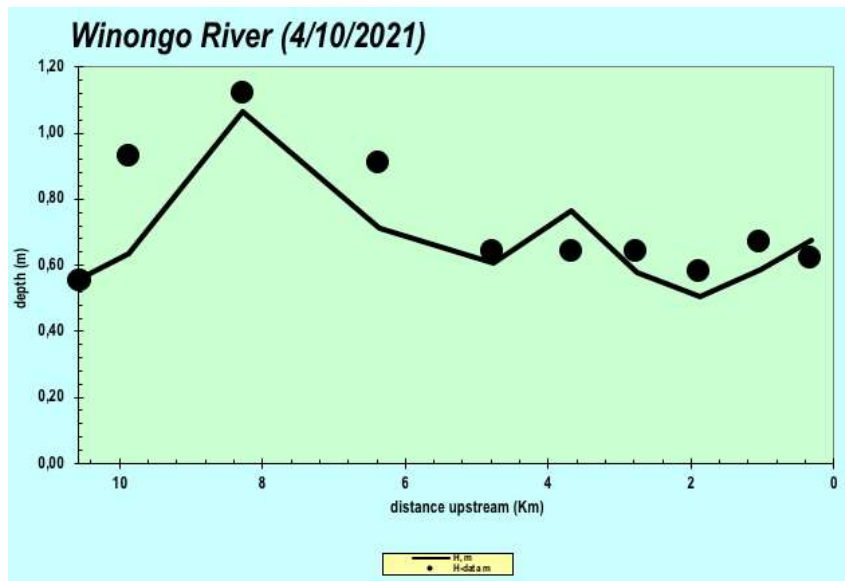
Penggunaan kalibrasi model ini menggunakan metode *trial and error* untuk mengetahui kesesuaian model dengan data lapangan. Data yang digunakan untuk kalibrasi model ini berupa data *worksheet* WQ Data, *worksheet* Hydraulics Data (sumber pencemar) serta data yang lainnya. Dalam metode *trial and error* dilakukan penggantian data kedalaman sungai (*depth*), kecepatan aliran (*velocity*) dan *manning formula*. Serta mengganti debit sungai yang masuk maupun debit keluar di Sungai Winongo. Berikut hasil penginputan data pada Gambar 4.18 dan grafik hasil kalibrasi hidrolis pada Gambar 4.19 sampai Gambar 4.21.

Hydraulic Model (Weir Overrides Rating Curves; Rating Curves Override Manning Formula)											
Weir		Rating Curves				Manning Formula					
Height (m)	Width (m)	Velocity		Depth		Channel Slope	Manning n	Bot Width (m)	Side Slope	Side Slope	
		Coefficient	Exponent	Coefficient	Exponent						
0,0000	0,0000	0,7800	0,000	1,0000	0,000	0,003	0,025	13,2	0,00	0,00	
0,0000	0,0000	0,7600	0,000	0,9300	0,000	0,003	0,025	12	0,00	0,00	
0,0000	0,0000	0,7500	0,000	1,1200	0,000	0,003	0,025	5,78	0,00	0,00	
0,0000	0,0000	0,6500	0,000	0,9100	0,000	0,002	0,025	13	0,00	0,00	
0,0000	0,0000	0,5100	0,000	0,6800	0,000	0,005	0,025	10	0,00	0,00	
0,0000	0,0000	0,5500	0,000	0,6400	0,000	0,006	0,025	7	0,00	0,00	
0,0000	0,0000	0,5700	0,000	0,6400	0,000	0,015	0,025	7	0,00	0,00	
6,9000	11,700	0,9800	0,000	0,5800	0,000	0,001	0,025	11,7	0,00	0,00	
0,0000	0,0000	0,8200	0,000	0,6700	0,000	0,001	0,025	12,7	0,00	0,00	
0,0000	0,0000	0,7600	0,000	0,6200	0,000	0,001	0,025	12,75	0,00	0,00	

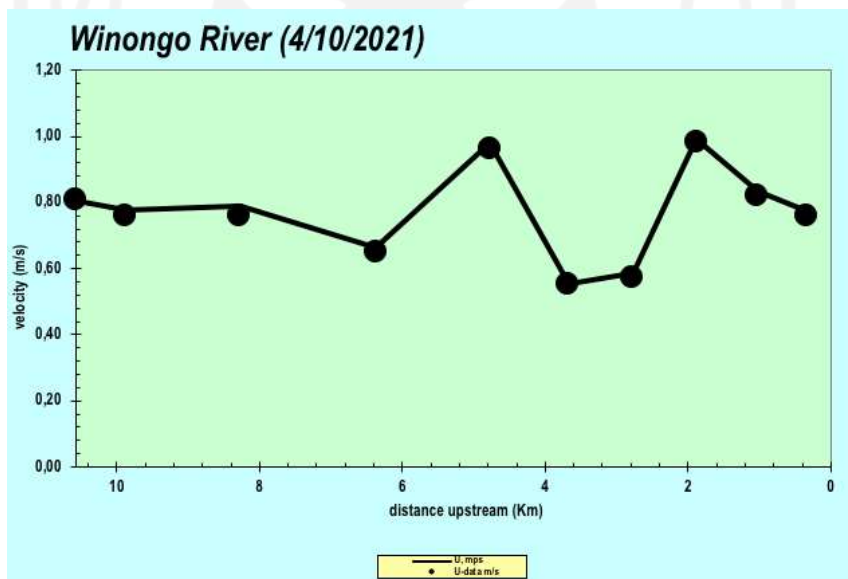
Gambar 4.18 Hydraulic Model pada Worksheet Reach
 Sumber : QUAL2Kw, 2021



Gambar 4.19 Model untuk Debit Sungai
 Sumber : QUAL2Kw, 2021



Gambar 4.20 Model untuk Kedalaman Sungai
 Sumber : QUAL2Kw, 2021

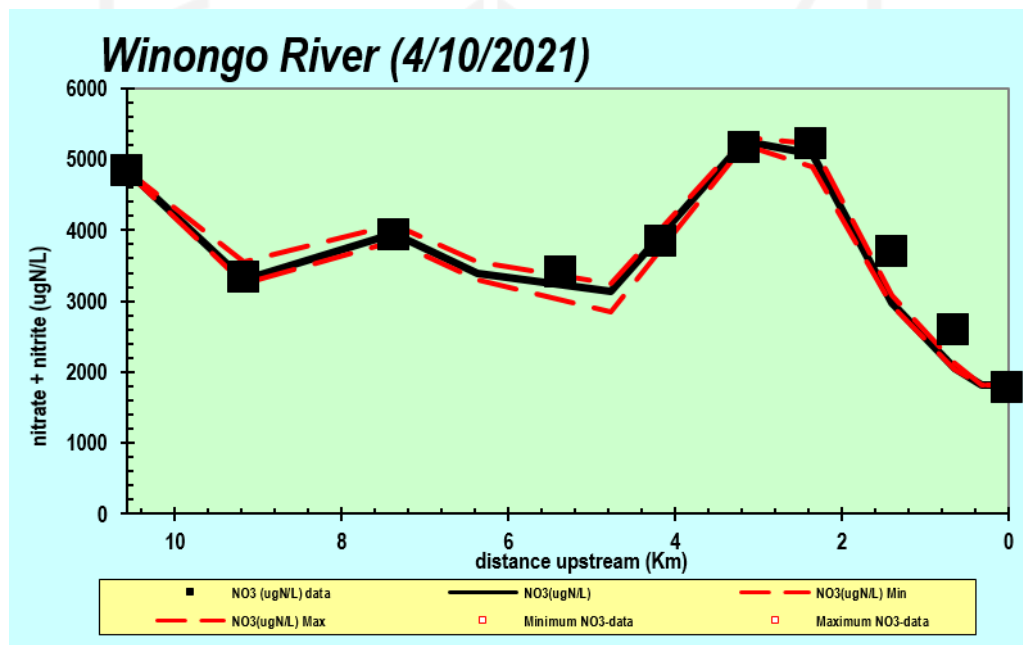


Gambar 4.21 Model untuk Kecepatan Sungai
 Sumber : QUAL2Kw, 2021

Pada Gambar 4.19 menunjukkan bahwa hasil model telah mendekati data yang data sebenarnya. Debit tertinggi pada Titik 3 (9,17 km) dapat mempengaruhi kecepatan air sungai (Moersidik dan Rahma, 2011) meningkat. Sedangkan debit mengalami penurunan pada Titik 5 (7,37 km) karena adanya aliran air yang keluar menuju anak sungai.

Pada Gambar 4.20 menunjukkan bahwa data kedalaman yang diinput dalam program sudah mendekati dengan data sebenarnya. Perbedaan kedalaman yang naik turun dapat disebabkan oleh pengaruh lebar sungai, *slope* dan kecepatan air. Dan pada Gambar 4.21 menunjukkan bahwa hasil model mendekati data sebenarnya, namun pada Titik 6 (5,37 km) dan Titik 7 (4,17 km) menjauhi data model. Hal ini karena pada Titik 6 mengalami penurunan dengan kedalaman 0,91 m dan lebar sungai sebesar 13 m maka diperoleh hasil *slope* 0,002 m/m dan kecepatan 0,65 m/s.

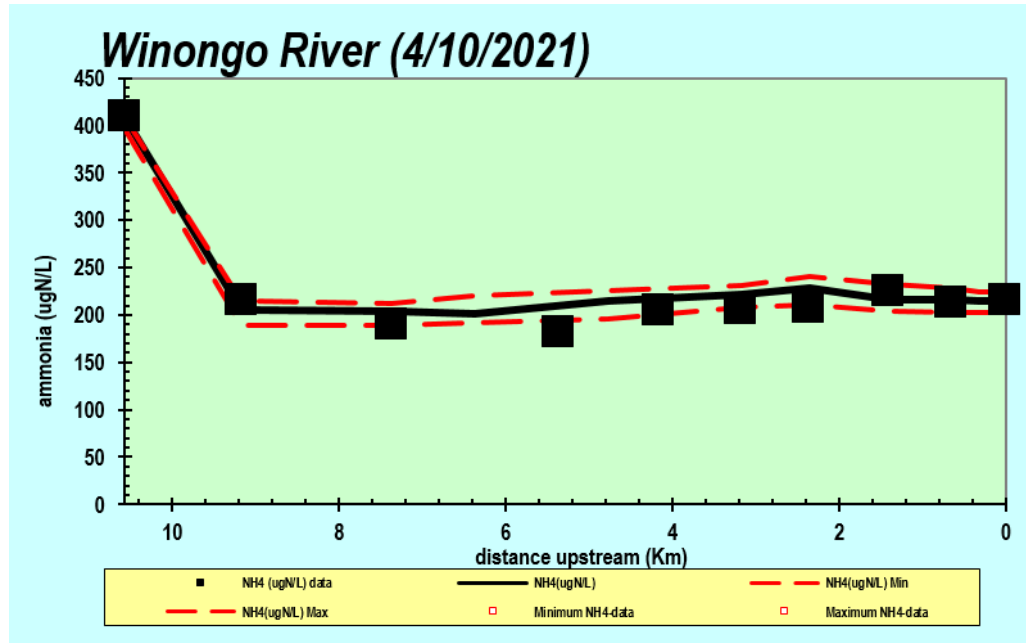
Sedangkan grafik hasil kalibrasi kualitas air sungai untuk parameter Nitrat (NO_3) dan Amonia (NH_3) dapat dilihat pada Gambar 4.22 hingga Gambar 2.23.



Gambar 4.22 Model untuk Nitrat
Sumber : QUAL2Kw, 2021

Gambar 4.22 menunjukkan bahwa hasil data model untuk Nitrat sudah mendekati data sebenarnya. Pada Titik 5, Titik 10 dan Titik 12 mengalami penurunan konsentrasi nitrat karena daerah pengambilan sampel jauh dari aktivitas pertanian. Sedangkan pada Titik 8 hingga Titik 9 mengalami peningkatan karena terdapat sumber pencemar yang masuk dari aktivitas pertanian, penggunaan pupuk serta kotoran manusia dan hewan yang berpotensi meningkatkan konsentrasi nitrat yang masuk ke dalam badan sungai. Sehingga grafik yang dihasilkan untuk

konsentrasi Nitrat masih dibawah standar baku mutu sesuai kelas II berdasarkan Pergub DIY No 20 Tahun 2008 yaitu 10 mg/L (10000 $\mu\text{g N/L}$).



