

TA/TL/2021/1302

TUGAS AKHIR
ANALISIS MULTIVARIAT DAN SPASIOTEMPORAL
KUALITAS AIR AKIBAT PENGGUNAAN LAHAN DI DAS
GAJAH WONG YOGYAKARTA

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



AMANDA PUTRI
17513111

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

TUGAS AKHIR
ANALISIS MULTIVARIAT DAN SPASIOTEMPORAL
KUALITAS AIR AKIBAT PENGGUNAAN LAHAN DI DAS
GAJAH WONG YOGYAKARTA

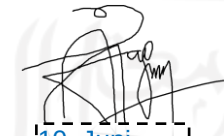
Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



AMANDA PUTRI
17513111

Disetujui,
Dosen Pembimbing:


Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T.
NIK. 025100407
Tanggal:


Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng.
NIK. 195130101
Tanggal: 10 Juni 2021

Mengetahui,*
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Eko Siswanto, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.
NIK. 025100406
Tanggal: 16 Juni 2021

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS MULTIVARIAT DAN SPASIOTEMPORAL KUALITAS AIR AKIBAT PENGGUNAAN LAHAN DI DAS GAJAH WONG YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa
Tanggal : 25 Mei 2021

Disusun Oleh:

AMANDA PUTRI
17513111

Tim Penguji :

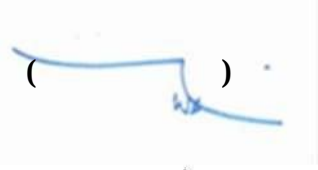
Dr. Andik Yulianto S.T., M.T.

()

Adelia Anju Asmara S.T., M.Eng.

( 10 Juni 2021)

Dr-Ing. Widodo Brontowiyono S.T., M.Sc.

()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Yogyakarta, 15 Mei 2021

Yang membuat pernyataan



Amanda Putri

NIM: 17513111

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tugas akhir ini tidak mungkin dapat saya selesaikan tanpa doa, bimbingan, dan bantuan dari pihak-pihak terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah *subhanahu wa ta'ala* yang telah memberi saya kesehatan, kemudahan, kekuatan, serta harapan sehingga tugas akhir ini dapat selesai.
2. Kedua orang tua saya yang selalu mengiringi saya dengan doanya dan memberi dukungan penuh.
3. Ketiga kakak saya (Mas Adhi, Mba Ayu, dan Mas Udo) yang selalu membantu, mendoakan, dan membimbing saya selama mengerjakan tugas akhir.
4. Bapak Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T selaku dosen pembimbing 1 yang selalu membimbing, mengajarkan, mendukung dan menemani selama proses tugas akhir ini
5. Ibu Adelia Anju, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing 2 yang juga selalu membimbing, membantu, mengajarkan, mendukung dan menemani selama tugas akhir ini berlangsung.
6. Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.Eng. dan Bapak Dhandhun Wicaksono, S.Si., M.Sc yang seelalu membantu, memberi masukan, dan dampingan selama berlangsungnya tugas akhir ini.
7. Bapak Dr-Ing. Widodo Brontowiyono, S.T., M.Sc., selaku dosen wali sekaligus *reviewer* yang telah banyak memberikan motivasi dan bimbingan dari tahun pertama hingga akhirnya saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Bapak Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan UII yang telah memberi banyak motivasi, ilmu, dan kesempatan selama saya berkuliah di Teknik Lingkungan UII
9. Mas Heriyanto, A.Md yang dengan sabar membantu saya dalam administrasi selama masa perkuliahan.
10. Teman-teman saya, Astrid Anggraeni, Abellya Zulaika, Tama Marina, Nabila Anisa, Gabriella Sonia, Ayu Pipit, dan Febrina Puti yang selalu memberikan semangat, menemani, dan memberikan doa terbaik kepada saya.

11. Teman-teman yang menemani, menyemangati, dan bertukar pikiran selama masa perkuliahan, Mba Dinda Latifah, Mba Sarah Indriani, Alfarizi L. Gaol, Anggi Mawarni, Hani Rilisavitri, Tasya Marchelina, Raudatun Jana, dan seluruh mahasiswa/i Teknik Lingkungan Angkatan 2017.
12. Anisa Sarah Florensia dan Raudatun Jana selaku teman satu tim pada tugas akhir ini yang telah bersedia berbagi pendapat, waktu, belajar bersama, dan saling memberi semangat satu sama lain.
13. Kepada Justin Bieber yang sudah menemani di berbagai kondisi melalui lagu-lagunya sejak penulis berada di bangku SMP hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
14. Instansi yang telah membantu dalam berlangsungnya tugas akhir, Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) Provinsi DIY, Badan Besar Wilayah Sungai (BBWS) Serayu-Opak, dan Angga Febriano selaku YouTuber yang sudah sangat membantu pelaksanaan teknis tugas akhir ini.
15. Pihak-pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa pada tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan yang membangun. Harapannya, tugas akhir ini juga bisa menjadi referensi, bahan ajar, dan motivasi bagi para pelajar. *Aamiin*.

Cilegon, 15 Mei 2021

Amanda Putri



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

AMANDA PUTRI. Analisis Multivariat dan Spasiotemporal Kualitas Air Akibat Penggunaan Lahan di DAS Gajah Wong, Yogyakarta. Dibimbing oleh Dr. ANDIK YULIANTO S.T., M.T. dan ADELIA ANJU ASMARA S.T., M.Eng.

Sungai Gajah Wong merupakan salah satu dari tiga sungai besar yang melintasi Kota Yogyakarta. Perkembangan yang terjadi secara pesat di Yogyakarta khususnya pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Gajah Wong meningkatkan jenis dan sumber pencemar Sungai Gajah Wong. Penelitian ini dilakukan guna mengidentifikasi jenis dan sumber pencemar pada Sungai Gajah Wong melalui metode *Principal Component Analysis* (PCA). Analisis pada penelitian ini dilakukan dari data tahun 2013 hingga 2020. Identifikasi dilakukan dengan melakukan analisis korelasi penggunaan lahan di DAS Gajah Wong dengan kualitas air sungai. DAS Gajah Wong dibagi menjadi tiga segmen yaitu hulu, tengah, dan hilir sungai berdasarkan administrasinya. Terdapat 20 parameter data kualitas air sungai yang berasal dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) Provinsi D.I. Yogyakarta. Analisis spasial pada penelitian ini menunjukkan *trend* yang cenderung meningkat pada mayoritas parameter yang dianalisis. Pada analisis temporal, mayoritas data berubah secara fluktuatif. Dari hasil analisis, didapatkan tiga jenis pencemar signifikan yaitu parameter kimia anorganik, logam, dan fisika. Sumber pencemar dari parameter kimia anorganik ialah area agrikultur dan bangunan. Kemudian, pada parameter logam dan fisika didominasi area bangunan. Penelitian ini menunjukkan bahwa jenis pencemar yang paling mempengaruhi kualitas air Sungai Gajah Wong adalah parameter kimia anorganik yang bersumber dari area agrikultur dan bangunan.

Kata kunci: Kualitas Air Sungai Gajah Wong, Penggunaan Lahan DAS Gajah Wong, *Principal Component Analysis* (PCA),

ABSTRACT

AMANDA PUTRI. *Multivariate and Spatiotemporal Analysis of Water Quality Due to Land Use in the Gajah Wong Watershed, Yogyakarta*. Supervised by Dr. ANDIK YULIANTO S.T., M.T. and ADELIA ANJU ASMARA S.T., M.Eng.

Gajah Wong River is one of the three major rivers that cross the city of Yogyakarta. The rapid development in Yogyakarta, especially in the Gajah Wong Watershed (DAS), has increased the types and sources of pollutants in the Gajah Wong River. This research was conducted to identify the types and sources of pollutants in the Gajah Wong River through the Principal Component Analysis (PCA) method. The analysis in this study was carried out from data from 2013 to 2020. Identification was carried out by analyzing the correlation of land use in the Gajah Wong watershed with river water quality. The Gajah Wong watershed is divided into three segments, namely upstream, middle, and downstream according to administration. There are 20 parameters of river water quality data originating from the Environmental and Forestry Service (DLHK) of the Province of D.I. Yogyakarta. The spatial analysis in this study shows a trend that tends to increase in the majority of the parameters analyzed. In the temporal analysis, the majority of the data fluctuated. From the analysis, there were three types of significant pollutants, namely inorganic chemical parameters, metals, and physics. Sources of pollutants from inorganic chemical parameters are agricultural and building areas. Then, the metal and physics parameters are dominated by the building area. This study shows that the type of pollutant that most influences the water quality of the Gajah Wong River is the inorganic chemical parameters that originate from the agricultural and building areas.

Keywords: *Gajah Wong River Water Quality, Land Use of Gajah Wong River Watershed, Principal Component Analysis*



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Asumsi Penelitian.....	3
1.6 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Profil Sungai Gajah Wong.....	6
2.2. Perubahan Tata Guna Lahan.....	7
2.3. Kualitas Air Sungai.....	8
2.4. <i>Principal Component Analysis</i> (PCA).....	9
2.5. Penelitian Terdahulu.....	9
BAB III METODE PENELITIAN.....	12
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	12
3.2. Prosedur Analisis Data.....	15
3.3.1. Pengumpulan Data.....	15
3.3.2. Analisis Data.....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1. Kualitas Air Sungai Gajah Wong.....	23
4.1.1. <i>Trend</i> Spasial.....	23
4.1.2. <i>Trend</i> Temporal.....	28
4.2. Analisa Penggunaan Lahan DAS Gajah Wong.....	33
4.3. Hubungan Penggunaan Lahan dengan Kualitas Air Sungai Gajah Wong..	40
4.4. <i>Principal Component Analysis</i> (PCA).....	44

4.4.1. <i>Preliminary Test</i>	44
4.4.2. Komponen Faktor.....	44
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Simpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN	59
RIWAYAT HIDUP	63





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data Penduduk Bantaran Gajah Wong	6
Tabel 2. Baku Mutu Air di D.I. Yogyakarta	8
Tabel 3. Penelitian Terdahulu	10
Tabel 4. Lokasi Pemantauan oleh DLHK Provinsi D.I. Yogyakarta	12
Tabel 5. Pembagian Segmen Sungai Gajah Wong.....	13
Tabel 6. Nilai Kritis dari Koefisien Korelasi	19
Tabel 7. Range Nilai KMO Test	21
Tabel 8. Hirarki Klasifikasi Penutupan Lahan Berdasarkan SNI 7645- 1:20114	33
Tabel 9. Kategori Klasifikasi Lahan pada Penelitian.....	34
Tabel 10. Penggunaan Lahan Kategori Bangunan 2013-2020	36
Tabel 11. Penggunaan Lahan Kategori Agrikultur 2013-2020.....	37
Tabel 12. Penggunaan Lahan Kategori Vegetasi 2013-2020.....	37
Tabel 13. Proyeksi Ketersediaan Lahan Vegetasi.....	40
Tabel 14. Analisis Pearson.....	41
Tabel 16. Initial Eigenvalues.....	45
Tabel 17. Rotated Component Matrix.....	46
Tabel 18. Komponen dari Parameter Kualitas Air Sungai.....	46



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

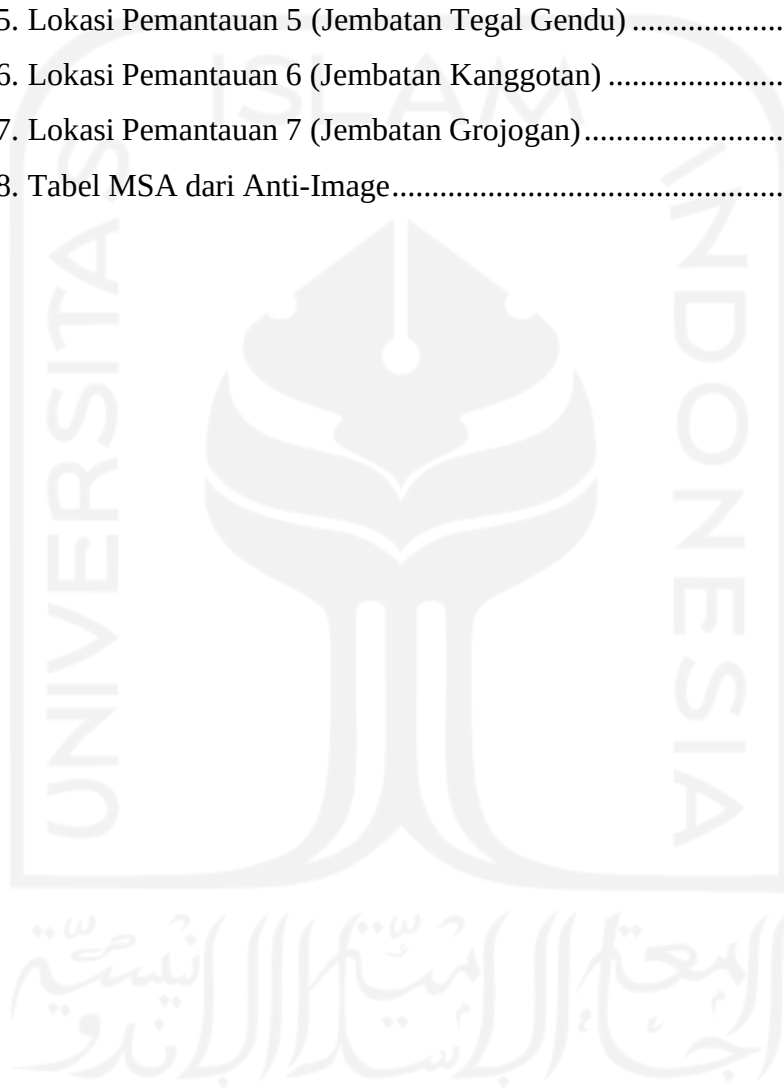
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sungai Gajah Wong sebagai Lokasi Penelitian.....	12
Gambar 2. Pembagian Segmen Sungai Gajah Wong.....	14
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 4. Diagram Alir Metode PCA	20
Gambar 5. Box Plot Trend Spasial (Meningkat).....	24
Gambar 6. Box Plot Trend Spasial (Menurun)	27
Gambar 7. Box Plot Trend Temporal (Meningkat).....	29
Gambar 8. Box Plot Trend Temporal (Menurun)	31
Gambar 9. Grafik Penggunaan Lahan Kategori Bangunan 2013-2020	36
Gambar 10. Grafik Penggunaan Lahan Kategori Agrikultur 2013-2020.....	37
Gambar 11. Grafik Perubahan Tata Guna Lahan Kategori Vegetasi.....	38
Gambar 12. Peta Penggunaan Lahan DAS Gajah Wong 2013-2020.....	39
Gambar 13. Hasil KMO dan Bartlett Test	44
Gambar 14. Scree Plot	45
Gambar 15. Scatter Plot Komponen 1(Parameter Kimia Anorganik) Terhadap Komponen 2(Parameter Logam).....	47
Gambar 16. Scatter Plot Komponen 1(Parameter Kimia Anorganik) Terhadap Komponen 3(Parameter Fisika)	48
Gambar 17. Scatter Plot Komponen 2(Parameter Logam) Terhadap Komponen 3(Parameter Fisika)	49



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi Pemantauan 1 (Jembatan Tanen)	59
Lampiran 2. Lokasi Pemantauan 2 (Jembatan Pelang)	59
Lampiran 3. Lokasi Pemantauan 3 (Jembatan IAIN)	59
Lampiran 4. Lokasi Pemantauan 4 (Jembatan Muja-Muju)	60
Lampiran 5. Lokasi Pemantauan 5 (Jembatan Tegal Gendu)	60
Lampiran 6. Lokasi Pemantauan 6 (Jembatan Kanggotan)	60
Lampiran 7. Lokasi Pemantauan 7 (Jembatan Grojogan).....	60
Lampiran 8. Tabel MSA dari Anti-Image.....	61



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai Gajah Wong merupakan salah satu dari 3 sungai besar yang melewati Kota Yogyakarta. Sungai Gajah Wong berada di sebelah timur Kota Yogyakarta serta dua sungai lainnya yaitu Sungai Winongo di sebelah barat dan Sungai Code di bagian tengah (Kuntari, 2014). Keberadaan sungai Gajah Wong membuat sebagian besar masyarakat bergantung pada air sungai yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari seperti mandi, mencuci, buang air, dan lain sebagainya. Namun sangat disayangkan, kegiatan yang berada di sekitar ketiga sungai menghasilkan limbah yang tidak diolah dan memengaruhi kualitas air sungai khususnya pada Sungai Gajah Wong. Saat ini, kondisi air Sungai Gajah Wong tergolong parah dibandingkan kedua sungai besar di D.I. Yogyakarta (Sadana & Yulianti, 2014). Penggunaan air yang tidak memenuhi kriteria dapat menyebabkan gangguan kesehatan akibat pencemar yang terkandung di dalam air (Ahdiaty & Fitriana, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh *Water Forum* UIN Sunan Kalijaga didapatkan hasil bahwa sebagian besar warga Desa Papringan membuang limbah rumah tangganya atau limbah domestik ke badan Sungai Gajah Wong. Tidak hanya limbah domestik, sumber limbah di Sungai Gajah Wong antara lain adalah limbah sampah padat dari Tempat Pembuangan Sampah (TPS) ilegal yang ada di sekitar sungai, toilet warga yang tidak memiliki *septic tank*, dan beberapa *septic tank* warga yang dialirkan ke sungai (Melati, Sulistyawati, & Nugraheni, 2017). Selain itu, penurunan kualitas air sungai juga terjadi akibat peningkatan aktivitas manusia di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) yang disebabkan oleh perubahan tata guna lahan akibat berkembang pesatnya industri pariwisata, perdagangan, jasa, dan lain sebagainya (Prihatin, 2015). Perkembangan tersebut yang mendorong munculnya pembangunan hotel, rumah sakit, *home industry*, *kost*, *apartement*, kafe, dan bangunan sejenisnya yang juga meningkat dalam rangka pemenuhan kebutuhan masyarakat. Sehingga, sumber pencemar air Sungai Gajah Wong juga semakin beragam.

