

TA/TL/2023/

TUGAS AKHIR

**STUDI PEMETAAN BEBAN PENCEMAR AIR
SUNGAI GAJAHWONG**

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



**FERDITYA MAULANA HAQ
19513245**

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

TUGAS AKHIR

**STUDI PEMETAAN BEBAN PENCEMAR AIR
SUNGAI GAJAHWONG**

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



**FERDITYA MAULANA HAQ
19513245**

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

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

NIK: 045130401

Tanggal: 9 Oktober 2023

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

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

NIK: 045130401

Tanggal: 13/10/2023.

HALAMAN PENGESAHAN
STUDI PEMETAAN BEBAN PENCEMAR AIR
SUNGAI GAJAHWONG

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari: Jumat
Tanggal: 25 Agustus 2023

Disusun Oleh:
Ferditya Maulana Haq
19513245

Tim Penguji:

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

()

Prof. Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc.

(09 Okt 2023)

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

()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Yogyakarta, 15 September 2023

yang membuat pernyataan,



Ferditya Maulana Haq

NIM: 19513245

PRAKATA

Assalamualaikum Warrahmatulahi Wabarakatuh,

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya karena dengan Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Studi Pemetaan Beban Pencemar Air Sungai Gajahwong”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Juini, S.H. dan Ibu Farida Herna Astuti, S.Pd., M.Pd. yang selalu memberikan dukungan doa, moral, dan materi dari lahir hingga detik ini. Terima kasih kepada Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng). Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, Bapak Prof. Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc., S.T., M.Eng dan Ibu Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T. selaku dosen penguji Tugas Akhir. Selain itu, Bapak/Ibu penanggung jawab Laboratorium Kualitas Air FTSP UII beserta staf dan laboran serta teman-teman seperbimbingan yang telah membantu penulis selama pengumpulan data dan juga membantu uji laboratorium sehingga dapat dimudahkan dan diberikan kelancaran dalam proses laboratorium.

Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan tugas akhir ini masih jauh dari kata kesempurnaan, oleh karena itu, penulis berharap adanya masukan kritik maupun saran yang membangun demi kemajuan dan kelayakan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat digunakan sebaik mungkin penulis serta seluruh pihak.

Wassalamualaikum Warrahmatulahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 15 September 2023

Ferditya Maulana Haq

ABSTRAK

FERDITYA MAULANA HAQ. Studi Pemetaan Beban Pencemar Air Sungai Gajahwong. Dibimbing oleh ADAM RUS NUGROHO, S.T., M.T., Ph.D.

Sungai Gajahwong merupakan salah satu sungai yang sebagian besar masyarakat di Kota Yogyakarta bergantung pada air sungai tersebut untuk kebutuhan sehari-hari. Namun kegiatan yang berada di sekitar sungai menghasilkan limbah yang dapat memengaruhi kualitas air sungainya. Penggunaan air dengan kualitas buruk dapat menyebabkan gangguan kesehatan akibat zat pencemar yang terkandung di dalam air. Pemerintah Indonesia mempunyai laman yang menyediakan data sekunder untuk melakukan uji kualitas air seperti lokasi, jumlah titik sampling, serta frekuensi yang dapat dikelola oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi DIY. Berdasarkan data tersebut dapat dilakukan analisis terhadap kualitas air Sungai Gajahwong. Analisis kualitas air sungai dilakukan sebagai dasar pengelolaan sungai untuk perbaikan kondisi lingkungan sungai dengan cara menentukan sebaran beban pencemaran. Penelitian ini bertujuan memetakan sebaran beban pencemar serta batasan limbah yang diperbolehkan masuk ke sungai dan penurunan beban pencemaran sungai untuk setiap parameter. Pemetaan beban pencemar Sungai Gajahwong memiliki 6 outlet sumber beban pencemar Point Source yang menyumbang potensi beban pencemar limbah industri tertinggi berasal dari Kabupaten Bantul yaitu Industri Penyamakan Kulit pada Titik 5 (Jembatan Peleman), Kelurahan Rejowinangun, Kecamatan Kotagede, Kota Yogyakarta, dengan besaran beban pencemar parameter BOD sebesar 101,85 kg/hari, Amonia sebesar 60,73 kg/hari, dan Fosfat sebesar 19,05 kg/hari. Sedangkan, penyumbang limbah domestik Non-Point Source yang berasal dari pemukiman yang menyumbang Total Potensi Beban Pencemar Domestik paling besar ada pada Kelurahan Sardonoarjo, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman, dengan parameter BOD sebesar 226 kg/hari, COD sebesar 311 kg/hari, dan TSS 215 kg/hari.

Kata kunci: ArcGIS, Non-Point Source, Point Source, Sungai Gajahwong, Sumber Pencemar

ABSTRACT

FERDITYA MAULANA HAQ. *Pollution Load Mapping Study on Gajahwong River. Supervised by ADAM RUS NUGROHO, S.T., M.T., Ph.D.*

The Gajahwong River is one of the rivers that most people in the city of Yogyakarta depend on for their daily needs. However, activities around the river produce waste that can affect the quality of the river water. The use of water with poor quality can cause health problems due to contaminants contained in the water. Indonesian Government has a website that provides secondary data for conducting water quality tests such as location, number of sampling points, and frequency that can be managed by the DIY Provincial Environment and Forestry Service. Based on these data, an analysis of the water quality of the Gajahwong River can be carried out. Analysis of river water quality is carried out as a basis for river management to improve river environmental conditions by determining the distribution of pollution loads. This study aims to map the distribution of pollutant loads as well as the limits for waste that is allowed to enter the river and the decrease in river pollution loads for each parameter. Pollutant load mapping The Gajahwong River has 6 pollutant load source outlets. Point Source which contributes to the highest potential domestic pollutant load comes from Bantul Regency, namely the Leather Tannery Industry at Point 5 (Peleman Bridge), with pollutant load for BOD parameter is 101.85 kg/day, Ammonia parameter is 60.73 kg/day, and Phosphate parameter is 19.05 kg/day. Non-Point Source domestic waste contributors originating from domestic activities contribute to a large Total Potential Domestic Pollutant Load in Sardonoharjo Village, Ngemplak District, Sleman Regency, with pollutant load for BOD parameter is 226 kg/day, Ammonia parameter is 311 kg/day, and Phosphate parameter is 215 kg/day.

Keywords: ArcGIS, Gajahwong River, Non-Point Source, Point Source, Pollutant Load

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	14
1.1 Latar Belakang	14
1.2 Perumusan Masalah	16
1.3 Tujuan Penelitian	16
1.4 Manfaat Penelitian	16
1.5 Asumsi Penelitian	17
1.6 Ruang Lingkup	17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	18
2.1 Profil Sungai Gajahwong	18
2.2 Aliran Sungai Gajahwong	18
2.3 Sumber Pencemaran Air Sungai	19
2.4 Parameter Pencemaran	20
2.4.1 <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD)	20
2.4.2 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	21
2.4.3 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	21
2.4.4 Amoniak (NH ₃).....	22
2.4.5 Fosfat (PO ₄)	23
2.5 Sistem Informasi Geografis (SIG)	24
2.6 Interpolasi <i>Inverse Distance Weighting</i>	26
2.7 Penelitian Terdahulu	26

BAB III METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	29
3.2 Alur Penelitian	31
3.3 Metode Pengumpulan Data	32
3.3.1 Data Primer	33
3.3.2 Data Sekunder.....	35
3.4 Jenis dan Variabel Penelitian	35
3.4.1 Jenis Penelitian	35
3.4.2 Variabel Penelitian.....	35
3.5 Pengambilan Sampel Sumber Pencemar	36
3.6 Metode Perhitungan Data	38
3.6.1 Beban Pencemar <i>Point Source</i>	38
3.6.2 Potensi Beban Pencemar Sektor Domestik.....	39
3.7 Pembuatan Peta Beban Pencemar	40
3.7.1 Input Data	40
3.7.2 Join Data	41
3.7.3 Interpolasi <i>Inverse Distance Weighting</i>	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	43
4.2 Kondisi Sumber Pencemar Air Sungai Gajahwong	44
4.3 Perhitungan Beban Pencemar Sungai Gajahwong	51
4.3.1 <i>Point Source</i>	52
4.3.1.1 Parameter BOD	53
4.3.1.2 Parameter Amoniak (NH ₃)	55
4.3.1.3 Parameter Fosfat (PO ₄).....	58
4.3.2 <i>Non-Point Source</i>	61
4.4 Pemetaan Wilayah Beban Pencemar	67
4.4.1 Pemetaan Beban Pencemar <i>Point Source</i>	67
4.4.1.1 Parameter BOD	69
4.4.1.2 Parameter Amoniak.....	71
4.4.1.3 Parameter Fosfat.....	73
4.4.2 Pemetaan Beban Pencemar <i>Non-Point Source</i>	74

4.4.2.1 Parameter COD	76
4.4.2.2 Parameter TSS	78
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	80
5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	87
RIWAYAT HIDUP.....	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Aplikasi GIS	25
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	26
Tabel 3.1 Lokasi Pengambilan Sampel Kualitas Air Sungai.....	30
Tabel 3.2 Lokasi Titik Pengambilan Sampel Sumber Pencemar.....	33
Tabel 3.3 Parameter Uji Kualitas Air	34
Tabel 3.4 Nilai Faktor Emisi Sektor Domestik.....	39
Tabel 4.1 Titik Lokasi <i>Sampling</i> Beban Pencemar.....	45
Tabel 4.2 Kondisi Titik <i>Sampling</i> Beban Pencemaran	46
Tabel 4.3 Data Hidrolik Sumber Pencemar Sungai Gajahwong.....	49
Tabel 4.4 Beban Pencemar Parameter BOD.....	53
Tabel 4.5 Beban Pencemar Parameter Amoniak	55
Tabel 4.6 Beban Pencemar Parameter Fosfat	58
Tabel 4.7 Beban Pencemaran <i>Point Source</i>	60
Tabel 4.8 Nilai Beban Pencemaran <i>Non-Point Source</i>	64
Tabel 4.9 Nilai Beban Pencemar <i>Point Source</i>	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aliran Sungai Gajahwong.....	19
Gambar 3.1 Peta Titik Lokasi Pengambilan Sampel	29
Gambar 3.2 Alur Penelitian	31
Gambar 4.1 Nilai Debit Pencemaran Sungai Gajahwong.....	50
Gambar 4.2 Beban Pencemar Parameter BOD	54
Gambar 4.3 Beban Pencemar Parameter Amoniak.....	57
Gambar 4.4 Beban Pencemar Parameter Fosfat	59
Gambar 4.5 Sumber <i>Point Source</i> dan <i>Non-Point Source</i>	66
Gambar 4.6 Nilai Beban Pencemar PS Seluruh Parameter.....	68
Gambar 4.7 Peta <i>Point Source</i> Interpolasi Parameter BOD	69
Gambar 4.8 Peta <i>Point Source</i> Interpolasi Parameter Amoniak.....	71
Gambar 4.9 Peta <i>Point Source</i> Interpolasi Parameter Fosfat.....	73
Gambar 4.10 Peta Interpolasi Limbah Domestik NPS	76
Gambar 4.11 Peta Interpolasi Limbah Domestik NPS	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan <i>Non-Point Source</i> Limbah Domestik.....	87
Lampiran 2 Peta Sebaran Limbah Domestik Parameter BOD.....	90
Lampiran 3 Peta Sebaran Limbah Domestik Parameter Amonia	91
Lampiran 4 Peta Sebaran Limbah Domestik Parameter Fosfat.....	92
Lampiran 5 Peta Sebaran Limbah Domestik Parameter COD.....	93
Lampiran 6 Peta Sebaran Limbah Domestik Parameter TSS	94
Lampiran 7 Dokumentasi Lapangan	95

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk D.I. Yogyakarta yang pesat adalah salah satu permasalahan yang kompleks bagi penyediaan air bersih terutama karena limbah domestik yang dihasilkan dari kegiatan masyarakat. Sungai sebagai badan air penerima limbah domestik menjadi salah satu sumber daya alam yang rentan terhadap pencemaran. Aktivitas yang dilakukan oleh rumah tangga, pertanian dan industri tentunya menimbulkan limbah yang jika tidak diolah dengan baik akan memberi dampak pada penurunan kualitas lingkungan (Suriawiria, 2003). Penurunan kualitas lingkungan dalam hal ini merupakan degradasi air yang diakibatkan dari limbah buangan yang belum diolah lalu dialirkan ke badan sungai.

Sungai merupakan sistem aliran dalam satu kesatuan Daerah Aliran Sungai (DAS). Demikian halnya dengan sungai-sungai yang melintas di Daerah Istimewa Yogyakarta, tidak bisa dipisahkan dari sistem aliran dalam satu DAS. Hulu-hilir merupakan satu kesatuan yang saling mempengaruhi. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai yaitu Sungai dan anak sungai berfungsi untuk menampung, menyimpan, dan mengalirkan air dari curah hujan ke badan air alami lainnya seperti danau atau ke laut. Tingginya aktivitas pembangunan di sepanjang sungai menyebabkan daya dukung sungai terhadap polutan yang masuk tidak sesuai. Hal ini akan mempengaruhi kualitas air, karena beban pencemaran mengalir dalam satu sistem saat melintasi wilayah perkotaan, limbah bisa menjadi lebih intensif karena tingginya aktivitas penduduk di perkotaan.

Pencemaran organik yang tinggi mempengaruhi kualitas air sungai. Kondisi air yang tinggi akan pencemar organik dapat menurunkan kadar oksigen terlarut dalam air, dan keadaan ini terus berlanjut mengakibatkan

ikan dan makhluk akuatik lainnya kekurangan oksigen yang cukup untuk hidup. Beberapa sungai melewati daerah permukiman dengan penduduk yang padat yaitu Sungai Code, Sungai Gajahwong, dan Sungai Winongo. Sungai-sungai tersebut mengalir melewati tengah-tengah Yogyakarta yang menjadi pusat aktivitas penduduk (Sriyono dan Kresnanto, 2017).

Menurut Kuntari (2014) Sungai Gajahwong merupakan sungai yang mengalir di sebelah timur Kota Yogyakarta, bersama dengan dua sungai lain: Sungai Winongo di sebelah barat dan Sungai Code di tengah. Masyarakat sebagian besar bergantung pada Sungai Gajahwong untuk kebutuhan sehari-hari seperti mandi, mencuci, dan buang air. Namun sayangnya, aktivitas di sekitar ketiga sungai menghasilkan limbah yang tidak diolah dan memengaruhi kualitas air sungai, terutama Sungai Gajahwong. Sungai Gajahwong saat ini memiliki kondisi air yang sangat buruk dibandingkan dengan dua sungai besar di Yogyakarta (Sadana dan Yulianti, 2014). Menurut Ahmadi dan Fitriana (2020), air yang tidak memenuhi standar dapat menyebabkan masalah kesehatan.

Pemerintah Indonesia memiliki laman situs yang dikelola oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, instansi tersebut menyediakan data sekunder yang cukup lengkap untuk melakukan uji kualitas air. Data tentang lokasi, jumlah titik sampling, dan frekuensi dapat dilihat dan telah disertakan pada situs web resmi. Berdasarkan data tersebut, maka dapat dilakukan analisis terhadap kualitas air Sungai Gajahwong. Analisis kualitas air sungai dilakukan sebagai dasar pengelolaan sungai untuk perbaikan kondisi lingkungan sungai dengan cara menentukan sebaran beban pencemaran. Penelitian ini dapat menghasilkan peta terhadap sebaran beban pencemar yang masuk ke sungai untuk setiap parameter, sehingga Pemerintah atau pihak yang berwenang dapat menggunakan sebagai acuan untuk melakukan pembangunan atau perbaikan IPAL pada lokasi yang terindikasi tercemar oleh bahan pencemar limbah domestik.

1.2 Perumusan Masalah

Pada penelitian ini terdapat masalah yang hendak dipecahkan yakni:

1. Seberapa besar beban pencemar yang dapat masuk ke Sungai Gajahwong?
2. Berapa banyak sumber pencemar *Point Source* dan *Non-Point Source* yang ada di sekitar aliran Sungai Gajahwong?
3. Berasal darimana sumber pencemar dominan air limbah dari pembagian segmentasi aliran Sungai Gajahwong?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi sumber pencemar air limbah domestik *Point Source* dan *Non-Point Source* di aliran Sungai Gajahwong berdasarkan potensi air limbah yang dihasilkannya.
2. Memetakan zona konsentrasi sumber pencemar air limbah *Point Source* dan *Non-Point Source* dari tiap jenis kegiatan berdasarkan potensi air limbah yang dihasilkan oleh aktivitas masyarakat maupun industri yang berada di sekitar aliran Sungai Gajahwong.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Sebagai referensi ilmiah bagi akademisi dan peneliti selanjutnya terutama pada penelitian yang berkaitan dengan kajian sebaran beban pencemar air limbah Sungai Gajahwong.
2. Dapat memberikan solusi alternatif kepada pemerintah daerah dalam pengelolaan sumberdaya air Sungai Gajahwong akibat dari kegiatan pencemaran air limbah.

1.5 Asumsi Penelitian

Asumsi penelitian adalah anggapan dasar tentang suatu hal yang dijadikan pijakan berpikir dan bertindak dalam melaksanakan penelitian. Maka dari pandangan tersebut pada penelitian ini dapat diasumsikan bahwasannya, Pemetaan menggunakan software ArcGIS menggunakan metode Interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW) dapat mengetahui konsentrasi beban pencemar terbesar terdapat pada wilayah Kota Yogyakarta dikarenakan terdapatnya aktivitas masyarakat dan industri yang padat sehingga mencemari badan air Sungai Gajahwong.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang Lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Sumber pencemar yang diambil adalah *Point Source* seperti saluran drainase pemukiman dan *outlet* pembuangan limbah industri, sedangkan *Non-Point Source* dari sumber pencemar menyebar tanpa diketahui titik *outlet*-nya yang menuju Sungai Gajahwong.
2. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2023.
3. Pengujian sampel pencemar *Point Source* yaitu parameter BOD, Amoniak, dan Fosfat yang mengacu pada SNI dan dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.
4. Batas kawasan aliran Sungai Gajahwong yang dipetakan sepanjang 500-meter ke arah timur dan 500-meter ke arah barat.
5. Peraturan yang diacu untuk pencemaran industri yaitu Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
6. Peraturan yang diacu untuk pencemaran domestik yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

BAB II

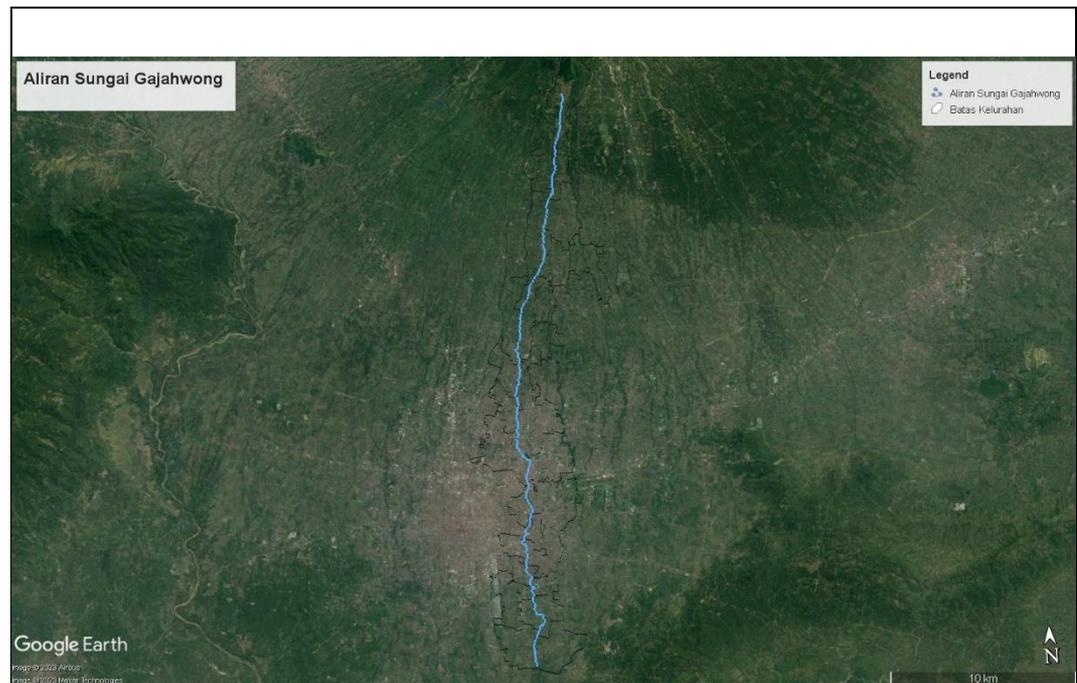
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Profil Sungai Gajahwong

Sungai Gajahwong memiliki luas sekitar 49,08 km² dan panjangnya kurang lebih 22,81 km. Kedalaman rata-ratanya 7 meter, dan pada musim penghujan, muka air rata-ratanya sekitar 4 meter. Menurut Pambudi dan Agustiawan (2005), lahan di sekitar bagian hulu sungai sebagian besar terdiri dari perkebunan, tegalan, dan jenis lahan lainnya. Bagian hilir sungai didominasi oleh sawah, pemukiman, dan pekarangan. Bagian tengah sungai didominasi oleh industri, pemukiman, dan aktivitas lainnya (Widyastuti dan Marfai, 2004). Sungai Gajahwong mungkin tidak lagi memenuhi standar air sungai kelas II yang ditetapkan dalam Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 22 Tahun 2007 karena penggunaan lahan yang meningkat (Soge, 2015)

2.2 Aliran Sungai Gajahwong

Aliran Sungai Gajahwong berada di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yang berada di 3 (tiga) wilayah administrasi dan memiliki panjang 36,5 km. Bagian hulu Sungai Gajahwong berada di Kabupaten Sleman, bagian tengah berada di Kota Yogyakarta sedangkan untuk bagian hilir berada di Kabupaten Bantul. Pada Kabupaten Sleman, Sungai Gajahwong melintasi 4 (empat) kecamatan, diantaranya yaitu Pakem, Ngaglik, Depok dan Ngemplak. Pada Kota Yogyakarta, Sungai Gajahwong melintasi 3 (tiga) wilayah kecamatan yaitu Godokusuman, Umbulharjo dan Kota Gede. Sedangkan, untuk wilayah Kabupaten Bantul Sungai Gajahwong hanya melintasi 1 (satu) wilayah kecamatan yaitu Banguntapan. Untuk peta Aliran Sungai Gajahwong dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2.1 Aliran Sungai Gajahwong

(Sumber : *Google Earth Pro*)

2.3 Sumber Pencemaran Air Sungai

Effendi (2003) menyatakan bahwa pencemaran air adalah kondisi yang disebabkan oleh beban pencemar atau limbahnya yang berbentuk gas, bahan terlarut, atau partikulat. Atmosfer, tanah, limpasan atau *run off* dari lahan pertanian, limbah domestik, perkotaan, dan industri, antara lain, dapat menyebabkan pencemaran pada badan perairan. Sumber pencemaran air terbagi menjadi dua jenis, yaitu:

- a) Sumber langsung (*Point Source*) merupakan sumber pencemaran yang berasal dari titik tertentu yang ada di sepanjang badan air penerima (sungai) dengan sumber lokasi yang jelas. Titik lokasi pencemaran terutama berasal dari pipa pembuangan limbah industri (*outlet*) yang tidak mengolah limbahnya maupun pembuangan hasil pengolahan limbah di IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) yang masuk ke badan air penerima (Syahril, 2016).