Gambar 4.23 Model untuk Amonia
Sumber : QUAL2Kw, 2021

Gambar 4.23 menunjukkan bahwa hasil data model untuk parameter Amonia sudah mendekati data sebenarnya. Nilai konsentrasi amonia sebesar 0,181 – 0,409 mg/L. Pada Gambar 4.23 terdapat penurunan garis merah putus-putus yang menunjukkan daya beban yang diterima pada badan air kecil. Penurunan konsentrasi amonia dapat disebabkan oleh *self purification* di sungai. Banyaknya kandungan urea dan terjadinya dekomposisi bahan organik yang menyebabkan proses amonifikasi terindikasi bahwa adanya konsentrasi amonia (Apriyanti D, 2013) di sungai.

Setelah hasil kalibrasi maka diperoleh nilai *fitness* sebesar 0,4858 untuk parameter nitrat dan 0,4798 untuk parameter amonia. Serta untuk debit, kecepatan dan kedalaman sebesar 0,4608 Dengan adanya nilai *fitness* sebesar 0,4858; 0,4798 dan 0,4608 berarti nilai tersebut $< 0,5$ maka dalam model telah sesuai.

4.3.3 Validasi Model

Kesesuaian data model dengan data sebenarnya maka dilakukan validasi (Marlina N, 2019). Validasi model ini menggunakan metode koefisien validitas model (U) (Lestari, 2013). Berikut persamaan rumus U :

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{i,prdks} - y_{i,ukr})^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{i,prdks}^2 + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{i,ukr}^2}}$$

Keterangan :

- $y_{i, prdks}$ = Data prediksi pada lokasi k
- $y_{i, ukr}$ = Data pengukuran pada lokasi ke i
- n = Jumlah data pengamatan

Berikut diperoleh hasil perhitungan nilai validasi model yang dapat dilihat pada Tabel 4.9 – Tabel 4.13.

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Nilai U Parameter Nitrat

Titik	Nilai prediksi lokasi	Nilai pengukuran lokasi	n	U	
Titik 1	4,833	4,834	10	0,0001	0,0036
Titik 3	3,305	3,330		0,0036	
Titik 5	3,950	3,931		0,0025	
Titik 6	3,395	3,393		0,0003	
Titik 7	3,136	3,833		0,1000	
Titik 8	5,254	5,147		0,0103	
Titik 9	5,079	5,212		0,0129	
Titik 10	2,977	3,699		0,1080	
Titik 11	2,056	2,589		0,1145	
Titik 12	1,814	1,776		0,0106	

Sumber : Hasil Analisis Data, 2021

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Nilai U Parameter Amonia

Titik	Nilai prediksi lokasi	Nilai pengukuran lokasi	n	U	
Titik 1	0,408	0,409	10	0,0005	0,0025
Titik 3	0,204	0,215		0,0247	
Titik 5	0,204	0,190		0,0368	
Titik 6	0,201	0,181		0,0533	
Titik 7	0,214	0,204		0,0248	
Titik 8	0,221	0,206		0,0371	
Titik 9	0,228	0,208		0,0477	
Titik 10	0,216	0,225		0,0199	
Titik 11	0,215	0,213		0,0066	
Titik 12	0,215	0,216		0,0017	

Sumber : Hasil Analisis Data, 2021

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Nilai U pada Debit

Titik	Nilai prediksi lokasi	Nilai pengukuran lokasi	n	U	
Titik 1	6,37	10,37	10	0,238	0,0051
Titik 3	8,87	8,65		0,012	
Titik 5	5,57	5,05		0,049	
Titik 6	7,51	7,62		0,007	
Titik 7	6,66	6,36		0,023	
Titik 8	2,36	2,47		0,022	
Titik 9	2,36	2,60		0,048	
Titik 10	6,48	6,48		0,000	
Titik 11	6,72	7,08		0,026	
Titik 12	7,10	6,06		0,079	

Sumber : Hasil Analisis Data, 2021

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Nilai U pada Kedalaman

Titik	Nilai prediksi lokasi	Nilai pengukuran lokasi	n	U	
Titik 1	0,56	1,00	10	0,283	0,0097
Titik 3	0,63	0,93		0,190	
Titik 5	1,06	1,12		0,025	
Titik 6	0,71	0,91		0,122	
Titik 7	0,61	0,64		0,025	
Titik 8	0,76	0,64		0,087	
Titik 9	0,58	0,64		0,052	
Titik 10	0,50	0,58		0,071	
Titik 11	0,59	0,67		0,066	
Titik 12	0,68	0,62		0,043	

Sumber : Hasil Analisis Data, 2021

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Nilai U pada Kecepatan

Titik	Nilai prediksi lokasi	Nilai pengukuran lokasi	n	U	
Titik 1	0,81	0,78	10	0,017	0,0011
Titik 3	0,78	0,76		0,012	
Titik 5	0,79	0,76		0,019	
Titik 6	0,66	0,65		0,010	
Titik 7	0,98	0,96		0,009	
Titik 8	0,55	0,55		0,004	
Titik 9	0,58	0,57		0,012	
Titik 10	0,99	0,98		0,006	
Titik 11	0,83	0,82		0,007	
Titik 12	0,77	0,76		0,008	

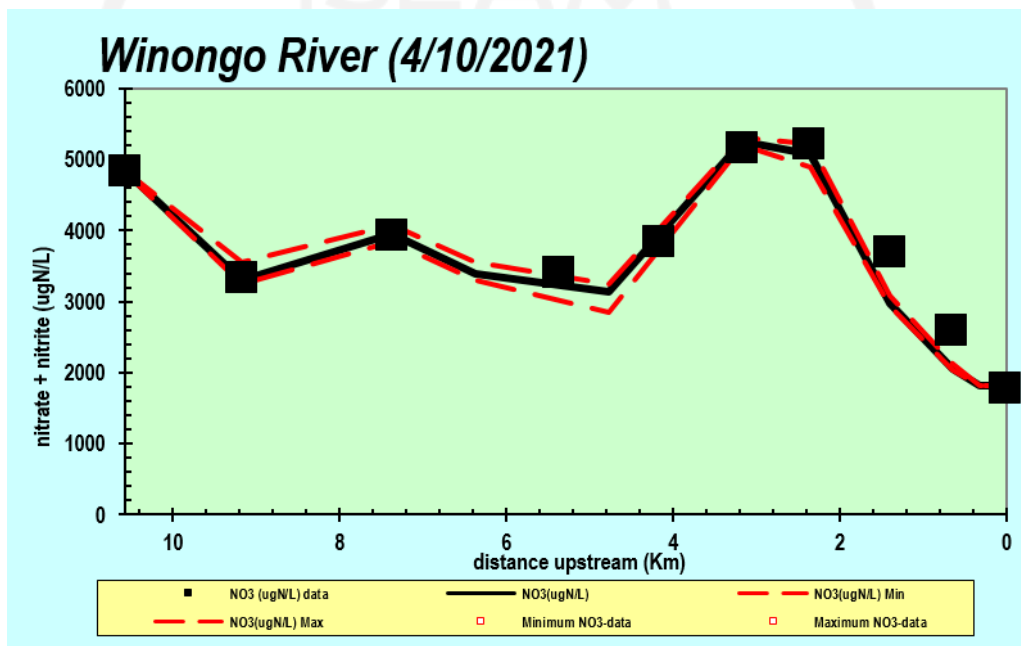
Sumber : Hasil Analisis Data, 2021

Dari hasil perhitungan pada setiap parameter maka diperoleh hasil validasi untuk Nitrat sebesar 0,0036 dan untuk Amonia sebesar 0,0025. Dan untuk debit, kedalaman, kecepatan diperoleh hasil nilai validasi sebesar 0,0051; 0,0097; 0,0011. Hasil validasi model akan dibandingkan dengan (Deksissa Chuco, 2004). Dengan hasil perhitungan tersebut, maka dapat dikatakan data model sudah sesuai dengan data sebenarnya.

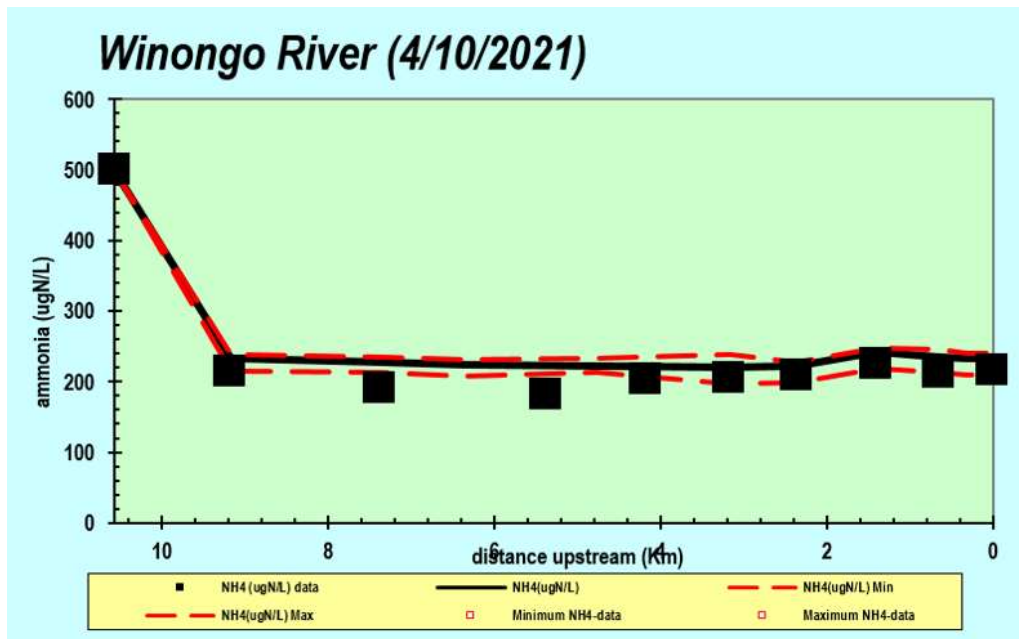
4.3.4 Hasil Simulasi Model

4.3.4.1 Simulasi 1

Untuk mengetahui pengaruh sumber pencemar *point source* maupun *diffuse source* eksisting terhadap kualitas air Sungai Winongo maka dilakukan simulasi 1 ini dengan menggunakan data sumber pencemar dan data kondisi hulu air sungai yang sesuai dengan eksisting. Berikut hasil simulasi 1 pada Gambar 4.24 – Gambar 4.25.



Gambar 4.24 Simulasi 1 Pada Nitrat
Sumber : QUAL2Kw, 2021



Gambar 4.25 Simulasi 1 Pada Amonia
Sumber : QUAL2Kw, 2021

Konsentrasi nitrat pada keseluruhan titik sampling masih memenuhi baku mutu air kelas II. Berdasarkan hasil uji konsentrasi nitrat diperoleh nilai tertinggi sebesar 5,212 mg/L pada Titik 9 dan nilai terendah sebesar 1,776 mg/L pada Titik 12. Pada Gambar 4.24 menunjukkan adanya peningkatan pada Titik 6 sampai Titik 9, hal ini disebabkan adanya masukan sumber pencemar dan beban pencemaran. Masukan beban pencemar ini dapat berupa aktivitas pertanian, penggunaan pupuk serta kotoran manusia dan hewan yang berpotensi meningkatkan konsentrasi nitrat. Selain itu adanya kawasan pemukiman penduduk yang padat. Sehingga penyebab tingginya konsentrasi nitrat akan menimbulkan proses eutrofikasi dan meningkatnya algae (Yogafanny E, 2015).

Pada Gambar 4.25 menunjukkan konsentrasi amonia cenderung mengalami penurunan dari Titik 1 hingga Titik 12. Penurunan di Titik 1 menuju Titik 3, dimana terdapat *effluent* dari anak sungai berupa limbah domestik. Sedangkan pada Titik 3 hingga Titik 12 mengalami peningkatan. Adanya sumber pencemar limbah domestik dan saluran drainase di Titik 10 menyebabkan konsentrasi amonia tinggi sebesar 0,225 mg/L. Pada Titik 7 – 9 menunjukkan peningkatan karena adanya lahan pertanian yang menimbulkan beban pencemar *point source* dan *diffuse source*

masuk ke sungai. Sehingga dengan adanya beban pencemaran akan menurunkan kualitas air Sungai Winongo. Berikut hasil simulasi 1 pada *worksheet WQ Output* pada Tabel 4.14.