Beragamnya sumber pencemar air sungai Gajah Wong membuat analisis yang dilakukan masih bersifat umum. Sehingga, penelitian ini perlu dilakukan agar dapat mengetahui pencemar secara spesifik terhadap masing-masing parameter yang menyebabkan penurunan kualitas air Sungai Gajah Wong berdasarkan penggunaan lahan di sekitar sungai. Guna menunjang penelitian ini, akan digunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) sebagai metode paling populer dalam analisis multivariat (Granato, Santos, Escher, Ferreira, & M, 2018). Metode tersebut juga sudah pernah digunakan pada penelitian serupa oleh (Pratama, Immanuel, & Marthanty, 2020) dalam “*A Multivariate and Spatiotemporal Analysis of Water Quality in Code River, Indonesia*”.

Penelitian menggunakan kedua metode ini belum banyak ditemui khususnya pada Provinsi D.I. Yogyakarta. Melalui kedua metode tersebut, data yang berkaitan dengan Sungai Gajah Wong dapat diolah menjadi suatu informasi baru. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat membantu pihak terkait untuk mengidentifikasi sumber pencemar dalam upaya menjaga kualitas air Sungai Gajah Wong dan menjadi pertimbangan pengambilan keputusan bagi *stakeholder* terkait.

1.2 Perumusan Masalah

Terjadinya penurunan kualitas air Sungai Gajah Wong, D.I. Yogyakarta akibat penggunaan lahan di DAS Gajah Wong.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi penggunaan lahan di sekitar DAS Gajah Wong berdasarkan analisa tata guna lahan.
2. Mengidentifikasi jenis pencemar air permukaan Sungai Gajah Wong.
3. Menganalisis jenis dan sumber pencemar air Sungai Gajah Wong berdasarkan identifikasi kegiatan dan penggunaan lahan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Perguruan Tinggi

Hasil penelitian dapat menjadi referensi pembelajaran, khususnya mengenai pengetahuan tentang pengendalian pencemaran air sebagai sarana dalam mendukung mahasiswa/i menjadi sarjana teknik yang kompeten dan berguna bagi orang lain.

2. Bagi Masyarakat

Sebagai referensi bahan penelitian mengenai pengendalian pencemaran air dan juga sebagai informasi yang terpercaya bagi masyarakat D.I. Yogyakarta tentang kondisi Sungai Gajah Wong.

3. Bagi Pemerintah

Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan mengenai pengendalian pencemaran air. Selain itu, diharapkan dari penelitian ini pemerintah dapat mendapat langkah/solusi yang berkaitan dengan penelitian ini.

1.5 Asumsi Penelitian

Seiring berkembangnya aktivitas masyarakat yang menyebabkan berubahnya penggunaan lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Gajah Wong menyebabkan penurunan kualitas air di Sungai Gajah Wong.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada Daerah Aliran Sungai Gajah Wong, D.I. Yogyakarta.
2. Data kualitas air dan citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini ialah dari tahun 2013 hingga 2020.
3. Data kualitas air sungai didapatkan dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi D.I. Yogyakarta.
4. Data citra satelit didapatkan dari situs resmi *United States Geological Survey* (USGS) pada skala 1:250.000.
5. Analisis tata guna lahan pada *software* ArcGIS 10.8 belum melalui validasi.
6. Mengidentifikasi sumber pencemar berdasarkan perubahan penggunaan lahan di sekitar Sungai Gajah Wong melalui *mapping*.
7. Klasifikasi penggunaan lahan berdasarkan SNI 7645-1: 2014 tentang Klasifikasi

Penutupan Lahan – Bagian 1: Skala Kecil dan Menengah

8. Melakukan analisis terhadap *trend* data dan analisis korelasi Pearson melalui *software* Microsoft Excel.
9. Mengolah data menggunakan pendekatan statistika melalui metode *Principal Component Analysis* (PCA) pada *software* IBM SPSS.
10. Parameter yang dipantau ialah suhu, pH, TSS, TDS, DO, COD, BOD, NO₃-N, Nitrit, Deterjen, PO₄, Minyak dan lemak, Kadmium, Seng, Tembaga, Timbal, Besi, Mangan, Amoniak, dan Bakteri total coli yang kemudian akan dipilah melalui *Preliminary Test*.





BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Profil Sungai Gajah Wong

Sungai Gajah Wong merupakan salah satu sungai yang terletak di Provinsi D.I. Yogyakarta. Sungai yang berada di sebelah timur sub-DAS Code ini melewati tiga Kabupaten/Kota yaitu Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul. Daerah Aliran Sungai (DAS) Gajah Wong ini ialah sub-DAS Opak (Widyastuti & Marfai, 2004). Berdasarkan (Muqthi, 2020), terdapat 76.477 jiwa yang merupakan penduduk bantaran sungai Gajah Wong pada tahun 2019. Berikut merupakan data penduduk kelurahan yang dilewati sungai Gajah Wong:

Tabel 1. Data Penduduk Kelurahan yang Dilewati Sungai Gajah Wong

No	Kelurahan	Kecamatan	Jumlah Penduduk		Total
			L	P	
1	Baciro	Gondokusuman	5.892	6.427	12.319
2	Muja-Muju	Umbulharjo	5.317	5.503	10.820
3	Warung Boto	Umbulharjo	4.444	4.714	9.158
4	Pandeyan	Umbulharjo	5.956	6.194	12.150
5	Giwangan	Umbulharjo	3.933	4.024	7.957
6	Prenggan	Kota Gede	5.558	5.797	11.355
7	Rejowinangun	Kota Gede	6.323	6.395	12.718
TOTAL			37.423	39.054	76.477

Sungai Gajah Wong memiliki luas sekitar 49,08 km² dengan panjang sungai kurang lebih 22,81 km. Rata-rata kedalaman sungai ialah 7 meter dengan ketinggian muka air rata-rata sekitar 4 meter pada musim penghujan. (Pambudi & Agustiawan, 2005). Lahan di sekitar bagian hulu sungai mayoritas ialah perkebunan, tegalan, dan sebagainya. Pada bagian tengah sungai didominasi oleh pemukiman, industri, dan aktivitas lainnya. Sedangkan pada bagian hilir didominasi oleh sawah, pemukiman, dan pekarangan (Widyastuti & Marfai, 2004). Akibat dari penggunaan

lahannya, sungai Gajah Wong berpotensi untuk tidak lagi memenuhi standar air sungai kelas II sebagaimana yang dicantumkan pada Keputusan Gubernur DIY No. 22 Tahun 2007 (Soge, 2015).

2.2. Perubahan Tata Guna Lahan

Tata guna lahan sendiri diartikan sebagai bentuk intervensi manusia terhadap lahan demi memenuhi kebutuhan hidup baik jasmani maupun rohani. Tata guna lahan dapat dikategorikan menjadi dua yaitu penggunaan lahan pertanian dan penggunaan lahan non-pertanian. Secara umum, tata guna lahan sangat bergantung pada kemampuan lahan sesuai dengan peruntukannya (Widayanti, 2010).

Secara umum, perubahan tata guna lahan merupakan alih fungsi lahan dimana menyangkut transformasi dalam alokasi sumber daya lahan dari penggunaan satu ke penggunaan lainnya. Namun, perubahan tata guna lahan lebih difokuskan pada pengalihan fungsi dari penggunaan pertanian, pedesaan atau lahan terbuka menjadi penggunaan non-pertanian, perkotaan yang diikuti dengan nilai lahan yang meningkat (Metekohy, Mononimbar, & Tarore, 2016). Perubahan tata guna lahan terjadi karena adanya keperluan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang meningkat. Faktor penyebab perubahan tata guna lahan ini antara lain ialah aspek ekonomi, budaya, demografi, dan politik (Widayanti, 2010).

Terjadinya perubahan tata guna lahan menunjukkan bahwa manusia melakukan pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya lahan. Perubahan tata guna lahan ini tentunya memberikan perubahan baik dari gaya hidup, kondisi lingkungan, dan juga berdampak pada makhluk hidup lainnya (Widayanti, 2010). Perubahan tata guna lahan akan meningkatkan koefisien limpasan karena berkurangnya kemampuan infiltrasi sehingga seringkali menyebabkan banjir. Lahan yang beralih fungsi menjadi lahan non-pertanian juga akan menghasilkan limbah yang apabila tidak dikelola akan memberikan dampak pada penurunan kualitas air sungai (Sugiyarto, Hariono, & Destarianto, 2017).

Khususnya di Yogyakarta, peralihan fungsi lahan menjadi lahan non-pertanian disebabkan perkembangan industri pariwisata, perdagangan, dan jasa yang pesat. Lahan yang sudah beralih fungsi biasanya dimanfaatkan untuk pemukiman, perkantoran, pusat perdagangan, sekolah, dan sejenisnya. Dengan adanya penyusutan

dan alih fungsi lahan pertanian, Kota Yogyakarta mengalami pengurangan Ruang Terbuka Hijau (RTH) (Prihatin, 2015).

2.3. Kualitas Air Sungai

Sungai merupakan salah satu komponen lingkungan yang penting. Kemampuan daya tampung air sungai terhadap pencemar perlu dipertahankan guna meminimalisir terjadinya penurunan kualitas air sungai. Pengelolaan kualitas air merupakan upaya memelihara dan menjaga kualitas air sungai (Pohan, Budiyono, & Syafrudin, 2016). Berikut merupakan baku mutu air di Daerah Istimewa Yogyakarta:

Tabel 2. Baku Mutu Air di D.I. Yogyakarta

Parameter Baku Mutu Air DIY	Satuan	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
Temperatur	°C	± 3 terhadap suhu udara			
Kekeruhan	NTU				
pH		6 - 8,5	6 - 8,5	6 - 9	5 - 9
BOD	mg/L	2	3	6	12
COD	mg/L	10	25	50	100
DO*	mg/L	6	5	4	0
Amoniak**	mg/L	0,5	tidak dipersyaratkan		
Fosfat	mg/L	0,2	0,2	1	5

Sumber: Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 20 Tahun 2008

Keterangan:

* = Angka batas minimum

** = Bagi perikanan kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka <0,02 mg/L sebagai NH₃

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, peruntukkan air dibagi menjadi 4 (empat) kelas, yaitu:

1. Kelas I

Diperuntukkan untuk air baku air minum atau peruntukkan yang perlu mensyaratkan baku mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2. Kelas II

Diperuntukkan untuk rekreasi air, peternakan, air untuk mengairi taman, pembudidayaan ikan air tawar, atau peruntukkan yang memiliki fungsi serupa.

3. Kelas III

Diperuntukkan untuk pembudidayaan ikan air tawar, mengairi tanaman, peternakan, atau peruntukkan sejenis.

4. Kelas IV

Diperuntukkan untuk mengairi pertanian atau peruntukkan yang perlu mensyaratkan baku mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.4. *Principal Component Analysis (PCA)*

Principal Component Analysis yang disingkat menjadi PCA merupakan teknik yang paling populer pada analisis *multivariate* dan biasa digunakan oleh kebanyakan disiplin ilmu. Karl Pearson pada tahun 1901 untuk pertama kali mengenalkan PCA. Seiring berjalannya waktu, PCA dikenal dengan istilah “*principal component*” yang menjelaskan komponen utama atau variabel baru yang berhasil direduksi. PCA sangat berguna apabila data yang dimiliki memiliki variabel yang cukup banyak dan memiliki korelasi antar variabelnya (Hendro, Adji, & Setiawan, 2012).

Metode PCA memiliki tujuan untuk menyederhanakan variabel tanpa menghilangkan informasi yang ada. (Abdi & Williams, 2010). PCA merupakan alat matematis yang bertujuan untuk menunjukkan variasi dari dataset. Perhitungan dari metode ini berdasarkan pada perhitungan nilai eigen dan vektor eigen dimana keduanya menyatakan penyebaran data dari suatu dataset. Apabila nilai eigen lebih besar daripada 1 maka dianggap “signifikan” pada PCA (Granato, Santos, Escher, Ferreira, & M, 2018).

2.5. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu berguna sebagai referensi, pembanding, atau bahkan acuan yang digunakan penulis dalam penelitian ini. Dengan memiliki penelitian terdahulu, penulis dapat memperbanyak teori yang akan dibutuhkan dalam penelitian ini. Berikut merupakan beberapa penelitian terdahulu:

Tabel 3. Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Tahun	Judul	Kesimpulan
1	Mochamad A. Pratama, Yan D. Immanuel, dan Dwinanti R. Marthanty	2017	A Multivariate and Spatiotemporal Analysis of Water Quality in Code River, Indonesia	Ditemukan bahwa lahan vegetasi memberikan dampak baik pada kualitas air sungai Code. Sedangkan, agrikultur dan bangunan memberikan dampak yang cukup buruk pada kualitas air sungai Code. Selain itu, diketahui bahwa parameter organik, logam, dan limbah domestik merupakan komponen yang paling dominan pada penurunan kualitas air sungai Code.
2	Hermita Bus Umar	2009	Principal Component Analysis (PCA) dan Aplikasinya dengan SPSS	Menjelaskan langkah-langkah dari metode PCA. Selain itu, dijelaskan bahwa PCA berfungsi untuk mengurangi jumlah besar variabel menjadi jumlah kecil faktor, memberi dimensi pokok variabel yang diobservasi, dan menguji teori (Tabachnick, 2001) yang menyatakan bahwa PCA merupakan teknik statistik untuk menemukan variabel yang berada dalam kumpulan mana yang memiliki korelasi dengan lainnya.
3	Galih Hendro M, T.B.Adji, dan N.A. Setiawan	2012	Penggunaan Metodologi Analisa Komponen Utama (PCA) untuk Mereduksi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyakit Jantung Koroner	PCA digunakan untuk melakukan reduksi variable. Variable tersebut kemudian akan membentuk faktor-faktor yang berhubungan dengan variable lainnya. Terdapat tiga cara dalam menentukan jumlah komponen utama yaitu dengan melihat total variansi dengan nilai >80%. Kemudian, melihat <i>eigenvalues</i> yang >1. Serta yang terakhir ialah mengamati patahan siku pada <i>scree plot</i> . Pada penelitian ini, 13 variabel input direduksi menjadi 4 variabel. Selain itu, didapatkan 4 komponen melalui total varian dimana empat komponen tersebut dapat menjelaskan tujuan dari penelitian ini.