- b) Sumber menyebar (*Non-Point Source*) dikenal juga dengan sebutan *Diffuse Source* merupakan sumber pencemar yang asalnya tidak dapat ditentukan lokasinya secara tepat, umumnya terdiri dari sejumlah besar sumber individu yang relatif kecil, biasanya dari kegiatan pertanian, peternakan, industri kecil/menengah, dan domestik yang berupa penggunaan dari barang konsumsi (Saraswaty, 2013). Penentuan jumlah limbah yang dibuang tidak dapat ditentukan secara langsung, melainkan dengan menggunakan data statistik kegiatan yang menggambarkan aktivitas penghasil zat pencemar tersebut.

2.4 Parameter Pencemaran

Dalam upaya mengidentifikasi pencemaran yang terjadi pada air Sungai Gajahwong dilakukanlah pemantauan parameter pencemar air sungai dengan menggunakan beberapa kriteria kualitas air BOD, COD, TSS Amoniak dan Fosfat yang merupakan parameter yang digunakan dalam sebagai acuan dalam pemantauan Sungai Gajahwong di penelitian ini.

2.4.1 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menghancurkan zat organik dalam air (Wardhana, 2004). Menurut Boyd (1990), bahan organik yang siap terdekomposisi adalah bahan organik yang terdekomposisi dengan mudah. Mays (1996) mengatakan bahwa BOD menunjukkan jumlah oksigen yang digunakan oleh populasi mikroba dalam perairan sebagai tanggapan terhadap masuknya bahan organik yang dapat diurai. Dengan demikian, nilai BOD sebenarnya dapat diartikan sebagai ukuran jumlah bahan organik yang dapat diurai (*biodegradable organics*) yang ada di perairan.

BOD biasanya digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran air buangan. Pengukuran BOD adalah jumlah oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam perairan. Aktivitas

biologis menyebabkan reaksi oksidasi selama pemeriksaan BOD. Populasi dan suhu memengaruhi reaksi yang berlangsung. Suhu harus tetap konstan pada 20 derajat Celcius, yang merupakan suhu umum di lingkungan. Secara teoritis, jumlah waktu yang diperlukan untuk proses oksidasi yang sempurna untuk menguraikan bahan organik menjadi CO₂ dan H₂O tidak terbatas. Dalam praktiknya di laboratorium, biasanya berlangsung selama lima hari, dengan asumsi bahwa persentase reaksi cukup besar dari BOD secara keseluruhan selama periode ini (Salmin, 2005). Semakin kecilnya jumlah oksigen terlarut menunjukkan konsumsi oksigen yang tinggi. Ini menunjukkan bahwa kandungan oksigen dalam bahan buangan sangat tinggi (Fardiaz, 1992).

2.4.2 Chemical Oxygen Demand (COD)

COD dapat diartikan sebagai jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik yang terdapat dalam air secara kimia. Parameter COD menggambarkan kebutuhan oksigen untuk perairan bahan organik secara kimiawi dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air.

Menurut AUFAR (2020) tingginya konsentrasi *chemical oxygen demand* berkaitan dengan keberadaan bahan organik dalam air. Angka COD yang tinggi, mengindikasikan semakin besar tingkat pencemaran yang terjadi. Perairan yang memiliki nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/L, sedangkan pada perairan tercemar dapat lebih dari 200 mg/L.

2.4.3 Total Suspended Solid (TSS)

Zat padat tersuspensi atau (TSS) adalah zat padat (pasir, lumpur, dan tanah liat) atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air dan dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, kotoran hewan, sisa tumbuhan/hewan, limbah industri ataupun komponen

mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik. zat padat terlarut adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari pada sedimen. Di sungai TSS biasanya terdiri dari lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Menurut Oktan dkk. (2021) Pada badan air sedimentasi dapat memiliki pengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap badan air dan makhluk hidup di dalamnya. Dampak secara langsung adalah sedimentasi dapat mempengaruhi luas penampang sungai menyebabkan rendahnya kedalaman air sehingga membuat debit cenderung kecil. Sedangkan, secara tidak langsung sedimen yang tersuspensi dapat menyebabkan kekeruhan pada perairan sehingga menghalangi masuknya cahaya matahari ke dalam kolom perairan yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis oleh fitoplankton. Proses fotosintesis ini akan berakibat pula pada keberadaan oksigen terlarut di air. Jika oksigen terlarut didalam air rendah maka dapat mematikan mikroorganisme aerob atau bahkan jika kadar oksigen sangat rendah dapat mematikan hewan akuatik dalam perairan tersebut.

2.4.4 Amoniak (NH₃)

Bahan kimia NH₃ dan Amoniak, dibuat oleh bakteri, sampah rumah tangga, dan limbah (Sastrawijaya, 2000). Metabolisme hewan menghasilkan molekul Amoniak dari degradasi bahan organik (Alabama, 2008; Fathurrahman dan Aunurohim, 2014). Dalam siklus nitrogen, ia kemudian berubah menjadi senyawa lain (Ebeling dkk. 2006).

Amoniak di perairan dalam bentuk Amoniak total yang terdiri dari Amoniak bebas (NH₃) dan ion amonium (NH₄⁺). Keseimbangan antara kedua bentuk Amoniak tersebut bergantung pada kondisi pH dan suhu perairan (Midlen dan Redding, 2000). Konsentrasi Amoniak tidak boleh lebih dari 0.1 ppm (Arsad dkk. 2017).

Kadar Amoniak pada air sungai yang melebihi persyaratan kualitas dapat bersifat toksik yang dapat menyebabkan oksigen terlarut menurun (Jang, Barford, 2004) sehingga menyebabkan ikan mati (Liew dkk. 2020). Jika terlarut di perairan akan meningkatkan konsentrasi Amoniak yang menyebabkan keracunan bagi hampir semua organisme perairan (Murti dkk. 2014). Dengan demikian diperlukan adanya pemeriksaan senyawa Amoniak dalam air Sungai Gajahwong. Sehingga batas baku mutu Amoniak yang diperbolehkan untuk air Kelas II adalah 0,5 mg/L yang bertujuan untuk memastikan senyawa Amoniak tidak melebihi baku mutu air dan tidak berbahaya bagi ekosistem dan makhluk hidup (Pergub DIY No. 20 Tahun 2008).

2.4.5 Fosfat (PO₄)

Menurut Alfilaili (2020) Fosfat merupakan jenis fosfor yang dapat dimanfaatkan tumbuhan dan merupakan unsur yang diperlukan tumbuhan, berfungsi sebagai faktor pembatas yang mempengaruhi produktivitas air. Fosfat dalam perairan dalam bentuk ortofosfat dan dapat berasal dari sabun, pulp, kertas, industri deterjen, dan kotoran manusia atau hewan. Ngibad (2019) mengatakan pada dasarnya organisme akuatik hanya memerlukan fosfat dalam kondisi dan jumlah tertentu; jika terlalu banyak fosfat mendorong pertumbuhan alga, yang mengurangi jumlah sinar matahari yang masuk ke dalam air.

Di sisi lain, alga biru dapat tumbuh subur karena kandungan fosfat yang melimpah, dampaknya alga biru yang berkembang karena banyaknya fosfat dapat menghasilkan senyawa beracun yang dapat mencemari badan air. Meskipun konsentrasi fosfat dalam badan air dapat dikurangi, proses eutrofikasi masih dapat terjadi karena terjadinya proses fisika, kimia, dan biokimia yang memobilisasi fosfat dari sedimen (Rumhayati, 2010). Proses eutrofikasi ini dapat menyebabkan cahaya matahari yang diperlukan bagi tumbuhan untuk proses fotosintesis menjadi terhalang, sehingga dapat menyebabkan proses kematian bagi organisme akuatik karena kurangnya pasokan oksigen.

2.5 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG), juga dikenal sebagai *Geographic Information System (GIS)*, adalah sebuah sistem yang dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, mengubah, menganalisa, mengatur, dan menampilkan berbagai jenis data geografis. Menurut Prahasta (2014), Sistem Informasi Geografis adalah sistem yang berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi geografis. Tujuan sistem informasi geografis adalah untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis fenomena dan objek di mana lokasi geografis merupakan atribut penting atau penting untuk dianalisis. Setelah mempertimbangkan definisinya, sistem informasi geografis dapat dibagi menjadi beberapa sub-sistem berikut:

- a) **Data Input:** Subsistem ini bertugas untuk mengumpulkan, mempersiapkan dan menyimpan data spasial dan atributnya dari berbagai sumber.
- b) **Data Output:** Subsistem ini menampilkan atau menghasilkan keluaran (termasuk mengekspornya keformat yang dikendaki) seluruh atau sebagian basis data (spasial) baik dalam bentuk *softcopy* maupun *hardcopy*.
- c) **Data Management:** Subsistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun Tabel-Tabel atribut terkait ke dalam sebuah basisdata sedemikian rupa sehingga mudah dipanggil kembali atau di-retrieve, di-update, dan di-edit.
- d) **Data Manipulation dan Analysis:** Subsistem ini menentukan informasi yang dapat dihasilkan oleh sistem informasi geografis. Selain itu, subsistem ini juga melakukan manipulasi dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan (Irwansyah, 2013).

Dari pengertian di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa Sistem Informasi Geografis merupakan suatu sistem untuk memasukkan, mengelola

(penyimpanan dan pemanggilan data), manipulasi dan analisis, serta menyajikan informasi secara geografis berikut dengan deskripsi dari keadaan geografis suatu wilayah untuk digunakan sebagai bahan pengambilan keputusan. (Irwansyah, 2013).

Dalam Metode *Geographic Information System* menggunakan aplikasi yang disebut dengan ArcGIS. ArcGIS merupakan perangkat lunak yang dikeluarkan oleh *Environmental System Research Institute* (ESRI), sebuah perusahaan yang telah lama berkecimpung dalam bidang geospasial.

Menurut (Komaruddin, 2015) Sumber langsung (*Point Source*) dan Sumber tidak langsung (*Non-Point Source*) dapat diintegrasikan menggunakan aplikasi ArcGIS yang bertujuan untuk mengetahui persebaran titik dan sumber pencemar ke dalam bentuk satu dimensi dalam peta.

ArcGIS memiliki beberapa keunggulan dari aplikasi sejenisnya seperti QGIS dan Surfer, berikut ini merupakan Tabel perbedaan kelebihan dan kekurangan aplikasi ArcGIS, QGIS, dan Suffer.

Tabel 2.1 Perbandingan Aplikasi GIS

ArcGIS		QGIS		Surfer	
Kelebihan	Kekurangan	Kelebihan	Kekurangan	Kelebihan	Kekurangan
GIS memiliki data yang lebih lengkap dari seluruh dunia.	Pengoperasian ArcGIS lebih berat.	Dapat membuka banyak jenis data spasial	Tidak memiliki fungsi-fungsi selengkap perangkat lunak ArcGIS.	Lebih khusus untuk analisa kontur dan 3D. Serta dapat membuat kontur, relief, serta visualisasi 3D lainnya.	Biaya aplikasi yang cenderung mahal.
Memiliki variasi plugin yang lebih lengkap.	Biaya aplikasi berbayar.	Tampilan QGIS cenderung lebih Simpel dan <i>User Friendly</i> .	Fitur pembuatan peta sangat rumit.	Dapat menciptakan tampilan yang se-informatif mungkin.	Fitur pembuatan peta sangat rumit.
Sangat berguna		<i>Remote Sensing</i>			

ArcGIS		QGIS		Surfer	
Kelebihan	Kekurangan	Kelebihan	Kekurangan	Kelebihan	Kekurangan
untuk pengolahan data.		<i>Processing Tool</i> yang lebih baik.			
Fungsi <i>tools</i> yang digunakan dalam pekerjaan dapat berfungsi sesuai dengan yang dilakukan.		<i>GeoCoding</i> dan Alat Data Konversi di QGIS tidak membutuhkan biaya.			

2.6 Interpolasi *Inverse Distance Weighting*

Teknik Interpolasi *Inverse Distance Weight* (IDW) yang merupakan suatu metode dengan menggunakan interpolasi yang memperkirakan suatu variabel-variabel pada dengan suatu lokasi yang tidak diketahui sehingga menggunakan rata-rata dari data yang telah diketahui di setiap lokasi yang tidak diketahui (Phachomphon dkk. 2010). Dari beberapa kasus, bahwa IDW memiliki nilai akurasi yang baik (Gong dkk. 2014; Harman dkk. 2016). Pada teknik interpolasi IDW mengasumsikan pada tiap-tiap plot dan memiliki pengaruh yaitu bersifat lokal dan adanya pengurangan antara nilai plot terhadap jarak (Pasaribu dan Haryani, 2012). Jarak yang dimaksud adalah jarak (datar) dan titik data (sampel) dengan suatu blok yang nantinya akan dilakukan estimasi.

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya berguna sebagai referensi, pembandingan, atau bahkan acuan yang digunakan penulis dalam penelitian ini. Dengan mendapatkan informasi ini, penulis dapat memperluas teori yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Berikut adalah beberapa studi sebelumnya.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1.	Hary Pradiko, dkk.	2018	Kajian Beban Pencemaran Limbah Cair dengan Parameter BOD dan DO Dari Area Permukiman di Sungai Citepus	Diketahui pada bagian hulu kadar BOD di daerah ini telah melebihi ambang batas (tercemar), tetapi nilai DO sesuai dengan ambang batas, begitu juga dengan bagian hilir sungai nilai BOD telah melewati ambang batas (tercemar) dan kadar DO dibawah ambang batas.
2.	Hendro Kartiko	2019	Estimasi Sumber Pencemar Dan Beban Pencemar Sungai Winongo (Sub DAS Bagian Barat-Hilir)	Menurut penelitian ini, ada peningkatan dari 13 unit industri menjadi 145. Ada dua sumber pencemar tertinggi: sumber difusi dan sumber titik. Kabupaten Bantul memiliki parameter sumber difusi tertinggi dengan BOD 553,3 kg/hari, COD 759,7 kg/hari, dan TSS 524,3 kg/hari, sedangkan sumber titik tertinggi memiliki BOD 29,4 kg/hari, COD 56,9 kg/hari, dan TSS 9,56 kg/hari.
3.	Hendro Purnomo	2018	Aplikasi Metode Interpolasi <i>Inverse Distance Weighting</i> Dalam Penaksiran Sumberdaya Laterit Nikel (Studi Kasus di Blok R, Kabupaten Konawe-Sulawesi Tenggara)	Tujuan penelitian ini dilakukan untuk memetakan sebaran bijih limonit secara lateral dan penaksiran sumberdaya nikel, dengan menggunakan metode interpolasi IDW dalam menaksir kadar Ni dan ketebalan zona mineralisasi. Penelitian ini dilakukan berdasarkan data hasil pengeboran prospeksi sebanyak 60 titik bor. Hasil pemetaan sebaran bijih menunjukkan bahwa potensi tambahan sumberdaya nikel masih terbuka ke arah selatan dan barat laut daerah penelitian.
4.	Wahyono Hadi, dkk.	2021	Kajian Beban Pencemaran Air Sungai di Kota Malang Dari Aspek Kualitas Air, Aspek Tata Guna Lahan, Dan Aspek Kelembagaan	Pada penelitian ini dilakukan inventarisasi serta identifikasi sumber sumber yang berpotensi menjadi sumber pencemar air Kota Malang yang berasal dari saluran pembuangan air limbah domestik. aspek kualitas air kualitas effluent limbah domestik pada parameter BOD, COD dan TSS pada 23 titik <i>sampling</i> melebihi baku mutu yang ditetapkan dan untuk analisis Indeks

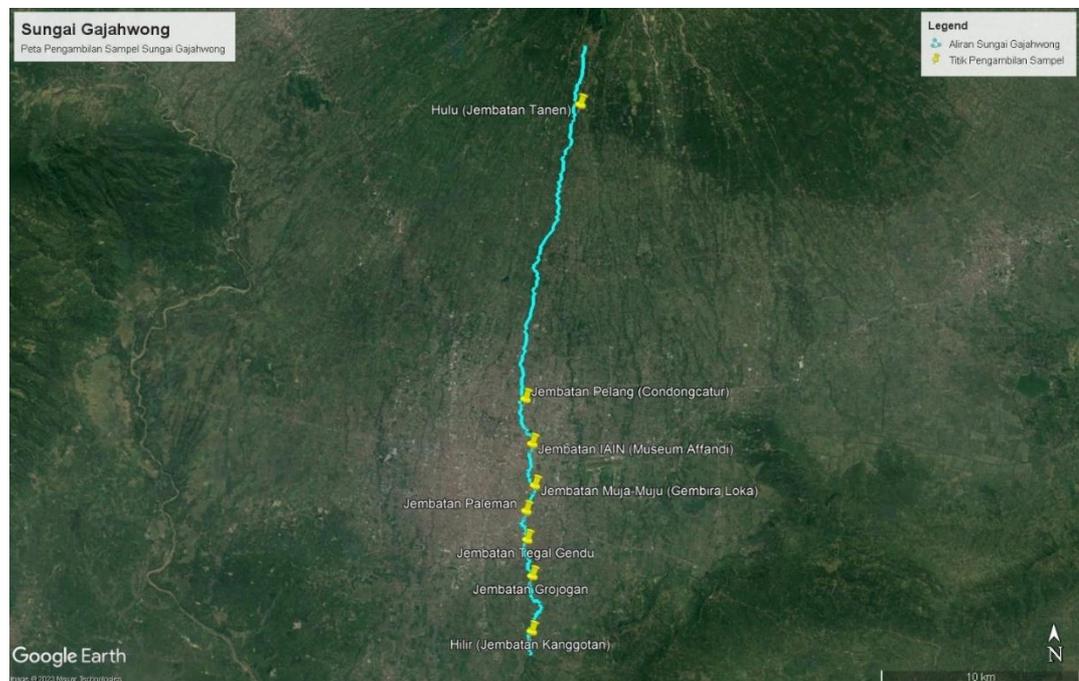
No.	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
				Pencemaran kualitas mutu air tergolong tercemar ringan.
5.	Nursida Arif	2019	Studi Komparasi Kriging Dan IDW Untuk Estimasi Spasial Bahan Organik Tanah	Tujuan penelitian ini adalah membandingkan metode interpolasi <i>Inverse Distance Weighting</i> (IDW) dan kriging dengan berbagai variogram untuk memprediksi sebaran spasial bahan organik tanah di DAS Serang Kulonprogo. Hasil penelitian menunjukkan metode IDW lebih akurat karena nilai yang dihasilkan mendekati nilai data sampel dan memenuhi nilai minimum dan maksimum data.
6.	Wenjie Yang, dkk.	2020	<i>Using Principal Components Analysis and IDW Interpolation to Determine Spatial and Temporal Changes of Surface Water Quality of Xinanjiang River in Huangshan, China</i>	Penelitian ini bertujuan untuk menilai distribusi spasial dan temporal variabel kualitas air permukaan Sungai Xin'an Jiang (Huangshan). Untuk tujuan ini, 960 sampel air dikumpulkan setiap bulan di sepanjang Sungai Xin'an Jiang dari tahun 2008 hingga 2017. kegiatan pertanian, erosi, pembuangan domestik, dan industri merupakan penyebab metode <i>inverse distance weighted</i> (IDW) digunakan untuk menginterpolasi skor komprehensif PCA. Berdasarkan hal tersebut, struktur temporal dan spasial serta karakteristik perubahan kualitas air di Sungai Xin'anjiang dianalisis. kualitas air secara keseluruhan di Sungai Xin'anjiang (Huangshan) stabil dari tahun 2008 hingga 2017, tetapi polusi di titik pengambilan sampel Pukou sangat memprihatinkan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah sepanjang Sungai Gajahwong, dari hulu ke hilir di Sungai Gajahwong. Pengambilan sampel untuk penelitian dilakukan pada bulan Maret 2023, berikut ini merupakan Gambar Peta Lokasi Pengambilan Titik Sampel yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta Titik Lokasi Pengambilan Sampel

(Sumber: *Google Earth*, Sungai Gajahwong)

Pada penelitian ini metode survei yang digunakan adalah “*Sample Survey Method*” untuk pengambilan sampel air pada lokasi pemantauan Sungai Gajahwong dengan tujuan dapat mengidentifikasi kadar limbah domestiknya. Penentuan lokasi pengambilan titik sampel mempertimbangkan faktor keselamatan dan kemudahan akses menuju ke titik pengambilan sampel. Penentuan titik sampel pengambilan sampel pada penelitian ini

mengacu kepada titik pemantauan kualitas air Sungai Gajahwong pada laman resmi DLHK (Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan) D.I. Yogyakarta.

Hasil dari pengambilan sampel bertujuan untuk mendapatkan data terbaru terkait kualitas air Sungai Gajahwong, yang nantinya dapat digunakan sebagai data kualitas air yang terbaru. Selain itu, diperlukan juga data lapangan terkait *effluent* yang masuk ke Sungai Gajahwong menggunakan data kadar dan debit air limbah. Beban pencemar dapat dihitung menggunakan metode langsung yang bersumber dari *effluent Point Source* industri, hotel, perikanan, rumah sakit serta domestik, sehingga nantinya dapat ditentukan zona konsentrasi penyebarannya yang berupa peta sebaran limbah domestik menggunakan aplikasi GIS.