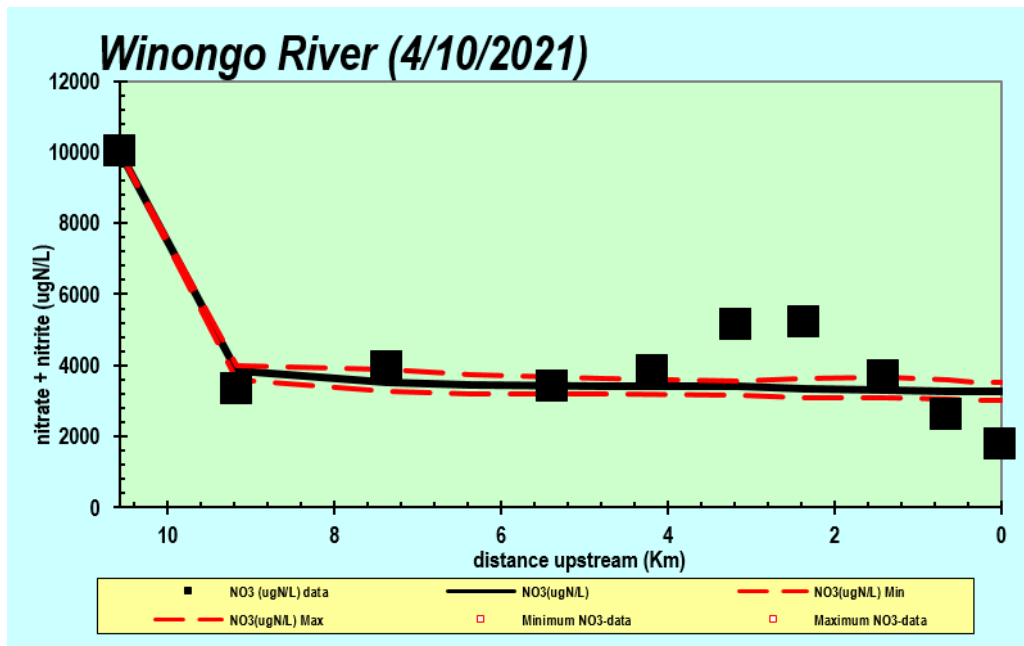
Tabel 4.14 *Worksheet WQ Output* Simulasi 1

Titik	Jarak (km)	NO ₃ (mg/L)	NH ₃ (mg/L)
Titik 1	10,57	4,833	0,408
Titik 3	9,17	3,305	0,204
Titik 5	7,37	3,950	0,204
Titik 6	6,37	3,395	0,201
Titik 7	4,77	3,136	0,214
Titik 8	3,17	5,254	0,221
Titik 9	2,36	5,079	0,228
Titik 10	1,40	2,977	0,216
Titik 11	0,65	2,056	0,215
Titik 12	0,33	1,814	0,215

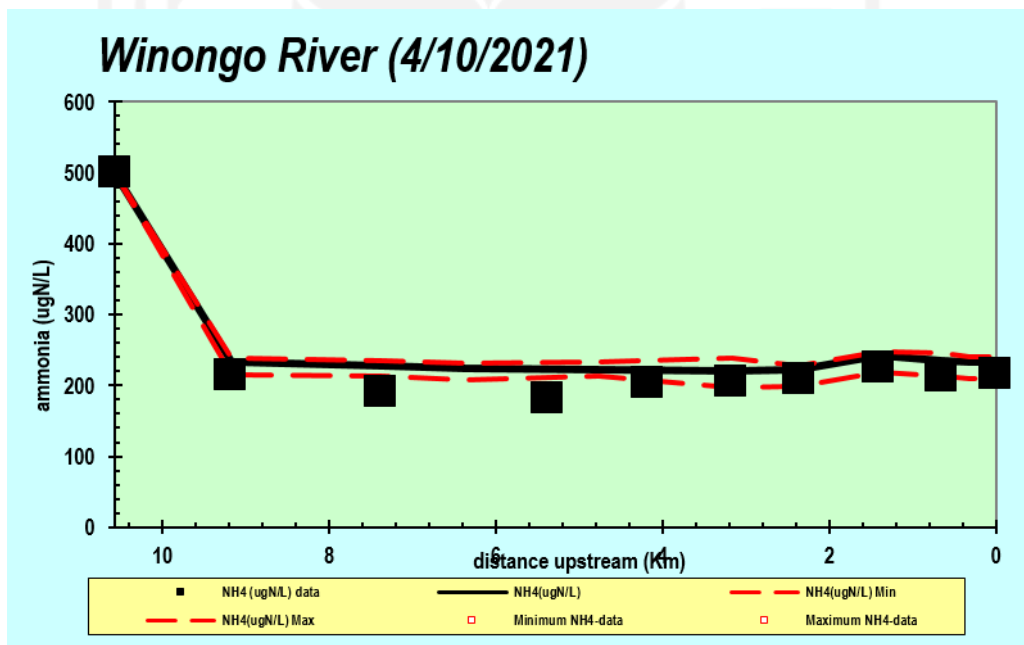
Sumber : QUAL2Kw, 2021

4.3.4.2 Simulasi 2

Kemampuan *self purification* di Sungai Winongo akan diketahui apabila menggunakan data kondisi hulu sungai yang sesuai baku mutu kelas II dan sumber pencemar dihilangkan. Sumber pencemar *point source* dan *diffuse source* dihilangkan agar tidak adanya pencemar yang masuk ke Sungai Winongo. Sementara itu, saluran anak sungai, air tanah, sistem drainase dan air hujan masih tetap ada pencemar alami. Berikut hasil simulasi 2 pada Gambar 4.26 – Gambar 4.27.



Gambar 4.26 Simulasi 2 Pada Nitrat
Sumber : QUAL2Kw, 2021



Gambar 4.27 Simulasi 2 Pada Amonia
Sumber : QUAL2Kw, 2021

Berdasarkan hasil Gambar 4.26 dan Gambar 4.27 menunjukkan konsentrasi Nitrat dan Amonia masih memenuhi baku mutu air kelas II. Pada grafik tersebut disebabkan proses *self purification* dari beban pencemar yang masuk (Irsanda,

2014). Kemampuan *self purification* di setiap badan air terjadi oleh beberapa faktor seperti laju aliran, relokasi sumber titik pembuangan (Babamiri O, 2021), suhu, ketinggian air dan karakteristik sedimen (Saulys V, 2020). Berikut hasil *worksheet WQ Output* pada Tabel 4.15.

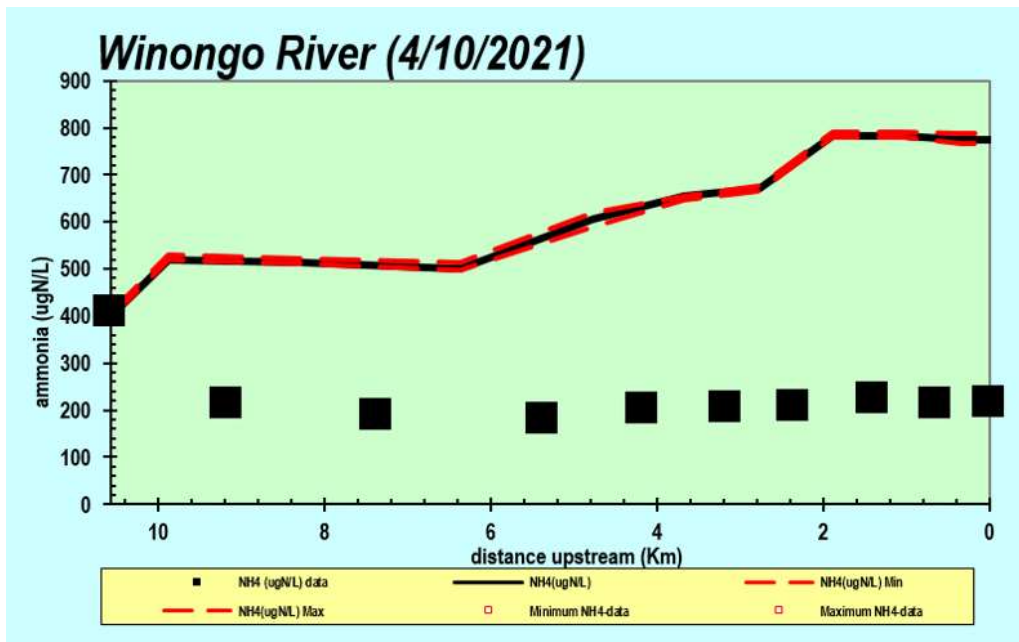
Tabel 4.15 *Worksheet WQ Output* Simulasi 2

Titik	Jarak (km)	NO ₃ (mg/L)	NH ₃ (mg/L)
Titik 1	10,57	10	0,5
Titik 3	9,17	3,842	0,233
Titik 5	7,37	3,515	0,228
Titik 6	6,37	3,448	0,223
Titik 7	4,77	3,416	0,221
Titik 8	3,17	3,398	0,220
Titik 9	2,36	3,324	0,221
Titik 10	1,40	3,301	0,241
Titik 11	0,65	3,277	0,234
Titik 12	0,33	3,259	0,233

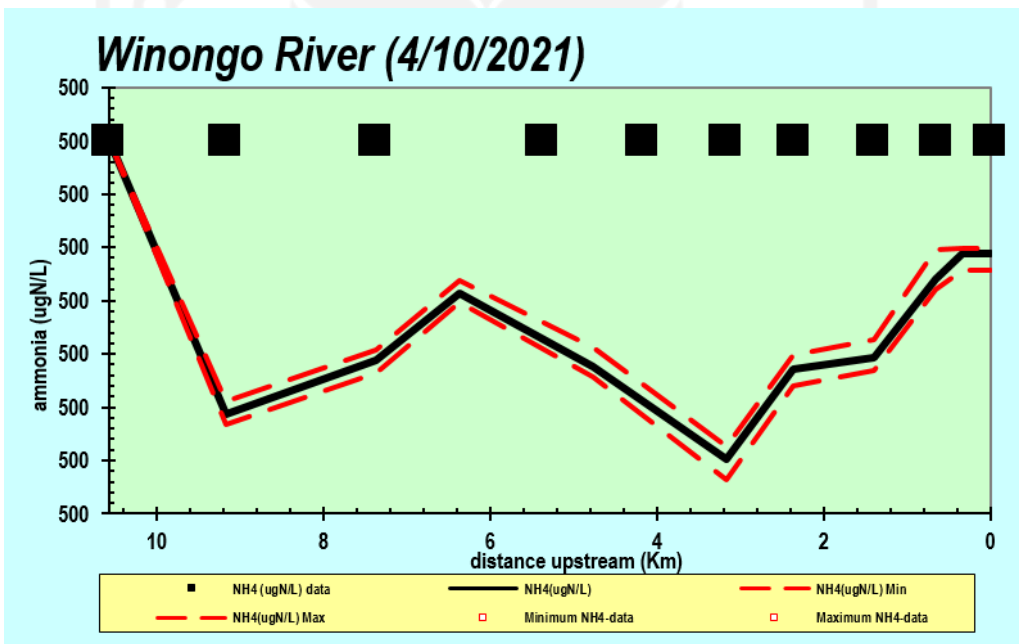
Sumber : QUAL2Kw, 2021

4.3.4.3 Simulasi 3

Untuk mengetahui gambaran kondisi sungai di hulu dan air sungai digunakan simulasi 3 yang mana disesuaikan dengan baku mutu air kelas II dengan sumber pencemar disungai menggunakan *trial and error*. Hal ini digunakan untuk menghitung daya tampung beban pencemaran pada sungai. Berikut hasil simulasi 3 pada Gambar 4.28 – Gambar 4.29.



Gambar 4.28 Simulasi 3 Pada Nitrat
Sumber : QUAL2Kw, 2021



Gambar 4.29 Simulasi 3 Pada Amonia
Sumber : QUAL2Kw, 2021

Penggunaan *trial and error* sumber pencemar digunakan untuk memperoleh kualitas air memenuhi baku mutu air kelas II. Sehingga diperoleh kosentrasi Nitrat dan Amonia masih memenuhi baku mutu dengan kualitas air sungai di hulu

diasumsikan sudah memenuhi baku mutu dan hasil tren garis (model) juga diasumsikan sesuai baku mutu air kelas II. Data hasil simulasi 3 ini pada *worksheet WQ Output* dalam Tabel 4.16.