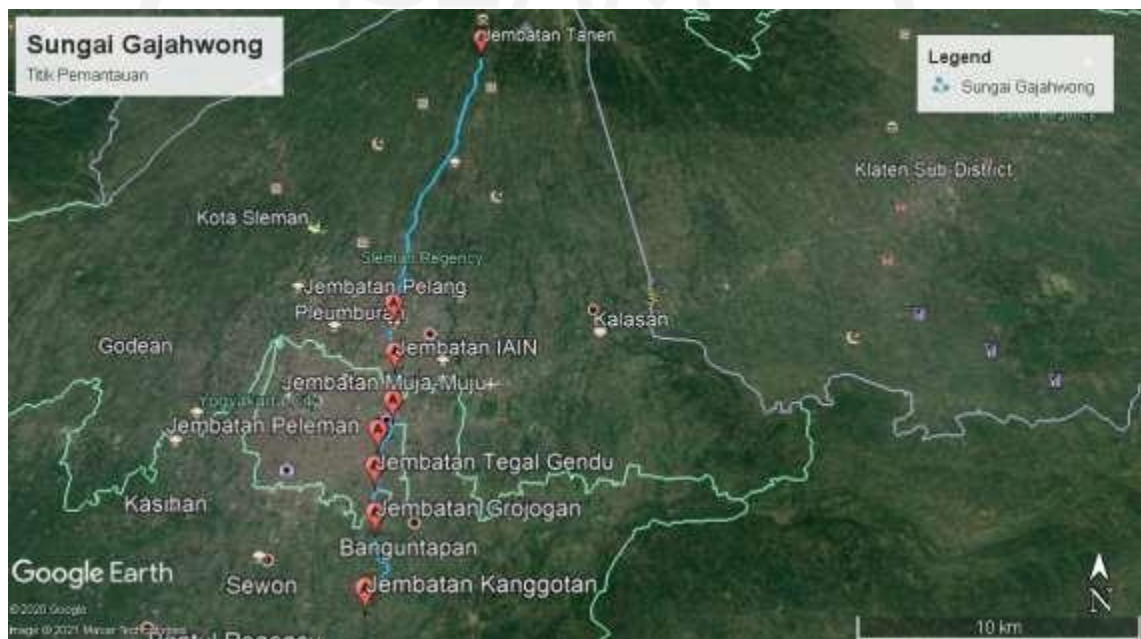
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan kurang lebih empat bulan terhitung dari bulan Januari hingga April tahun 2021. Penelitian ini dilakukan di DAS Gajah Wong, D.I. Yogyakarta. Berikut merupakan lokasi penelitian:



Gambar 1. Sungai Gajah Wong sebagai Lokasi Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, akan dilakukan pemantauan pada beberapa titik sepanjang Sungai Gajah Wong. Data yang akan digunakan berdasarkan 8 titik pemantauan oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) Provinsi D.I. Yogyakarta. Berikut merupakan kedelapan titik pantau yang digunakan:

Tabel 4. Lokasi Pemantauan oleh DLHK Provinsi D.I. Yogyakarta

No	Lokasi Pemantauan	Titik Koordinat
1	Jembatan Tanen	-7.629694444 LS dan 110.4215 BT
2	Jembatan Pelang	-7.762694444 LS dan 110.3941667 BT

No	Lokasi Pemantauan	Titik Koordinat
3	Jembatan IAIN	-7.783083333 LS dan 110.3965556 BT
4	Jembatan Muja-Muju	-7.807888889 LS dan 110.3978056 BT
5	Jembatan Peleman	-7.813833333 LS dan 110.39325 BT
6	Jembatan Tegal Gendu	-7.826666667 LS dan 110.3933333 BT
7	Jembatan Grojogan	-7.843722222 LS dan 110.3951667 BT
8	Jembatan Kanggotan	-7.868972222 LS dan 110.395 BT

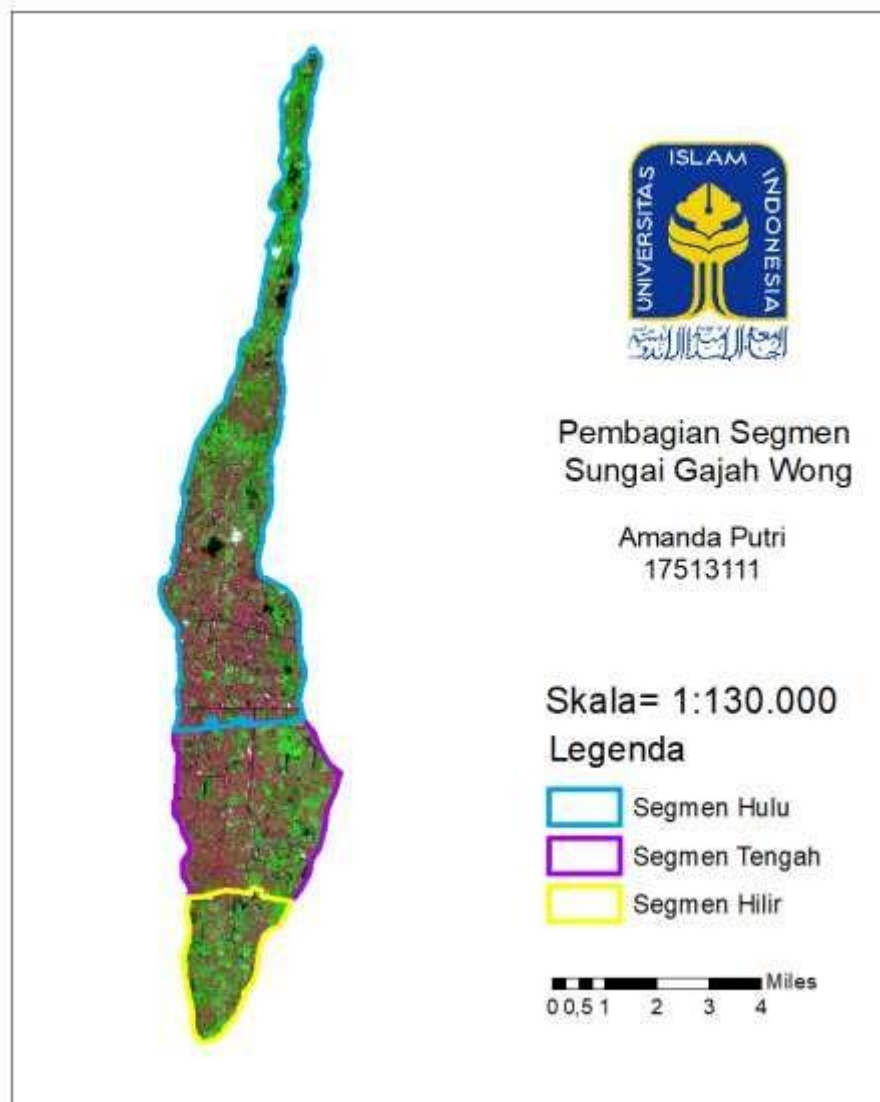
Sungai Gajah Wong dibagi menjadi tiga segmen yaitu hulu, tengah, dan hilir sungai. Ketiga segmen sungai dibagi berdasarkan daerah administrasi yang dilewati sepanjang sungai Gajah Wong dengan kepadatan penduduk yang berbeda-beda (Widyastuti & Marfai, 2004). Berdasarkan Badan Pusat Statistik Provinsi D.I. Yogyakarta tahun 2019, kepadatan penduduk pada segmen hulu, tengah, dan hilir secara berturut-turut ialah 2.122 jiwa/km², 13.290 jiwa/km², dan 2.009 jiwa/km². Kepadatan penduduk tersebut dapat mempengaruhi kualitas lingkungan khususnya air sungai. Semakin padat penduduk, maka akan semakin banyak limbah yang harus dikendalikan (Hendrawan, 2005). Sehingga, melalui pembagian ini dapat merepresentasikan kondisi pada masing-masing segmen.

Pada Kabupaten Sleman yang menjadi segmen hulu, terdapat 3 lokasi pemantauan, yaitu Jembatan Tanen, Jembatan Pelang, dan Jembatan IAIN. Kemudian, terdapat 3 lokasi pemantauan pada Kota Yogyakarta yang dikategorikan sebagai segmen tengah sungai yaitu Jembatan Muja-Muju, Jembatan Peleman, dan Jembatan Tegal Gendu. Jembatan Kanggotan dan Jembatan Grojogan menjadi lokasi pemantauan di segmen hilir yang terletak di Kabupaten Bantul. Berikut merupakan tabel pembagian segmen sungai:

Tabel 5. Pembagian Segmen Sungai Gajah Wong

Segmen	Lokasi Pemantauan	Daerah
Hulu	Jembatan Tanen Jembatan Pelang Jembatan IAIN	Kabupaten Sleman

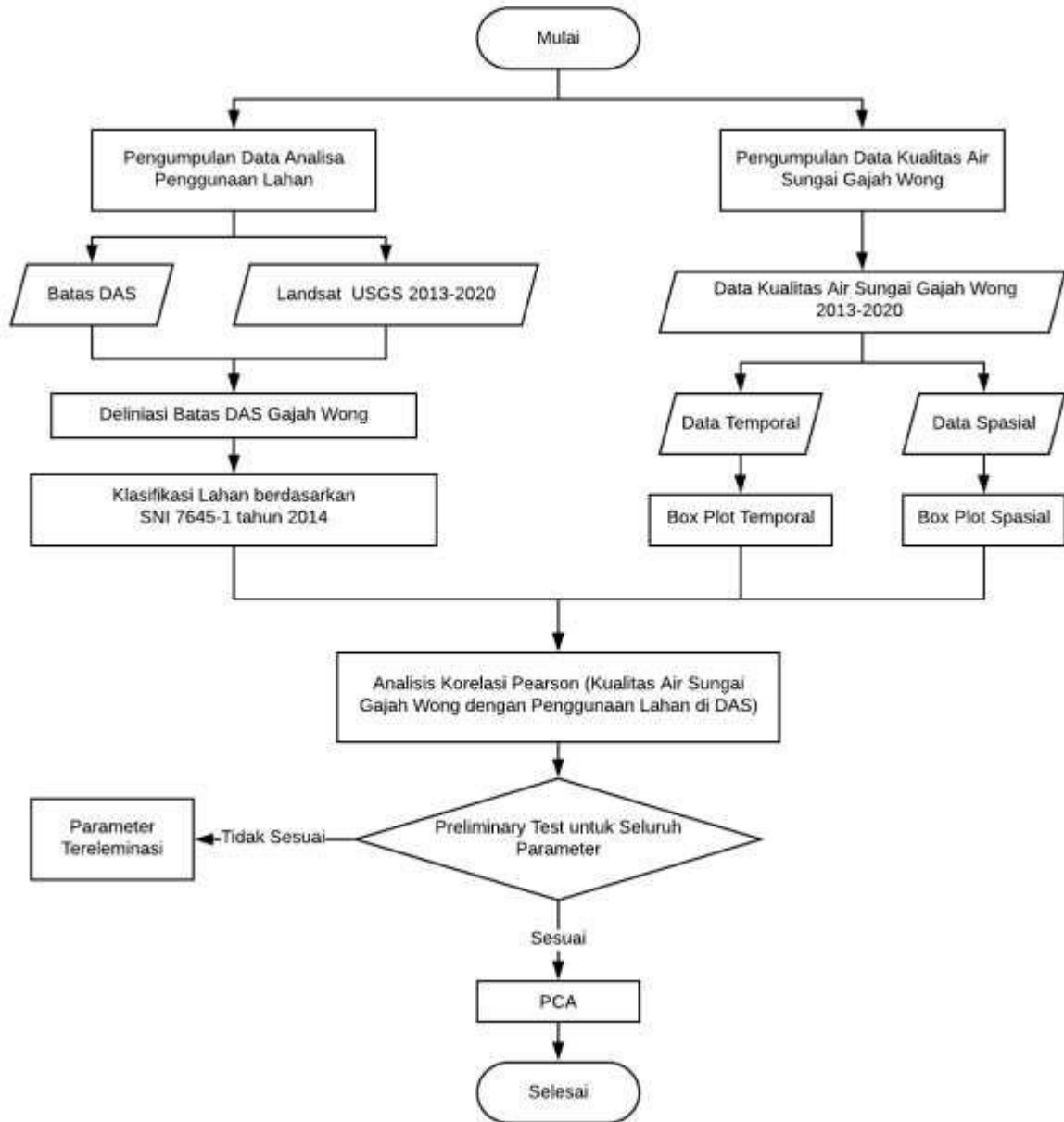
Segmen	Lokasi Pemantauan	Daerah
Tengah	Jembatan Muja-Muju Jembatan Peleman Jembatan Tegal Gendu	Kota Yogyakarta
Hilir	Jembatan Grojogan Jembatan Kanggotan	Kabupaten Bantul



Gambar 2. Pembagian Segmen Sungai Gajah Wong

3.2. Prosedur Analisis Data

Berikut merupakan diagram alir pada penelitian ini:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3.3.1. Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan berdasarkan data sekunder. Data sekunder bersumber dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) Provinsi D.I. Yogyakarta dan situs resmi *United States Geological Survey* (USGS). Serta,

terdapat referensi pendukung yang bersumber dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Serayu Opak, Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008, SNI 7645-1: 2014, buku, dan jurnal yang relevan terhadap penelitian ini. Data yang didapatkan dari DLHK Provinsi D.I. Yogyakarta merupakan data kualitas air sungai Gajah Wong dari tahun 2013 sampai tahun 2020 yang mencakup konsentrasi dari parameter yang diukur, lokasi pemantauan, dan waktu pemantauan. Data kualitas air sungai diolah melalui *software* Microsoft Excel. Sedangkan, data perubahan tata guna lahan didapatkan dari situs resmi USGS yang kemudian akan diolah menggunakan ArcGIS 10.8. Pengolahan data untuk analisis multivariat pada metode PCA dilakukan melalui *software* IBM SPSS Statistics 22.

3.3.2. Analisis Data

3.3.2.1. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian kali ini ialah variabel kontrol, variabel bebas, dan variabel terikat. Berikut merupakan variabel pada penelitian ini:

1. Variabel Bebas

Perubahan tata guna lahan DAS Gajah Wong, D.I. Yogyakarta

2. Variabel Terikat

Kualitas air sungai Gajah Wong, D.I. Yogyakarta pada parameter suhu, pH, TSS, TDS, DO, COD, BOD, NO₃-N, Nitrit, Deterjen, PO₄, Minyak dan lemak, Kadmium, Seng, Tembaga, Timbal, Besi, Mangan, Amoniak, dan Bakteri total coli.

3. Variabel Kontrol

Segmen hulu, tengah, dan hilir sungai

3.3.2.2. Trend Data

Pada penelitian ini, dilakukan analisis terhadap *trend* data. Analisis ini dilakukan berdasarkan data spasial dan data temporal. Hal ini dilakukan agar dapat mengetahui *trend* data yang kemudian akan disesuaikan dengan hasil analisis data.

Analisis data temporal merupakan sebuah analisis yang menunjukkan *trend* data masing-masing parameter berdasarkan tahun. Melalui analisis ini, dapat terlihat kenaikan atau penurunan data tiap parameter dari tahun ke tahun. Analisis ini dilakukan pada tahun 2013 hingga 2020.

Berbeda dengan analisis temporal, analisis spasial dilakukan agar dapat melihat *trend* data masing-masing parameter berdasarkan lokasi. Lokasi yang dimaksud pada analisis ini ialah segmen sungai. Sehingga, melalui analisis spasial ini dapat diketahui kenaikan atau penurunan data setiap parameter berdasarkan segmen hulu, tengah, dan hilir sungai.

Analisis *trend* data ini, dilakukan melalui *box plot* pada *software* Microsoft Excel. Dalam pembuatan *box plot* diperlukan ukuran pemusatan data meliputi nilai minimum, median, maksimum, rata-rata, kuartil bawah, dan kuartil atas. Berdasarkan data tersebut, *trend* akan ditentukan berdasarkan median dan rata-rata dari data. Sehingga, dapat diketahui *trend* data tiap parameter mengalami kenaikan atau penurunan.

3.3.2.3. Analisis Penggunaan Lahan

Sebelum melakukan analisis akan dilakukan delineasi batas DAS Gajah Wong. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), delineasi sendiri merupakan penggambaran hal penting dengan garis dan lambing. Delineasi batas DAS Gajah Wong yang dimaksud pada penelitian ini adalah proses penentuan area penelitian, yaitu DAS Gajah Wong (Purwono, Hartanto, Prihanto, & Kardono, 2018).