Lokasi pengambilan sampel kualitas air Sungai Gajahwong didapatkan dari lokasi yang berasal dari DLHK D.I. Yogyakarta, yaitu dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

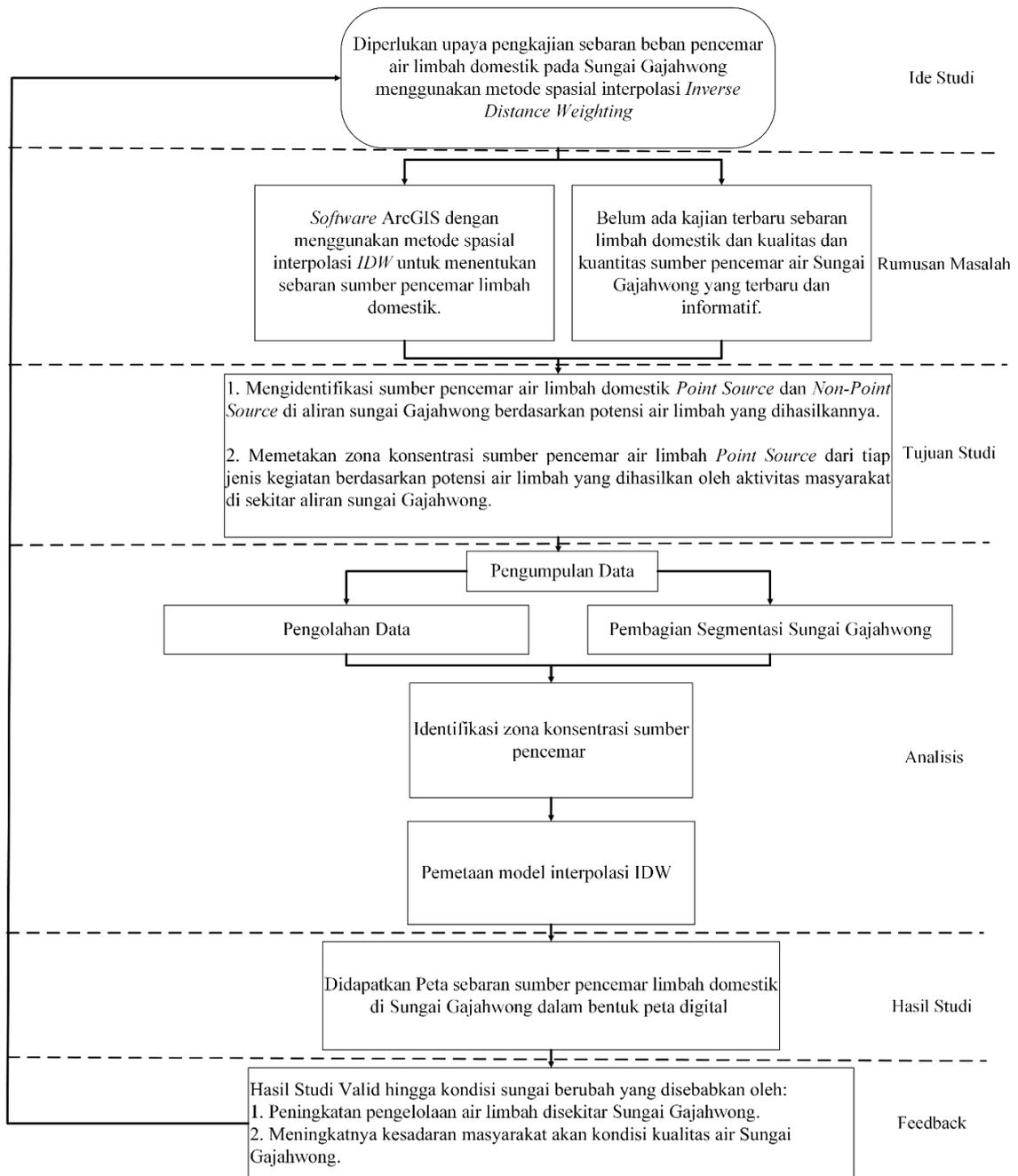
Tabel 3.1 Lokasi Pengambilan Sampel Kualitas Air Sungai

No.	Jembatan	Latitude/Lintang	Longitude/Bujur
1.	Tanen	-7,629749	110,421454
2.	Pelang	-7,762694444	110,3941667
3.	Affandi	-7,783083333	110,3965556
4.	Muja-muju	-7,807888889	110,3978056
5.	Peleman	-7,813833333	110,39325
6.	Tegal Gendu	-7,843722222	110,3951667
7.	Grojogan	-7,503767	110,234438
8.	Ketonggo	-7,868972222	110,395

(Sumber: DLHK D.I. Yogyakarta)

3.2 Alur Penelitian

Berikut merupakan diagram alur penelitian yang melingkupi beberapa tahapan penelitian yang akan dilakukan, mulai dari langkah persiapan, pelaksanaan, hingga penyelesaian. Diagram Alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Alur Penelitian

3.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini merupakan survei deskriptif kualitatif dengan menggunakan *Composite Sampling* dengan metode *Grab Sampling*. Pengambilan sampel komposit adalah teknik yang melibatkan pengambilan campuran beberapa sampel yang diambil pada titik tertentu dalam jumlah dan waktu yang sama. Dengan metode *Random Sampling*, sampel air diambil dari satu lokasi pada satu waktu. Oleh karena itu, data pengukuran hanya menunjukkan kualitas air pada saat pengambilan dan pada titik pengambilan sampel. Analisis dilakukan secara Insitu dan Eksitu. Analisis lapangan dilakukan di Sungai Gajahwong dengan menggunakan parameter Suhu, pH, BOD, DO, Amoniak, dan Fosfat.

Dalam kasus analisis sumber pencemar menggunakan parameter yang akan diuji yaitu parameter BOD, DO, Amoniak, dan Fosfat. Metode pengujian untuk parameter BOD dilakukan pengujian sesuai SNI 6989.72-2009 dan parameter DO dilakukan pengujian sesuai SNI 06-6989.14-2004. Sedangkan, untuk pengujian Amoniak menggunakan SNI 06-6989.30-2005 dan yang terakhir pengukuran untuk parameter Fosfat didasarkan pada SNI 06-6989.31-2021.

Berdasarkan Gambar 3.1 akan dilakukan *survey* lapangan pengambilan sampel beban pencemar pada titik sepanjang aliran Sungai Gajahwong. Data yang akan digunakan untuk *sampling* yaitu 8 titik pemantauan oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) Provinsi D.I. Yogyakarta sebagai lokasi pengambilan sampel sumber pencemar *Point-Source*. Data sumber pencemar didapatkan melalui pengambilan sampel pada 8 titik, yang pada setiap titiknya terdapat sumber pencemar berupa *Point-Source*, apabila tidak terdapat *effluent Point Source* pada sekitar titik pemantauan kualitas air yang berasal dari DLHK maka tidak dilakukan pengambilan sampel beban pencemar, sedangkan untuk sumber pencemar *Non-Point Source* diperoleh melalui olah data dari Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak, didapatkan data Aliran Sungai dan Daerah Aliran Sungai, Dinas Perindustrian dan

Perdagangan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, didapatkan data Industri Kecil Menengah.

Pengambilan sampel sumber pencemar *Point Source* dapat dilihat pada Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2 Lokasi Titik Pengambilan Sampel Sumber Pencemar

No.	Jembatan	Latitude/Lintang	Longitude/Bujur
1.	Tanen	-7,629749	110,421454
2.	Pelang	-7,762694444	110,3941667
3.	Affandi	-7,783083333	110,3965556
4.	Muja-muju	-7,807888889	110,3978056
5.	Peleman	-7,813833333	110,39325
6.	Tegal Gendu	-7,843722222	110,3951667
7.	Grojogan	-7,503767	110,234438
8.	Ketonggo	-7,868972222	110,395

(Sumber: DLHK D.I. Yogyakarta)

3.3.1 Data Primer

Data Primer bersumber dari hasil observasi di lapangan yang meliputi:

1) Data Sumber Pencemar Air

Menurut SNI 6989-59-2008, air sungai dan air limbah dalam penelitian ini berasal dari sumber pencemar *Point Source* dan sumber pencemar *Non-Point Source/Diffuse Source*. Parameter yang diuji pada penelitian ini adalah BOD, DO, Amoniak dan Fosfat. Oleh karena itu, pengukuran laboratorium untuk parameter BOD dan DO SNI 06-6989:31-2021, lalu parameter Amoniak didasarkan pada SNI 06-6989.30-2005 dan yang terakhir pengukuran untuk parameter Fosfat didasarkan pada SNI 06-6989.31-2021. Sedangkan untuk data sumber pencemar didapatkan melalui pengambilan sampel pada 8 titik, yang setiap titiknya terdapat sumber pencemar berupa *Point Source* maupun *Diffuse Source*, apabila dari 8 titik *sampling* tersebut tidak terdapat *outlet* limbah pemukiman dan industri maka

dieliminasi untuk tidak diambil sampel sumber beban pencemarnya. Pengambilan sampel sumber pencemar dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Berikut ini merupakan tabel 3.3 alat-alat sesuai parameter pencemar yang akan diuji serta regulasi yang masih berlaku yang nantinya akan digunakan saat pengambilan sampel sumber pencemar.

Tabel 3.3 Parameter Uji Kualitas Air

No.	Parameter	Alat	Metode Uji
1.	pH	pH Meter	SNI 6989.11:2019 Tentang Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan pH meter.
2.	Suhu	Termometer	SNI 03-6989 23-2005 Tentang Cara Uji Suhu Dengan Termometer.
3.	Kecepatan Aliran	<i>Current Meter</i>	SNI 8066:2015 Tentang Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus dan Pelampung.
4.	BOD	Buret	SNI 6989.72:2009 Tentang Tata cara uji BOD ₅ .
5.	Amoniak	Spektrofotometer	SNI 06-6989 30-2005 Tentang Cara Uji Kadar Ammonia dengan Spektrofotometer secara Fenat.
6.	Fosfat	Spektrofotometer	SNI 06-6989:31-2021 Tentang Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer secara Asam Askorbat.

2) Data Hidrolik Sungai

Data hidrolik Sungai Gajahwong meliputi debit sungai, kedalaman sungai, kecepatan aliran, dan lebar sungai. Debit diukur dengan

menggunakan metode profil sungai (*cross section*) yang dihitung dengan mengalikan luas penampang sungai dengan kecepatannya. Selanjutnya, meteran arus atau *current* meter digunakan untuk menentukan kecepatan aliran pada berbagai kedalaman dengan mengukur kecepatan aliran. Selain itu diukur juga untuk lebar sungai menggunakan meteran.

3.3.2 Data Sekunder

Data Sekunder bersumber instansi resmi pemerintah yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini, yaitu adalah sebagai berikut:

- 1) Peta Topografi, administrasi, dan peta penggunaan lahan didapatkan dan bersumber dari Kementerian Dalam Negeri-Dukcapil dan Indonesia Geospatial Portal.
- 2) Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak, didapatkan data Aliran Sungai Gajahwong.
- 3) Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Daerah Istimewa Yogyakarta, didapatkan lokasi dari titik *sampling* kualitas air Sungai Gajahwong.
- 4) Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Serayu Opak Progo, didapatkan data peta aktivitas yang berada di kawasan Sungai Gajahwong.

3.4 Jenis dan Variabel Penelitian

3.4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian kuantitatif digunakan pada penelitian ini yang melibatkan pengambilan sampel sumber pencemar air Sungai Gajahwong, uji laboratorium, serta pemetaan beban pencemar menggunakan *software* ArcGis versi 10.8.2.

3.4.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang akan diamati pada penelitian ini yaitu parameter BOD, Amoniak dan Fosfat yang terdapat pada setiap aliran Sungai

Gajahwong yang kemudian akan dipetakan menggunakan *software* ArcGIS versi 10.8.2.

3.5 Pengambilan Sampel Sumber Pencemar

Pengambilan sampel air limbah sebagai sumber pencemar sungai mengacu pada SNI 6989.59:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. Pengambilan sampel air limbah dilakukan satu kali di setiap titik (*grab sample*). Terdapat 8 titik pengambilan sampel air limbah ditentukan berdasarkan titik pantau yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) Provinsi D.I. Yogyakarta. Sampel sumber pencemar diambil selama musim hujan.

Metode pengambilan contoh air limbah sesuai SNI 6989.59:2008 adalah sebagai berikut:

1) Peralatan

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

2) Wadah

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

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

3) Lokasi dan Titik Pengambilan Contoh

Lokasi pemantauan kualitas air pada umumnya dilakukan pada:

- a) Sumber air alamiah, yaitu pada lokasi yang belum atau sedikit terjadi pencemaran;
- b) Sumber air tercemar, yaitu pada lokasi yang telah menerima limbah;

- c) Sumber air yang dimanfaatkan, yaitu pada lokasi tempat penyadapan sumber air tersebut;
- d) Lokasi masuknya air limbah ke waduk atau danau.

Titik pengambilan contoh air sungai ditentukan berdasarkan debit air sungai yang diatur dengan ketentuan sebagai berikut:

- a) Sungai dengan debit kurang dari $5 \text{ m}^3/\text{detik}$, contoh diambil pada satu titik di tengah sungai pada kedalaman 0,5 kali kedalaman dari permukaan atau diambil dengan alat *integrated sampler* sehingga diperoleh contoh air dari permukaan sampai ke dasar secara merata;
- b) Sungai dengan debit antara $5 \text{ m}^3/\text{detik}$ - $150 \text{ m}^3/\text{detik}$, contoh diambil pada dua titik masing-masing pada jarak $1/3$ dan $2/3$ lebar sungai pada kedalaman 0,5 kali kedalaman dari permukaan atau diambil dengan alat *integrated sampler* sehingga diperoleh contoh air dari permukaan sampai ke dasar secara merata kemudian dicampurkan;
- c) Sungai dengan debit lebih dari $150 \text{ m}^3/\text{detik}$, contoh diambil minimum pada enam titik masing-masing pada jarak $1/4$, $1/2$, dan $3/4$ lebar sungai pada kedalaman 0,2 dan 0,8 kali kedalaman dari permukaan atau diambil dengan alat *integrated sampler* sehingga diperoleh contoh air dari permukaan sampai ke dasar secara merata lalu dicampurkan.

4) Cara Pengambilan Contoh

Cara pengambilan contoh dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- a) Siapkan alat pengambil contoh yang sesuai dengan keadaan sumber airnya;
- b) Bilas alat pengambil contoh dengan air yang akan diambil, sebanyak 3 (tiga) kali;
- c) Ambil contoh sesuai dengan peruntukan analisis dan campurkan dalam penampung sementara, kemudian homogenkan;
- d) Masukkan ke dalam wadah yang sesuai peruntukan analisis;
- e) Lakukan segera pengujian untuk parameter suhu, kekeruhan dan daya hantar listrik, pH dan oksigen terlarut yang dapat berubah dengan cepat dan tidak dapat diawetkan;

- f) Hasil pengujian parameter lapangan dicatat dalam buku catatan khusus;
 - g) Pengambilan contoh untuk parameter pengujian di laboratorium dilakukan pengawetan.
- 5) Pengujian Parameter Lapangan
- Pengujian parameter lapangan yang dapat berubah dengan cepat, dilakukan langsung setelah pengambilan contoh. Parameter tersebut antara lain; pH (SNI 06-6989.11-2004), Suhu (SNI 06-6989.23-2005).

3.6 Metode Perhitungan Data

Metode perhitungan yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada Buku Daya Tampung Alokasi Beban Pencemaran Sungai Citarum (2017). Penelitian ini menggunakan data primer untuk pencemar *Point Source* (PS) dan data sekunder untuk pencemar *Non-Point Source* (NPS).

Pencemar *Point Source* merupakan sumber titik yang dapat diidentifikasi yang umumnya seperti pipa pembuangan instalasi pembuangan air limbah (IPAL), kegiatan industri, permukiman, hotel, rumah sakit, pusat perdagangan, laboratorium klinik dan gedung-gedung komersial. Sumber pencemaran *Non-Point Source* (NPS) adalah sumber pencemar tersebar (*diffuse*) atau yang tidak teridentifikasi titik pencemarnya. Umumnya *Non-Point Source* (NPS) dibawa oleh air limpasan (*run-off*) pada saat atau setelah terjadinya hujan. Sumber pencemar tersebut meliputi air limpasan dari berbagai jenis penggunaan lahan (*land based*) seperti pertanian (sawah dan perkebunan), hutan dan lahan terbangun (*built-up area*) pemukiman.

Perhitungan beban pencemar pada penelitian ini jumlah debit dan konsentrasi pencemar *Point Source* berasal dari data primer, sedangkan untuk pencemar *Non-Point Source* berasal dari data sekunder.

3.6.1 Beban Pencemar *Point Source*

Untuk menentukan besaran beban pencemar digunakan rumus atau persamaan sebagai berikut:

$$BP = C \times Q$$

Keterangan:

- C : Konsentrasi Pencemar (mg/L)
 BP : Beban Pencemar Sungai (kg/hari)
 Q : Debit air (m³/detik)

3.6.2 Potensi Beban Pencemar Sektor Domestik

Untuk beban pencemaran domestik diestimasi dengan cara mengkalikan jumlah penduduk per unit pemetaan dikalikan dengan faktor emisi parameter pencemar tertentu per-orang per-hari dan koefisien *run-off*. Rumus yang digunakan untuk menghitung potensi beban pencemaran dari sumber rumah tangga (Balai Lingkungan Keairan Puslitbang SDA, Kementerian PU, 2004). Menurut Irsanda (2014) dan Pangestu (2017) persamaan berikut dengan nilai faktor emisi pada Tabel 2.1 dapat digunakan untuk menghitung beban pencemar *Non-Point Source* dari sektor domestik.

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

Keterangan:

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

Faktor emisi/*effluent* merupakan rerata statistik dari jumlah massa pencemar yang diemisikan untuk setiap satuan aktivitas kegiatan. Faktor *effluent* sering juga disebut dengan *pollutan load unit* (PLU).

Tabel 3.4 Nilai Faktor Emisi Sektor Domestik

Parameter	Faktor <i>Effluent</i> (gr/orang/hari)
TSS	38

Parameter	Faktor <i>Effluent</i> (gr/orang/hari)
BOD	40
COD	55

(Sumber: Iskandar, 2007 dalam Rahayu Y, 2018)

Rasio ekivalen kota (*discharge load*):

- 1) Kota = 1
- 2) Pinggiran Kota = 0,8125
- 3) Pedalaman = 0,625

Alpha (α) / Koefesien *run off* (*delivery load*)

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

3.7 Pembuatan Peta Beban Pencemar

Proses analisis data dilakukan dengan memasukkan data-data Primer maupun Sekunder serta parameter BOD, DO, Amoniak dan Fosfat ke *software* ArcGIS versi 10.8.2

3.7.1 Input Data

Pada tahap proses *Input Data*:

- a) Menyiapkan data tekstual dalam format excel yang akan dimasukan ke ArcGIS;
- b) Buka *extention* ArcMap versi 10.8.2;
- c) Buka data excel dengan cara klik *Menu file > Add data*;
- d) Pada kotak dialog *Add data* klik nama *sheet* excel yang sudah terdapat data tekstual didalamnya;

- e) Data excel sudah masuk di ArcGIS untuk meninjau kembali lalu *check data* dengan klik kanan pada *Tabel of Contents* dan *Input Data* telah selesai.

3.7.2 Join Data

Join data agar data ArcGIS dapat dianalisa dan membuat peta tematik serta pemberian label pada *output* peta.

3.7.3 Interpolasi *Inverse Distance Weighting*

Metode *Interpolasi Inverse Distance Weighting* (IDW) yang memperhitungkan titik di sekitarnya. Metode ini dianggap memiliki asumsi bahwa nilai interpolasi akan lebih serupa dengan data sampel yang lebih dekat daripada yang lebih jauh. Semakin jauh dari data sampel, beban (berat) akan berubah secara linear. Lokasi data sampel tidak akan memengaruhi bobot ini. Sistem Informasi Geografis (SIG) biasanya digunakan untuk mengolah dan menganalisis data spasial. Data yang meliputi seluruh studi area diperlukan untuk analisis spasial, baik dalam bentuk vektor maupun raster. Oleh karena itu, untuk mendapatkan nilai di antara titik sampel, proses interpolasi harus dilakukan. Tujuannya adalah agar nilai titik pada peta dan observasi dapat berimbang saat dibandingkan.

Input layer GIS untuk interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW) umumnya berupa *layer* titik, selain itu dapat juga menggunakan *file database* maupun data Excel yang terdapat *input file*. selanjutnya tampilkan *layer point* yang akan di interpolasi dalam bentuk file (.shp), di atas *layer polygon*. Setelah itu pada *tab general* pilih *Geoprocessing* dan pilih *ArcToolbox* maka akan keluar *Jendela Inverse Distance Weighting* (IDW).

- a) *Input Point Features* (*data point shapefile .shp*);
- b) *Z values field* (Penamaan *Tabel* pada *data point shapefile .shp*);
- c) *Output raster* (Untuk menaruh dan menambahkan *File .shp*);
- d) *Output cell size* (Membatasi titik input yang diketahui berdasarkan karakteristik permukaan interpolasi);

- e) *Power* (Mengontrol pentingnya nilai titik yang diketahui berdasarkan jarak dengan nilai standarnya sebesar 2);
- f) *Search Radius* (untuk membuat jarak radius bervariasi);
- g) *Input barrier polyline* (Membuat kontur dari permukaan raster).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Sungai Gajahwong merupakan salah satu sungai yang mengalir dan melintasi Provinsi D.I. Yogyakarta, yang berhulu di Kecamatan Pakem, Kabupaten Sleman dan berakhir di Sungai Opak yang berada di Bantul. Aliran Sungai Gajahwong melintasi kota dengan penduduk yang sangat padat dan juga berbagai macam kegiatan penduduk seperti perhotelan, perindustrian, perekonomian, dan masih banyak lagi yang menjadi penyebab utama peningkatan jumlah limbah yang masuk ke badan air.

Secara administrasi letak penempatan lokasi pada penelitian ini yang berdasar pada titik yang telah ditetapkan oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan D.I. Yogyakarta, diawali pada Kecamatan Pakem di Jembatan Tanen yang dijadikan sebagai titik *sampling* sekaligus hulu kemudian dilanjutkan ke Kecamatan Depok di Jembatan Pelang dan Jembatan Affandi pada titik kedua dan ketiga, Jembatan Muja-muju pada titik keempat yang berada di Kecamatan Umbulharjo, setelah itu Jembatan Peleman Kecamatan Kotagede sebagai titik kelima, Kecamatan Kotagede Pegan di Jembatan Tegal Gendu dijadikan titik keenam, lalu yang terakhir pada Kecamatan Banguntapan Jembatan Grojogan dan pada Kecamatan Pleret Jembatan Ketonggo dijadikan sebagai hilir.