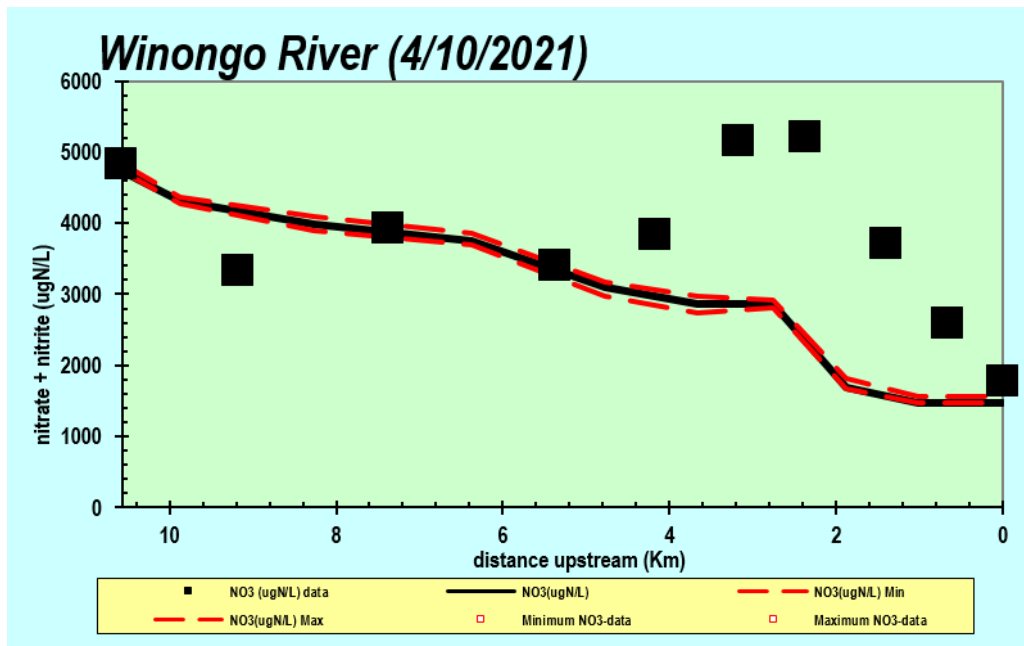
Tabel 4.16 *Worksheet WQ Output* Simulasi 3

Titik	Jarak (km)	NO ₃ (mg/L)	NH ₃ (mg/L)
Titik 1	10,57	10	0,5
Titik 3	9,17	9,878	0,4997
Titik 5	7,37	9,549	0,4997
Titik 6	6,37	9,764	0,4998
Titik 7	4,77	9,190	0,4997
Titik 8	3,17	9,979	0,4997
Titik 9	2,36	9,921	0,4997
Titik 10	1,40	8,822	0,4998
Titik 11	0,65	9,806	0,4998
Titik 12	0,33	9,803	0,4998

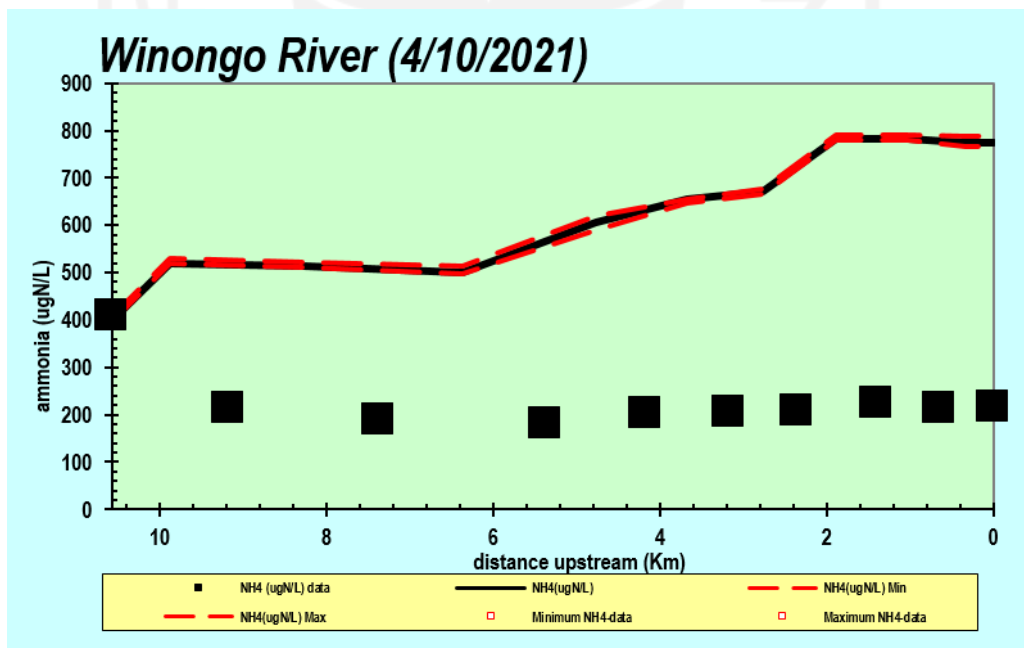
Sumber : QUAL2Kw, 2021

4.3.4.4 Simulasi 4

Guna memperkirakan kualitas Sungai Winongo dimasa yang akan datang, dilakukan simulasi menggunakan data kondisi hulu sungai berupa eksisting dan sumber pencemar yang masuk ke sungai. Serta untuk proyeksi penduduk pada setiap segmen yang berpotensi menimbulkan sumber pencemar domestik, industri dan pertanian adalah : Titik 7 berupa limbah domestik yang memiliki jumlah penduduk pada tahun 2026 sebesar 1145 orang, Titik 10 berupa limbah domestik dari daerah Jogonalan Lor yang memiliki jumlah penduduk sekitar 619 orang dan Titik 11 berupa limbah domestik yang memiliki jumlah penduduk sekitar 619 orang. Berikut hasil yang dapat dilihat pada Gambar 4.30 – Gambar 4.31.



Gambar 4.30 Simulasi 4 Pada Nitrat
Sumber : QUAL2Kw, 2021



Gambar 4.31 Simulasi 4 Pada Amonia
Sumber : QUAL2Kw, 2021

Sehingga diperoleh proyeksi sumber pencemar pada Tabel 4.17 – Tabel 4.18 sebagai berikut :

Tabel 4.17 Proyeksi Kualitas Nitrat Simulasi 4

Titik	Konsentrasi (mg/L) (2021)	Konsentrasi (mg/L) (2026)
Titik 3	3,330	4,315
Titik 5	3,931	3,984
Titik 6	3,393	3,755
Titik 7	3,833	3,105
Titik 8	5,147	2,869
Titik 9	5,212	2,863
Titik 10	3,699	1,682
Titik 11	2,589	1,479
Titik 12	1,776	1,477

Sumber : QUAL2Kw, 2021

Tabel 4.18 Proyeksi Kualitas Amonia Simulasi 4

Titik	Konsentrasi (mg/L) (2021)	Konsentrasi (mg/L) (2026)
Titik 3	0,215	0,520
Titik 5	0,190	0,512
Titik 6	0,181	0,500
Titik 7	0,204	0,605
Titik 8	0,206	0,654
Titik 9	0,208	0,670
Titik 10	0,225	0,782
Titik 11	0,213	0,781
Titik 12	0,216	0,773

Sumber : QUAL2Kw, 2021

Berdasarkan hasil pemodelan diperoleh model mengalami perubahan konsentrasi karena adanya pengaruh limbah yang masuk. Limbah dapat berasal dari domestik, pertanian dan industri. Gambar 4.30 menunjukkan konsentrasi nitrat memenuhi baku mutu air kelas II di setiap lokasi. Sedangkan pada Gambar 4.31 menunjukkan konsentrasi amonia mengalami peningkatan yang mana melebihi baku mutu air kelas II. Tingginya konsentrasi amonia yang melebihi baku mutu dapat disebabkan oleh banyaknya limbah yang masuk ke Sungai Winongo.

4.4 Analisis Hasil Penelitian

4.4.1 Beban Pencemaran

Point source dan *non point source* merupakan zat asing yang masuk ke Sungai Winongo dimana keberadaannya dapat mengganggu badan air (Barcena, 2017). Beban pencemar dapat menggunakan rumus :

$$BP = C \text{ (mg/L)} \times Q \text{ (m}^3\text{/detik)}$$

(Lestari H, 2019).

Simulasi 2 dan simulasi 3 dapat digunakan sebagai simulasi perhitungan beban pencemaran. Hitungan beban pencemaran terdapat pada *worksheet sources summary* untuk setiap simulasi. Berikut hasil perhitungan beban pencemaran yang dapat dilihat pada Tabel 4.19 – Tabel 4.20.

Tabel 4.19 Beban Pencemaran Maksimum (Simulasi 3)

Titik	Jarak	Nitrat (kg/hari)	Amonia (kg/hari)
Titik 3	10,57	0,19	465,6
Titik 5	9,17	50,1	40,2
Titik 6	7,37	332,4	83,6
Titik 7	5,37	487,6	137,4
Titik 8	4,17	1674,3	71,7
Titik 9	3,17	12,6	108,9
Titik 10	2,36	2269,6	25,1
Titik 11	1,4	1004,6	2,2
Titik 12	0,65	0	0

Sumber : Hasil Analisis Data, 2021

Tabel 4.20 Beban Pencemaran Kondisi Awal (Simulasi 2)

Titik	Jarak	Nitrat (kg/hari)	Amonia (kg/hari)
Titik 3	10,57	4,6	0,008
Titik 5	9,17	45,3	8,1
Titik 6	7,37	0	0
Titik 7	5,37	0	0
Titik 8	4,17	0	0
Titik 9	3,17	10,4	108,9
Titik 10	2,36	0	0
Titik 11	1,4	0	0
Titik 12	0,65	0	0

Sumber : Hasil Analisis Data, 2021

4.4.2 Daya Tampung Beban Pencemaran

Data eksisting dan kondisi hulu sungai yang diasumsikan sudah memenuhi baku mutu diperlukan untuk menghitung daya tampung sungai (Lestari H, 2019). Asumsi kondisi hulu ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh beban pencemar terhadap kualitas sungai dan simulasi yang digunakan menunjukkan bahwa tidak adanya beban pencemar yang masuk selain anak sungai dan air hujan (Febriyana, 2016) sebagai kondisi minimum. Kondisi maksimum merupakan kondisi sungai dengan adanya beban pencemar namun masih memenuhi baku mutu air. Selisih simulasi 3 dengan simulasi 2 dapat digunakan untuk menghitung daya tampung.

$$\text{DTBP (kg/hari)} = \text{Beban pencemar maksimum (kg/hari)} - \text{Beban pencemar kondisi awal (kg/hari)}$$

Maka, diperoleh besaran daya tampung Sungai Winongo untuk Nitrat dan Amonia dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Winongo

Titik	Jarak	Nitrat (kg/hari)	Amonia (kg/hari)
Titik 3	10,57	-4,4	465,6
Titik 5	9,17	4,8	32,2
Titik 6	7,37	332,4	83,6
Titik 7	5,37	487,6	137,4
Titik 8	4,17	1674,3	71,7
Titik 9	3,17	2,2	0,007
Titik 10	2,36	2269,6	25,1
Titik 11	1,4	1004,6	2,2
Titik 12	0,65	0	0

Sumber : Hasil Analisis Data, 2021

Dalam Tabel 4.21 hasil pada Titik 3 untuk konsentrasi Nitrat bernilai negatif maka menunjukkan konsentrasi tidak mampu menampung beban pencemaran di Sungai Winongo atau dengan kata lain Titik 3 telah melebihi daya tampung. Nilai negatif menunjukkan beban pencemaran melebihi kapasitas lingkungan dan perlu dilakukan penurunan beban pencemaran, nilai positif menunjukkan bahwa kapasitas lingkungan dapat menampung beban pencemaran (Zhang R, 2012). Penyebab

bernilai negatif karena masuknya beban pencemar telah melebihi baku mutu. Besaran daya tampung maksimum untuk konsentrasi Nitrat sebesar 2269,6 kg/hari pada Titik 10 dan konsentrasi Amonia sebesar 465,6 kg/hari pada Titik 3.