Untuk mengetahui besar perubahan tata guna lahan, digunakan *Interactive Supervised Classification* pada *software* ArcGIS10.8. *Interactive Supervised Classification* bekerja dengan membaca warna pada citra. Dalam mengkategorikan warna pada citra, digunakan *Training Sample Drawing Tools* yang akan membantu *software* dalam klasifikasi peruntukan lahan. Kemudian, hasil

klasifikasi peruntukan lahan tersebut akan disajikan dalam persentase.

3.3.2.4. Analisis Korelasi Pearson

Analisis ini digunakan untuk mengetahui hubungan antara perubahan tata guna lahan DAS Gajah Wong dengan data kualitas air sungai Gajah Wong pada tiap parameter. Analisis ini membahas tentang signifikansi hubungan antara dua variabel atau lebih. Hal itu ditunjukkan melalui angka yang mewakili arah dan kuat hubungan antar variabel.

Terdapat dua arah yang merupakan hasil dari analisis korelasi pearson, yaitu positif dan negatif. Arah hubungan positif dapat diartikan apabila salah satu variabel ditingkatkan akan meningkatkan nilai dari variabel lainnya. Sebaliknya, pada arah hubungan negatif apabila salah satu variabel ditingkatkan akan menurunkan nilai dari variabel lainnya.

Kuat hubungan dinyatakan dalam nilai r pada *range* 0-1. Semakin nilai r mendekati dengan angka 1 maka dapat dikatakan bahwa hubungannya semakin kuat. Nilai +1 menunjukkan hubungan yang sempurna dengan arah hubungan positif, sedangkan nilai -1 menunjukkan hubungan yang sempurna dengan arah hubungan negatif. Apabila hasil menunjukkan nilai 0, dapat dikatakan bahwa tidak ada hubungan antar variabel (Schober, Boer, & Schwarte, 2018). Nilai dianggap memiliki korelasi kuat apabila nilai r lebih besar dari $r_{\text{significant}}$. Nilai $r_{\text{significant}}$ didapatkan dari tabel *degree of freedom* (df) terhadap tingkat kepercayaan (α). Berikut merupakan persamaan untuk mengetahui nilai r :

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2} \sqrt{\sum (y - \bar{y})^2}}$$

dimana;

x : konsentrasi kualitas air

$\bar{x}$: rata-rata konsentrasi kualitas air

y : % penggunaan lahan

$\bar{y}$ rata-rata % penggunaan lahan

Sedangkan untuk mengetahui df , dapat diketahui melalui persamaan sebagai berikut:

$$df = n - 2$$

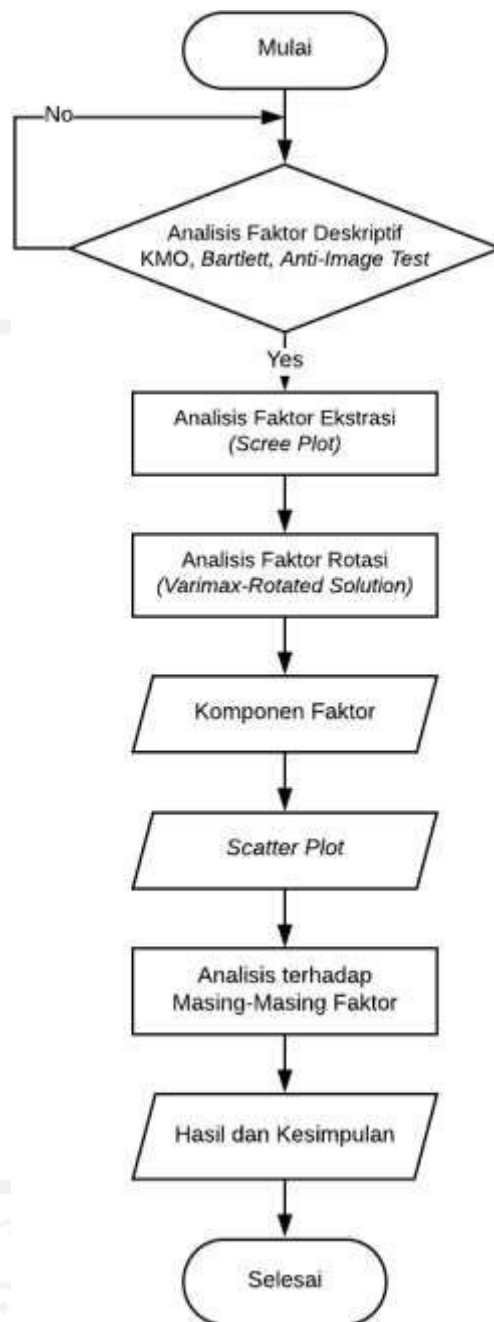
Setelah diketahui nilai df dan α , $r_{\text{significant}}$ akan didapatkan melalui tabel sebagai berikut:

Tabel 6. Nilai Kritis dari Koefisien Korelasi

df	$\alpha = 0,10$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,025$	$\alpha = 0,01$
1	0,988	0,997	0,999	1,000
2	0,900	0,950	0,975	0,990
3	0,805	0,878	0,924	0,959
4	0,729	0,811	0,868	0,917
5	0,668	0,754	0,817	0,875
6	0,621	0,707	0,771	0,834
7	0,582	0,666	0,732	0,798
8	0,549	0,632	0,697	0,765
9	0,521	0,602	0,667	0,735
10	0,497	0,576	0,640	0,708
11	0,476	0,553	0,616	0,684
12	0,458	0,532	0,594	0,661
13	0,441	0,514	0,575	0,641
14	0,426	0,497	0,557	0,623
15	0,412	0,482	0,541	0,606

3.3.2.5. *Principal Component Analysis (PCA)*

Analisis metode PCA ini dilakukan menggunakan *software* IBM SPSS Statistic 22. *Software* tersebut dipilih karena pengoperasiannya yang mudah dan sederhana. Berikut merupakan tahapan analisis menggunakan metode PCA:



Gambar 4. Diagram Alir Metode PCA

Analisis menggunakan metode PCA ini dilakukannya analisis korelasi Pearson. Kemudian, dilakukan *preliminary test*. Tahapan ini perlu dilakukan sebelum melakukan analisis PCA. Tahap ini berguna untuk mengetahui kesesuaian data yang diolah pada metode PCA. *Preliminary test* dilakukan dengan *Kaiser-Meyer-Okin*

(KMO) Test, Bartlett Test, anti-image, dan scree plot (Umar, 2009). Melalui *preliminary test* ini, akan didapatkan parameter yang sesuai/memenuhi untuk digunakan pada metode PCA. Sehingga, parameter yang akan diuji pada metode selanjutnya hanya parameter yang memenuhi kriteria dari *preliminary test* dan parameter sisanya akan tereleminasi.

Kaiser-Meyer-Okin (KMO) Test memiliki nilai dalam kisaran 0-1. Indeks KMO test dapat dikatakan sesuai apabila lebih besar dari 0,5. Berikut merupakan kategori pada rentang nilai KMO test:

Tabel 7. Range Nilai KMO Test

Range	Category
0,00 - 0,49	Unacceptable
0,50 - 0,59	Miserable
0,60 - 0,69	Mediocre
0,70 - 0,79	Middling
0,80 - 0,89	Meritorious
0,90 - 1,00	Marvelous

Sumber: (Babenko, 2018)

Sedangkan pada *Bartlett & anti-image test* nilai signifikan harus kurang dari 0,5. Selain KMO dan *Bartlett test*, metode lainnya ialah *scree plot*. *Scree plot* merupakan penilaian subjektif yang memerlukan interpretasi peneliti (Constantin, 2014). Metode penentuan *scree plot* merupakan suatu plot dari *eigenvalues* terhadap jumlah faktor yang diekstraksi. Komponen faktor yang kemudian diolah pada metode PCA ialah yang memiliki *initial eigenvalues* lebih dari 1. Setelah itu, akan diketahui *loading factor* yang menggambarkan korelasi antar parameter dengan faktor. Setelah itu, akan dilakukan *rotated component matrix* yang bertujuan untuk memperjelas distribusi parameter secara jelas untuk dilakukan interpretasi (Umar,

Principal Component Analysis (PCA) dan Aplikasinya dengan SPSS, 2009).

Setelah mendapatkan komponen faktor, dilakukan pengkategorian parameter terhadap komponen faktor. Faktor yang sudah dikategorikan akan disajikan dalam *scatter plot* antara masing-masing faktor. Hasil akan didapatkan dari interpretasi *scatter plot* yang menunjukkan sebaran antar tiap faktor.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

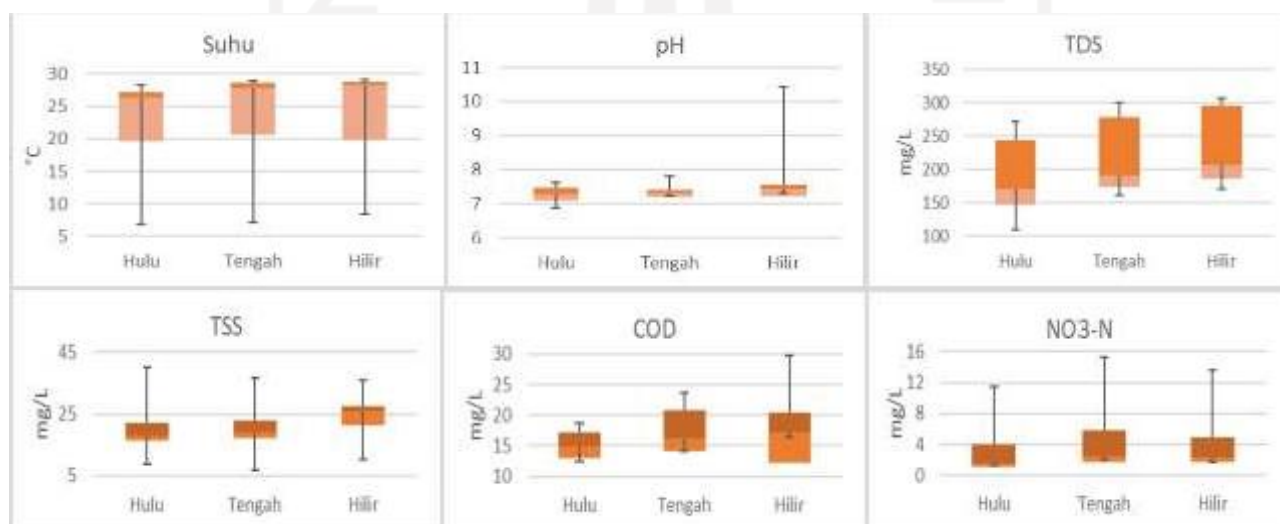
4.1. Kualitas Air Sungai Gajah Wong

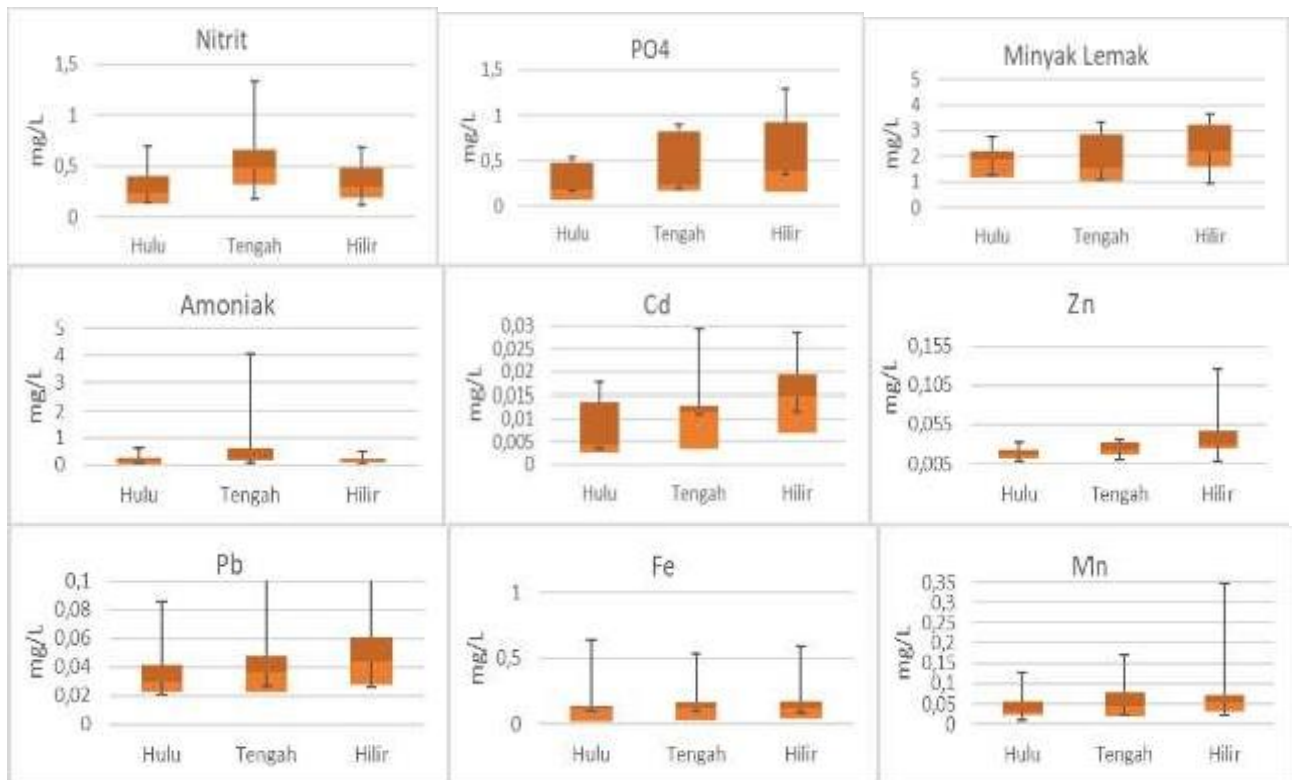
Data kualitas air sungai didapatkan dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) Provinsi D.I. Yogyakarta. Data tersebut sudah melalui validasi data dengan konfirmasi data yang ada di *website* resmi kepada pihak DLHK Provinsi D.I. Yogyakarta secara langsung. Namun, data ini memiliki beberapa kelemahan karena metode pengambilan dan perhitungan belum diberitahu oleh pihak DLHK Provinsi D.I. Yogyakarta.

4.1.1. *Trend Spasial*

Berdasarkan data yang didapat, diketahui bahwa terdapat dua *trend* kualitas air sungai Gajah Wong, yaitu yang mengalami peningkatan dan penurunan pada median serta rata-rata dari data kualitas air. Kenaikan atau penurunan nilai dari tiap parameter ditinjau berdasarkan segmen sungai.