Dalam penentuan titik *sampling* air Sungai Gajahwong mengacu kepada 8 titik *sampling* yang telah ditetapkan oleh DLHK D.I. Yogyakarta. Setelah dilakukan penelusuran lapangan diketahui letak yang terdapat *outlet* dari sumber beban pencemar *Point Source* yang berasal dari pemukiman, pusat perbelanjaan, indsutri susu, Industri Penyamakan Kulit yang masuk ke aliran Sungai Gajahwong sehingga perlu untuk di ambil data sumber pencemar tersebut. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 1 kali yang dilakukan pengambilan sampel sumber pencemaran. Pengambilan sampel

sumber pencemar Sungai Gajahwong dilakukan pada tanggal 1 maret 2023 dimulai pada pagi hari hingga sore hari.

Beban pencemaran yang diperoleh dalam penelitian ini menggunakan metode yang diuraikan pada Bab III. Parameter pencemar *Point Source* yang digunakan adalah BOD, Amonia, dan Fosfat dengan mempertimbangkan karakteristik air limbah seluruh sumber pencemar yang terdapat di Sungai Gajahwong. Sumber pencemar *Non-Point Source* (NPS) sektor domestik (pemukiman) merupakan pencemar yang berasal dari rumah tangga, dalam penelitian ini adalah air limbah yang dihasilkan dari kegiatan dapur, mencuci dan toilet. Dihitung dengan cara mengkalikan jumlah penduduk per-unit pemetaan dikalikan dengan faktor emisi parameter pencemar tertentu per-orang per-hari dan koefisien transfer beban, radius pemukiman yang mencemari Sungai Gajahwong dibatasi sejauh 500m ke arah timur dan 500m ke arah barat. Data sumber pencemaran *Non-Point Source* sektor pemukiman didapatkan menggunakan data sekunder yaitu dari Badan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (BPDASHL) Serayu Opak Progo dan pemetaan menggunakan *software* ArcGIS 10.8.2.

4.2 Kondisi Sumber Pencemar Air Sungai Gajahwong

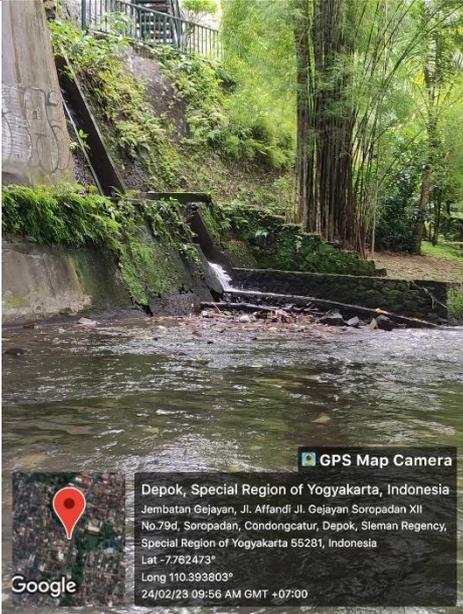
Pada saat pengambilan sampel sumber pencemar *Point Source*, tidak semua dari 8 titik *sampling* yang berasal dari DLHK D.I. Yogyakarta terdapat *outlet* sumber pencemar. Setelah dilakukan penelusuran lapangan ditemukan *outlet* dari sumber pencemaran *Point Source* sebanyak 6 titik yang berasal dari 1 *outlet* dari limbah pemukiman pada Jembatan Pelang, 1 *outlet* berasal dari pusat perbelanjaan pada Jembatan Affandi, 2 *outlet* berasal dari industri susu dan limbah pemukiman pada Jembatan Muja-muju, 1 *outlet* yang berasal dari Industri Penyamakan Kulit pada Jembatan Peleman, dan yang terakhir terdapat 1 *outlet* limbah pemukiman pada Jembatan Tegal Gendu, berikut ini merupakan titik koordinat lokasi *sampling* Sumber Pencemar pada penelitian Tugas Akhir yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Titik Lokasi *Sampling* Beban Pencemar

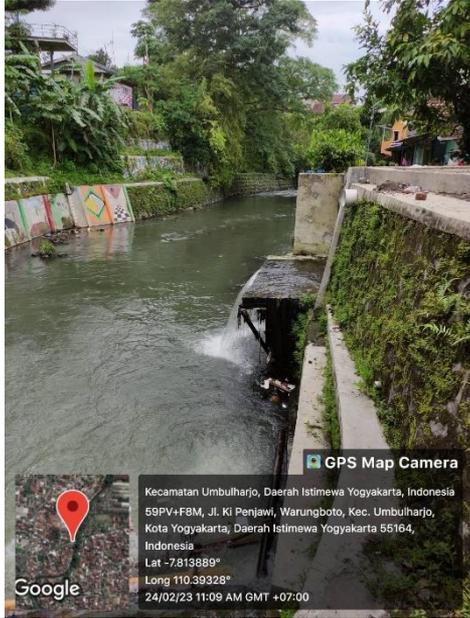
Titik	Latitude/Lintang	Longitude/Bujur	Jembatan	Keterangan
1	-7.454502	110.233913	Pelang	Pemukiman
2	-7.465872	110.234802	Affandi	Domestik (Pusat Berbelanjaan)
3	-7.486130	110.235188	Muja- muju	Industri Susu
4	-7.487430	110.235120	Muja- muju	Pemukiman
5	-7.484962	110.233619	Peleman	Industri Penyamakan Kulit
6	-7.493761	110.233756	Tegal Gendu	Pemukiman

Dikarenakan pada penelitian ini berfokuskan pada beban pencemaran maka dilakukan penelusuran lapangan terkait kondisi pada tiap lokasi *outlet* pencemaran, berikut ini merupakan kondisi *outlet* dari tiap titik *sampling* beban pencemaran Sungai Gajahwong yang dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Kondisi Titik *Sampling* Beban Pencemaran

Titik <i>Sampling</i>	Gambar	Kondisi Titik <i>Sampling</i> Beban Pencemar
Titik 1 (Jembatan Pelang)		<p>Terletak di Kecamatan Condongcatur. Kondisi air sungai tidak terlalu keruh, dan vegetasi di sekitarnya hanya lumut-lumut di sekitar jembatan.</p> <p>Pada Titik 1, kondisi fisik sungai adalah 0.02 m kedalaman dan 0.6 m lebar aliran. Pada saat sampling di Titik 1, cuaca cerah dan berawan. Sumber pencemar dari pemukiman berada di Lokasi Titik 1.</p>
Titik 2 (Jembatan Affandi)		<p>Titik 2 terletak pada Kecamatan Caturtunggal. Kondisi fisik sungai di Titik 2 adalah sebagai berikut: kedalaman sungai 0.04 m, aliran lebar 1.3 m, dan kondisi sungai agak jernih. Sumber pencemar di Titik 2 berasal dari limbah aktivitas Pusat Perbelanjaan dengan aliran yang cukup deras.</p>

Titik Sampling	Gambar	Kondisi Titik Sampling Beban Pencemar
Titik 3 (Jembatan Muja-muju)		Titik 3 terletak di Kelurahan Muja Muju, sungai memiliki kedalaman 0.05 m dan aliran lebar 0.2 m. Pada Titik 4, sungai agak keruh dan baunya agak menyegat, dan ada sampah di pinggirannya. Sumber pencemar titik di Titik 3 berasal dari Industri Susu.
Titik 4 (Jembatan Muja-muju)		Titik 4 yang letaknya tidak jauh dari Titik 3 berada di Kelurahan Muja muju, kondisi fisik sungai adalah keruh karena sampel hujan diambil, dengan kedalaman sungai 0,03 m dan aliran lebar 0.51 m. Sumber pencemaran Point Source di titik ini berasal dari Pemukiman.

Titik Sampling	Gambar	Kondisi Titik Sampling Beban Pencemar
Titik 5 (Jembatan Peleman)		Sumber pencemar di Titik 5 pada Kelurahan Rejowinangun memiliki kedalaman 0.03 m dan lebar aliran 2.91 m, dan kondisi fisik sungai adalah keruh. Sumber pencemar di Titik 5 adalah saluran <i>outlet</i> Industri Penyamakan Kulit.
Titik 6 (Jembatan Tegal Gendu)		Sumber pencemar terakhir pada penelitian ini terletak pada Titik 6 yaitu di Kelurahan Prenggan memiliki kedalaman 0.03 m dan lebar aliran 1.5 m, dan kondisi fisik sungai tergolong keruh. Pada Titik 6 terdapat drainase yang dapat dianggap sebagai sumber pencemaran dari Pemukiman.

Pada pengukuran dan penelitian sumber pencemar di Sungai Gajahwong didapatkan data-data hidrolik sungai yang terdiri dari kecepatan aliran, debit, serta kedalaman sungai yang didapatkan langsung dari hasil

penelitian dan pengukuran yang berjumlah 6 titik yang dilakukan pada tanggal 1 Maret. Data hidrolik Sungai Gajahwong merupakan data penting dalam perhitungan beban pencemar untuk diinput ke dalam *software* ArcGIS.

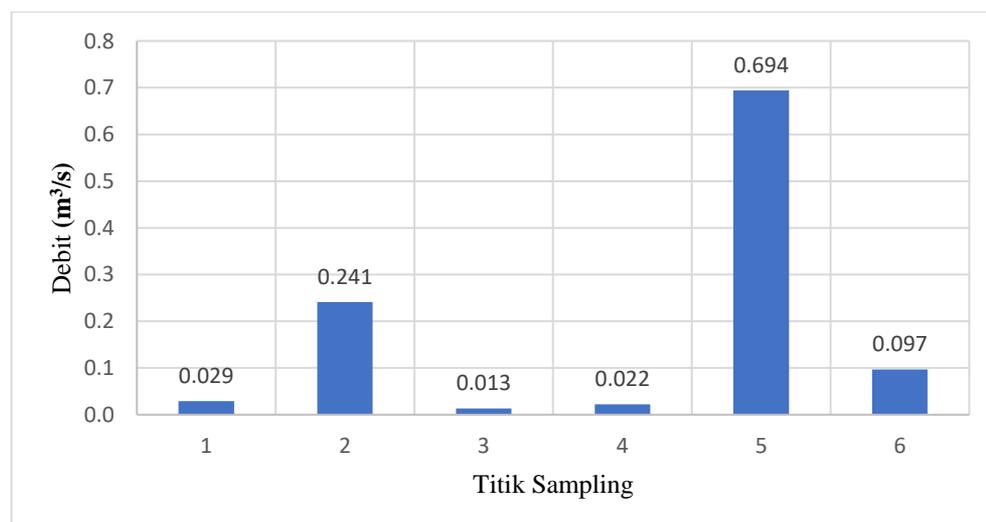
Data hidrolik Sungai Gajahwong dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara terjun langsung ke sungai dengan membawa peralatan yang dibutuhkan peneliti untuk mendapatkan data hidrolik sungai seperti *current* meter, meteran, ember dan kebutuhan lainnya yang dibutuhkan pada saat kegiatan *sampling*. Cara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

Berikut ini merupakan data-data hidrolik *outlet* pencemaran air Sungai Gajahwong berupa debit aliran, kecepatan aliran dan kedalaman Sungai Gajahwong pada masing-masing titik dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4.3 Data Hidrolik Sumber Pencemar Sungai Gajahwong

Titik	Debit Aliran (m ³ /detik)	Kedalaman (m)	Kecepatan Aliran (m/detik)
1	0,029	0,02	2,44
2	0,241	0,04	4,64
3	0,013	0,05	1,33
4	0,022	0,03	1,47
5	0,694	0,05	4,77
6	0,097	0,03	2,15

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



Gambar 4.1 Nilai Debit Pencemaran Sungai Gajahwong

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.1 memperlihatkan bahwasanya nilai debit terkecil berada pada Titik 3 dengan nilai 0,013 m³/detik. hal ini disebabkan pada Titik 1 yang lokasi sungainya serta arus aliran sungai yang tenang serta lebar aliran sungai yang kecil, pada dasarnya sungai yang

memiliki lebar yang kecil dan lahan yang landau memiliki besaran laju aliran yang kecil pula dibandingkan dengan bentuk sungai memiliki lebar dan kemiringan yang terjal pada Titik 6. Sedangkan nilai debit terbesar berada di Titik 6 dengan nilai sebesar $0,694 \text{ m}^3/\text{detik}$, tingginya debit di Titik 6 dipengaruhi oleh lebar aliran sungai yang besar serta kecepatan aliran yang deras. Lebar aliran sungai yang lebar dapat meningkatkan besaran laju kecepatan aliran yang menghasilkan besaran debit yang besar dan faktor lain dapat dipengaruhi oleh keadaan musim sehingga musim hujan atau kemarau dapat mempengaruhi besar dan kecil debit yang dihasilkan. Data debit pada penelitian ini diperlukan untuk perhitungan beban pencemar *Point-Source*.

4.3 Perhitungan Beban Pencemar Sungai Gajahwong

Air limbah domestik rumah tangga secara umum dapat dikategorikan ke dalam dua kategori, yaitu:

- a. Sumber Titik (*Point Source*) yang dihitung dengan metode langsung, jika telah diolah ke dalam instalasi pengolahan air limbah terpusat skala perkotaan (*off-site* sistem) dan IPAL komunal (*on-site* sistem). Dihitung dengan cara mengkalikan kadar (kualitas) air limbah dengan debit air limbah. Kadar air limbah dari *effluent* IPAL tersebut diperoleh melalui analisis Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.
- b. Beban pencemar domestik yang dihitung dengan metode tidak langsung menggunakan faktor emisi, jika tidak melalui pengolahan di IPAL, bisa menggunakan *septic tank* atau langsung dibuang ke badan air. Sumber pencemar rumah tangga dalam kajian ini adalah air limbah yang dihasilkan dari kegiatan dapur, mencuci dan toilet. Dihitung dengan cara mengkalikan jumlah penduduk per-unit pemetaan dikalikan dengan faktor emisi parameter pencemar tertentu per-orang per-hari dan koefisien transfer beban.

4.3.1 *Point Source*

Sumber pencemar yang berdasarkan titik atau *Point Source* merupakan sumber pencemar yang lokasi *effluent*-nya secara spesifik dapat diketahui melalui titik *outlet* yang berujung di Sungai Gajahwong. Sumber pencemar *Point Source* dalam penelitian ini antara lain berupa lokasi dari saluran *outlet* dan saluran drainase yang berdasarkan titik *sampling* sumber pencemar antara lain berada pada bagian hulu pada Kabupaten Sleman di Titik 1 (Jembatan Pelang) memiliki sumber pencemar yang berasal dari Pemukiman yang dekat dari sungai, lalu pada bagian Titik 2 (Jembatan Affandi) sumber pencemar berasal dari Pusat Perbelanjaan, pada bagian Titik 3 (Jembatan Muja-muju) yaitu di wilayah Kota Yogyakarta terdapat 2 *outlet* sumber pencemarnya adalah dari Industri Susu dan Pemukiman warga, selanjutnya Titik 5 (Jembatan Peleman) sumber pencemarnya adalah Industri Penyamakan Kulit. Sementara Titik 6 (Jembatan Tegal Gendu) sumber pencemarnya berasal dari Pemukiman.

Nilai dari beban pencemar limbah domestik *Point Source* Sungai Gajahwong diperoleh dari hasil pengukuran serta pengujian dari beberapa parameter limbah domestik, pengambilan sampel pada masing-masing titik *sampling* sumber pencemar diikuti dengan pengukuran langsung untuk mengukur konsentrasi pencemar limbah domestik dan industri. BOD, DO, Amoniak, dan Fosfat dilakukan pengujian pada Laboratorium Kualitas Air FTSP Universitas Islam Indonesia.

Pada penelitian ini, parameter BOD, Amoniak, dan Fosfat ditinjau untuk mengetahui kondisi dari konsentrasi sumber pencemar air Sungai Gajahwong. Selanjutnya, hasil yang diperoleh dari pengujian konsentrasi sumber pencemar Limbah air Sungai Gajahwong dibandingkan dengan Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah, sebagai instrumen pengendalian pencemaran lingkungan di Daerah Istimewa Yogyakarta. Setelah itu, dapat ditentukan nilai dari Beban Pencemar Limbah Domestik dari tiap parameter sehingga dapat dipetakan menggunakan aplikasi ArcGIS.

4.3.1.1 Parameter BOD

Biochemical Oxygen Demand atau BOD adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Umaly dan Cuvin, 1988; Metcalf & Eddy, 1991) BOD merupakan suatu ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh populasi suatu mikroba seperti bakteri yang terkandung di dalam perairan sebagai respon terhadap masuknya bahan organik yang dapat diurai atau sebagai gambaran jumlah bahan organik mudah urai (*Biodegradable Organics*) yang ada di perairan.

Tabel 4.4 Beban Pencemar Parameter BOD

Titik	Konsentrasi (C) (mg/L)	Debit Aliran (Q) (m ³ /detik)	Beban Pencemar (BP) (kg/hari)
1	1,27	0,03	3,23
2	0,85	0,24	17,71
3	1,70	0,01	1,95
4	5,95	0,02	11,56
5	1,70	0,69	101,89
6	1,27	0,10	10,66

Contoh perhitungan beban pencemar parameter BOD pada Titik 1, Jembatan Pelang.

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi (mg/L)} \times \text{Debit (m}^3\text{/detik)} = \text{Beban Pencemar (kg/hari)}$$

$$\text{Konsentrasi (C)} : 1,27 \text{ mg/L}$$

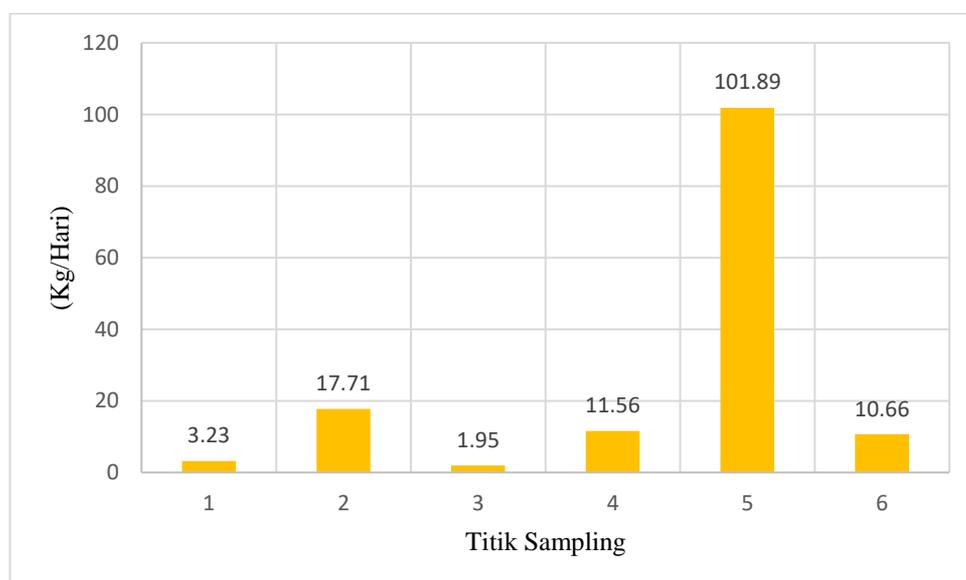
$$\text{Debit (Q)} : 0,03 \text{ m}^3\text{/detik} \rightarrow 0,03 \text{ m}^3\text{/detik} \times 8640 \text{ detik/hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 = 2531520 \text{ L/hari}$$

$$\text{Konsentrasi (C)} \times \text{Debit (Q)} = \text{Beban Pencemar (kg/hari)}$$

$$1,27 \text{ mg/L} \times 2531520 \text{ L/hari} = 3226344 \text{ mg/hari}$$

$$3226344 \text{ mg/hari} : 1000000 \text{ mg/kg} = 3,23 \text{ kg/hari}$$

Untuk baku mutu kadar BOD terkhusus pada Titik 3 (Industri Susu) dan Titik 5 (Industri Penyamakan Kulit) yang merupakan outlet dari industri menurut Peraturan Gubernur No. 7 Tahun 2016 bahwasannya baku mutu BOD sebesar untuk Industri Susu sebesar 30 mg/L dan 70 mg/L untuk Industri Penyamakan Kulit. Sedangkan untuk outlet yang berasal dari limbah domestik berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik 30 mg/L sehingga masih jauh di bawah dari standar yang telah ditetapkan oleh Pemerintah.



Gambar 4.2 Beban Pencemar Parameter BOD

Beban Pencemar Parameter BOD di bagian hulu Titik 1 sebesar 3,23 kg/hari dan di bagian hilir Titik 6 sebesar 10,66 kg/Hari tetapi nilai tertinggi terdapat pada bagian Titik 5 sebesar 101,89 kg/Hari. Dari hasil perhitungan beban pencemar BOD dapat dilihat kenaikan nilai *Biochemical Oxygen Demand*, hal ini diakibatkan oleh konsentrasi pencemar yang masuk dari buangan Industri Penyamakan Kulit yang membuang limbah organik ke badan air, sehingga menyebabkan senyawa-senyawa organik terlarut senyawa ini dapat menyebabkan mengurangi kadar oksigen terlarut di dalam badan air. Nilai BOD yang tinggi pada Titik 5 mengindikasikan tingginya

kandungan bahan organik biodegradable pada air limbah. Semakin tinggi nilai BOD suatu perairan maka semakin kecil jumlah oksigen terlarutnya, karena digunakan oleh mikroorganisme untuk penguraian bahan organik dari air limbah. Rendahnya kandungan oksigen terlarut dan tingginya nilai BOD menjadi kesimpulan bahwa perairan tersebut tercemar. Hal ini akan membahayakan kehidupan biota di perairan. Di samping itu dalam suasana anaerob akan menimbulkan bau yang menyengat (bau busuk).

Beban pencemar BOD Titik 1 (Jembatan Pelang) nilai persebaran beban pencemar BOD tergolong rendah, berkisar 3,23 kg/hari, sementara untuk sebaran BOD pada Titik 2 (Jembatan Affandi) berkisar 17,71 kg/hari. Hal ini diakibatkan karena kegiatan masyarakat yang berasal dari Pusat Perbelanjaan yang berdampak pada penurunan kualitas air dan berkurangnya jumlah oksigen terlarut di dalam ekosistem perairan.