4.5 Strategi Pengelolaan

Untuk pengendalian kualitas air guna menurunkan daya tampung Sungai Winongo serta pengendalian terhadap pencemaran air. Penurunan beban pencemaran dilakukan untuk memenuhi standar kualitas air dengan mengurangi kapasitas dari emisi beban pencemaran (Ning S.K, 2001 *dalam* Zhang R, 2012).

Strategi pengendalian yang dapat dilakukan pada Sungai Winongo adalah dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Penambahan debit aliran dengan saluran suplesi (Daoed D, 2014). Saluran suplesi dapat dilakukan dibagian hulu sungai yang menyebabkan pengenceran sumber pencemar dan peningkatan laju aliran (Rezagama, 2019).
2. Kadar Nitrat dan Amonia yan tinggi pada sungai dapat meningkatkan kandungan organik maka, dapat diturunkan dengan menggunakan karbon aktif (Mangkurat W, 2019).
3. Dengan adanya pelayanan IPAL yang berpusat pada permukiman penduduk di sepanjang aliran sungai diharapkan dapat menurunkan beban pencemaran pada sungai (Wijaya D.S, 2018).
4. Pengawasan dan pemantauan terhadap masukan air limbah domestik, pertanian dan industri.
5. Berdasarkan Pergub DIY No 20 Tahun 2008 untuk menjamin kualitas air sesuai dengan peruntukannya guna mengelola kualitas air sungai.
6. Peran masyarakat diharapkan menjaga lingkungan disekitar bantaran Sungai Winongo seperti tidak membuang sampah.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Sehingga dapat disimpulkan bahwa :

1. Sungai Winongo memiliki besaran daya tampung Sungai Winongo sebagai berikut :
 - a. Parameter Nitrat (NO_3) pada Titik 3 sebesar -4,4 kg/hari, Titik 5 sebesar 4,8 kg/hari, Titik 6 sebesar 332,4 kg/hari, Titik 7 sebesar 487,6 kg/hari, Titik 8 sebesar 1674,3 kg/hari, Titik 9 sebesar 2,2 kg/hari, Titik 10 sebesar 2269,6 kg/hari, Titik 11 sebesar 1004,6 kg/hari dan Titik 12 sebesar 0 kg/hari.
 - b. Parameter Amonia (NH_3) pada Titik 3 sebesar 465,6 kg/hari, Titik 5 sebesar 32,2 kg/hari, Titik 6 sebesar 83,6 kg/hari, Stitik 7 sebesar 137,4 kg/hari, Titik 8 sebesar 71,7 kg/hari, Titik 9 sebesar 0,007 kg/hari, Titik 10 sebesar 25,1 kg/hari, Titik 11 sebesar 2,2 kg/hari dan Titik 12 sebesar 0 kg/hari.
2. Strategi pengelolaan untuk menurunkan beban pencemaran adalah sebagai berikut :
 - a. Penambahan debit aliran dengan saluran suplesi (Daoed D, 2014). Saluran suplesi dapat dilakukan dibagian hulu sungai yang menyebabkan pengenceran sumber pencemar dan peningkatan laju aliran (Rezagama, 2019).
 - b. Kadar Nitrat dan Amonia yan tinggi pada sungai dapat meningkatkan kandungan organik maka, dapat diturunkan dengan menggunakan karbon aktif (Mangkurat W, 2019).
 - c. Dengan adanya pelayanan IPAL yang berpusat pada permukiman penduduk di sepanjang aliran sungai diharapkan dapat menurunkan beban pencemaran pada sungai (Wijaya D.S, 2018).

- d. Pengawasan dan pemantauan terhadap masukan air limbah domestik, pertanian dan industri.
- e. Berdasarkan Pergub DIY No 20 Tahun 2008 untuk menjamin kualitas air sesuai dengan peruntukannya guna mengelola kualitas air sungai.
- f. Peran masyarakat diharapkan menjaga lingkungan disekitar bantaran Sungai Winongo seperti tidak membuang sampah.

1.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian ini sebagai berikut :

1. Perlu pengkajian secara bertahap terkait kondisi kualitas air Sungai Winongo.
2. Perlu monitoring kualitas air Sungai Winongo oleh instansi terkait guna meminimalisir terjadinya pencemaran air.
3. Perlu adanya pendataan dan pemantauan kualitas air Sungai Winongo agar meningkatkan analisis daya tampung beban pencemar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N., & Muchtar, A. 2007. Analisis Faktor-faktor yang mempengaruhi debit sungai Mamasa. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 2(1), 8204.
- Agustiningsih, D. 2012. Analisis Kualitas Air dan Beban Pencemaran Berdasarkan Penggunaan Lahan di Sungai Blukar Kabupaten Kendal. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Hal : 30 – 37.
- Agustiningsih, D., dan Sasongko, S.B. 2012. Analisis Kualitas Air Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal. *Jurnal Presipitasi*, 9(2), hal. 64 – 71.
- Apriyanti, D., Santi, V. I., & Siregar, Y. D. 2013. Pengkajian Metode Analisis Amonia Dalam Air Dengan Metode Salicylate Test Kit. *Ecolab*, 7(2), 60 – 70.
- Asdak, C. 2010. Hidrologi dan Pengelolahan Daerah Aliran Sungai, Cetakan 5. Gadjah Mada University Press.
- Azhar, A., & Dewata, I. 2018. Studi Kapasitas Beban Pencemaran Sungai Berdasarkan Parameter Organik (BOD, COD dan TSS) di Batang Lembang Kota Solok, Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 2(1) : 76 – 87.
- Babamiri, O., Vanaei, A., Guo, X., Wu, P., Richter, A., & Ng, K. T. W. 2021. Numerical Simulation of Water Quality and Self-Purification in a Mountainous River Using QUAL2KW. *Journal of Environmental Informatics*, 37(1).
- Badan Lingkungan Hidup. 2015. Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah (SLHD) Daerah Istimewa Yogyakarta. Yogyakarta : Badan Lingkungan Hidup Provinsi DIY.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas). 2015. Kajian Model Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Terpadu. Jakarta.

- Baffaut, C., Dabney, S. M., Smolen, M. D., Youssef, M. A., Bonta, J. V., Chu, M. L., & Arnold, J. G. 2015. Hydrologic and water quality modeling: Spatial and temporal considerations. *Transactions of the ASABE*, 58(6), 1661-1680.
- Bambang, A.S. 2014. Perbedaan Model dan Teori dalam Ilmu Komunikasi. *Humaniora*, 5(2), 1153 – 1160.
- Barcena, J.F., Gomez, A.G., Garcia, A., Alvarez, C., & Juanes, J.A. 2017. Quantifying and Mapping The Vulnerability of Estuaries to Point Source Pollution Using A Multimetric Assessment : The Estuarine Vulnerability Index (EVI). *Ecological Indicators*, 76, 159 – 169.
- Beveridge M.C.M. 2004. *Cage aquaculture/Malcolm C. M. beveridge*. -3rd ed. Blackwell Publishing Ltd.
- Boyd, C. E. 2015. pH, carbon dioxide, and alkalinity. In *Water Quality* (pp. 151 – 178). Springer, Cham.
- Buku Kajian Daya Tampung dan Alokasi Beban Pencemaran Sungai Citarum. 2004. Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan Hidup.
- Cech T.V. 2005. *Principles of Water Resources : History, Development, Management, and Policy*. Ed ke 2. Hoboken, John Wiley & Sons.
- Daggupati, P., Pai, N., Ale, S., Douglas-Mankin, K. R., Zeckoski, R. W., Jeong, J., & Youssef, M. A. 2015. A Recommended Calibration and Validation Strategy for Hydrologic and Water Quality Models. *Transactions of the ASABE*, 58(6), 1705-1719.
- Daoed, D., Bujang, R., Bambang, I., & Abdul, H. 2014. Integrasi Daerah Aliran Sungai Kecil untuk Memenuhi Kebutuhan Air Menggunakan Saluran Suplesi. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Andalas.
- Deksissa Chuco, T. 2004. *Dynamic Integrated Modelling of Basic Water Quality and Fate and Effect of Organic Contaminants In Rivers*. Doctoral dissertation : Ghent University.
- Ebeling, JM., Timmons, M., & Bisogni J.J. 2006. Engineering Analysis of The Stoichiometry of Photoautotrophic, Autotrophic and Heterotrophic Removal

- of Ammonia-Nitrogen in Aquaculture Systems. *Aquaculture*, 257, (1-4), 346-358.
- Effendi H. 2003. Assessing Water Quality For Management of Water Resources and Environment. Yogyakarta, Publisher Kanisus.
- Farhadian, M., Bozorg-Haddad, O., Pazoki, M., & Loaiciga, H. A. 2019. Minimal adverse impact of discharging polluted effluents to rivers with selective locations. *Sustainable Cities and Society*, 46, 101394.
- Fathurrahman, F., & Aunurohim, A. 2014. Kajian Komposisi Fitoplankton dan Hubungannya dengan Lokasi Budidaya Kerang Mutiara (*Pinctada Maxima*) Di Perairan Sekotong, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 3(2), E93 – E98.
- Fatmawati, R., Masrevaniah, A., & Solichin, M. 2013. Kajian Identifikasi Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Ngrowo dengan Menggunakan Paket Program Qual2kw. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 3(2), 122 – 131.
- Febriyana, N. A., & Masduqi, A. 2016. Penentuan Daya Tampung Kali Surabaya Segmen Tambangan Cangkir–Bendungan Gunungsari Dengan Pemodelan Qual2Kw. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), A267 – A270.
- Gumelar, A. R., Alamsyah, A. T., Gupta, I. B. H., Syahdanul, D., & Tampi, D. M. 2017. Sustainable watersheds: Assessing the source and load of Cisadane River pollution. *International Journal of Environmental Science and Development*, 8(7), 484 – 488.
- Hauduc, H., Neumann, M. B., Muschalla, D., Gamerith, V., Gillot, S., & Vanrolleghem, P. A. 2015. Efficiency Criteria for Environmental Model Quality Assessment : A Review and Its Application to Wastewater Treatment. *Environmental Modelling and Software*, 68, 196–204.
- He, J., Wu, X., Zhang, Y., Zheng, B., Meng, D., Zhou, H., & Qin, Y. 2020. Management of Water Quality Targets Based On River-lake Water Quality Response Relationships for Lake Basins—A Case Study of Dianchi Lake. *Environmental research*, 186, 109479.

- Herrera, M., Torgo, L., Izquierdo, J., & Pérez-García, R. 2010. Predictive models for forecasting hourly urban water demand. *Journal of hydrology*, 387(1-2), 141 – 150.
- Hogan, C. M. 2010. Water pollution. *Encyclopedia of earth topic. Washington, DC: Cleveland National Council on Science and Environment.*
- Irsanda, P. G. R., Karnaningroem, N., & Bambang, D. 2014. Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo Dengan Metode Qual2kw. *Jurnal Teknik ITS*, 3(1), D47 – D52.
- Iskandar. 2007. Panduan Pelatihan Pengelolaan Kualitas Air. Puslitbang Sumberdaya Air Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Jang, J.D., Barford, J.P., Lindawati., & Renneberg. R. 2004. Application of Biochemical Oxygen Demand (BOD) Biosensor for Optimization of Biological Carbon and Nitrogen Removal from Synthetic Wastewater in a Sequencing Batch Reactor System. *Biosensors and Bioelectronics*, 19, 805-812.
- 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.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomer 51 Tahun 1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomer 110 Tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Pada Sumber Air.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomer 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
- Lestari, E. S., Wirman, S. P., Febriani, N., & Suroso, A. 2015. Uji Ph Dan Karakter Fisik Kualitas Air Di Pemukiman Pabrik Kelapa Sawit (Pks) Naga Sakti Tapung Hilir. *Photon: Jurnal Sain dan Kesehatan*, 5(2), 131 – 139.
- Lestari, A. D. N. 2013. Penerapan Model Qual2Kw Dalam Mempelajari Pengaruh Lebar Sungai Terhadap Proses Swapurifikasi Beban Pencemar Bahan

- Organik (Studi Kasus : Sungai Gajah Wong, Yogyakarta). *Istech* 5(2). Hal. 109 – 114.
- Lestari, H., Haribowo, R., & Yuliani, E. 2019. Determination of Pollution Load Capacity Using QUAL2Kw Program on The Musi River Palembang. *Civil and Environmental Science Journal (Civense)*. 2(2), 105 – 116.
- Lusiana, N., Sulianto, A. A., Devianto, L. A., & Sabina, S. 2020. Penentuan Indeks Pencemaran Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Menggunakan Software QUAL2Kw (Studi Kasus Sungai Brantas Kota Malang). *J. Wilayah dan Lingkungan*, 8(2).
- M. Ghufrani H. Kordi K., & Tancung, A.B. 2007. Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budi Daya Perairan. Rineka Cipta.
- Mangkurat, W., Nurdiana, E., & Budianto, A. 2019. Penurunan Kadar Amonia, Nitrit, dan Nitrat pada Air Sungai Menggunakan Karbon Aktif sebagai Solusi Efisiensi Chlorine. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (Vol. 1, No. 1, pp. 279 – 284).
- Marganingrum, D., Roosmini, D., Pradono, P., & Sabar, A. 2013. Diferensiasi Sumber Pencemar Sungai Menggunakan Pendekatan Metode Indeks Pencemaran (IP)(Studi Kasus: Hulu DAS Citarum). *RISSET Geologi dan Pertambangan*, 23(1), 41 – 52.
- Marlina, N., & Melyta, D. 2019. Analysis Effect of Cloud Cover, Wind Speed, and Water Temperature to BOD and DO Concentration Using QUAL2Kw Model (Case Study In Winongo River, Yogyakarta). In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 280, p. 05006). EDP Sciences.
- Marlina, N., Kasam, K., & Juliani, A. 2015. Evaluasi Daya Tampung Terhadap Beban Pencemar Menggunakan Model Kualitas Air (Studi Kasus: Sungai Winongo). *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 4(2), 78 – 86.
- McSpadden, L.M. 1999. Effluent Standards. In : *Environmental Geology. Encyclopedia of Earth Science*. Springer, Dordrecht.
- Moersidik dan Rahma W. 2011. Daya Tampung Beban Pencemaran DAS Ciliwung. Jakarta. Universitas Indonesia.