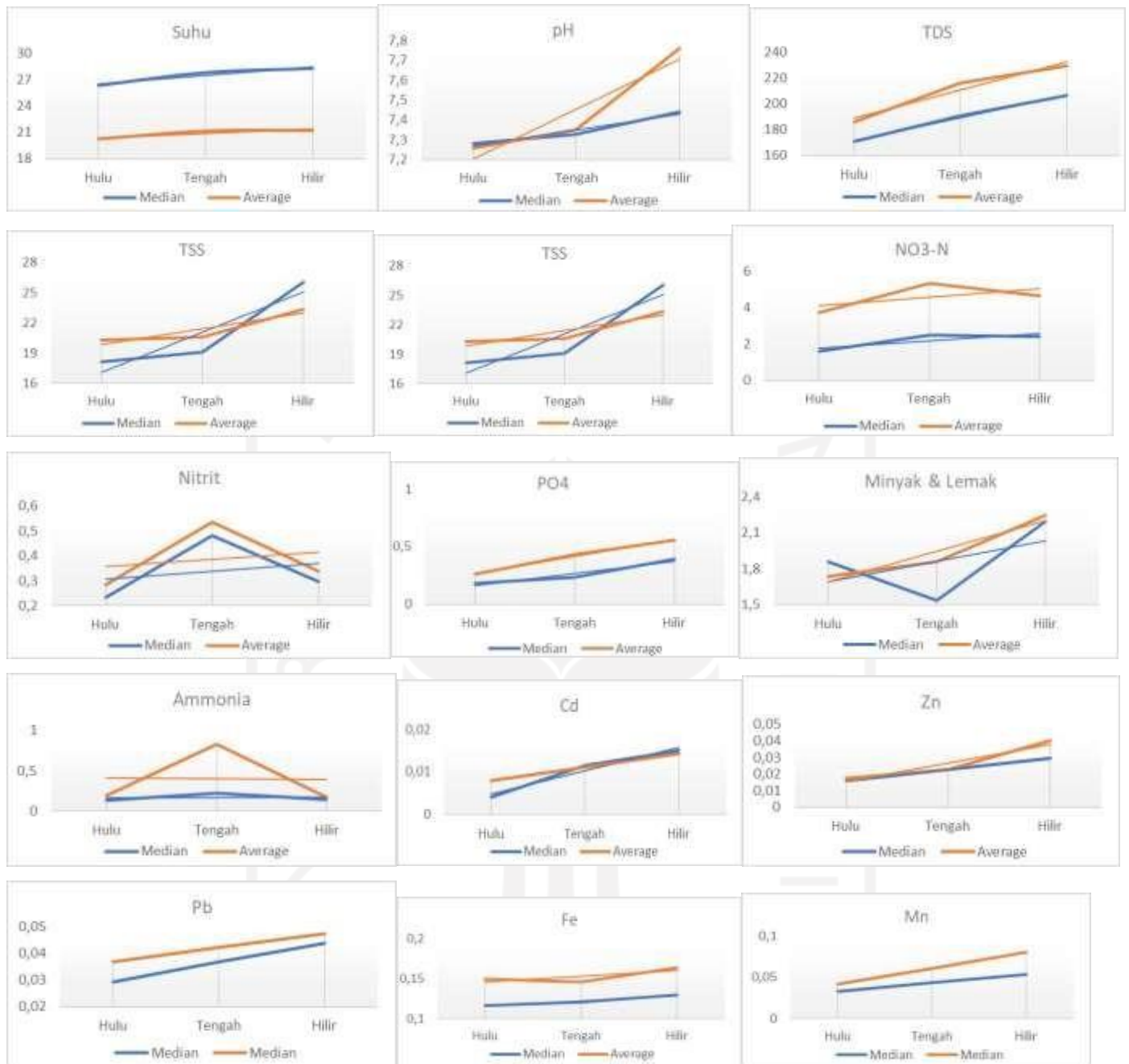
Parameter yang mengalami peningkatan median dan rata-rata ialah suhu, pH, TDS, TSS, COD, NO₃-N, nitrit, PO₄, minyak dan lemak, ammonia, Cd, Zn, Pb, Fe, dan Mn. Berikut merupakan *box plot* yang menunjukkan sebaran dan *trend* data:





Gambar 5. Box Plot Trend Spasial (Meningkat)

Kenaikan konsentrasi dari tiap parameter terjadi akibat perubahan kondisi lokasi pengambilan sampel pada tiap segmennya. Pada parameter suhu, kenaikan suhu ini terjadi akibat kepadatan vegetasi yang dari hulu hingga hilir mengalami penurunan sehingga terjadi kenaikan suhu. Kondisi segmen tengah dan hilir berada di area perkotaan yang memiliki suhu ambien yang cenderung tinggi (Pratama, Immanuel, & Marthanty, 2020). Berdasarkan *box plot* di atas, dibuat grafik yang menunjukkan nilai median dan rata-rata dari tiap parameter sebagai berikut:



Gambar 6. Grafik Nilai Median & Rata-rata Trend Spasial Meningkat

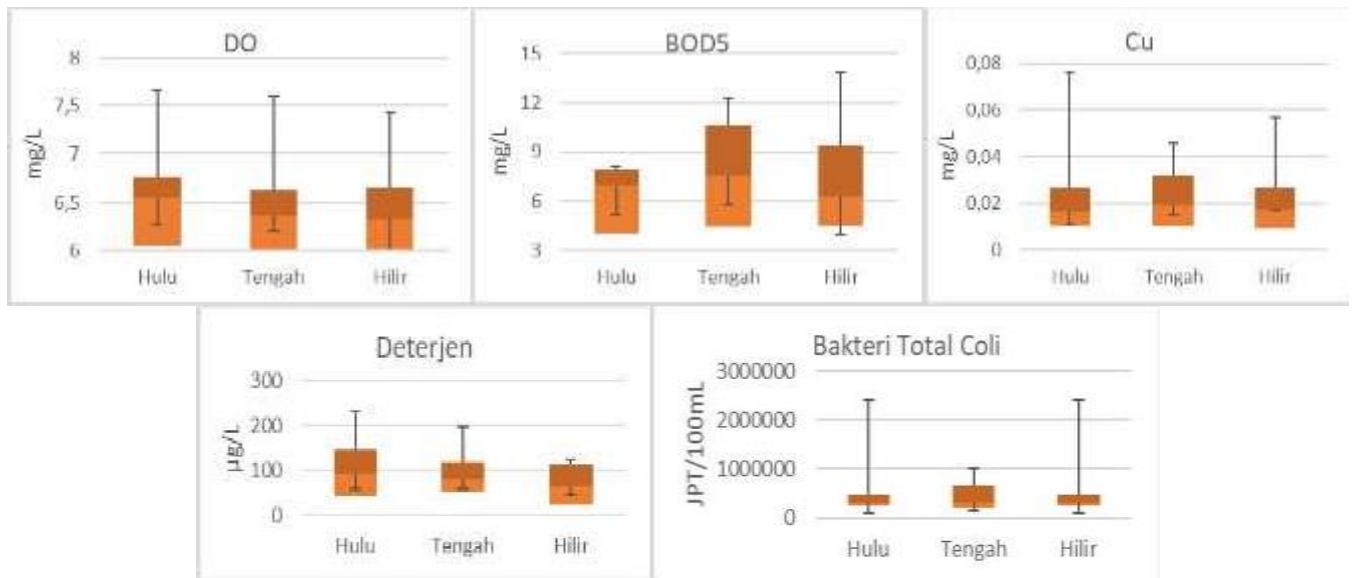
Parameter pH yang menunjukkan peningkatan juga terjadi akibat penurunan persentase lahan vegetasi dari hulu hingga hilir yang menyebabkan semakin banyak sinar matahari yang masuk. Sinar matahari tersebut menyebabkan terjadinya fotosintesis yang menghasilkan oksigen. Hal tersebut dapat mempengaruhi kualitas pH yang biasanya berubah ke arah alkali (Alfionita, Patang, & Kaseng, 2019).

Kemudian, kenaikan *trend* pada parameter PO_4 terjadi akibat penggunaan pestisida. Pestisida berguna untuk membantu meningkatkan produksi pertanian. Namun, penggunaannya dapat memberikan dampak yang kurang baik bagi lingkungan (Manuaba, 2008). PO_4 memiliki nilai paling tinggi pada hilir sungai atau di Kabupaten Bantul. Berdasarkan (Anshori & Prasetyono, 2016), petani di Kabupaten Bantul sangat bergantung pada pemakaian pestisida untuk menjaga efektifitas produksi. Petani di Kabupaten Bantul terkadang tidak menggunakan pestisida sesuai dengan jenis, dosis, bahkan frekuensi yang tepat. Hal itu terjadi akibat terbatasnya pengetahuan para petani tentang pestisida dan dampaknya.

Peningkatan lahan bangunan juga tentu menyebabkan peningkatan aktivitas manusia seperti mandi, mencuci, dan lain sebagainya. Akibatnya, limbah/buangan dari aktivitas tersebut mempengaruhi kualitas air permukaan. Sehingga, terjadi kenaikan *trend* pada parameter ammonia, minyak lemak, nitrit, dan PO_4 .

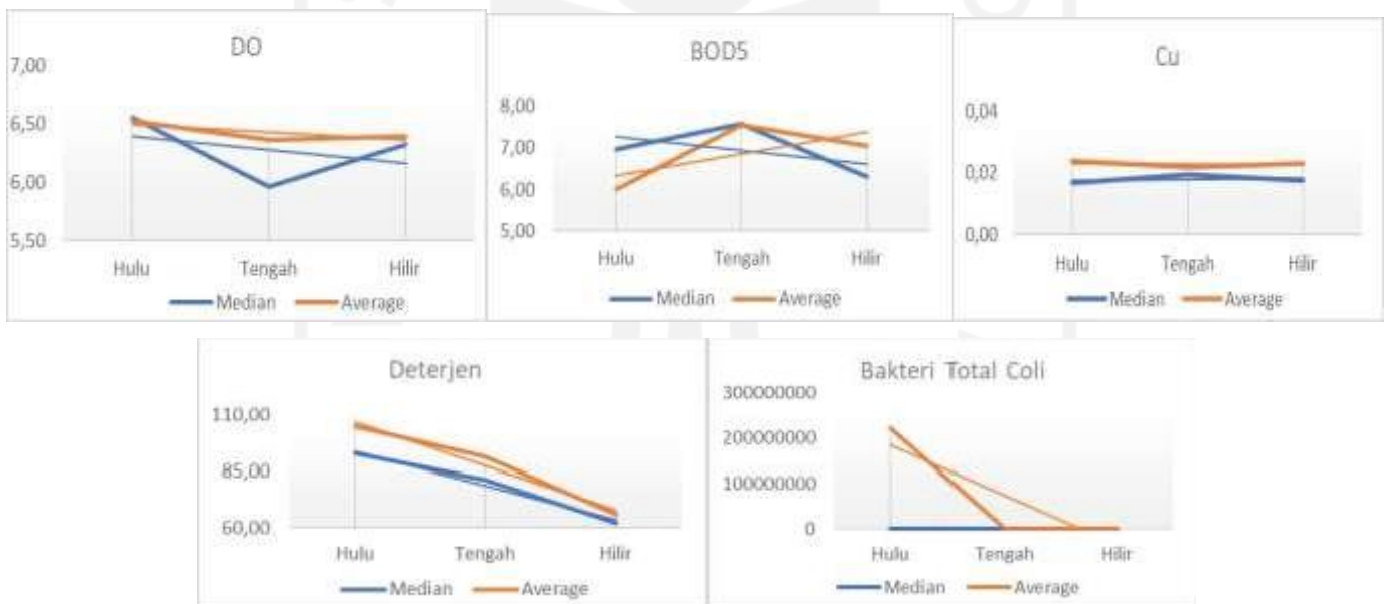
Tidak hanya parameter di atas saja yang terpengaruh, namun parameter logam yang antara lain adalah Cd, Zn, Fe, dan Mn juga terpengaruh oleh peningkatan lahan bangunan. Keberadaan industri sangat mempengaruhi kualitas air permukaan khususnya air permukaan. Meningkatnya bangunan juga menyebabkan terjadinya peningkatan keberadaan industri yang kemudian mempengaruhi konsentrasi logam pada air permukaan.

Sedangkan, parameter yang mengalami penurunan median dan rata-rata ialah DO, BOD_5 , Cu, dan bakteri total coli. Berikut merupakan *box plot* yang menunjukkan penurunan median dan rata-rata:



Gambar 7. Box Plot Trend Spasial (Menurun)

Berdasarkan *box plot* di atas, dibuat grafik yang menunjukkan nilai median dan rata-rata dari tiap parameter sebagai berikut:



Gambar 8. Grafik Nilai Median & Rata-rata Trend Spasial Menurun

Aktivitas manusia sangat mempengaruhi kualitas air permukaan, salah satunya DO. Nilai DO yang semakin tinggi menunjukkan kondisi air yang lebih baik. Hal itu terjadi akibat nilai DO mewakili ketersediaan oksigen pada air. Penurunan DO ini tentunya juga dipengaruhi oleh kenaikan parameter-parameter lainnya.

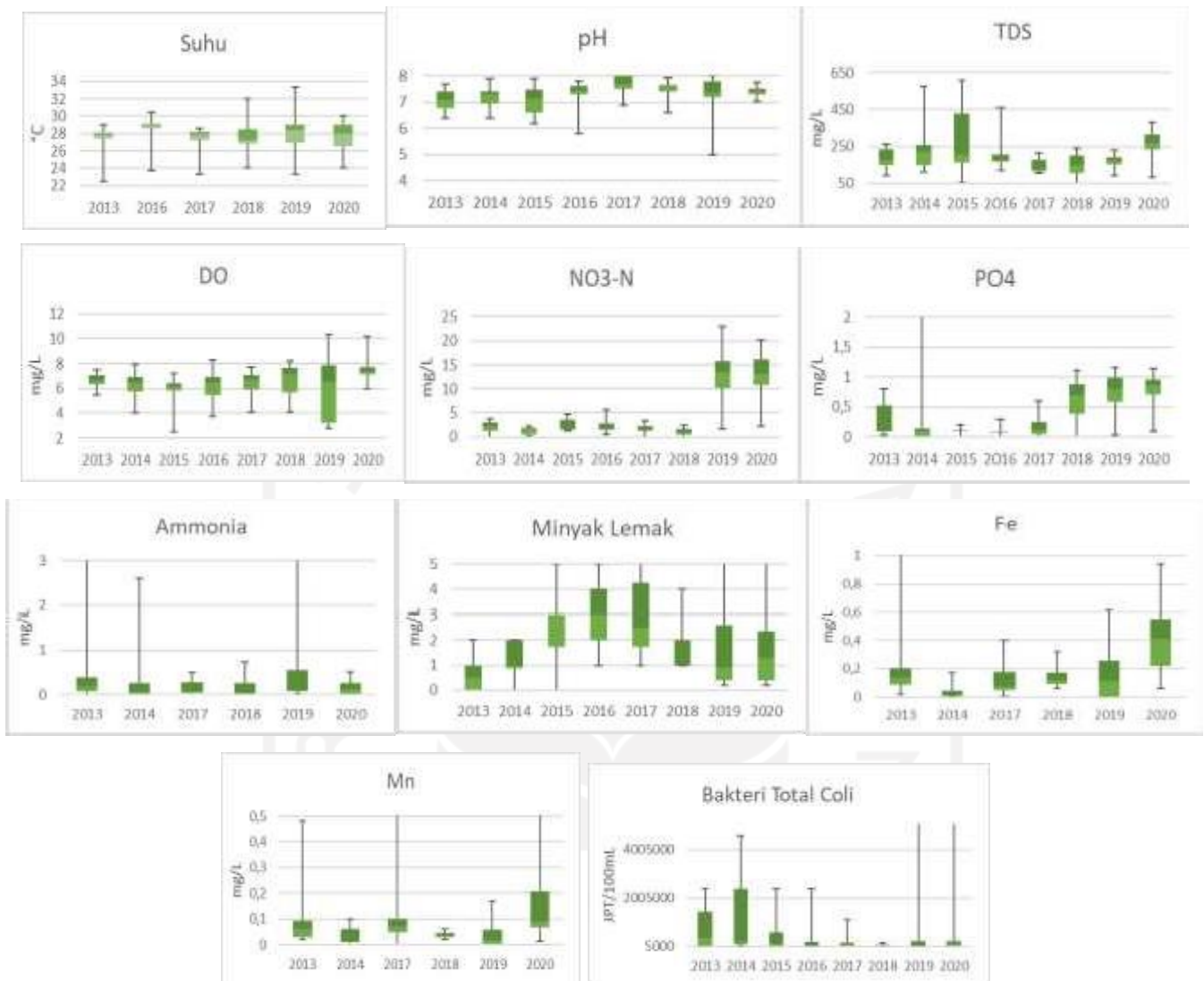
Parameter BOD₅ dapat dikatakan cenderung mengalami penurunan pada nilai median dan rata-rata. Namun, dapat dilihat pada *box plot* bahwa nilai maksimum dari parameter BOD₅ meningkat. Serta, terjadi peningkatan yang cukup signifikan pada segmen tengah sungai. Melalui hal tersebut, diduga bahwa penggunaan lahan masih mempengaruhi BOD₅. Hal serupa terjadi pada bakteri total coli.