4.3.1.2 Parameter Amoniak (NH_3)

Masuknya Amoniak ke dalam perairan terjadi karena mikroorganisme membusuk dan dioksidasi dengan menggunakan oksigen terlarut. Proses ini dikenal sebagai nitrifikasi karena nitrit akan berubah menjadi nitrat, proses ini terjadi pada kondisi aerobik yang dapat berpotensi menurunkan kadar konsentrasi oksigen yang terlarut di dalam air. Amoniak merupakan senyawa yang dihasilkan dari oksidasi bahan organik dengan bantuan bakteri yang mengandung bahan nitrogen dalam air. Amoniak adalah produk sisa metabolisme utama ikan (Sastrawijaya, 2000). Pada perairan alami, nitrat adalah bentuk nitrogen utama yang dapat membantu perkembangan algae dan tumbuhan air. Hasil nilai Amoniak pada setiap lokasi *sampling* yang diperoleh didapatkan dari hasil uji laboratorium.

Tabel 4.5 Beban Pencemar Parameter Amoniak

Titik	Konsentrasi (C) (mg/L)	Debit Aliran (Q) (m^3/detik)	Beban Pencemar (BP) (kg/hari)
1	0,01	0,03	0,02
2	0,29	0,24	20,06

3	0,32	0,01	0,56
4	0,10	0,02	0,04
5	0,32	0,69	60,73
6	0,33	0,10	3,65

Contoh perhitungan beban pencemar parameter Amoniak pada Titik 1, Jembatan Pelang.

Diketahui:

Konsentrasi (mg/L) x Debit (m³/detik) = Beban Pencemar (kg/hari)

Konsentrasi (C) : 0,01 mg/L

Debit (Q) : 0,03 m³/detik → 0,03 m³/detik x 8640 detik/hari x
1000 L/m³ = 2531520 L/hari

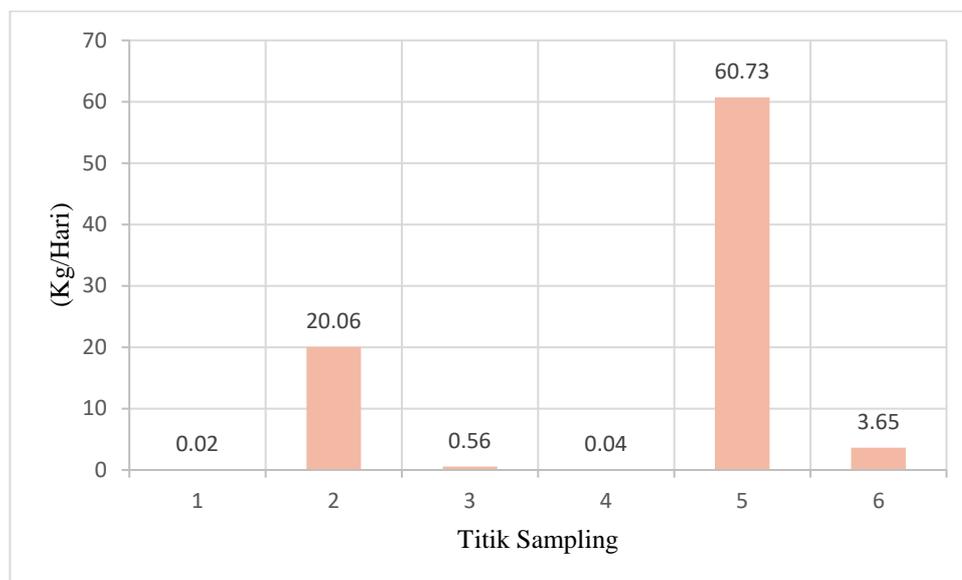
Konsentrasi (C) x Debit (Q) = Beban Pencemar (kg/hari)

0,01 mg/L x 2531520 L/hari = 18323,93 mg/hari

18323,93 mg/hari : 1000000 mg/kg = 0,02 kg/hari

Berdasarkan peraturan yang ditetapkan oleh gubernur baku mutu air limbah dari pada Titik 3 (Industri Susu) dan Titik 5 (Industri Penyamakan Kulit) untuk kadar NH₃ menurut Peraturan Gubernur No. 7 Tahun 2016 bahwasannya baku mutunya Industri Susu sebesar 10 mg/L dan Industri Penyamakan Kulit sebesar 0,5 mg/L sehingga masih di bawah dari standar yang telah ditetapkan oleh Gubernur Provinsi D.I. Yogyakarta.

Sedangkan untuk *outlet* yang berasal dari limbah domestik berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik kadar Amoniak sebesar 10 mg/L sehingga masih jauh di bawah dari standar yang telah ditetapkan oleh Pemerintah.



Gambar 4.3 Beban Pencemar Parameter Amoniak

Berdasarkan data yang ditampilkan di atas nilai rentang konsentrasi minimum sampai maksimum Amoniak berada pada rentang 0,02 kg/hari-60,73 kg/hari. Nilai kadar Amoniak tertinggi sebesar 60,73 kg/hari terdapat pada lokasi *sampling* Titik 5 dikarenakan pada lokasi tersebut terdapat sumber pencemar parameter Amoniak berupa *Point Source* yang bersumber dari limbah Industri Penyamakan Kulit yang langsung dibuang ke aliran Sungai Gajahwong, tingginya konsentrasi Amoniak dipengaruhi oleh pembuangan limbah organik yang dapat meningkatkan konsentrasi nitrat pada perairan sungai. Meningkatnya konsentrasi Amoniak menunjukkan bahwa proses pembuangan air limbah berjalan dengan baik namun jika konsentrasi senyawa nitrat di perairan sungai sangat tinggi akan berpotensi menyebabkan pertumbuhan tumbuhan air seperti ganggang dan eceng gondok yang tidak terkendali mengakibatkan kadar oksigen terlarut yang terdapat di dalam perairan akan berkurang dan berdampak pada kematian organisme akuatik yang tidak tahan terhadap kondisi DO yang rendah. Sedangkan nilai kadar Amoniak terendah terdapat pada Titik 1 dengan nilai sebesar 0,02 kg/hari, rendahnya konsentrasi Amoniak pada titik ini disebabkan karena banyaknya vegetasi di pinggir aliran sungai serta dangkalnya kedalaman air sungai. Kedalaman dangkal juga memudahkan

proses aerasi terjadi sehingga proses difusi gas Amoniak ke udara akan terjadi dan kadar Amoniak dapat berkurang. Apabila perairan dengan kandungan Amoniak tinggi tidak diolah, maka akan berdampak pada penurunan kualitas air Sungai Gajahwong yang ditandai dengan munculnya bau tidak sedap dan *algae blooming* sehingga dapat menyebabkan kematian pada biota air pada sekitar *outlet* di Titik 5.

4.3.1.3 Parameter Fosfat (PO₄)

Fosfat dalam bentuk ortofosfat (PO₄), adalah salah satu tanda kesuburan suatu aliran pada badan sungai, yang merupakan salah satu komponen kimia ketika berada dalam jumlah konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan penurunan pada kualitas air. Fosfat sering ditemukan pada limbah rumah tangga dan pupuk. Bahan kimia yang dihasilkan dari aktivitas ini kebanyakan dialirkan ke badan air seperti danau, sungai, dan dapat masuk ke air tanah. Jika bahan kimia masuk ke dalam air, bahan kimia tersebut dapat menghilangkan bagian penting dari biota air, terutama makanan bagi biota air yang kemudian diikuti oleh penurunan kualitas air.

Tabel 4.6 Beban Pencemar Parameter Fosfat

Titik	Konsentrasi (C) (mg/L)	Debit Aliran (Q) (m ³ /detik)	Beban Pencemar (BP) (kg/hari)
1	0,01	0,03	0,02
2	0,96	0,24	6,05
3	0,49	0,01	0,37
4	0,02	0,02	0,19
5	1,01	0,69	19,05
6	0,44	0,10	2,78

Contoh perhitungan beban pencemar parameter Fosfat pada Titik 1, Jembatan Pelang.

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi (mg/L)} \times \text{Debit (m}^3\text{/detik)} = \text{Beban Pencemar (kg/hari)}$$

$$\text{Konsentrasi (C)} \quad : \quad 0,01 \text{ mg/L}$$

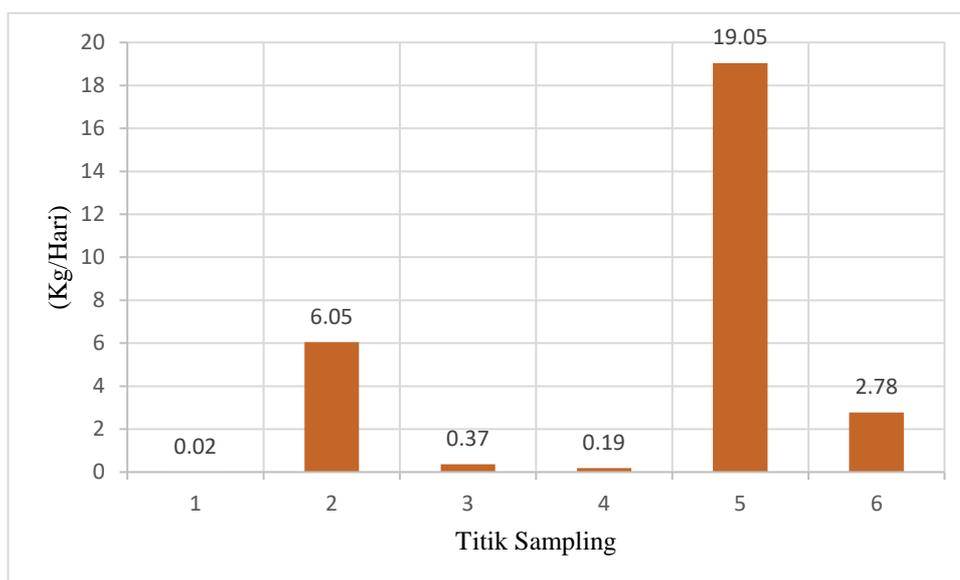
$$\text{Debit (Q)} \quad : \quad 0,03 \text{ m}^3/\text{detik} \rightarrow 0,03 \text{ m}^3/\text{detik} \times 8640 \text{ detik/hari} \times 1000 \text{ L/m}^3 = 2531520 \text{ L/hari}$$

$$\text{Konsentrasi (C)} \times \text{Debit (Q)} = \text{Beban Pencemar (kg/hari)}$$

$$0,01 \text{ mg/L} \times 2531520 \text{ L/hari} = 18323,93 \text{ mg/hari}$$

$$18323,93 \text{ mg/hari} : 1000000 \text{ mg/kg} = 0,02 \text{ kg/hari}$$

Baku mutu untuk parameter fosfat tidak diatur dalam Peraturan Gubernur No. 7 Tahun 2016 dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016, sehingga digunakan standar dari Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang melampirkan baku mutu bahwasannya kadar fosfat di air sungai sebesar 0,2 mg/L. Sehingga pada penelitian pencemaran fosfat Titik 2 (Jembatan Affandi), Titik 3 (Industri Susu), Titik 5 (Industri Penyamakan Kulit), dan Titik 6 (Jembatan Tegal Gendu) melebihi baku mutu yang telah ditentukan, sehingga perlu dilakukan pengelolaan lebih lanjut terkait pencemaran fosfat yang dapat menurunkan kualitas air di Sungai Gajahwong.



Gambar 4.4 Beban Pencemar Parameter Fosfat

Hasil pengukuran uji laboratorium Fosfat memiliki nilai beban pencemar minimum dan maksimum sebesar 0,02 kg/hari dan 19,05 kg/hari. Nilai Fosfat terendah berada di hulu pada lokasi *sampling* di Titik 1 (Jembatan Pelang) sebesar 0,02 kg/hari, hal ini disebabkan karena pada lokasi titik *sampling* di bagian hulu ini konsentrasi kimianya tergolong rendah akibat masih suburnya vegetasi disekitar badan air dan air buangan yang dialirkan tidak mengandung banyak bahan kimia, sedangkan kandungan nilai Fosfat yang tertinggi berada pada Titik 5 pada (Jembatan Peleman) sebesar 19,05 kg/hari hal ini disebabkan karena adanya sumber pencemar *Point Source* yang berasal dari limbah Industri Penyamakan Kulit, yang merupakan penyumbang terbesar meningkatnya konsentrasi Fosfat di perairan Sungai Gajahwong. Pada limbah industri biasanya Fosfat ada dari penggunaan deterjen dan sabun yang digunakan pada skala industri. Pelapukan batuan mineral yang terjadi sebagai akibat dari peningkatan pembuangan limbah deterjen merupakan sumber alami Fosfat pada perairan. Kandungan Fosfat yang berlebih menyebabkan perairan menjadi kaya akan nutrisi sehingga mempercepat pertumbuhan alga yang berlebihan (*algae blooming*). Proses tersebut memiliki potensi untuk mengurangi kadar oksigen dalam air dan mencegah oksigen dan cahaya matahari masuk ke dalam perairan sehingga kadar DO akan berkurang dan mengancam kehidupan biota air. Sumber lain juga seperti Pusat Perbelanjaan dan Pemukiman sehingga menjadi salah satu faktor meningkatnya beban pencemar Fosfat pada Sungai Gajahwong.

Berikut merupakan nilai Beban Pencemar (BP) dari tiap titik *sampling* sumber pencemar yang dilampirkan pada Tabel 4.7 terdapat nilai konsentrasi dari limbah domestik beserta nilai dari beban pencemarnya dalam satuan (kg/hari) dengan menggunakan persamaan di atas, sehingga didapatkan nilai Beban Pencemar sebagai Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Beban Pencemaran *Point Source*

Titik	Jembatan	Sumber Pencemar	Parameter	Konsentrasi (mg/L)	Debit (m ³ /detik)	BP (kg/hari)
1	Pelang	Pemukiman	BOD	1,27	0,03	3,23

Titik	Jembatan	Sumber Pencemar	Parameter	Konsentrasi (mg/L)	Debit (m ³ /detik)	BP (kg/hari)
			Fosfat	0,01		0,02
			Amoniak	0,01		0,02
2	Affandi	Pusat Perbelanjaan	BOD	0,85	0,24	17,71
			Fosfat	0,29		6,05
			Amoniak	0,96		20,06
3	Mujamuju	Industri Susu	BOD	1,70	0,01	1,95
			Fosfat	0,32		0,37
			Amoniak	0,49		0,56
4	Mujamuju	Pemukiman	BOD	5,95	0,02	11,56
			Fosfat	0,10		0,19
			Amoniak	0,02		0,04
5	Peleman	Industri Penyamakan Kulit	BOD	1,70	0,69	101,89
			Fosfat	0,32		19,05
			Amoniak	1,01		60,73
6	Tegal Gendu	Pemukiman	BOD	1,27	0,10	10,66
			Fosfat	0,33		2,78
			Amoniak	0,44		3,65

4.3.2 *Non-Point Source*

Beban pencemaran sektor domestik adalah kegiatan yang berasal dari pemukiman penduduk yang berada di hunian/kampung tradisional di daerah *urban* perkotaan, *semi urban* di pusat pertumbuhan baru pada kecamatan, kompleks perumahan, dan *real estate*. Semakin tinggi kepadatan penduduknya maka akan semakin besar pula beban pencemar domestik yang ditimbulkan oleh para penduduk yang bermukim di sekitar Sungai Gajahwong. Dari data sekunder yang digunakan untuk pemetaan *Non-Point Source* berasal dari Visualisasi Data Kependudukan (Kementerian Dalam Negeri-Dukcapil). Ditemukan bagian hulu Sungai Gajahwong berada di Kabupaten Sleman, bagian tengah berada di Kota Yogyakarta sedangkan untuk bagian hilir berada di Kabupaten Bantul. Pada Kabupaten Sleman, Sungai Gajahwong

melintasi 4 (empat) kecamatan, diantaranya yaitu Pakem, Ngaglik, Nemplak, Depok. Pada Kota Yogyakarta, Sungai Gajahwong melintasi 3 (tiga) wilayah kecamatan yaitu Godokusuman, Umbulharjo dan Kota Gede. Sedangkan, untuk wilayah Kabupaten Bantul Sungai Gajahwong hanya melintasi 2 (dua) wilayah kecamatan yaitu Banguntapan dan Pleret.

Pada pemetaan *Non-Point Source* jumlah penduduknya menggunakan asumsi untuk tiap 1 (satu) kartu keluarga (KK) ditinggali oleh 4 (empat) orang dengan membuat *polygon* pemukiman yang berada pada tiap kelurahan yang dilewati oleh Sungai Gajahwong. Setelah didapatkan data sekunder dari instansi tersebut, maka dapat dilakukan perhitungan Potensi Beban Pencemar *Non-Point Source* untuk sektor Domestik.

Daftar perhitungan Beban Pencemar *Non-Point Source* Sungai Gajahwong untuk tiap wilayah (kelurahan, kecamatan, dan kabupaten/kota) telah dilampirkan pada bagian Lampiran. Contoh perhitungan Potensi Beban Pencemaran (PBP) Parameter BOD Sektor Domestik pada Kelurahan Wirokerten, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul yaitu sebagai berikut ini.

Diketahui:

$$\text{PBP (kg/hari)} = \alpha \times \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Faktor Effluent} \times \text{Rasio Ek}$$

A : Koefisien *run-off*

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

Jumlah Penduduk : Jumlah penduduk pada kecamatan yang berada di sekitar aliran sungai (jiwa)

Faktor *Effluent* : Faktor pencemar limbah domestik (g/orang/hari)

- 1) BOD = 50 gr/orang/hari

$$2) \text{ COD} = 55 \text{ gr/orang/hari}$$

$$3) \text{ TSS} = 38 \text{ gr/orang/hari}$$

Rasio Ekuivalen : Rasio ekivalen kota:

$$1) \text{ Kota} = 1$$

$$2) \text{ Pinggiran Kota} = 0,8125$$

$$PBP \text{ BOD} \left(\frac{kg}{hari} \right) = 1 \times \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Faktor Effluent} \times \text{Rasio Ek}$$

$$= 1 \times 2064 \text{ jiwa} \times ((40 \text{ gr/jiwa})/\text{hari}): 1000) \times 0.8125$$

$$= 1 \times 2064 \text{ jiwa} \times 0.04 \text{ kg/jiwa/hari} \times 0.8125$$

$$PBP \text{ BOD} = 67 \text{ kg/hari}$$

Beban pencemar yang berasal kegiatan domestik yang berada di Daerah Aliran Sungai Gajahwong pada tiap-tiap kelurahan seperti yang terjadi pada Kelurahan Wirokerten, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul yang memiliki nilai beban pencemar yang paling besar di Kabupaten Bantul yang masuk ke badan Sungai Gajahwong dengan potensi beban pencemar yang masuk untuk parameter BOD sebesar 153 kg/hari, parameter COD sebesar 210 kg/hari dan parameter TSS sebesar 145 kg/hari dari keseluruhan kegiatan domestik yang berada di Aliran Sungai Gajahwong. Hal ini disebabkan oleh tingginya kepadatan jumlah penduduk pada Kelurahan Wirokerten, Banguntapan, Bantul.

Lalu pada Kabupaten Sleman, potensi beban pencemar yang paling tinggi ada pada Kelurahan Sardonoarjo, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman dengan Total Beban Pencemar yang masuk untuk parameter BOD sebesar 226 kg/hari lalu parameter COD sebesar 311 kg/hari dan parameter TSS sebesar 215 kg/hari. Tingginya potensi beban pencemar pada wilayah tersebut diakibatkan oleh jumlah penduduk yang berada di Kelurahan Sardonoarjo yang diasumsikan sebanyak 6960 jiwa yang ikut andil meningkatkan beban pencemar dan menurunkan kualitas air sungai akibat bahan organik dan bahan kimia yang dibuang ke aliran sungai.

Angka COD yang tinggi tersebut, mengindikasikan semakin besar tingkat pencemaran yang terjadi. Perairan yang memiliki nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian. Apabila air limbah dengan kadar COD yang tinggi tidak diolah, maka dapat berpengaruh kepada semakin rendahnya kandungan oksigen terlarut di perairan tersebut. Oksigen terlarut yang rendah padat menyebabkan tidak berjalannya proses degradasi bahan pencemar secara optimal hingga kematian biota air. Selain itu, TSS yang tinggi dapat menyebabkan air keruh dan secara langsung pada perairan akan menghalangi masuknya cahaya matahari ke dalam kolom perairan yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis oleh fitoplankton. Kekeruhan juga secara tidak langsung dapat menyebabkan oksigen terlarut didalam air rendah maka dapat mematikan mikroorganisme aerob atau bahkan dapat mematikan hewan akuatik dalam perairan tersebut.

Selanjutnya, potensi beban pencemar tertinggi pada Kota Yogyakarta, yaitu pada Kecamatan Umbulharjo, Kelurahan Giwangan dengan nilai potensi beban pencemar parameter BOD sebesar 98,9 kg/hari, lalu dilanjutkan dengan parameter COD sebesar 136 kg/hari, dan parameter TSS sebesar 93 kg/hari.