- Nasir, A., M.A. Baiduri dan Hasniar. 2018. Nutrien N-P di Perairan Pesisir Pangkep, Sulawesi Selatan. *J. Ilmu dan Teknologi Kelauran Tropis*, 10(1) : 135 – 141.
- Neno, A. K., Harijanto, H., & Wahid, A. 2016. Hubungan debit air dan tinggi muka air di sungai lambagu kecamatan tawaeli kota palu. *Jurnal Warta Rimba*, 4(2).
- Ning, S. K., Chang, N. B., Yang, L., Chen, H. W., & Hsu, H. Y. 2001. Assessing pollution prevention program by QUAL2E simulation analysis for the Kao-Ping River Basin, Taiwan. *Journal of Environmental Management*, 61(1), 61 – 76.
- Noviriana Hendrasarie, C. 2010. Kemampuan Self Purification Kali Surabaya, ditinjau dari Parameter Organik, berdasarkan Model Matematis Kualitas Air. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(1).
- Pangestu, R., Riani, E., & Effendi, H. 2017. Estimation of Point Source and Domestic Waste Loads of East Kalibaru River Province DKI Jakarta, Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7(3), 219 – 226.
- Parker R. 2012. *Aquaculture Science*. New York : Delmar.
- Parveen, N., & Singh, S. K. 2016. Application of Qual2e model for river water quality modelling. *International Journal of Advance Research and Innovation*, 4(2), 429-432.
- Pelletier, G., and Chapra, S. 2008. *QUAL2Kw Theory and Documentation*. Washington : Environmental Assessment Program Olympia.
- Peraturan Gubernur DIY Nomer 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi DIY.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomer 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air.
- Permana, D. I., & Widyastuti, M. 2013. Studi perubahan kualitas air Sungai Winongo tahun 2003 dan 2012. *Jurnal Bumi Indonesia*, 2(2).

- Purnaini, R., Sudarmadji, S. P., & Purwono, S. 2019. Permodelan Sebaran BOD di Sungai Kapuas Kecil Bagian Hilir Menggunakan WASP. *J. Tekno Sains*, 8(2), 148-157.
- Rahayu, Y., Juwana, I., & Marganingrum, D. 2018. Kajian perhitungan beban pencemaran air sungai di daerah aliran sungai (DAS) Cikapundung dari sektor domestik. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 2(1).
- Rezagama, A., Sarminingsih, A., Rahmadani, A. Y., & Aini, A. N. 2019. Pemodelan Peningkatan Kualitas Air Sungai melalui Variasi Debit Suplesi. *TEKNIK*, 40(2), 106 – 114.
- Rianti, L. 2017. Analisis Kualitas Air (Fe dan Mn) Tambang Batubara Menggunakan Metode ASTM Di Laboratorium Limbah Politeknik Akamigas Palembang. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 8(01), 5 – 10.
- Romdania, Y., Herison, A., & Susilo, G. E. 2018. Kajian penggunaan metode IP, STORET, dan CCME WQI dalam menentukan status kualitas air. *Jurnal Spatial*, 18(1), 1 – 13.
- Saily, R., Fauzi, M., & Suprayogi, I. 2019. Pendekatan Model Wasp Pada Pengendalian Pencemaran Sungai Dengan Parameter Uji Cod. *Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (Cesd)*, 2(1), 13-21.
- Sastrawijaya. 2002. Perencanaan Lingkungan. Penerbit PT Rinika Cipta, Cetakan kedua. Jakarta.
- Šaulys, V., Survilė, O., & Stankevičienė, R. 2020. An Assessment of Self-Purification in Streams. *Water*, 12(1), 87.
- Sinha, A.K., Liew, H.J., Diricx, M., Blust., R., & Boeck, G.D. 2012. The Interactive Effects of Ammonia Exposure, Nutritional Status and Exercise on Metabolic and Physiological Responses in Gold Fish (*Carassius auratus* L). *Aquatic Toxicology*, 109, 33-46.
- Siregar, M.R.T., Djadjadiningrat, A., Hiskia, Syamsi, D., Idayanti, N., Widyanani. 2004. Road Map Teknologi : Pemantauan Daerah Aliran Sungai (DAS) dan Pengolahan Limbah. Jakarta : LIPI Press.

- Sulaeman, D., Hidayat, Y., Rachman, L. M., & Tarigan, S. D. 2014. Kajian Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Debit Aliran DAS Ciujung. *Journal Teknik Sipil dan Infrastruktur*, 4(2).
- Sutrisno, A. J., & Susilo, H. 2020. Analisis Prediksi dan Hubungan antara Debit Air dan Curah Hujan pada Sungai Ciliwung di Kota Bogor. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 10(1), 25 – 33.
- Wahyuningsih, S., Novita, E., & Afifah, S. N. 2020. Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Sumbertelak Kabupaten Jember Menggunakan Metode Streeter-Phelps. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 8(1), 110-118.
- Wahyuningsih, S., & Gitarama, A.M. 2020. Amonia pada Sistem Budidaya Ikan. *Syntax Literate, Jurnal Ilmiah Indonesia*. 5(2), 112-125.
- Widiatmono, B. R., Dewi, L., & Della Pavita, K. 2019. Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Kali Surabaya dengan Menggunakan Metode Neraca Massa. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 5(3), 273-280.
- Widiatmono, B. R., Suharto, B., & Monica, F. Y. 2020. Identifikasi Daya Tampung Beban Pencemar dan Kualitas Air Sungai Lesti Sebelum Pembangunan Hotel. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 6(3), 1 – 10.
- Wijaya, D. S., & Juwana, I. 2018. Identification and Calculation of Pollutant Load in Ciwaringin Watershed, Indonesia: Domestic Sector. In *IOP Conference Series : Materials Science and Engineering* (Vol. 288, No. 1, p. 012049). IOP Publishing.
- Yogafanny E. 2015. Pengaruh Aktifitas Warga Di Sempadan Sungai Terhadap Kualitas Air Sungai Winongo. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 7 (1), 29 – 40.
- Zhang, J.Y., W.M. Ni., Y.M. Zhu, and Y.D. Pan. 2012. Effects of Different Nitrogen Species on Sensitivity and Photosynthetic of Three Common Freshwater Diatoms. *Aquat Ecol.*, 47: 25 – 35.

Zhang, R., Qian, X., Yuan, X., Ye, R., Xia, B., & Wang, Y. 2012. Simulation of Water Environmental Capacity and Pollution Load Reduction Using QUAL2K for Water Environmental Management. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9(12), 4504 – 4521.



LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Peraturan Gubernur DIY No 20 Tahun 2008



GUBERNUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
PERATURAN GUBERNUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
NOMOR 20 TAHUN 2008
TENTANG
BAKU MUTU AIR
DI PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Diperbanyak Oleh:
Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah
Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta
2008



GUBERNUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
PERATURAN GUBERNUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
NOMOR 20 TAHUN 2008
TENTANG
BAKU MUTU AIR DI PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA
GUBERNUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

- Menimbang :
- a. bahwa dalam upaya melestarikan fungsi air perlu dilakukan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air secara bijaksana dengan memperhatikan kepentingan air secara bijaksana dengan memperhatikan kepentingan generasi sekarang dan mendatang serta keseimbangan ekologis;
 - b. bahwa untuk melestarikan fungsi air di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta sebagaimana dimaksud huruf a, Gubernur berwenang menetapkan Baku Mutu air;
 - c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan b, perlu menetapkan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta tentang Baku Mutu Air di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta;
- Menimbang :
1. Undang-Undang Nomor 3 Tahun 1950 tentang Pembentukan Daerah Istimewa Jogjakarta sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Undang-Undang Nomor 9 Tahun 1955
 2. Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1997 Nomor 68, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3699) ;
 3. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4437) sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Undang-undang Nomor 12 Tahun 2008 (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Tahun 2008 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4844);

4. Peraturan Pemerintah Nomor 31 Tahun 1950 tentang Berlakunya Undang-undang Nomor 2,3,10 dan 11 Tahun 1950;
5. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4161);
6. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Antara Pemerintah, Pemerintahan Daerah Provinsi, dan Pemerintahan Daerah Kabupaten/Kota (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4737);
7. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 46/Menkes/1990 tentang dan Pengawasan Syarat-syarat Kualitas Air;
8. Peraturan Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 2 Tahun 2004 tentang Pembentukan dan Organisasi Lembaga Teknis Daerah di lingkungan Pemerintahan Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

MEMUTUSKAN :

Menetapkan : PERATURAN GUBERNUR TENTANG BAKU MUTU AIR DI PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

BAB I

KETENTUAN UMUM

Pasal 1

Dalam Peraturan Gubernur ini yang dimaksud dengan :

1. Gubernur adalah Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta
2. Bupati/Walikota adalah Walikota Yogyakarta Bupati Bantul, Bupati Gunungkidul, Bupati Kulonprogo dan Bupati Sleman
3. Provinsi adalah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
4. Kabupaten/Kota adalah Kota Yogyakarta, Kabupaten Bantul, Kabupaten Gunungkidul, Kabupaten Kulonprogo dan Kabupaten Sleman.
5. Air adalah semua air yang terdapat di atas, di bawah dan di permukaan tanah, kecuali air laut dan air fosil;
6. Kelas Air adalah peringkat kualitas air yang dinilai masih layak untuk dimanfaatkan bagi peruntukan tertentu;
7. Mutu Air adalah kondisi kualitas air yang diukur dan atau diuji berdasarkan parameter tertentu dan metoda tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku;

8. Klasifikasi Mutu Air adalah pengelompokan air ke dalam kelas air berdasarkan mutu air;
9. Baku Mutu Air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energy, atau komponen yang ada atau harus ada atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air.

BAB II

MAKSUD DAN TUJUAN

Pasal 2

- (1) Maksud ditetapkannya Peraturan ini adalah untuk menentukan Baku Mutu Air di Provinsi.
- (2) Tujuan ditetapkannya Peraturan ini adalah untuk memberikan batasan mutu air peruntukannya dan untuk mencegah terjadinya pencemaran air.

BAB III

BAKU MUTU AIR DAN METODE ANALISA

Pasal 3

Baku mutu Air di Provinsi ditetapkan untuk masing-masing kelas sesuai dengan peruntukannya sebagaimana tercantum dalam Lampiran Peraturan ini.

Pasal 4

Metode analisa yang digunakan untuk pengujian parameter mutu air, adalah metode analisa yang sudah tervalidasi atau terakreditasi.