Logam Cu di hulu memiliki nilai maksimum yang lebih tinggi dari segmen lainnya dan *trend* pada parameter Cu ini cenderung mengalami penurunan. Keberadaan Cu di segmen hulu disebabkan oleh logam berat yang terkandung pada macam-macam mineral dalam batuan penyusun kerak bumi yang berada di kaki Gunung Merapi (Nastia, 2014). Menurut (Mukhtar, et al., 2013), telah terdeteksi 15 unsur logam yang salah satunya adalah logam Cu pada beberapa kota termasuk Yogyakarta. Kandungan logam di udara dapat bercampur dengan air hujan yang kemudian jatuh ke badan air dan mempengaruhi kualitas air sungai Gajah Wong (Yudo, 2006).

4.1.2. Trend Temporal

Berdasarkan data yang didapat, diketahui bahwa terdapat dua *trend* kualitas air sungai Gajah Wong, yaitu yang mengalami peningkatan dan penurunan pada median serta rata-rata dari data kualitas air. Kenaikan atau penurunan nilai dari tiap parameter dilihat dari tahun ke tahun.

Parameter yang mengalami peningkatan median dan rata-rata dari tahun 2013 hingga 2020 ialah suhu, pH, TDS, DO, NO₃-N, PO₄, minyak lemak, Fe, Mn, ammonia, dan bakteri total coli. Berikut merupakan *box plot* yang menunjukkan *trend* dan sebaran data:



Gambar 9. Box Plot Trend Temporal (Meningkat)

Berdasarkan box plot di atas, dibuat grafik yang menunjukkan nilai median dan rata-rata dari tiap parameter sebagai berikut:



Gambar 10. Grafik Nilai Median & Rata-rata Trend Temporal Meningkat

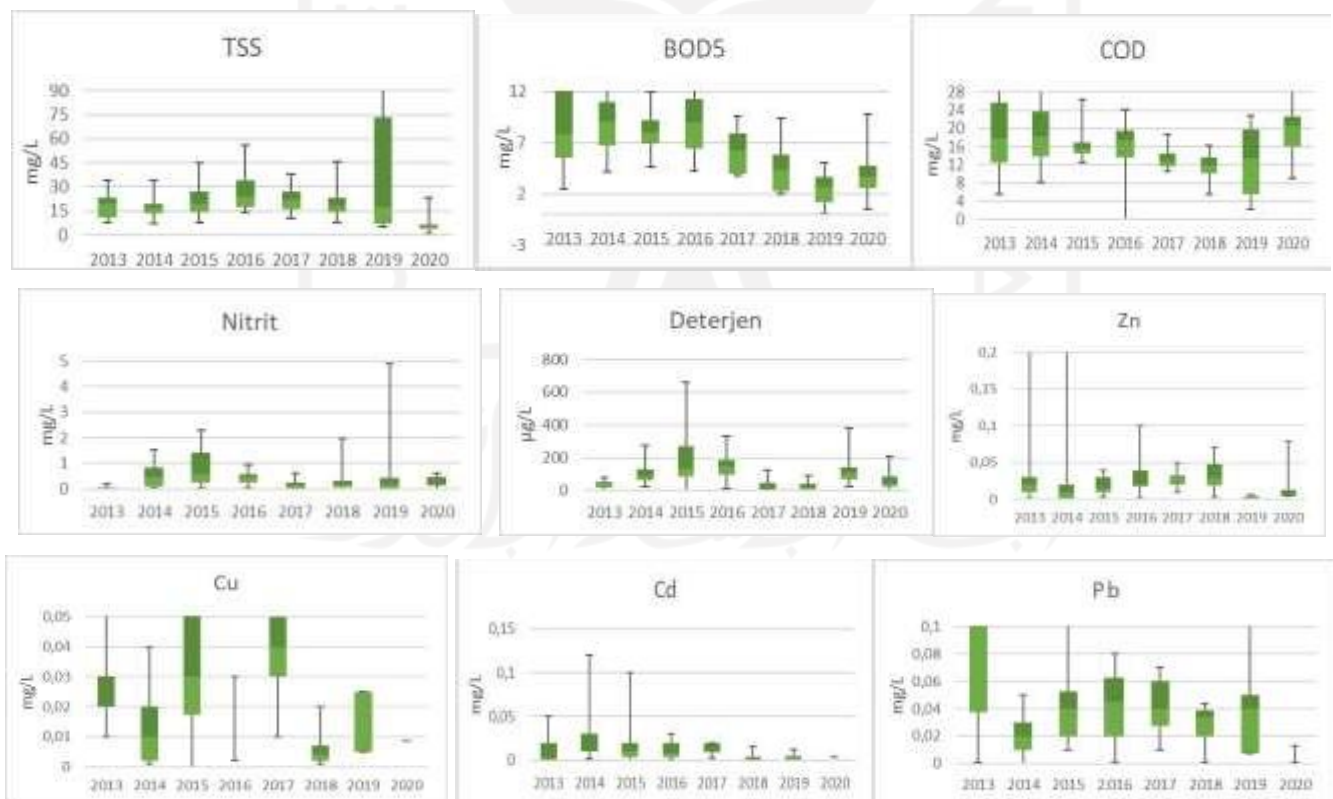
Berdasarkan *box plot* dan grafik di atas, terjadi peningkatan suhu dari tahun 2013 hingga 2020. Hal itu dapat terjadi seiring dengan peningkatan suhu yang merupakan dampak dari isu pemanasan global. Peningkatan suhu bumi tentunya mempengaruhi suhu air permukaan.

Peningkatan pada parameter DO merupakan pertanda yang baik bagi perairan. Peningkatan DO berarti semakin banyak oksigen yang terkandung bagi air. Hal ini juga ditunjukkan dengan menurunnya parameter COD dan BOD yang berarti

kebutuhan oksigen untuk mendegradasi bahan kimia dan biokimia dari tahun 2013 hingga 2020 berkurang.

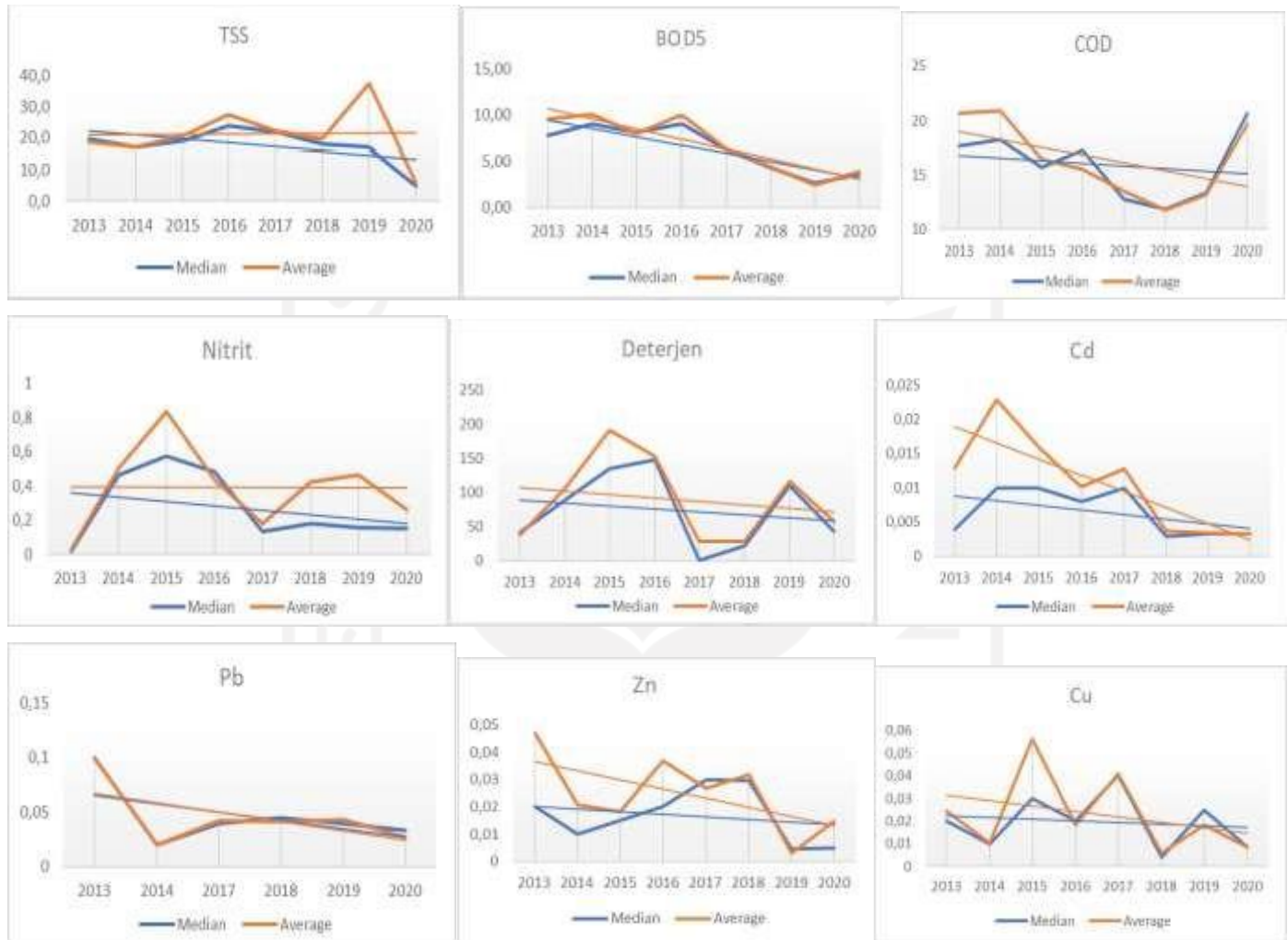
Berdasarkan Gambar 7, dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan konsentrasi pada ammonia. Peningkatan tersebut diduga terjadi sebagai hasil dari limbah pemukiman dan pembuangan manusia. Keberadaan ammonia juga disebabkan oleh hasil proses organisme akuatik dan hasil dari proses dekomposisi bahan organik. Selain ammonia, parameter $\text{NO}_3\text{-N}$ dan PO_4 juga mengalami peningkatan konsentrasi dari tahun ke tahun. Keberadaan kedua parameter ini diduga merupakan limbah pertanian yang berupa limpasan nitrat dan fosfat. Limbah domestik juga memiliki peran dengan keberadaan nitrat dan fosfat di sungai (Hamuna, Tanjung, Suwito, & Maury, 2018).

Sedangkan, parameter yang mengalami penurunan nilai median dan rata-rata dari tahun 2013 hingga 2020 ialah TSS, BOD_5 , COD, nitrit, Zn, Cu, Cd, dan Pb. Berikut merupakan *box plot* yang menunjukkan penurunan median dan rata-rata:



Gambar 11. Box Plot Trend Temporal (Menurun)

Berdasarkan *box plot* di atas, dibuat grafik yang menunjukkan nilai median dan rata-rata dari tiap parameter sebagai berikut:



Gambar 12. Grafik Nilai Median & Rata-rata Trend Temporal Menurun

Parameter BOD₅ dan COD yang menurun sejalan dengan meningkatnya *trend* parameter DO. Penurunan kedua parameter itu merupakan hasil dari perkembangan teknologi dalam pengolahan air limbah. Keberadaan IPAL yang optimal dapat mengontrol limbah yang dilepaskan ke sungai Gajah Wong. Tidak hanya kedua parameter tersebut, hal yang sama terjadi pada parameter menurun lainnya. Sehingga, limbah yang dilepaskan ke badan air cenderung menurun sdari tahun 2013 hingga 2020 (Timpua & Pianaung, 2019).

4.2. Analisa Penggunaan Lahan DAS Gajah Wong

Analisis penggunaan lahan dilakukan pada tiga segmen yaitu hulu, tengah, dan hilir sungai dari tahun 2013 hingga 2020. Ketiga segmen itu dibagi berdasarkan wilayah administrasi. Hal ini dilakukan karena masing-masing wilayah dapat mewakili tiap segmen. Setiap segmen memiliki kepadatan penduduk per km² yang berbeda-beda. Kepadatan penduduk tersebut pada segmen hulu, tengah, dan hilir secara berturut-turut ialah 2.122 jiwa/km², 13.290 jiwa/km², dan 2.009 jiwa/km². Kepadatan penduduk tersebut dapat mempengaruhi kualitas lingkungan khususnya air sungai. Semakin padat penduduk, maka akan semakin banyak limbah yang harus dikendalikan (Hendrawan, 2005).

Analisis dilakukan menggunakan *software* ArcGIS 10.8. Pada tahap ini, pembagian lahan mengacu pada klasifikasi yang dijelaskan oleh SNI 7645-1: 2014 tentang Klasifikasi Penutupan Lahan – Bagian 1. Berikut merupakan hirarki klasifikasi lahan menurut SNI 7645-1 tahun 2014:

Tabel 8. Hirarki Klasifikasi Penutupan Lahan Berdasarkan SNI 7645-1:20114

Pembagian Kelas Utama	Skala 1:1.000.000	Skala 1:250.000
Area Vegetasi Alami/Semi-Alami	Hutan dan Vegetasi	Hutan Lahan Tinggi
		Hutan Lahan Rendah
		Hutan Rawa
		Hutan Mangrove
		Hutan Sagu
		Sabana
		Semak dan Belukar
		Herba dan Rumput
		Liputan Vegetasi Lain
Area Vegetasi Dibudidayakan	Vegetasi Budidaya Menetap	Perkebunan dengan Tanaman Berkayu Keras
		Perkebunan Tanaman Semusim
		Kebun dan Tanaman Campuran
		Tanaman Semusim Lahan Kering
		Tanaman Berasosiasi dengan Bangunan
		Tanaman Budidaya Lain
	Vegetasi Budidaya Berpindah	Vegetasi Berpindah Siklis
		Perairan Laut

Pembagian Kelas Utama	Skala 1:1.000.000	Skala 1:250.000
Area Tidak Bervegetasi Alami/Semi-Alami	Tubuh Air Alami/Semi-Alami	Danau/Telaga
		Rawa Pedalaman
		Rawa Pesisir
		Sungai
		Tubuh Air Lainnya
	Lahan Terbuka Alami/Semi-Alami	Hamparan Batuan
		Hamparan Pasir Pantai
		Rataan Lumpur
		Lahan Terbuka Alami
Area Tidak Bervegetasi Dibudidayakan	Tubuh Air Buatan	Waduk
		Kolam Air
		Kolam Air Tawar
		Saluran Air
		Tampungan Air Lain
	Lahan Terbuka Diusahakan	Lahan Terbuka Diusahakan
		Permukaan Diperkeras (bukan gedung)
	Bangunan	Pemukiman
		Bukan Pemukiman

Berdasarkan tabel di atas, diambil 3 kategori penutupan lahan pada skala 1:250.000 yang kemudian menjadi kategori Bangunan (AB), Agrikultur (AG), dan Vegetasi (VA). Ketiga kategori diambil sesuai dengan lokasi penelitian yang meliputi kaki Gunung Merapi hingga area perkotaan. Sehingga, tiga kategori tersebut merupakan klasifikasi lahan yang keberadaannya cukup dominan. Berikut merupakan detail pembagian ketiga kategori tersebut:

Tabel 9. Kategori Klasifikasi Lahan pada Penelitian

Pembagian Kelas Utama	Skala 1:1.000.000	Skala 1:250.000	
Area Vegetasi Alami/Semi-Alami	Hutan dan Vegetasi	Hutan Lahan Tinggi	Vegetasi (VA)
		Hutan Lahan Rendah	
		Hutan Rawa	
		Hutan Mangrove	
		Hutan Sagu	
		Sabana	
		Semak dan Belukar	
		Herba dan Rumput	

Pembagian Kelas Utama	Skala 1:1.000.000	Skala 1:250.000	
		Liputan Vegetasi Lain	
Area Vegetasi Dibudidayakan	Vegetasi Budidaya Menetap	Perkebunan dengan Tanaman Berkayu Keras	Agrikultur (AG)
		Perkebunan Tanaman Semusim	
		Kebun dan Tanaman Campuran	
		Tanaman Semusim Lahan Kering	
		Tanaman Berasosiasi dengan Bangunan	
		Tanaman Budidaya Lain	
	Vegetasi Budidaya Berpindah	Vegetasi Berpindah Siklis	
Area Tidak Bervegetasi Dibudidayakan	Lahan Terbuka Diusahakan	Lahan Terbuka Diusahakan	Bangunan (AB)
		Permukaan Diperkeras (bukan gedung)	
	Bangunan	Pemukiman	
		Bukan Pemukiman	

Dalam melakukan analisis ini, digunakan data citra satelit dari USGS. Pada langkah awal, masing-masing citra satelit dari tahun 2013-2020 diekstrak pada *software* ArcGIS 10.8 menjadi beberapa *layer*. Setelah itu, dilakukan *composite band* yang tujuannya menyatukan *layer-layer* tersebut menjadi satu. Komposisi warna yang digunakan pada RGB secara berturut-turut menggunakan *band 7*, *band 5*, dan *band 3*.