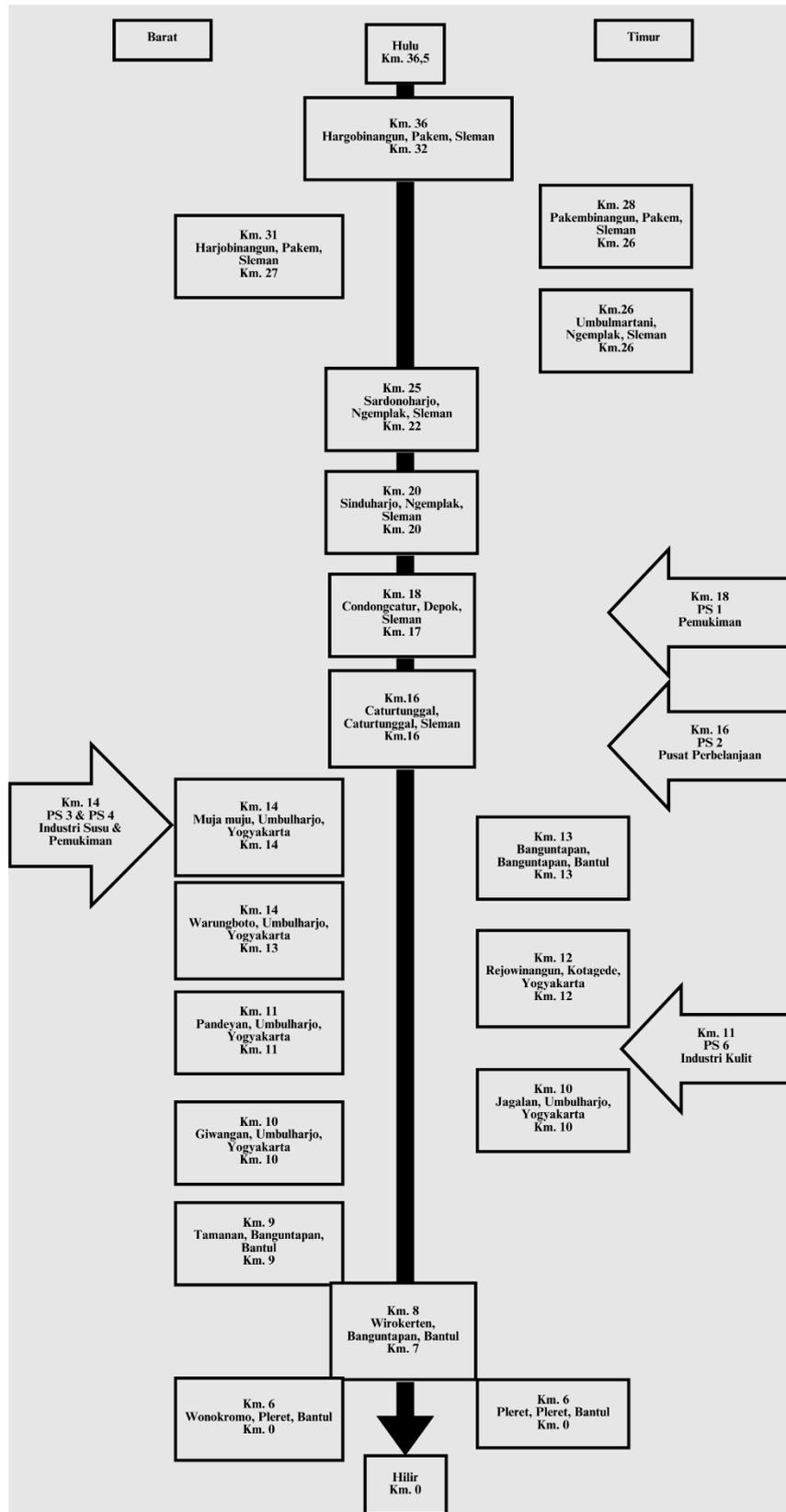
Untuk nilai dari beban pencemar Non-Point Source di aliran Sungai Gajahwong, yang melewati tiap kelurahan terdapat pada Tabel 4.8 berikut ini.

Tabel 4.8 Nilai Beban Pencemaran Non-Point Source

No.	Kelurahan	Beban Pencemar (kg/hari)		
		BOD	COD	TSS
1	Hargobinangun	112	153	106
2	Harjobinangun	95	130	90
3	Pakembinangun	16	22	15
4	Umbulmartani	29	39	27
5	Sardonoharjo	226	311	215
6	Sinduharjo	120	164	114
7	Condongcatur	215	295	204
8	Caturtunggal	154	211	146
9	Mujamuju	97	134	92
10	Banguntapan	44	61	42

No.	Kelurahan	Beban Pencemar (kg/hari)		
		BOD	COD	TSS
11	Warungboto	42	58	40
12	Rejowinangun	86	118	82
13	Pandeyan	86	118	82
14	Prenggan	96	133	92
15	Giwangan	99	136	94
16	Jagalan	27	38	26
17	Singosaren	30	42	29
18	Tamanan	25	34	23
19	Wirokerten	153	210	145
20	Wonokromo	91	125	87
21	Pleret	68	94	65

Berikut ini dilampirkan Gambar 4.5 yang merupakan lokasi sumber pencemar *Point Source* dan *Non-Point Source* yang masuk ke aliran Sungai Gajahwong, dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Sumber *Point Source* dan *Non-Point Source*

4.4 Pemetaan Wilayah Beban Pencemar

Pembuatan peta dapat ditentukan jika nilai dari Beban Pencemar Limbah Domestik dari tiap parameter, sudah didapatkan. Sehingga, dapat dipetakan menggunakan aplikasi ArcGIS untuk sebaran beban pencemar limbah domestik tersebut menggunakan acuan yang semakin berwarna merah titik (*Point Source*) dan Polygon (*Non-Point Source*) maka akan semakin tinggi pula besaran potensi beban pencemar *Point Source* dan *Non-Point Source* yang masuk ke Sungai Gajahwong.

4.4.1 Pemetaan Beban Pencemar *Point Source*

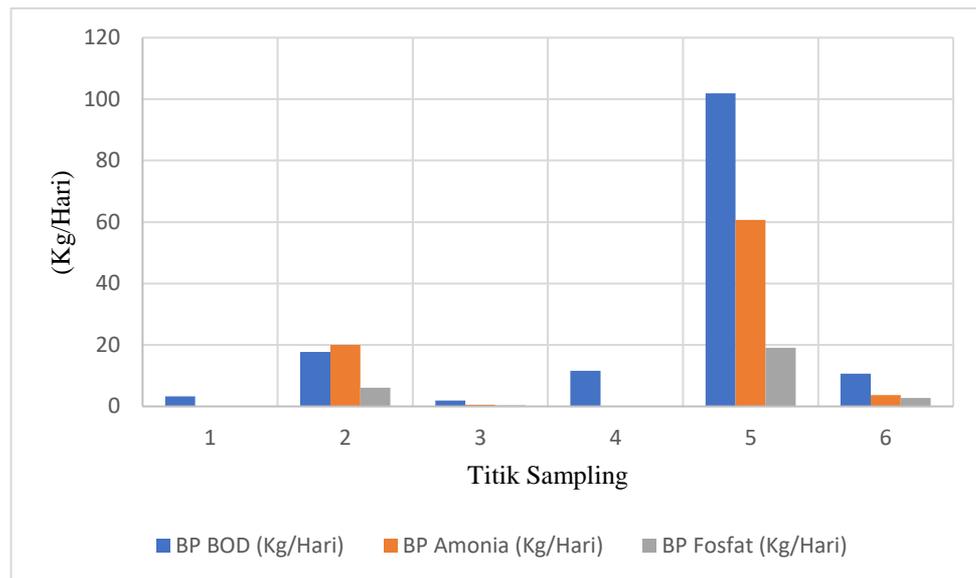
Sumber pencemar *Point Source* yang telah di-*sampling* berasal dari berbagai jenis kegiatan yang berpotensi menjadi sumber beban pencemar *Point Source*. Dalam pemetaan sumber beban pencemar *Point Source* dilakukan dengan memasukan data dari perhitungan beban pencemar pada tiap koordinat *outlet* limbah pada tiap Lokasi *Sampling* Sumber Pencemar.

Di halaman berikut ini disajikan Peta wilayah beban pencemar dari sumber limbah domestik *Point Source* dengan masing-masing parameter beban pencemar limbah domestik seperti BOD, Amoniak dan Fosfat, sebagai Tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9 Nilai Beban Pencemar *Point Source*

Titik	BP BOD (kg/hari)	BP Amoniak (kg/hari)	BP Fosfat (kg/hari)
1	3,23	0,02	0,02
2	17,71	20,06	6,05
3	1,95	0,56	0,37
4	11,56	0,04	0,19
5	101,89	60,73	19,05
6	10,66	3,65	2,78

Berikut ini, Gambar 4.6 yang menampilkan grafik nilai Beban Pencemar dari parameter limbah domestik *Point Source* yang sudah ditentukan.

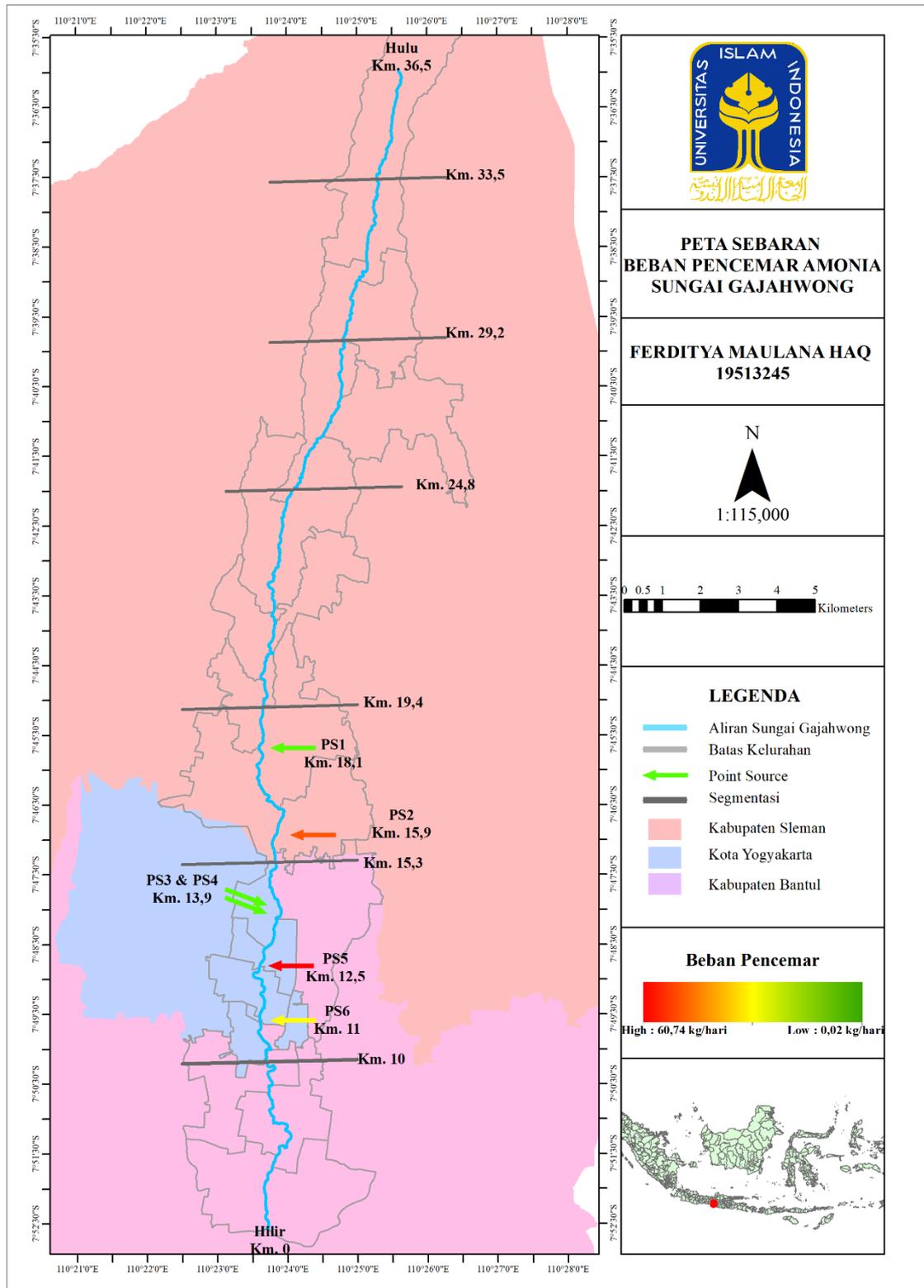


Gambar 4.6 Nilai Beban Pencemar PS Seluruh Parameter

Dikhususkan untuk parameter BOD terdapat data primer dan data sekunder, oleh karena itu peta sebaran beban pencemar di atas digabungkan untuk *Point Source* dan *Non-Point Source*. Pada *outlet* beban pencemar Titik 5 pada Industri Penyamakan Kulit yang memiliki nilai persebaran beban pencemar BOD tertinggi berkisar 101,89 kg/hari dikarenakan tingginya nilai beban pencemar BOD dapat berpotensi menurunkan kadar oksigen terlarut di aliran Sungai Gajahwong. Titik 3 Jembatan Muja-Muju merupakan PS dengan nilai persebaran beban pencemara terendah yaitu sebesar 1,95 kg/hari.

Semakin berwarna merah maka semakin tinggi pula besaran potensi beban pencemar *Non-Point Source* yang masuk ke Sungai Gajahwong. Kelurahan Sardonoharjo, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman memiliki nilai beban pencemar paling besar yang masuk ke badan Sungai Gajahwong dengan potensi beban pencemar yang masuk untuk parameter BOD sebesar 226 kg/hari.

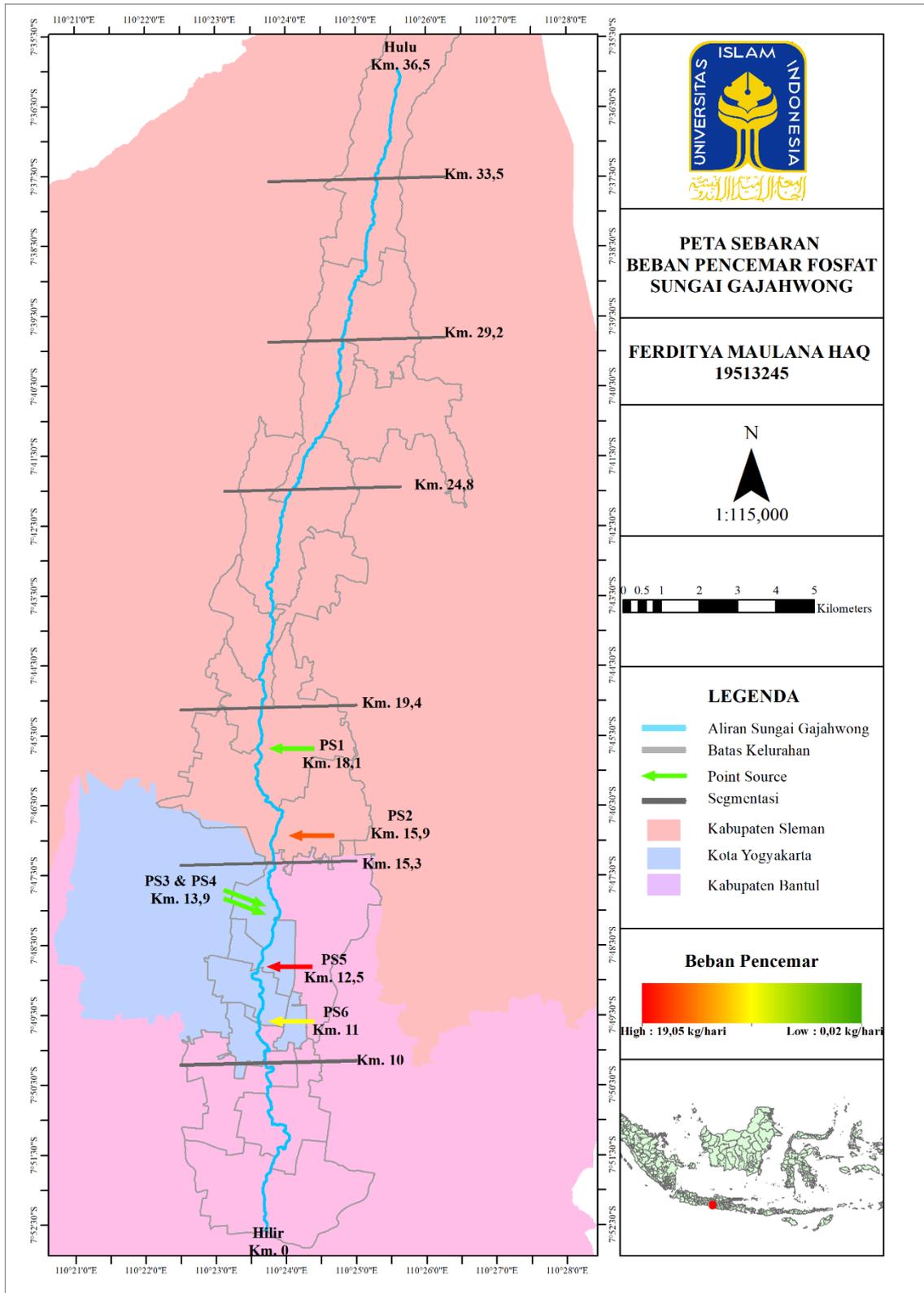
4.4.1.2 Parameter Amoniak



Gambar 4.8 Peta *Point Source* Interpolasi Parameter Amoniak

Pada peta tersebut warna yang lebih gelap menunjukkan kadar beban pencemar yang tinggi, sedangkan warna yang lebih terang menunjukkan kadar beban pencemar paling rendah. Dari peta sebaran di atas beban pencemar Amoniak pada arah masukan beban pencemar Titik 1 memiliki nilai persebaran beban pencemar Amoniak tergolong rendah berkisar 0,02 kg/hari, sementara untuk sebaran Amoniak pada Titik 5 cukup tinggi berkisar 60,73 kg/hari ditandai dengan warna merah pada peta.

4.4.1.3 Parameter Fosfat



Gambar 4.9 Peta *Point Source* Interpolasi Parameter Fosfat

Dari peta sebaran beban pencemar di atas dengan parameter Fosfat, beban pencemar yang masuk pada Titik 1 memiliki nilai beban pencemar yang tergolong rendah berkisar 0,02 kg/hari, sementara untuk sebaran Fosfat tertinggi berada di Titik 5 yaitu *outlet* dari Industri Penyamakan Kulit yang berkisar 19,05 kg/hari dalam hal ini pengaruh dari sumber buangan limbah Industri Penyamakan Kulit berperan besar dalam pencemaran Fosfat yang langsung dibuang ke badan Sungai Gajahwong.

4.4.2 Pemetaan Beban Pencemar *Non-Point Source*

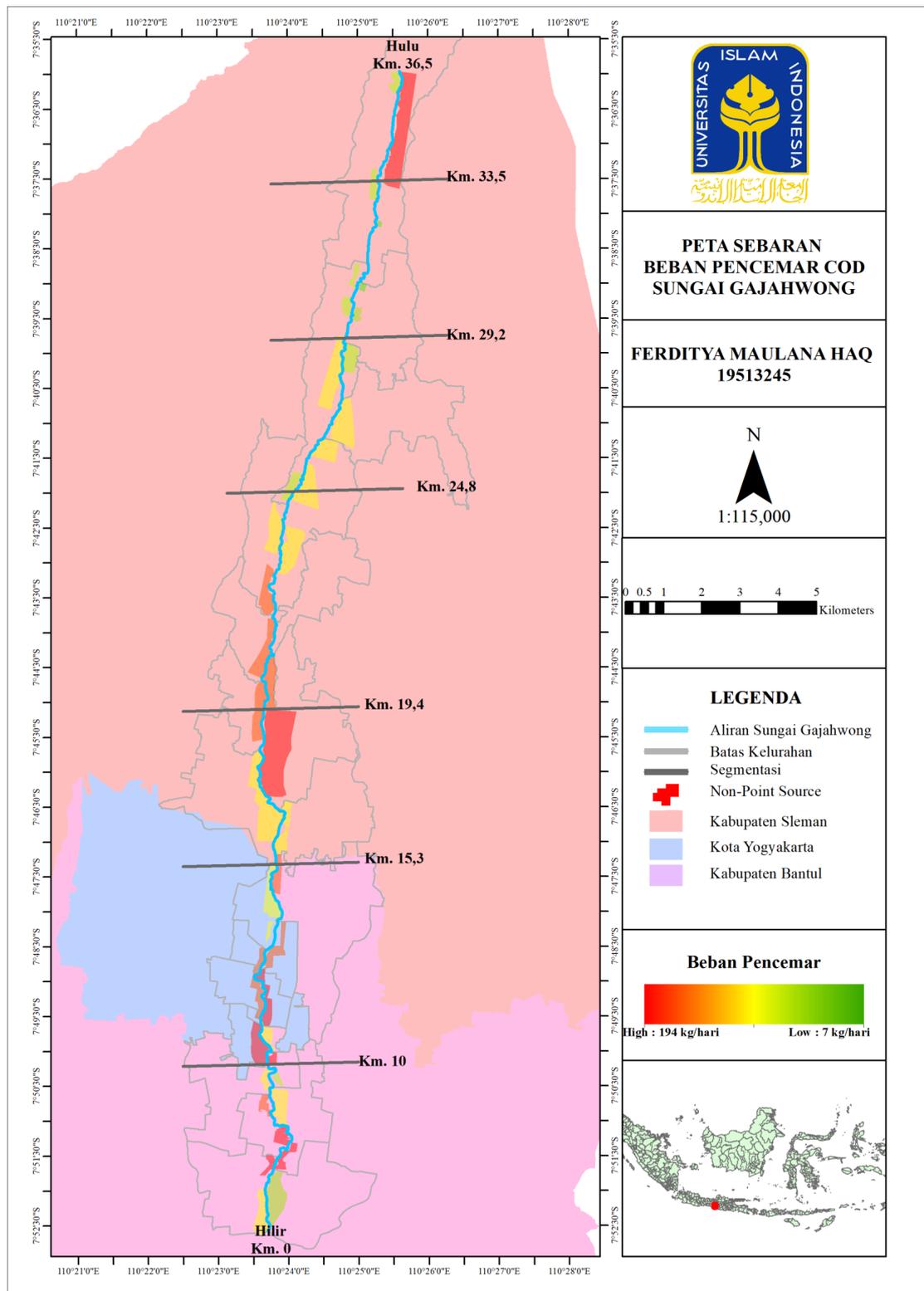
Beban pencemaran limbah sektor domestik *Non-Point Source*, sumber pencemarnya tidak dapat diidentifikasi titik keluar atau *outlet*. Pada penelitian ini dipengaruhi oleh beberapa faktor sektoral diantaranya dari sektor rumah tangga (Domestik). Sumber pencemar NPS dihitung berdasarkan jumlah jiwa pada pemukiman yang dilihat pada Satelit Google Earth Pro dan administrasi kelurahan yang didapatkan dari laman internet Kemendagri lalu diasumsikan untuk tiap rumah yaitu 1 kartu keluarga (KK) dan tiap KK memiliki 4 jiwa.

Data tersebut diolah dan digunakan agar potensi sumber pencemar pada lokasi penelitian dapat terwakilkan. Sumber pencemar *Non-Point Source* sangat dipengaruhi oleh limpasan air yang masuk pada Sungai Gajahwong.

Pada Tabel 4.8 di atas untuk nilai terkecil Potensi Beban Pencemaran (PBP) yang masuk ke Sungai Gajahwong adalah Kelurahan Pakembinangun, Kecamatan Pakem, Kabupaten Sleman dengan nilai beban pencemar berturut-turut untuk parameter BOD, COD, dan TSS adalah 16 kg/hari, 22 kg/hari, dan 15 kg/hari. Dikarenakan jumlah penduduk yang sedikit pada *polygon* wilayah yang berada di aliran Sungai Gajahwong sehingga, mengakibatkan limpasan beban pencemar sektor domestik pada kelurahan ini tidak begitu besar.