BAB IV

KLASIFIKASI MUTU AIR

Pasal 5

Klasifikasi Mutu Air dalam Peraturan ini ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas :

- a. Air kelas satu adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

- b. Air kelas dua adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- c. Air kelas tiga adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- d. Air kelas empat adalah air yang peruntukannya untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut

BAB V

PEMANTAUAN DAN PENGAWAS MUTU AIR

Pasal 6

- (1) Pemantauan dan Pengawasan Mutu Air dilaksanakan oleh instansi yang ditugasi mengelola kualitas air dan mengendalikan pencemaran air baik di Provinsi maupun Kabupaten/Kota.
- (2) Pemantauan Mutu Air dilaksanakan sekurang kurangnya 2 (dua) kali dalam 1 (satu) tahun mewakili musim kemarau dan musim penghujan.
- (3) Hasil Pemantauan sebagaimana dan pengawasan dimaksud pada ayat (1) disampaikan kepada Bupati/Walikota untuk pemantauan yang dilakukan oleh Instansi yang ditugasi mengelola kualitas air dan mengendalikan pencemaran air di Tingkat Kabupaten/Kota dan kepada Gubernur untuk pemantauan yang dilakukan oleh Instansi yang ditugasi mengelola kualitas air dan mengendalikan pencemaran air di Tingkat Provinsi.
- (4) Pemantauan dan pengawasan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat meminta bantuan kepada Laboratorium yang ditunjuk oleh Gubernur

BAB VI

PENUTUP

Pasal 7

Baku mutu air sebagaimana dimaksud dalam Peraturan ini ditinjau kembali paling lama 5 (lima) tahun.

Pasal 8

Dengan berlakunya Peraturan ini, maka Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 214/KPTS/1991 tentang Baku Mutu Lingkungan Daerah untuk wilayah Provinsi Daerah Istimewa sepanjang yang mengatur Baku Mutu Air Badan Air, dinyatakan tidak berlaku

Pasal 9

Peraturan ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan.

Agar setiap orang dapat mengetahuinya, memerintahkan pengundangan Peraturan ini dengan penempatannya dalam Berita Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta

Ditetapkan di Yogyakarta
Pada tanggal 14 AGUSTUS 2008



Diundangkan di Yogyakarta
Pada tanggal 14 AGUSTUS 2008



BERITA DAERAH PROVINSI YOGYAKARTA TAHUN 2008 NOMOR 21



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

BAKU MUTU AIR DI PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Parameter Baku Mutu Air DIY	Satuan	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV	Keterangan
		KANDUNGAN				
FISIKA						
Temperatur	°C	±3°C terhadap suhu udara	±3°C terhadap suhu udara	±3°C terhadap suhu udara	±3°C terhadap suhu udara	Deviasi temperatur dari keadaan alamiah
Bau		tidak berbau	(x)	(x)	(x)	
Kekeruhan	NTU	5	(x)	(x)	(x)	
Warna	TCU	50	100	(x)	(x)	
Residu Terlarut (TDS)	mg/L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	0	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/L
KIMIA						
pH		6-8,5	6-8,5	6-9	5-9	
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	5	4	0	Angka batas minimum
Fosfat	mg/L	0,2	0,2	1	5	
Nitrat	mg/L	10	10	20	20	
Amoniak (NH ₃)	mg/L	0,5	(x)	(x)	(x)	Bagi perikanan kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka < 0,02 mg/L sebagai NH ₃
Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	

Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg/L	1	(x)	(x)	(x)	
Boron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
Krom (VI)	mg/L	0,05	0,05	0,05	1	
Tembaga	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	Bagi pengolahan air minum secara konvensional Cu \leq 1 mg/L
Besi	mg/L	0,3	(x)	(x)	(x)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional Fe \leq 5 mg/L
Timbal	mg/L	0,3	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional Pb \leq 0,1 mg/L
Mangan	mg/L	0,1	(x)	(x)	(x)	
Raksa (Hg)	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
Seng (Zn)	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional Zn \leq 5 mg/l
Klorida (Cl)	mg/L	600	(x)	(x)	(x)	
Sianida	mg/L	0,02	0,02	0,02	(x)	
Flourida	mg/L	0,5	1,5	1,5	(x)	
Nitrit	mg/L	0,06	0,06	0,06	(x)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional NO ₂ -N \leq 1 mg/L
Sulfat	mg/L	400	(x)	(x)	(x)	
Klorin (Cl ₂)	mg/L	0,03	0,03	0,03	(x)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
Sulfida	mg/L	0,002	0,002	0,002	(x)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional H ₂ S-N \leq 1 mg/L
SAR (Sodium	mg/L				10-18	Maksimal 10

Adsorption Ratio)*)						untuk tanaman peka, maksimal 18 untuk tanaman kurang peka
MIKROBIOLOGI						
Fecal coliform	MPN/100 ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional fecal coliform ≤ 2000 MPN/100 ml
Total coliform	MPN/100 ml	1000	5000	10000	10000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional total coliform ≤ 10000 MPN/100 ml
Total coliform (untuk pemandian umum)	MPN/100 ml		200			
Jumlah kuman kolam renang	koloni/ml		200			
RADIOAKTIVITAS						
Gross-Alfa	Bq/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
Gross-Beta	Bq/L	1	1	1	1	
Gross-Gama		1	1	1	1	
SENYAWA ORGANIK & PEPTISIDA						



Minyak/lemak	ug/L	1000	1000	1000	(x)	
Minyak bumi	ug/L	nihil	(x)	(x)	(x)	
Deterjen	ug/L	200	200	200	(x)	
Fenol	ug/L	1	1	1	(x)	
BHC	ug/L	nihil	nihil	nihil	nihil	
Aldrin/Dieldrin	ug/L	nihil	nihil	nihil	nihil	
Chlordane	ug/L	nihil	nihil	nihil	nihil	
DDT	ug/L	nihil	nihil	nihil	nihil	
Heptachlor dan	ug/L	nihil	nihil	nihil	nihil	
Heptachlor epoxide	ug/L	nihil	nihil	nihil	nihil	
Lindane	ug/L	nihil	nihil	nihil	nihil	
Methoxychlor	ug/L	nihil	nihil	nihil	nihil	
Endrin	ug/L	nihil	nihil	nihil	nihil	
Toxaphene	ug/L	nihil	nihil	nihil	nihil	
Pestisida Total						

Keterangan :

(x) tidak dipersyaratkan

mg : milligram

ug : mikrogram

ml : mililiter

L : liter

Bq : Bequerel

GUBERNUR
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA



[Handwritten signature]

HAMENGKU BUWONO X

الجمهورية الإسلامية اندونيسية

LAMPIRAN 2 Perhitungan Data

A. Manning Formula

Segmen	Lokasi (km)	Jarak (km)	Elevasi Air		Slope	Manning
			Hulu (m)	Hilir (m)		
Hulu	10,57	0		100		0,025
S1	9,17	1,4	100	96,5	0,003	0,025
S2	7,37	1,8	96,5	91	0,003	0,025
S3	5,37	2	91	87,5	0,002	0,025
S4	4,17	1,2	87,5	81,25	0,005	0,025
S5	3,17	1	81,25	75	0,006	0,025
S6	2,36	0,81	75	62,5	0,015	0,025
S7	1,4	0,96	62,5	61,5	0,001	0,025
S8	0,65	0,75	61,5	60,5	0,001	0,025
S9	0	0,65	60,5	60	0,001	0,025

B. Source Summary Parameter Nitrat pada Simulasi 1

Segmen	Jarak	Debit (m ³ /s)	Nitrat	
			ugN/L	mg/L
S1	10,57	0,1	0	0
S2	9,17	1,04	500	0,5
S3	7,37	0,15	25650	25,65
S4	5,37	3,76	500	0,5
S5	4,17	1,95	21831,63	21,83
S6	3,17	0,24	500	0,5
S7	2,36	21,92	1700	1,7
S8	1,4	23,25	500	0,5
S9	0,65	0	0	0

C. *Source Summary* Parameter Amonia pada Simulasi 1

Segmen	Jarak	Debit (m ³ /s)	Amonia	
			ugN/L	mg/L
S1	10,57	8,22	258,48	0,26
S2	9,17	0,37	250	0,25
S3	7,37	0,15	1290	1,29
S4	5,37	3,84	414	0,41
S5	4,17	1,43	433,51	0,43
S6	3,17	0,12	5250	5,25
S7	2,36	8,85	50	0,05
S8	1,4	0,1	300	0,3
S9	0,65	0	0	0

D. *Source Summary* Parameter Nitrat pada Simulasi 2

Segmen	Jarak	Debit (m ³ /s)	Nitrat	
			ugN/L	mg/L
S1	10,57	0,1	525	0,525
S2	9,17	1,04	500	0,5
S3	7,37	0	0	0
S4	5,37	0	0	0
S5	4,17	0	0,00	0
S6	3,17	0,24	500	0,5
S7	2,36	0	0	0
S8	1,4	0	0	0
S9	0,65	0	0	0

E. *Source Summary* Parameter Amonia pada Simulasi 2

Segmen	Jarak	Debit (m ³ /s)	Amonia	
			ugN/L	mg/L
S1	10,57	5,22	0	0
S2	9,17	0,37	250	0,25
S3	7,37	0	0	0
S4	5,37	0	0	0
S5	4,17	0	0	0
S6	3,17	0,24	5250	5,25
S7	2,36	0	0	0
S8	1,4	0	0	0
S9	0,65	0	0	0

F. *Source Summary* Parameter Nitrat pada Simulasi 3

Segmen	Jarak	Debit (m ³ /s)	Nitrat	
			ugN/L	mg/L
S1	10,57	0,1	0	0
S2	9,17	1,04	500	0,5
S3	7,37	0,15	25650	25,65
S4	5,37	3,76	1500	1,5
S5	4,17	1,75	11058	11,06
S6	3,17	0,24	600	0,6
S7	2,36	15,92	1650	1,65
S8	1,4	23,25	500	0,5
S9	0,65	0	0	0

G. *Source Summary* Parameter Amonia pada Simulasi 3

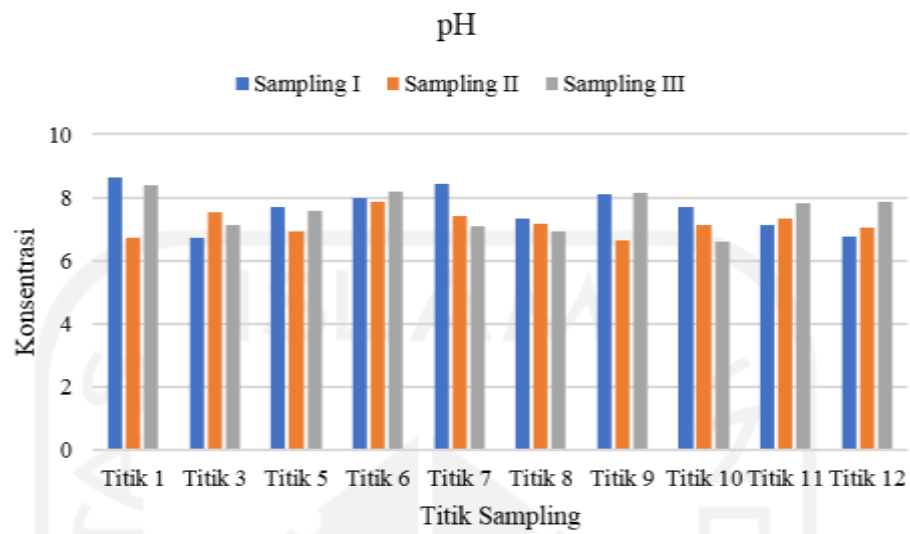
Segmen	Jarak	Debit (m ³ /s)	Amonia	
			ugN/L	mg/L
S1	10,57	5,22	1032	1,03
S2	9,17	0,37	1250	1,25
S3	7,37	0,75	1290	1,29
S4	5,37	3,84	414	0,41
S5	4,17	1,78	466	0,47
S6	3,17	0,24	5250	5,25
S7	2,36	5,8	50	0,05
S8	1,4	0,1	250	0,25
S9	0,65	0	0	0