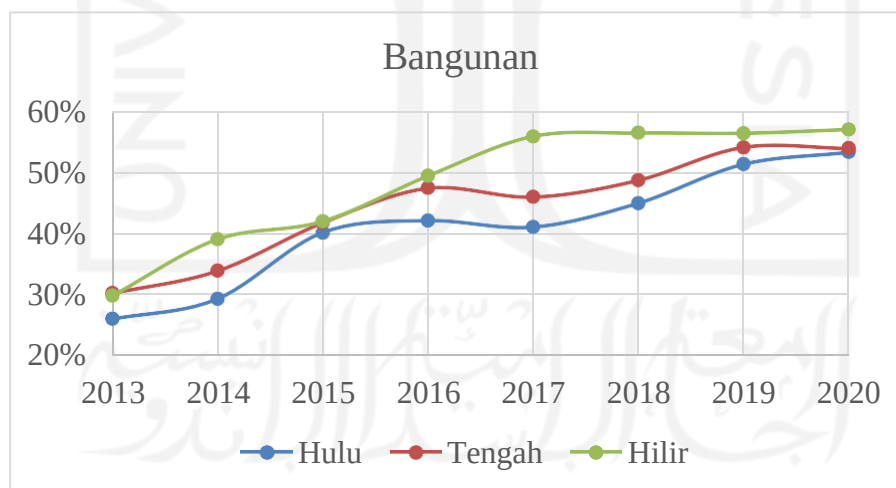
Sebelum melakukan klasifikasi lahan, data yang sudah berhasil melewati proses *composite band* harus didelineasi batas DAS Gajah Wong terlebih dahulu. Delineasi ini dilakukan agar analisis yang dilakukan sesuai dengan lokasi penelitian. Proses delineasi dilakukan dengan *extract by mask* dari masing-masing citra tahun 2013-2020 sebagai *input* dan batas DAS Gajah Wong sebagai *output*. Setelah itu, dilakukan delineasi kembali dengan segmen hulu, tengah, dan hilir sungai yang menjadi *input*. Delineasi segmen sungai dilakukan dengan cara yang sama melalui *extract by mask*. Klasifikasi lahan dilakukan per segmen sungai.

Sebagai langkah untuk mengetahui penggunaan lahan dari tahun ke tahun, digunakan *Interactive Supervised Classification* pada ArcGIS 10.8. Proses klasifikasi dilakukan berdasarkan warna pada citra yang diidentifikasi melalui *training sample*

drawing tools. Identifikasi dilakukan dengan membuat beberapa *polygon* pada masing-masing kategori yang kemudian akan terbaca oleh ArcGIS 10.8. Hasil klasifikasi yang sudah muncul kemudian dikonversi pada *conversion tools (raster to polygon)*. Kemudian, hasil dari konversi tersebut, dilakukan *dissolved* pada raster. *Dissolved raster* akan menyajikan data luas lahan tiap kategorinya. Berikut merupakan perubahan luas lahan setiap tahun dari masing-masing kategori pada tiap segmen:

Tabel 10. Penggunaan Lahan Kategori Bangunan 2013-2020

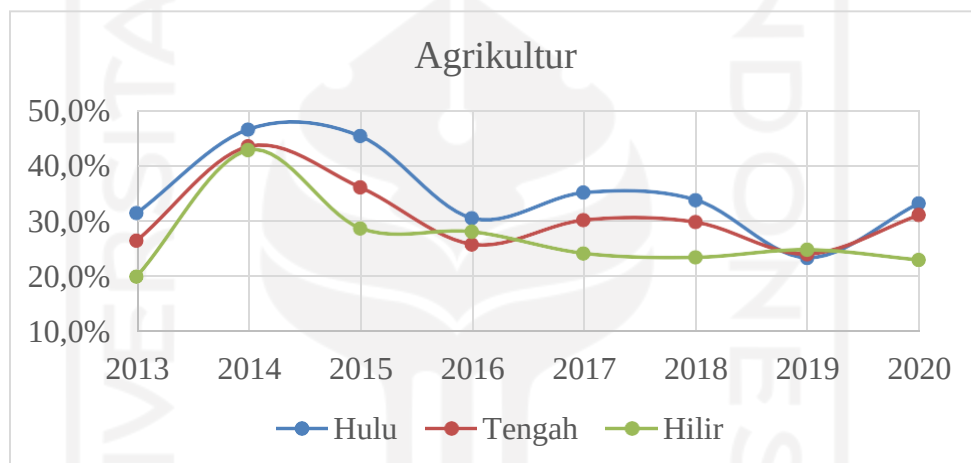
Segmen:	Hulu	Tengah	Hilir
Kategori:	Bangunan	Bangunan	Bangunan
Tahun	% Luas	% Luas	% Luas
2013	26%	30%	30%
2014	29%	34%	39%
2015	40%	42%	42%
2016	42%	47%	49%
2017	41%	46%	56%
2018	45%	49%	57%
2019	51%	54%	56%
2020	53%	54%	57%



Gambar 13. Grafik Penggunaan Lahan Kategori Bangunan 2013-2020

Tabel 11. Penggunaan Lahan Kategori Agrikultur 2013-2020

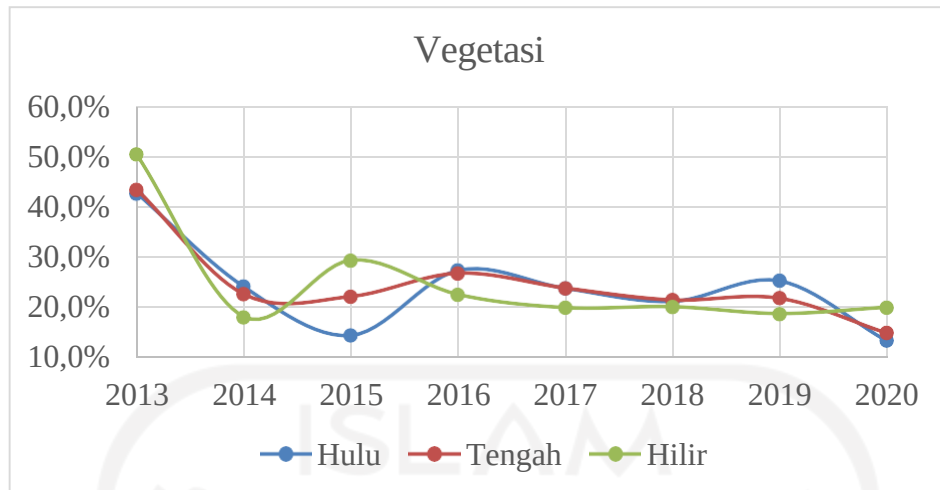
Segmen:	Hulu	Tengah	Hilir
Kategori:	Agrikultur	Agrikultur	Agrikultur
Tahun	% Luas	% Luas	% Luas
2013	31,4%	26%	20%
2014	46,6%	43%	43%
2015	45,4%	36%	29%
2016	30,5%	26%	28%
2017	35,1%	30%	24%
2018	33,8%	30%	23%
2019	23,3%	24%	25%
2020	33,2%	31%	23%



Gambar 14. Grafik Penggunaan Lahan Kategori Agrikultur 2013-2020

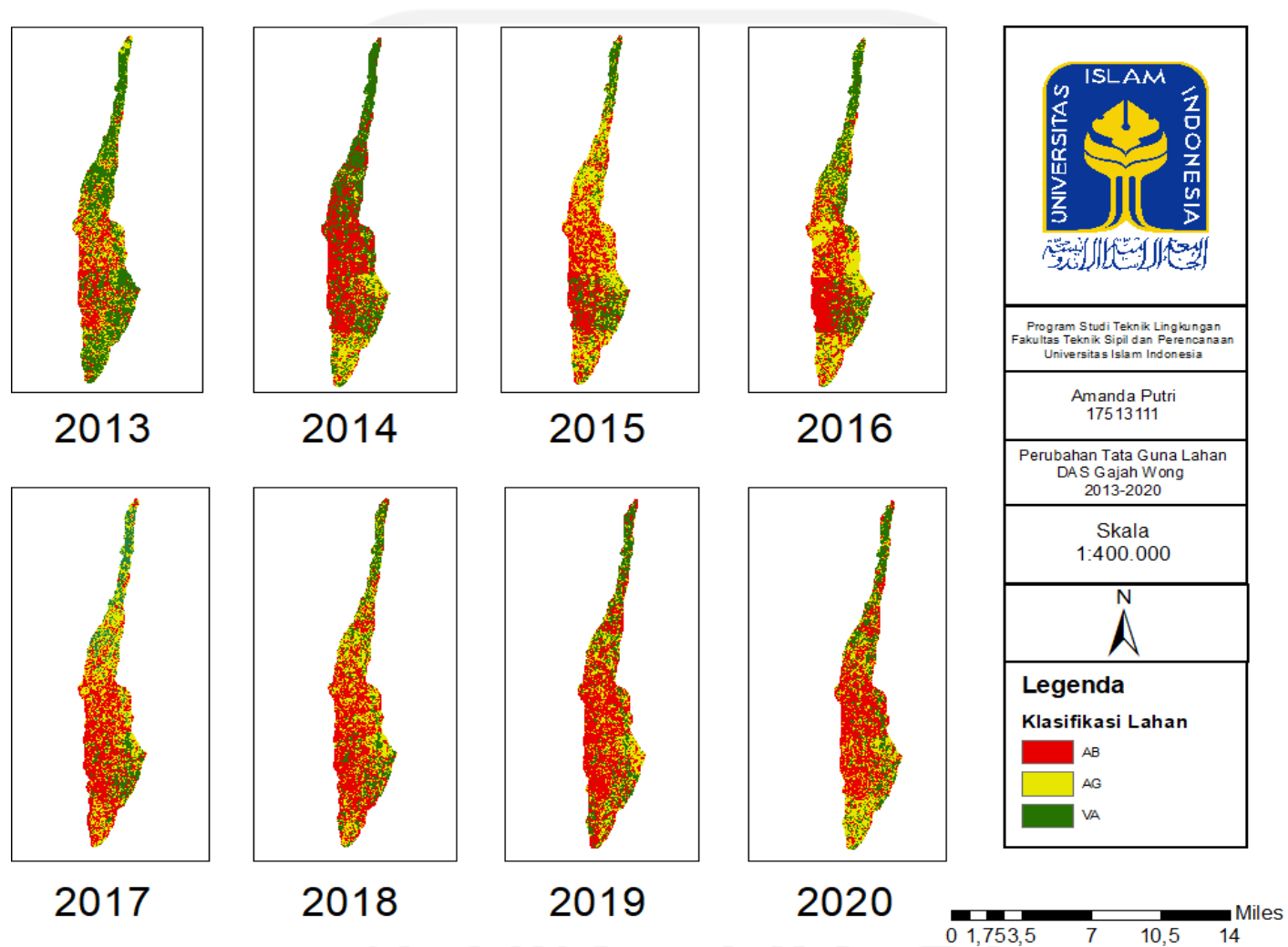
Tabel 12. Penggunaan Lahan Kategori Vegetasi 2013-2020

Segmen:	Hulu	Tengah	Hilir
Kategori:	Vegetasi	Vegetasi	Vegetasi
Tahun	% Luas	% Luas	% Luas
2013	42,7%	43%	50%
2014	24,2%	23%	18%
2015	14,5%	22%	29%
2016	27,4%	27%	23%
2017	23,8%	24%	20%
2018	21,2%	22%	20%
2019	25,3%	22%	19%
2020	13,5%	15%	20%



Gambar 15. Grafik Perubahan Tata Guna Lahan Kategori Vegetasi

Berikut merupakan peta yang menunjukkan penggunaan lahan di DAS Gajah Wong dari tahun 2013 hingga 2020:



Gambar 16. Peta Penggunaan Lahan DAS Gajah Wong 2013-2020

Berdasarkan data di atas, dapat dilihat pada kategori bangunan bahwa terjadi peningkatan secara umum dari tahun ke tahun. Terjadi penurunan minor yang nilainya kurang dari 1%. Penurunan tersebut disebabkan data citra satelit yang memiliki kondisi kurang stabil antara tahun ke tahun.

Sedangkan, lahan agrikultur dari tahun 2013 hingga 2020 mengalami perubahan yang fluktuatif. Hal tersebut terjadi karena lahan kosong pada DAS Gajah Wong dikategorikan sebagai agrikultur. Sehingga, terjadi perubahan yang tidak stabil dari tahun ke tahun. Namun, perubahan secara fluktuatif ini sejalan dengan kenaikan ataupun penurunan lahan bangunan dan lahan vegetasi.

Secara umum, lahan vegetasi mengalami penurunan dari tahun ke tahun. Hal ini tentunya karena terjadi peningkatan pada lahan untuk bangunan. Sehingga, diduga terjadi alih fungsi lahan vegetasi. Berdasarkan proyeksi penduduk melalui metode *Least Square*, lahan vegetasi pada masing-masing segmen akan habis pada tahun 2040. Sehingga, perlu adanya perhatian khusus dari pemerintah maupun masyarakat terhadap lahan vegetasi di DAS Gajah Wong. Berikut merupakan hasil proyeksi yang sudah dilakukan:

Tabel 13. Proyeksi Ketersediaan Lahan Vegetasi

Tahun	% Lahan Vegetasi (Hulu)	Tahun	% Lahan Vegetasi (Tengah)	Tahun	% Lahan Vegetasi (Hilir)
2013	42,7%	2013	43,4%	2013	50,3%
2014	24,2%	2014	22,7%	2014	18,1%
2015	14,5%	2015	22,2%	2015	29,4%
2016	27,4%	2016	26,8%	2016	22,5%
2017	23,8%	2017	23,9%	2017	19,9%
2018	21,2%	2018	21,5%	2018	20,1%
2019	25,3%	2019	21,9%	2019	18,8%
2020	13,5%	2020	15,0%	2020	20,0%
2025	2,6%	2025	2,9%	2025	3,9%
2030	0,5%	2030	0,6%	2030	0,8%
2035	0,1%	2035	0,1%	2035	0,1%
2040	0,0%	2040	0,0%	2040	0,0%

4.3. Hubungan Penggunaan Lahan dengan Kualitas Air Sungai Gajah Wong

Pada penelitian ini, digunakan analisis korelasi Pearson dalam mencari hubungan penggunaan lahan DAS dengan kualitas air sungai Gajah Wong.