Sedangkan, untuk Kecamatan yang memiliki PBP terbesar ada pada Kelurahan Sardonoharjo, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman dengan nilai beban pencemar berturut-turut untuk parameter BOD, COD, dan TSS adalah 16 kg/hari, 22 kg/hari, dan 15 kg/hari. Dikarenakan jumlah penduduk yang tinggi dan *polygon* wilayah yang besar pada aliran Sungai Gajahwong. Sehingga, mengakibatkan potensi limpasan beban pencemar sektor domestik terhadap Sungai Gajahwong pada kecamatan ini besar.

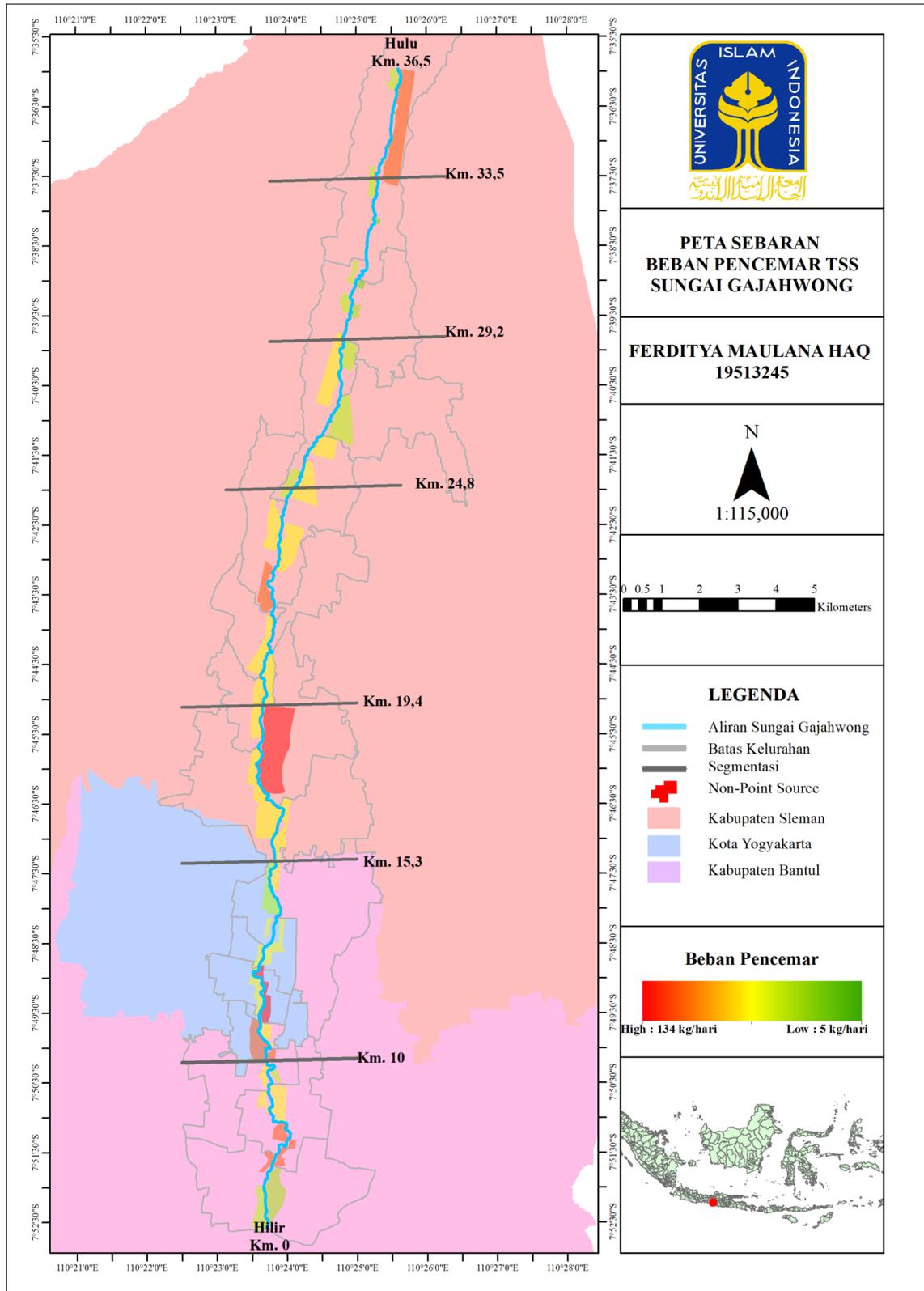
4.4.2.1 Parameter COD



Gambar 4.10 Peta Interpolasi Limbah Domestik NPS

Berdasarkan Gambar 4.10 di atas, dilakukan pemetaan wilayah sebaran beban pencemar. Semakin berwarna merah maka semakin tinggi pula besaran potensi beban pencemar *Non-Point Source* yang masuk ke Sungai Gajahwong. Konsentrasi COD tertinggi pada Non-Point Source ada di Kelurahan Sardonoarjo, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman yaitu sebesar 311 kg/hari. Tingginya konsentrasi COD pada Kelurahan Sardonoarjo diperkirakan karena besarnya air limbah yang masuk dari kegiatan domestik.

4.4.2.2 Parameter TSS



Gambar 4.11 Peta Interpolasi Limbah Domestik NPS

Pada Gambar 4.11 di atas menunjukkan besaran beban pencemar parameter TSS yang masuk ke Sungai Gajahwong melalui sumber tidak tentu, ditandai dengan warna merah yang menandakan tingginya besaran beban pencemar pada wilayah tersebut, sedangkan untuk warna hijau menandakan rendahnya pencemaran di wilayah tersebut. Nilai TSS paling tinggi ada pada Kelurahan Sardonoharjo, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman yaitu sebesar 215 kg/hari.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian Tugas Akhir yang telah dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sumber beban pencemar Sungai Gajahwong memiliki 6 *outlet* beban pencemar *Point Source*. Sedangkan, untuk potensi beban pencemar *Non-Point Source* berasal dari pemukiman yang tinggal di kelurahan yang di lewati oleh Sungai Gajahwong.
2. Penyumbang potensi beban pencemar domestik tertinggi *Point Source* yaitu berasal dari *outlet* Industri Penyamakan Kulit pada Titik 5 (Jembatan Peleman) Kelurahan Rejowinangun, Kecamatan Kotagede, Kota Yogyakarta dengan besaran beban pencemar parameter BOD sebesar 101,85 kg/hari, Amonia sebesar 60,73 kg/hari, dan Fosfat sebesar 19,05 kg/hari. Sedangkan, potensi beban pencemar *Non-Point Source* tertinggi ada pada Kelurahan Sardonoharjo, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman, untuk parameter BOD sebesar 226 kg/hari, COD sebesar 311 kg/hari, dan TSS 215 kg/hari.

5.2 Saran

1. Perlu penelusuran lapangan lebih detail, agar diketahui sumber pencemar yang nantinya akan dapat diidentifikasi estimasi beban pencemar yang dihasilkan, sehingga lebih beragam.
2. Pengujian beban pencemar untuk setiap jenis kegiatan perlu dilakukan secara langsung agar dapat mendapatkan nilai yang pasti.
3. Pemetaan beban pencemaran *Point Source* dan *Non-Point Source* menggunakan metode Interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW) kurang efektif dan kurang menarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahdiaty, R., & Fitriana, D. 2020. Pengambilan Sampel Air Sungai Gajah Wong di Wilayah Kota Yogyakarta. *Indonesian Journal of Chemical Analysis (IJCA)*, 3(2), Halaman 65–73. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol3.iss2.art4>
- Alfilaili, Fima Nur. 2020. Perbandingan Berbagai Metode Penentuan Status Mutu Air di Situ Cibuntu, Cibinong, Bogor, Jawa Barat. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Andareswari, N., Hariyadi, S., & Yulianto, G. 2019. Karakteristik Dan Strategi Pengelolaan Limbah Cair Usaha Tapioka Di Bogor Utara. *Jurnal Ecolab*. Volume 13. Nomor 2. Hal 85-96. <https://doi.org/10.20886/jklh.2019.13.2.85-96>
- Anwariani, D. 2019. Pengaruh Air Limbah Domestik Terhadap Kualitas Sungai. <https://doi.org/10.31227/osf.io/8nxsj>
- Amanda, Putri. 2021. Analisis Multivariat dan Spasiotemporal Kualitas Air Akibat Penggunaan Lahan di DAS Gajah Wong Yogyakarta. Hal 6-9.
- Arif, Nursida. 2018. Studi Komparasi Kriging Dan IDW Untuk Estimasi Spasial Bahan Organik Tanah
- Arsad, S., Ahmad A., Atika P. P., Betrina M. V., Dhira K. S., Nanik R. B. 2017. Studi Kegiatan Budidaya Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penerapan Sistem Pemeliharaan Berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. Vol. 9, No. 1. Hal. 1-14.
- Boyd, C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama, Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama. Page 482.
- Dema Viona Ghaisani AUFAR. 2020. Analisis Kualitas Air Sungai pada Aliran Sungai Kali Surabaya. *Suara Bumi*. Volume 1. Nomor 1.
- 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. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta.
- Elida, Novita, dkk. 2020. Kajian penilaian kualitas air Sungai Bedadung di Kabupaten Jember. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*. Volume 10. Nomor 4. Hal 699-714.

- 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.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.
- Hadi, Wahyono, dkk. 2020. Kajian Beban Pencemaran Air Sungai di Kota Malang dari Aspek Kualitas Air, Aspek Tata Guna Lahan, dan Aspek Kelembagaan. *Magister Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*. Hal 422-429.
- Irwansyah, Edy. 2013. *Sistem Informasi geografis: Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi*. Digibook. Yogyakarta.
- 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.
- Kartiko, Hendro. 2019. *Estimasi Sumber Pencemar Dan Beban Pencemar Sungai Winongo (Sub DAS Bagian Barat-Hilir)*. Environmental Engineering Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Komarudin, M., S. Hariyadi, B. Kurniawan, 2015. Analysis Pollution Load Capacity Pesanggrahan River (Segment Depok City) using Numeric and Spatial Model. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*. 5(2). pp.121–132.
- Kuntari, A. T. 2014. *Museum Permainan Tradisional di Yogyakarta*. Tugas Akhir S1 Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Ngibad, Khoirul. 2019. *Analisis Kadar Fosfat dalam Air Sungai Ngelom Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur*. Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medik, Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Maarif Hasyim Latif. Sidoarjo.
- Mays, L. W. (Editor in Chief). 1996. *Water resources handbook*. McGraw-Hill. New York. Page: 8.27-8.28.
- Midlen, A., dan T. Redding. 2000. *Environmental Management for Aquaculture*. Boston: Kluwer Academic.
- Murti, R. Setiya dan C. Maria H.P. 2014. Optimasi Waktu Reaksi Pembentukan Kompleks Indofenol Biru Stabil Pada Uji N-Amoniak Air Limbah Industri Penyamakan Kulit Dengan Metode Fenat. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*. Volume 30. Nomor 1. Halaman 29-34.
- Muqthi, A. 2020. *Strategi Forum Komunikasi Daerah Aliran Sungai (FORSIDAS) dalam Menjaga Lingkungan Daerah Aliran Sungai (DAS)*

- Gajah Wong. Skripsi Sekolah Tinggi Pembangunan Masyarakat Desa "APMD".
- Novianti, N, dkk. 2022. Kajian Status Mutu Air dan Identifikasi Sumber Pencemaran Sungai Cidurian Segmen Hilir Menggunakan Metode Indeks Pencemaran (IP). *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Volume 20. Nomor 1. Hal 22-29.
- Novitasari, A. K. 2014. Analisis Identifikasi dan Inventarisasi Sumber Pencemar di Kali Surabaya. Hal 37-42. https://doi.org/10.1007/978-3-642-54230-5_4.
- Oktan, Yeyan, dkk. 2021. Analisis Daya Tampung Beban Pencemar BOD, COD, dan TSS di Sungai Widuri dengan Menggunakan *Software Qual2Kw*. *Jurnal : Sains dan Teknologi Lingkungan*. Volume 13. Nomor 1. Hal. 1-16).
- Pradiko, Hary, dkk. 2018. Kajian Beban Pencemaran Limbah Cair dengan Parameter BOD dan DO Dari Area Permukiman di Sungai Citepus. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*. Volume 2. No. 2. Page 69-76.
- Prahasta, Eddy. 2014. Sistem Informasi Geografis Konsep-Konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika). Informatika. Bandung.
- Purnomo, Hendro. 2018. Aplikasi Metode Interpolasi Inverse Distance Weighting Dalam Penaksiran Sumberdaya Laterit Nikel (Studi Kasus di Blok R, Kabupaten Konawe-Sulawesi Tenggara). *Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi, ANGKASA*. Volume X. Nomor 1. Halaman 49-60.
- Rahayu, Yushi, dkk. 2018. Kajian Perhitungan Beban Pencemaran Air Sungai di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikapundung dari Sektor Domestik. *Jurnal Rekayasa Hijau*. Volume 2. Nomor 1. Hal 61-71.
- Rahman, A., Alim, M. S., & Utami, U. B. L. 2011. Inventarisasi Dan Identifikasi Sumber Pencemar Air di Kota Banjarmasin. *Enviroscientiae*. Volume 7. Hal 58-68.
- Rumhayati, Barlah. 2010. Studi Senyawa Fosfat dalam Sedimen dan Air menggunakan Teknik Diffusive Gradient in Thin Films (DGT). Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya. Malang.
- Sadana, F. N., & Yulianti, L. I. 2014. Dampak Krom pada Limbah Buangan Industri Penyamakan Kulit di Sungai Gajah Wong Terhadap Mortalitas dan Morfologi Sisik dan Insang Ikan Nila Hitam. IOFCFL TANNING.
- Saraswaty, M.N. 2013. Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Mangetan Kanal Kabupaten Sidoarjo dengan Metode Qual2Kw. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sastrawijaya, Tresna. 2000. Pencemaran Lingkungan Cetakan Ke-II. Jakarta. PT. Rineka Cipta.

- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*. XXX (3): 21 – 26.
- 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.
- Sriyono, E., Kresnanto, N. C. 2017. Analisis Pencemaran Air Sumur di Daerah Berteras Bantaran. Seminar Nasional Teknik Sipil, Halaman 1–9.
- Soge, P. D. (2015). Analisis Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Kualitas Air Sungai Gajah Wong di Kota Yogyakarta. Thesis UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Suriawiria, Unus. 2005. Air dalam Kehidupan dan Lingkungan yang Sehat. Alumni.
- Syahril. 2016. Prosiding Seminar Nasional “Pelestarian Lingkungan & Mitigasi Bencana” Pekanbaru, 28 Mei 2016. Halaman 42-49.
- Tanesab, Fiktor I. dkk. 2023. Pemetaan Daerah Rawan Longsor di Wilayah Kota Kupang Berbasis Geographic Information System (GIS). *Journal of Computer Science and Technology*. Volume 1. Nomor 1. Page 35-40.
- Yohannes, Benny, dkk. 2019. Kajian Kualitas Air Sungai Dan Upaya Pengendalian Pencemaran Air (Studi di Sungai Krukut, Jakarta Selatan). *Indonesian Journal of Environmental Education and Management*. Volume 4. Nomor 2. Hal 136-155.
- Pambudi, A., & Agustiawan, H. (2005). Studi Tentang Kondisi Daerah Aliran Sungai Gajahwong Jogjakarta. Dspace.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010 Tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air.
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- KEPMEN LH No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air Kodoatie, R. J. 2021. Tata Ruang Air Tanah. Penerbit Andi.
- Wahyono Hadi. Ari Kurniawan Prasetyo. Komang Ardy Putri Saraswati. 2021. Kajian Beban Pencemaran Air Sungai Di Kota Malang Dari Aspek Kualitas Air, Aspek Tata Guna Lahan, Dan Aspek Kelembagaan. Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, dan Infrastruktur II FTSP ITATS - Surabaya, 20 Februari 2021. Halaman 422-429

- Wardhana, W. A. 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Widyastuti, M., & Marfai, M. A. 2004. Kajian Daya Tampung Sungai Gajah Wong Terhadap Beban Pencemaran. *Majalah Geografi Indonesia*. 18(2).

LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan *Non-Point Source* Limbah Domestik

No	Jarak dari hilir (km)	Lokasi Sumber Pencemar			Sisi Pemukiman	Sumber Pencemar	Kode Sumber Pencemar	Jumlah Penduduk Sekitar Aliran Sungai		Faktor Emisi			Rasio Ekivalen	Alpha	Beban Pencemar (kg/hari)								
		Kelurahan	Kecamatan	Kabupaten/Kota				Rumah (KK)	Jiwa	Parameter					Parameter								
										BOD gr/orang/hari	COD gr/orang/hari	TSS gr/orang/hari			BOD	COD	TSS						
1	35,60	Hargobinangun	Pakem	Sleman	Barat	Pemukiman	NPS1	111	444	40	55	38	0,8125	1	14	20	14						
2	33,42				Timur	Pemukiman	NPS2	624	2496				0,8125	1	81	112	77						
3	33,07				Barat	Pemukiman	NPS3	86	344				0,8125	1	11	15	11						
4	32,29				Timur	Pemukiman	NPS4	37	148				0,8125	1	5	7	5						
5	30,66	Harjobinangun	Pakem	Sleman	Barat	Pemukiman	NPS5	123	492				40	55	38	0,8125	0,85	14	19	13			
6	29,90				Barat	Pemukiman	NPS6	96	384							0,8125	0,85	11	15	10			
7	30,63				Barat	Pemukiman	NPS9	297	1188							0,8125	0,85	33	45	31			
8	29,78				Timur	Pemukiman	NPS10	173	692							0,8125	0,85	19	26	18			
9	27,40				Barat	Pemukiman	NPS14	168	672							0,8125	0,85	19	26	18			
10	28,41	Pakembinangun	Pakem	Sleman	Timur	Pemukiman	NPS7	57	228							40	55	38	0,8125	0,85	6	9	6
11	26,42				Timur	Pemukiman	NPS8	89	356										0,8125	0,85	10	14	9
12	26,00	Umbulmartani	Ngemplak	Sleman	Timur	Pemukiman	NPS11	258	1032										40	55	38	0,8125	0,85

No	Jarak dari hilir (km)	Lokasi Sumber Pencemar			Sisi Pemukiman	Sumber Pencemar	Kode Sumber Pencemar	Jumlah Penduduk Sekitar Aliran Sungai		Faktor Emisi			Rasio Ekuivalen	Alpha	Beban Pencemar (kg/hari)		
										Parameter					Parameter		
		Kelurahan	Kecamatan	Kabupaten/Kota				Rumah (KK)	Jiwa	BOD gr/orang/hari	COD gr/orang/hari	TSS gr/orang/hari			BOD	COD	TSS
13	24,55	Sardonoharjo	Ngaglik	Sleman	Timur	Pemukiman	NPS12	273	1092				0,8125	1	35	49	34
14	24,79				Timur	Pemukiman	NPS13	346	1384				0,8125	1	45	62	43
15	23,29				Barat	Pemukiman	NPS15	217	868				0,8125	1	28	39	27
16	22,88				Timur	Pemukiman	NPS16	392	1568				0,8125	1	51	70	48
17	21,66				Barat	Pemukiman	NPS17	512	2048				0,8125	1	67	92	63
18	20,06	Sinduharjo	Ngaglik	Sleman	Barat	Pemukiman	NPS18	478	1912				0,8125	1	62	85	59
19	19,35				Barat	Pemukiman	NPS19	442	1768				0,8125	1	57	79	55
20	18,37	Condongcatur	Depok	Sleman	Timur	Pemukiman	NPS20	562	2248				0,8125	1	73	100	69
21	16,97				Timur	Pemukiman	NPS21	1088	4352				0,8125	1	141	194	134
22	15,78	Caturtunggal	Caturtunggal	Sleman	Barat	Pemukiman	NPS22	789	3156				0,8125	1	103	141	97
23	15,53				Timur	Pemukiman	NPS23	394	1576				0,8125	1	51	70	49
24	14,47	Mujamuju	Umbulharjo	Yogyakarta	Barat	Pemukiman	NPS25	521	2084				1	1	83	115	79
25	13,88				Barat	Pemukiman	NPS26	86	344				1	1	14	19	13
26	13,20	Banguntapan	Banguntapan	Bantul	Timur	Pemukiman	NPS24	342	1368				0,8125	1	44	61	42
27	12,59	Warungboto	Umbulharjo	Yogyakarta	Barat	Pemukiman	NPS28	263	1052				1	1	42	58	40
28	12,40	Rejowinangun	Kotagede	Yogyakarta	Timur	Pemukiman	NPS27	432	1728				1	1	69	95	66
29	11,20	Pandeyan	Umbulharjo	Yogyakarta	Barat	Pemukiman	NPS29	538	2152				1	1	86	118	82
30	11,04	Prenggan	Kotagede	Yogyakarta	Timur	Pemukiman	NPS30	603	2412				1	1	96	133	92

No	Jarak dari hilir (km)	Lokasi Sumber Pencemar			Sisi Pemukiman	Sumber Pencemar	Kode Sumber Pencemar	Jumlah Penduduk Sekitar Aliran Sungai		Faktor Emisi			Rasio Ekuivalen	Alpha	Beban Pencemar (kg/hari)				
										Parameter					Parameter				
		Kelurahan	Kecamatan	Kabupaten/Kota				Rumah (KK)	Jiwa	BOD gr/orang/hari	COD gr/orang/hari	TSS gr/orang/hari			BOD	COD	TSS		
31	9,95	Giwangan	Umbulharjo	Yogyakarta	Barat	Pemukiman	NPS31	618	2472				1	1	99	136	94		
32	10,31	Jagalan	Banguntapan	Bantul	Timur	Pemukiman	NPS32	211	844				0,8125	1	27	38	26		
33	10,05	Singosaren	Banguntapan	Bantul	Timur	Pemukiman	NPS33	122	488				0,8125	1	16	22	15		
34	9,35				Timur	Pemukiman	NPS35	131	524						0,8125	0,85	14	20	14
35	9,46	Tamanan	Banguntapan	Bantul	Barat	Pemukiman	NPS34	223	892				0,8125	0,85	25	34	23		
36	8,40	Wirokerten	Banguntapan	Bantul	Timur	Pemukiman	NPS36	516	2064				0,8125	1	67	92	64		
37	8,66				Barat	Pemukiman	NPS37	227	908						0,8125	1	30	41	28
38	7,95				Barat	Pemukiman	NPS38	237	948						0,8125	1	31	42	29
39	7,27				Timur	Pemukiman	NPS39	196	784						0,8125	1	25	35	24
40	7,08	Wonokromo	Pleret	Bantul	Barat	Pemukiman	NPS40	204	816				0,8125	1	27	36	25		
41	5,55				Barat	Pemukiman	NPS41	498	1992						0,8125	1	65	89	62
42	5,72	Pleret	Pleret	Bantul	Timur	Pemukiman	NPS42	524	2096				0,8125	1	68	94	65		