LAMPIRAN 3 Data Hidrolik Sungai

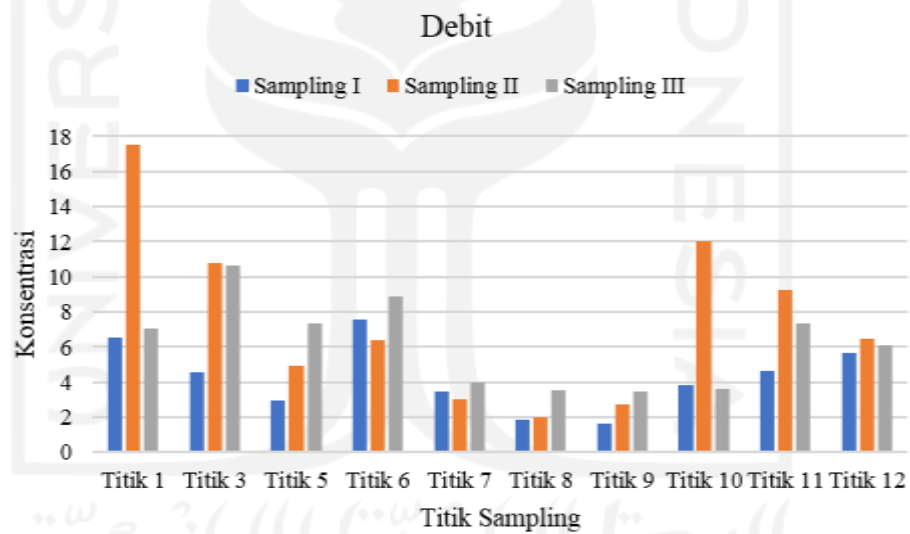
Segmen	Q (m/s)	Sd	n	H (dipakai) (m)	B (dipakai) (m)	P (m)	A (m ²)	R (m)	Koef Chezy (C)	Free Board (m)	V (m/s)
S1	8,65	0,0025	0,04	0,9	12	13,86	11,16	0,81	0,08	0,27	0,8
S2	5,05	0,0025	0,04	1,1	5,78	8,02	6,47	0,81	0,08	0,30	0,8
S3	7,62	0,0031	0,05	0,9	13	14,82	11,83	0,80	0,08	0,27	0,6
S4	3,50	0,0018	0,05	0,7	10	11,36	6,80	0,60	0,07	0,21	0,5
S5	2,47	0,0052	0,025	0,6	7	8,28	4,48	0,54	0,06	0,20	0,6
S6	2,60	0,0063	0,05	0,6	7	8,28	4,48	0,54	0,06	0,20	0,6
S7	6,48	0,0154	0,05	0,6	11,7	12,86	6,79	0,53	0,06	0,19	1,0
S8	7,08	0,0010	0,05	0,7	12,7	14,04	8,51	0,61	0,07	0,21	0,8
S9	6,06	0,0013	0,05	0,6	12,75	13,99	7,91	0,57	0,07	0,20	0,8

LAMPIRAN 4 Barchart Parameter Kualitas Air Sungai Winongo

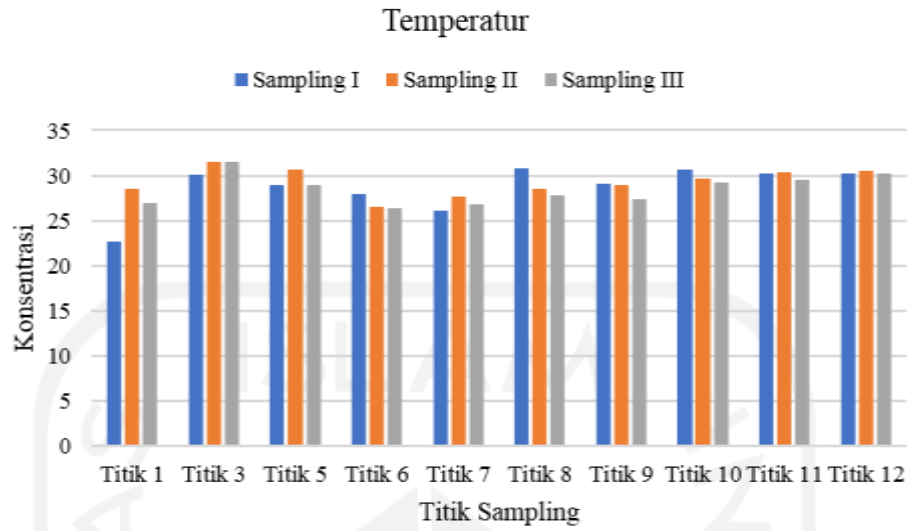
a. pH



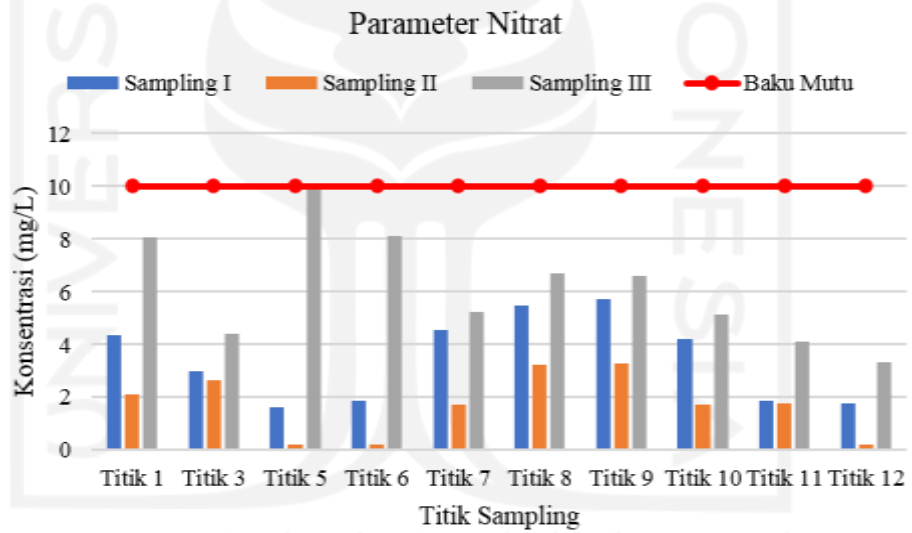
b. Debit



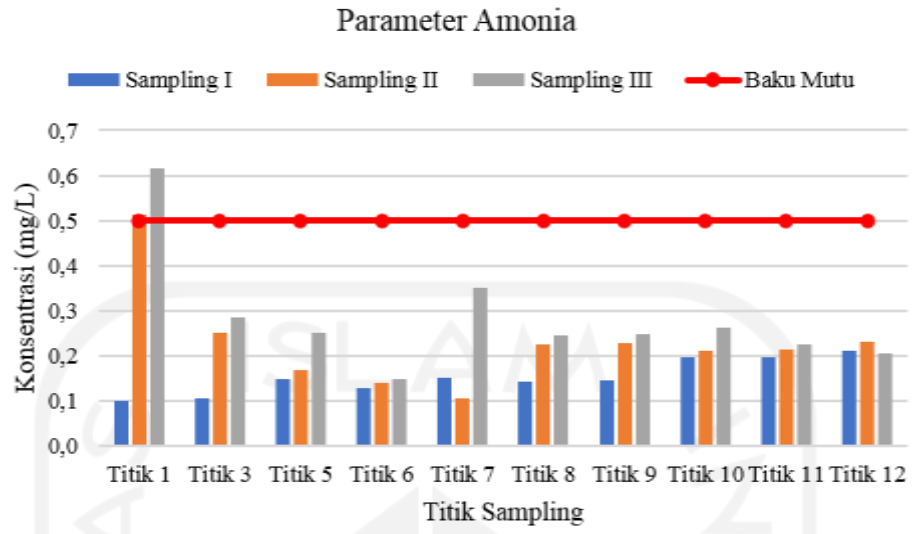
c. Temperature



d. Nitrat



e. Amonia



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
الجامعة الإسلامية
الاستد بالاندونيسيا

LAMPIRAN 5 Worksheet QUAL2Kw

a. Hydraulics Data

Distance (km)	Q (m³/s)	W (m)	V (m/s)	Travel Time (hr)
10.01	15.37	1.08	8.79	8.47
8.77	8.88	2.02	2.78	3.47
7.53	3.32	1.12	2.78	3.47
6.29	7.84	3.87	3.82	3.47
5.05	6.58	2.64	3.82	3.47
3.81	2.47	3.04	3.82	3.47
2.57	3.38	3.04	3.87	3.38
1.33	8.88	2.02	3.88	3.38
0.09	7.58	2.02	3.82	3.38
0.00	8.08	3.08	3.78	3.38

b. WQ Data Amonia

Distance (km)	Date (month)	NH ₃ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	NO ₂ +NO ₃ (mg/L)	Amo ₂ (mg/L)	Amo ₃ (mg/L)	Amo ₂ +Amo ₃ (mg/L)	Amo ₂ (mg/L)	Amo ₃ (mg/L)	Amo ₂ +Amo ₃ (mg/L)	Amo ₂ (mg/L)	Amo ₃ (mg/L)
10.01													
8.77													
7.53													
6.29													
5.05													
3.81													
2.57													
1.33													
0.09													
0.00													

c. WQ Data Nitrat

Distance (km)	Date (month)	NO ₂ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	NO ₂ +NO ₃ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	NO ₂ +NO ₃ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	NO ₂ +NO ₃ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)
10.01												
8.77												
7.53												
6.29												
5.05												
3.81												
2.57												
1.33												
0.09												
0.00												

d. Reach Rates

QWALSW
 Show Water Quality Model
 Chicago River (0102022)
 Diffuse Source Data

Open Old File Run VBA Run Formula

Point Name	Point	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)
1	Station 1	3.281													
2	Station 2	4.480													
3	Station 3	5.176													
4	Station 4	5.111													
5	Station 5	5.784													
6	Station 6	12.151													
7	Station 7	2.897													
8	Station 8	4.832													
9	Station 9	3.158													

QWALSW | Show Water Quality Model | Chicago River (0102022) | Diffuse Source Data | Run VBA | Run Formula

Initial Conditions | Air Temperature | Dry Point Temperature | Wind Speed | Cloud Cover

e. Diffuse Source Amonia

QWALSW
 Show Water Quality Model
 Chicago River (0102022)
 Diffuse Source Data

Open File Run VBA Run Formula

Point Name	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)
1	4.28	4.78	5.028	5.12	25.99										
2	3.47	3.82	3.928	3.92	25.87										

QWALSW | Show Water Quality Model | Chicago River (0102022) | Diffuse Source Data | Run VBA | Run Formula

Initial Conditions | Air Temperature | Dry Point Temperature | Wind Speed | Cloud Cover | Moisture | Salinity | Light and Heat | Point Sources | Diffuse Sources | Rates | Filter

f. Diffuse Source Nitrat

QWALSW
 Show Water Quality Model
 Chicago River (0102022)
 Diffuse Source Data

Open File Run VBA Run Formula

Point Name	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)	Flow (MGD)
1	4.18	4.18	5.028	5.12	25.99										
2	3.47	3.82	3.928	3.92	25.87										

QWALSW | Show Water Quality Model | Chicago River (0102022) | Diffuse Source Data | Run VBA | Run Formula

Initial Conditions | Air Temperature | Dry Point Temperature | Wind Speed | Cloud Cover | Moisture | Salinity | Light and Heat | Point Sources

RIWAYAT HIDUP

Penulis berasal dari Kabupaten Tuban, Jawa Timur yang dilahirkan pada tanggal 31 Desember 1998 dan merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan suami istri Munardi dan Sunarti. Tingkat pendidikan yang telah ditempuh penulis, yaitu SDN Kebonsari 3 Tuban (2005-2011), SMP Negeri 3 Tuban (2011-2014) dan SMA Negeri 2 Tuban (2014-2017). Pada tahun 2017, penulis melanjutkan pendidikannya di Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII Yogyakarta.

Selama masa perkuliahan penulis mengikuti beberapa kegiatan internal maupun eksternal. Mulai dari kepanitiaan dan organisasi. Pernah menjadi bagian dari anggota Impact Zero Waste FTSP UII (2019-2020), staf konsumsi Qurban Teknik Lingkungan 2017, staf konsumsi Lintas Lingkungan 2018. Penulis sempat mengisi waktunya menjadi Volunteer Komunitas KOPHI Yogyakarta (2018), Volunteer Komunitas Earth Hour Yogyakarta (2018) dan anggota Asdosku Yogyakarta (2020). Untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII, maka penulis melakukan penelitian dengan judul **“Analisis Daya Tampung Beban Pencemar Amonia dan Nitrat Di Sungai Winongo Dengan Metode QUAL2Kw”**.