PETA SEBARAN BEBAN PENCEMAR BOD SUNGAI GAJAHWONG

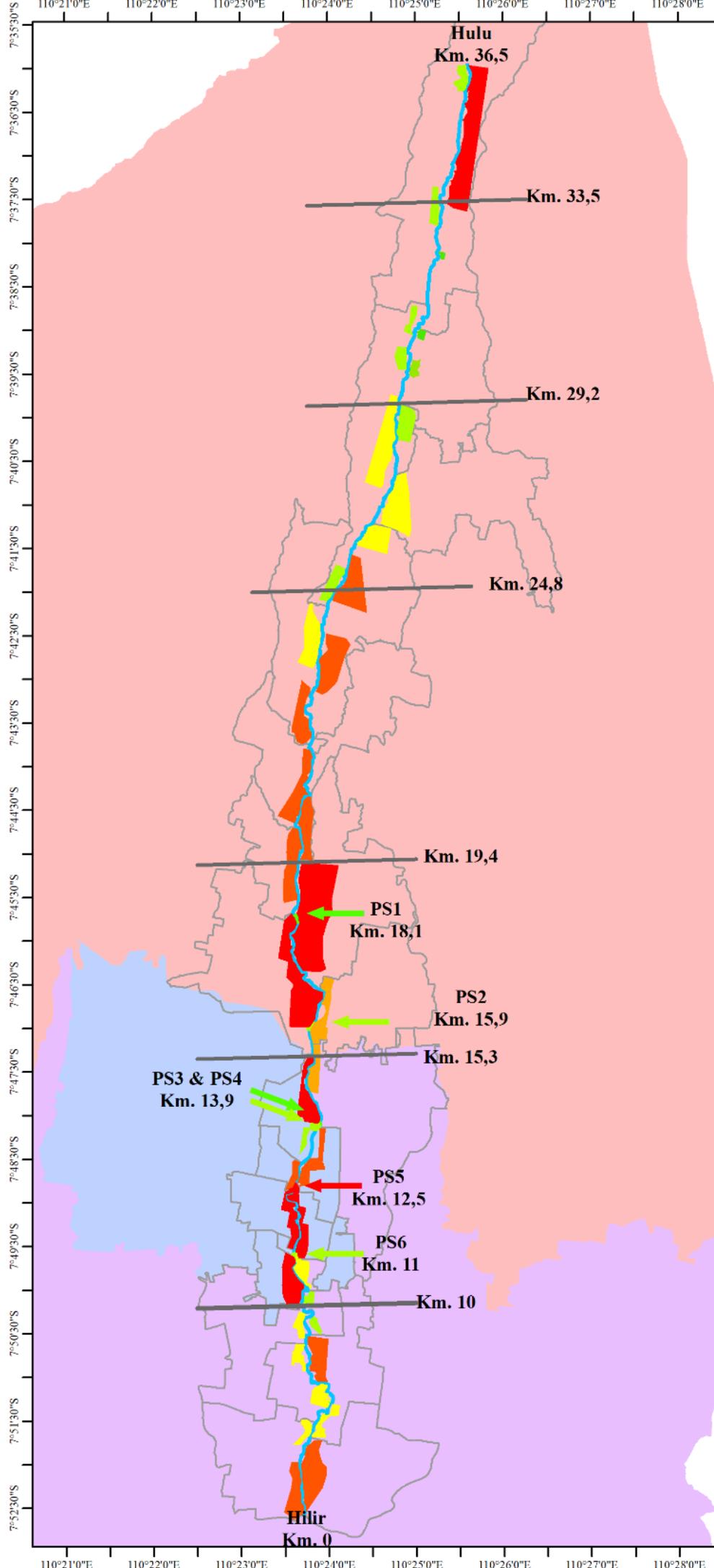
FERDITYA MAULANA HAQ
19513245

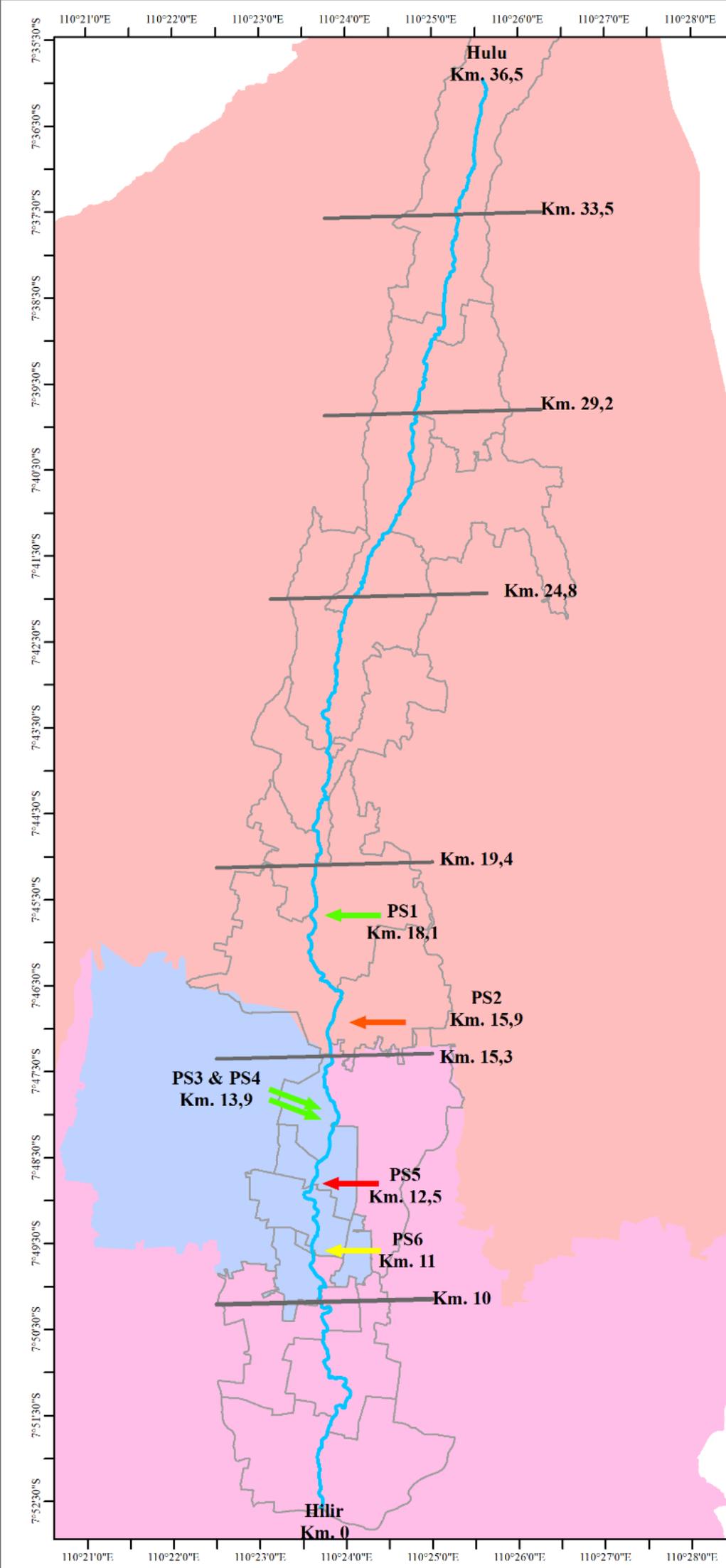


LEGENDA

- Aliran Sungai Gajahwong
- Batas Kelurahan
- Point Source
- Segmentasi
- Non-Point Source
- Kabupaten Sleman
- Kota Yogyakarta
- Kabupaten Bantul

Beban Pencemar





**PETA SEBARAN
BEBAN PENCEMAR AMONIA
SUNGAI GAJAHWONG**

**FERDITYA MAULANA HAQ
19513245**



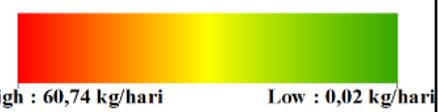
1:115,000

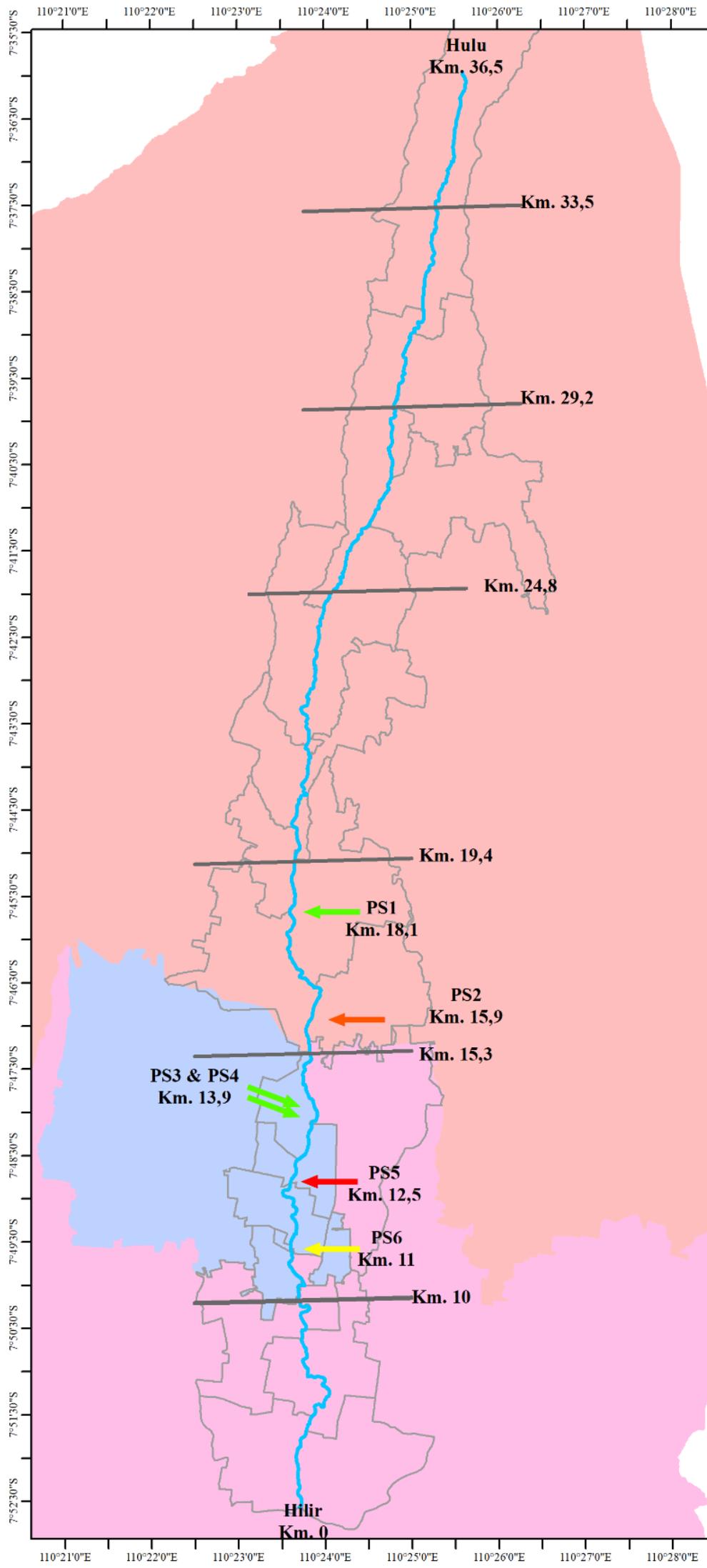


LEGENDA

- Aliran Sungai Gajahwong
- Batas Kelurahan
- Point Source
- Segmentasi
- Kabupaten Sleman
- Kota Yogyakarta
- Kabupaten Bantul

Beban Pencemar





**PETA SEBARAN
BEBAN PENCEMAR FOSFAT
SUNGAI GAJAHWONG**

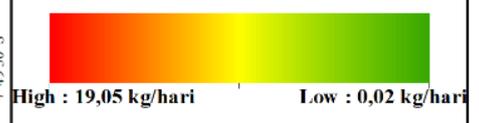
**FERDITYA MAULANA HAQ
19513245**

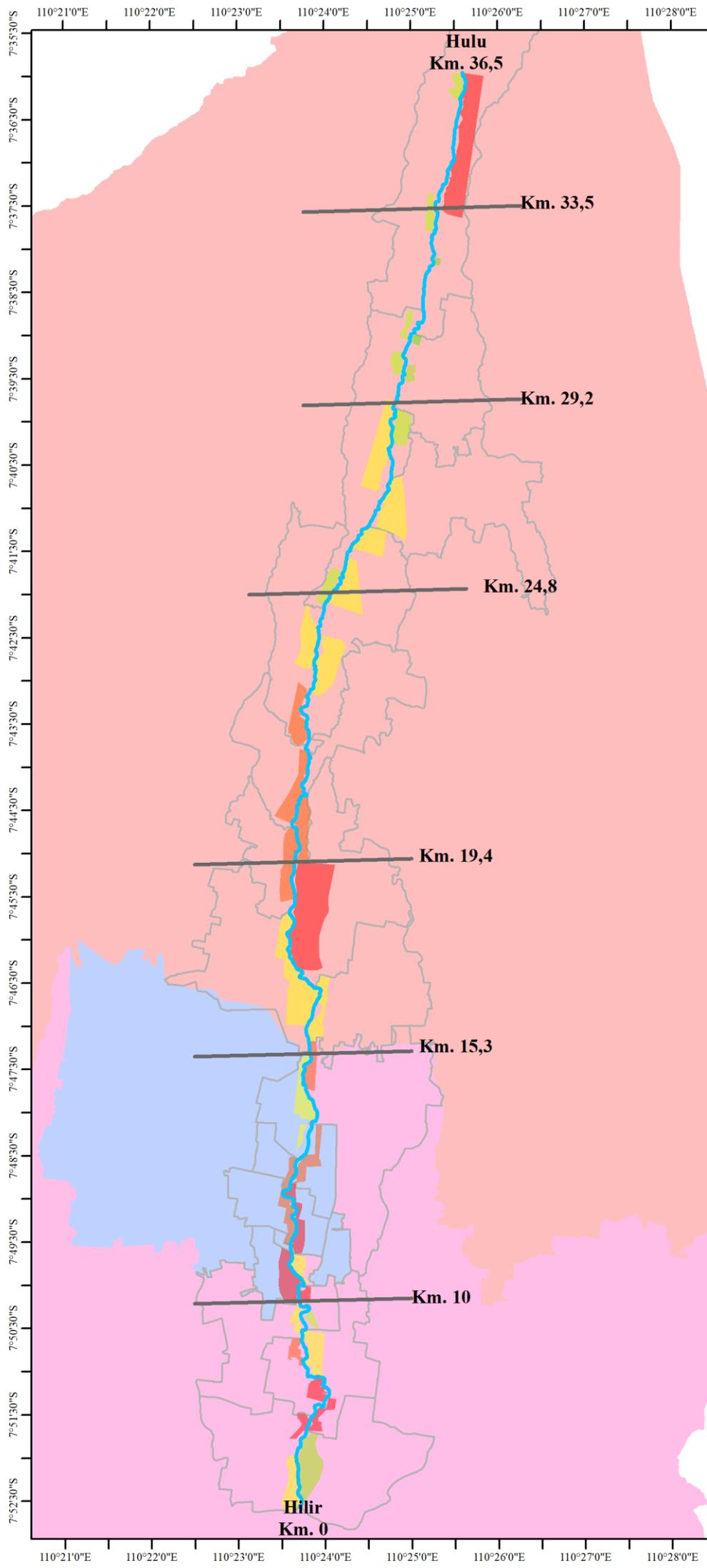


LEGENDA

- Aliran Sungai Gajahwong
- Batas Kelurahan
- Point Source
- Segmentasi
- Kabupaten Sleman
- Kota Yogyakarta
- Kabupaten Bantul

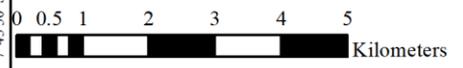
Beban Pencemar





**PETA SEBARAN
BEBAN PENCEMAR COD
SUNGAI GAJAHWONG**

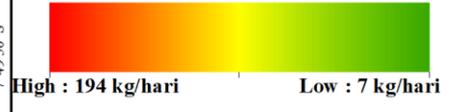
**FERDITYA MAULANA HAQ
19513245**

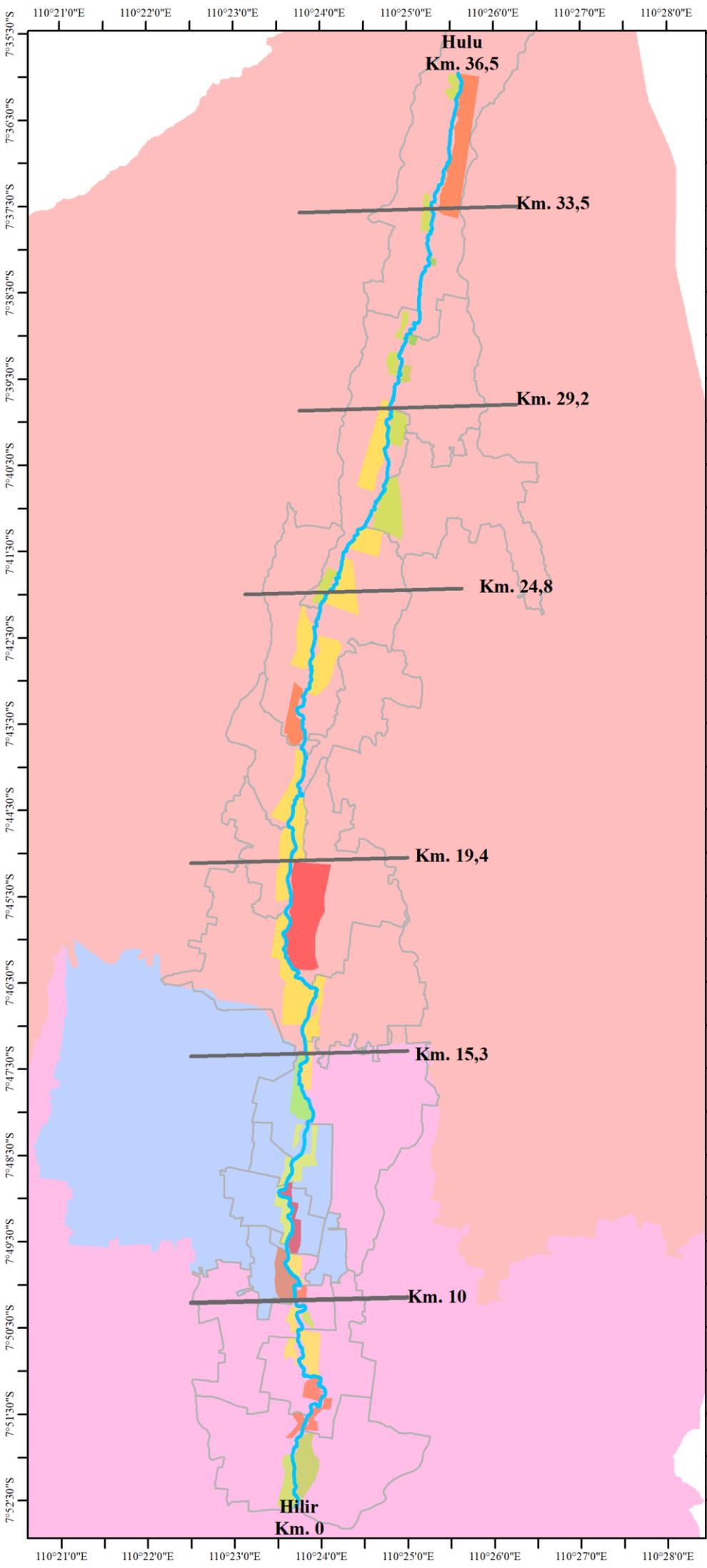


LEGENDA

-  Aliran Sungai Gajahwong
-  Batas Kelurahan
-  Segmentasi
-  Non-Point Source
-  Kabupaten Sleman
-  Kota Yogyakarta
-  Kabupaten Bantul

Beban Pencemar





**PETA SEBARAN
BEBAN PENCEMAR TSS
SUNGAI GAJAHWONG**

**FERDITYA MAULANA HAQ
19513245**



1:115,000



LEGENDA

- Aliran Sungai Gajahwong
- Batas Kelurahan
- Segmentasi
- Non-Point Source
- Kabupaten Sleman
- Kota Yogyakarta
- Kabupaten Bantul

Beban Pencemar



Lampiran 7 Dokumentasi Lapangan





RIWAYAT HIDUP

Ferditya Maulana Haq atau yang biasa dipanggil dengan Ferditya. Lahir pada tanggal 2 Maret 2001 di Kota Mataram, Lombok, Nusa Tenggara Barat. Penulis merupakan anak keempat dari lima bersaudara dari Bapak M. Juini Manan, S.H. dan Ibu Farida Herna Astuti, S.Pd., M.Pd. Penulis Menempuh jenjang Pendidikan Sekolah Dasar di SDN 37 Ampenan (2007-2013), SMPN 2 Mataram (2013-2016), SMAN 5 Mataram (2016-2019) yang kemudian melanjutkan ke jenjang S1 di Universitas Islam Indonesia, Jurusan Teknik Lingkungan (2019-2023).

Dalam hal pengalaman kerja, Penulis pernah melakukan praktik kerja lapangan di PT. Trans-Pacific Petrochemical Indotama, selama 3 bulan, sebagai HSSE (*Health, Safety, Security, and Environment*). Penulis memiliki tanggung jawab dalam hal Pengelolaan Limbah B3 dan PROPER (Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan Dalam Pengelolaan Lingkungan).

Selama, masa perkuliahan Penulis juga ikut serta dalam kegiatan organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan, sebagai Ketua Divisi Riset dan Teknologi, Teknik Lingkungan, FTSP, UII, pada tahun 2021. Selama melakukan perkuliahan Penulis juga mendapat kepercayaan sebagai Asisten Laboratorium Mikrobiologi Lingkungan, pada Tahun 2022 dan menjadi Asisten Dosen pada Tahun 2023. Penulis juga aktif dan dapat bekerja sama dalam Proyek Dosen.

Demikianlah sekilas tentang riwayat hidup Penulis. Terima kasih atas perhatiannya.