Berikut merupakan hasil dari analisis Pearson:

Tabel 14. Analisis Pearson

Parameter	Hulu			Tengah			Hilir		
	Building (AB)	Agriculture (AG)	Vegetation (VA)	Building (AB)	Agriculture (AG)	Vegetation (VA)	Building (AB)	Agriculture (AG)	Vegetation (VA)
Suhu	0,141	0,160	0,423	0,565	-0,487	-0,138	0,285	-0,651	0,306
pH	0,717	0,272	-0,529	0,161	0,095	-0,199	0,451	-0,227	-0,249
TDS	0,191	-0,205	-0,423	-0,471	0,464	0,076	-0,160	0,216	-0,035
TSS	0,208	0,456	0,217	0,397	-0,247	-0,162	-0,182	0,180	0,000
DO	0,092	-0,373	-0,040	0,009	0,385	-0,271	0,256	-0,658	0,341
BOD5	-0,700	-0,535	0,273	-0,601	-0,103	0,571	-0,771	0,701	0,141
COD	-0,172	-0,569	0,049	-0,764	0,451	0,329	-0,545	0,390	0,196
NO3-N	0,675	0,196	-0,292	0,476	0,159	-0,506	0,383	-0,548	0,114
Nitrit	0,464	0,741	-0,104	-0,104	0,117	0,007	-0,082	0,745	-0,597
Deterjen	0,154	0,154	-0,299	-0,065	0,009	0,048	-0,369	0,646	-0,216
PO4	0,489	0,541	-0,072	0,536	0,160	-0,556	0,200	-0,185	-0,033
Minyak lemak	0,622	0,284	-0,468	0,293	-0,490	0,091	0,390	0,367	-0,729
Cd	-0,139	-0,207	-0,420	-0,653	0,538	0,177	-0,917	0,543	0,432
Zn	-0,317	-0,012	0,282	-0,284	0,117	0,157	-0,616	-0,213	0,818
Cu	-0,325	0,238	-0,160	-0,225	-0,510	0,536	-0,010	0,319	-0,281
Pb	-0,639	-0,037	0,845	-0,515	-0,590	0,832	-0,654	0,033	0,632
Fe	-0,679	-0,389	0,803	0,305	0,179	-0,376	0,518	-0,812	0,218
Mn	-0,611	-0,509	0,701	0,275	0,072	-0,279	0,423	-0,700	0,212
Amoniak	0,123	0,107	0,274	-0,482	-0,265	0,583	-0,248	-0,014	0,264
Bakteri total coli	0,400	0,500	0,091	-0,650	0,074	0,492	0,313	-0,357	0,010

*R Significant -0,707 or 0,707

Analisis Pearson menunjukkan kuat dan arah hubungan antara parameter dan tata guna lahan pada segmen sungai. Pada analisis ini, terdapat tiga skenario yaitu:

1. Skenario Pertama

Analisis Pearson pada skenario ini dilakukan pada sepanjang sungai. Data yang digunakan pada skenario ini ialah data kualitas air sepanjang sungai sebagai variabel x dan % penggunaan lahan sepanjang sungai sebagai variabel y. Melalui skenario ini, sungai diasumsikan sebagai satu kesatuan tanpa dibagi menjadi beberapa segmen.

2. Skenario Kedua

Pada skenario ini dilakukan analisis Pearson di setiap segmen sungai. Analisis dilakukan menggunakan data kualitas air di setiap segmen sebagai variabel x dan data % penggunaan lahan pada tiap segmen sebagai variabel y. Dalam skenario ini, sungai dibagi menjadi tiga bagian yaitu hulu, tengah, dan hilir sungai. Masing-masing segmen diduga memiliki kondisi yang berbeda-beda.

3. Skenario Ketiga

Analisis pada skenario ini dilakukan secara akumulatif. Kondisi sungai pada skenario ini diduga dipengaruhi oleh segmen sebelumnya. Segmen hulu merepresentasikan kondisi di hulu sungai. Kemudian, pada segmen tengah mewakili kondisi dari segmen hulu dan tengah sungai. Begitu juga untuk segmen hilir yang menunjukkan akumulasi dari segmen tengah dan segmen hilir itu sendiri.

Berdasarkan ketiga skenario tersebut, dipilih skenario kedua. Skenario tersebut dipilih karena memiliki nilai yang paling relevan dengan kondisi sungai Gajah Wong. Tabel 13 menunjukkan hasil analisis korelasi Pearson dengan skenario kedua. Hasil analisis menunjukkan nilai signifikannya adalah -0,707 atau 0,707.

Pada lahan vegetasi, memiliki korelasi positif dengan parameter-parameter logam. Korelasi positif menunjukkan kenaikan salah satu variabel membuat variabel lainnya mengalami kenaikan. Seperti adanya korelasi positif pada parameter Fe di hulu sungai disebabkan Fe yang secara alami merupakan salah satu unsur logam yang terkandung dalam tanah akibat pelapukan batuan induk yang mana sebagian dari hulu

sungai berada di dekat Gunung Merapi. Parameter Fe juga merupakan unsur hara mikro yang esensial bagi tanaman. Sehingga, hal-hal tdi atas diduga menyebabkan adanya korelasi positif antara area lahan vegetasi dengan parameter tersebut (Adji, Sunarsih, & Hamda, 2008).

Pada lahan bangunan, terdapat korelasi negatif dengan parameter COD, BOD₅, dan Cd dimana korelasi negatif ini menunjukkan dengan adanya kenaikan salah satu variabel akan menurunkan variabel lainnya. Korelasi negatif diduga terjadi karena kondisi sanitasi yang baik di DAS Gajah Wong.

Sedangkan, pada lahan agrikultur terdapat korelasi positif dengan parameter nitrit. Hal ini terjadi akibat penggunaan pupuk pada lahan agrikultur. Penggunaan pupuk diduga menghasilkan limbah pertanian yang berupa limpasan yang kemudian masuk ke badan air (Hamuna, Tanjung, Suwito, & Maury, 2018). Korelasi positif dengan parameter nitrit ini tidak hanya terjadi akibat aktivitas pada lahan agrikultur. Aktivitas sehari-hari manusia seperti mencuci, mandi, buangan dari BAK dan BAB, dan masih banyak lagi juga dapat mempengaruhi keberadaan parameter tersebut.

Pada penelitian ini, dapat dikategorikan bahwa parameter nitrit, NO₃-N, PO₄, dan ammonia cenderung bersumber dari lahan agrikultur. Sedangkan, beragam lahan bangunan yang berada di sekitar sungai Gajah Wong seperti hotel, *mall*, pemukiman, kebun binatang, rumah sakit, kampus, industri tekstil, industri tahu tempe, industri kerajinan dan lain sebagainya menghasilkan parameter-parameter logam, pH, TSS, BOD₅, COD, deterjen, minyak lemak, dan lainnya (B, Kasam, L, & Ike, 2013). Untuk area lahan vegetasi, memang memiliki peran dalam menyumbang parameter Fe bagi kualitas air akibat keberadaannya yang dibutuhkan bagi tumbuhan. Namun, keberadaan alami Fe bagi tumbuhan ini terbilang sangat kecil. Sehingga, keberadaan alami Fe di area lahan vegetasi tidak mencemari lingkungan. Pencemaran parameter Fe dan logam lainnya terjadi akibat aktivitas lain yang membuang sisa kegiatan di badan air tanpa melakukan pengolahan yang optimal (Adji, Sunarsih, & Hamda, 2008).

4.4. Principal Component Analysis (PCA)

4.4.1. Preliminary Test

Pada uji ini, seluruh parameter menjadi *input* pada *preliminary test*. Uji yang dilakukan menunjukkan kesesuaian dengan ketentuan dimana nilai *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) harus $\geq 0,5$ dan apabila nilainya semakin besar dapat diartikan bahwa hubungannya juga semakin signifikan. Kemudian, pada *Bartlett Test of Sphericity* nilai *Sig.* harus $\leq p$ value yaitu 0,05 (Umar, 2009). Berikut merupakan hasil uji dari KMO dan *Bartlett*:

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.685
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	170.583
	df	28
	Sig.	.000

Gambar 17. Hasil KMO dan Bartlett Test

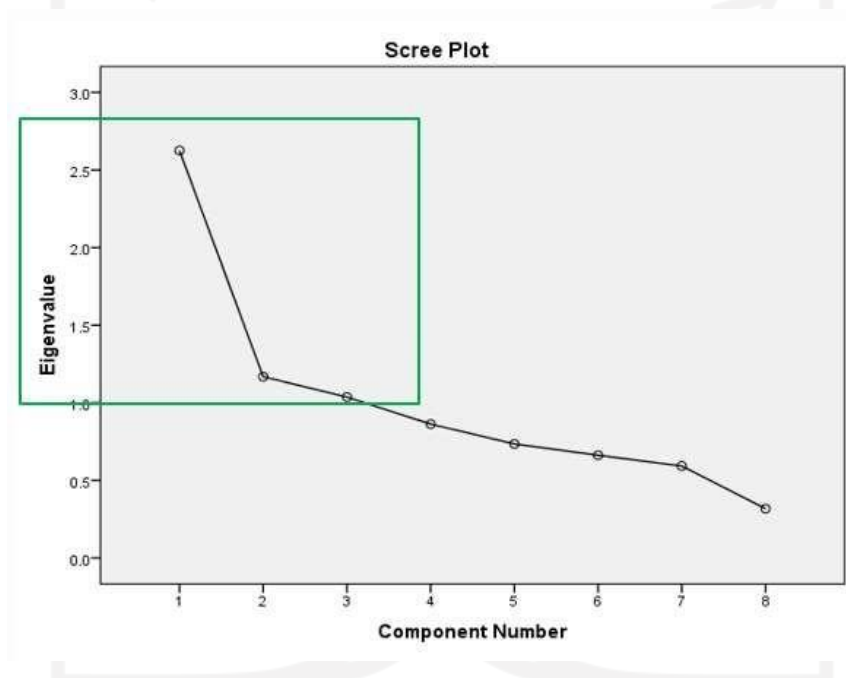
Uji yang sudah memenuhi kriteria dapat langsung dilanjutkan dengan eliminasi parameter berdasarkan *Measure of Sampling Adequacy* (MSA) dari *anti-image* yang nilainya juga harus $\geq 0,5$. Pada pelaksanaan eliminasi parameter berdasarkan MSA, terdapat 8 parameter yang memenuhi *preliminary test*. Kedelapan parameter tersebut ialah TDS, TSS, BOD₅, NO₃-N, PO₄, Pb, Fe, dan Mn. Parameter lainnya memiliki MSA yang $< 0,5$ sehingga tidak dapat mengikuti uji lanjutan.

4.4.2. Komponen Faktor

Berdasarkan hasil uji, dibuat *scree plot* untuk mengetahui jumlah komponen faktor yang akan digunakan. *Scree Plot* merupakan grafik antara faktor dengan *eigenvalues*. *Eigenvalues* atau akar ciri dapat diartikan sebagai pengaruh suatu variabel terhadap pembentukan komponen (Yudistira, Meha, & Prasetyo, 2019). Penentuan jumlah komponen faktor dilakukan berdasarkan *eigenvalues*. Jumlah komponen faktor dapat dilihat dari jumlah *eigenvalues* yang > 1 . Sehingga, pada penelitian ini didapatkan 3 komponen berdasarkan *eigenvalues*. Berikut merupakan hasil dari *initial eigenvalues* dan *scree plot*:

Tabel 15. Initial Eigenvalues

Component	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,625	32,817	32,82
2	1,168	14,597	47,41
3	1,037	12,959	60,37
4	0,863	10,787	71,16
5	0,735	9,184	80,34
6	0,662	8,275	88,62
7	0,593	7,407	96,03
8	0,318	3,973	100,00



Gambar 18. Scree Plot

Dari 3 komponen faktor yang sudah diekstrak, dilanjutkan dengan mengategorikan dari masing-masing parameter terhadap komponen faktor berdasarkan *Rotated Component Matrix* di bawah ini:

Tabel 16. Rotated Component Matrix

	Component		
	1	2	3
Pb	.723	.148	-.118
BOD5	.718	-.221	.225
PO4	-.682	.277	.242
NO3-N	-.549	.363	.516
Fe	-.088	.792	.056
Mn	-.092	.755	.094
TDS	.092	-.069	.816
TSS	.197	-.223	-.603

Extraction Method: Principal Component Analysis.
 Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization. ^a
 a. Rotation converged in 4 iterations.

Kemudian dilakukan penentuan substansi dari masing-masing komponen. Suatu parameter dikelompokkan dengan melihat nilai terbesar terhadap komponen. Contohnya, nilai parameter Pb pada komponen 1,2, dan 3 secara berturut-turut ialah 0,723; 0,148; -0,118. Nilai yang paling besar dari parameter Pb berada di komponen 1. Sehingga, parameter Pb termasuk pada komponen satu. Dilakukan hal yang sama pada parameter lainnya. Berikut merupakan hasil pengelompokkan dari setiap komponen:

Tabel 17. Komponen dari Parameter Kualitas Air Sungai

Parameter	Komponen		
	1	2	3
Pb	0,723		
BOD5	0,718		
PO4	-0,682		
NO3-N	-0,549		
Fe		0,755	
Mn		-0,69	
TDS			0,816
TSS			-0,603

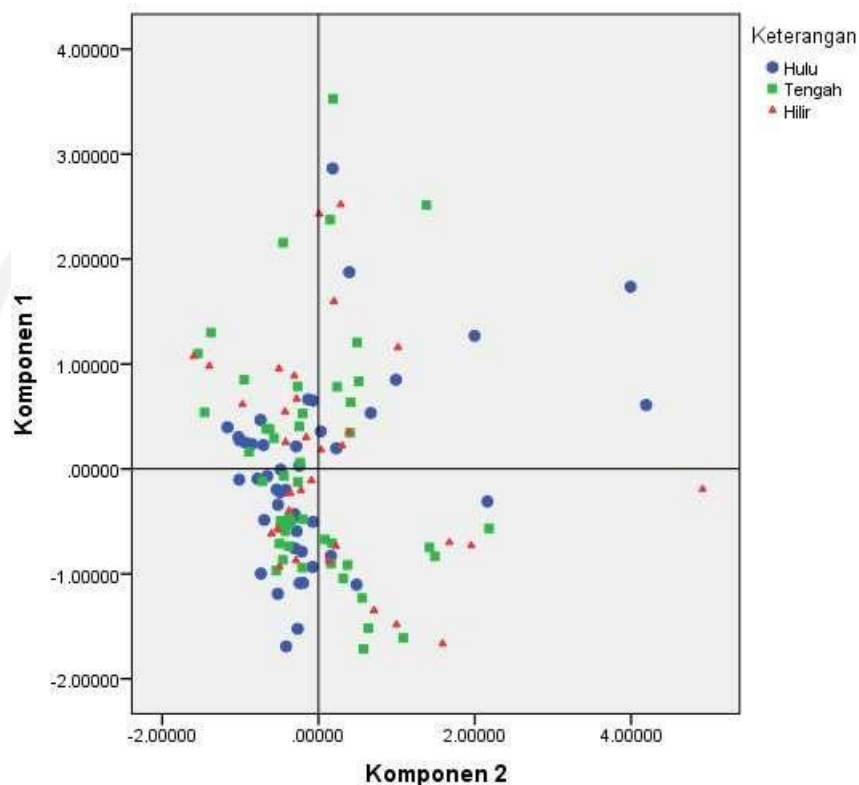
*Keterangan

Komponen 1: Parameter Kimia Anorganik

Komponen 2: Parameter Logam

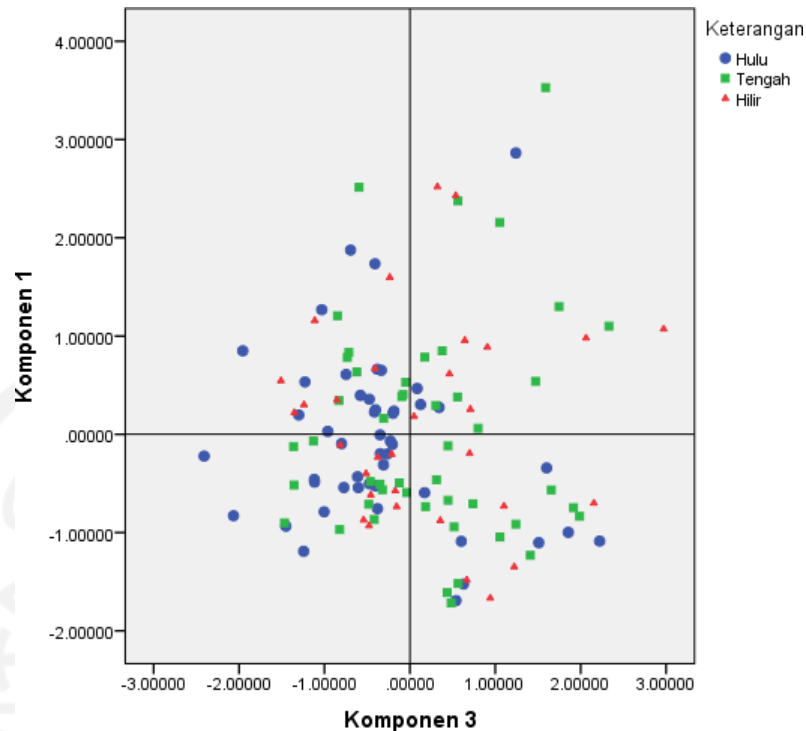
Komponen 3: Parameter Fisika

Dari komponen tersebut, dibuat *scatter plot* yang bertujuan untuk melihat sebaran antar komponen pada ketiga segmen sungai. Berikut merupakan *scatter plot* antar komponen:



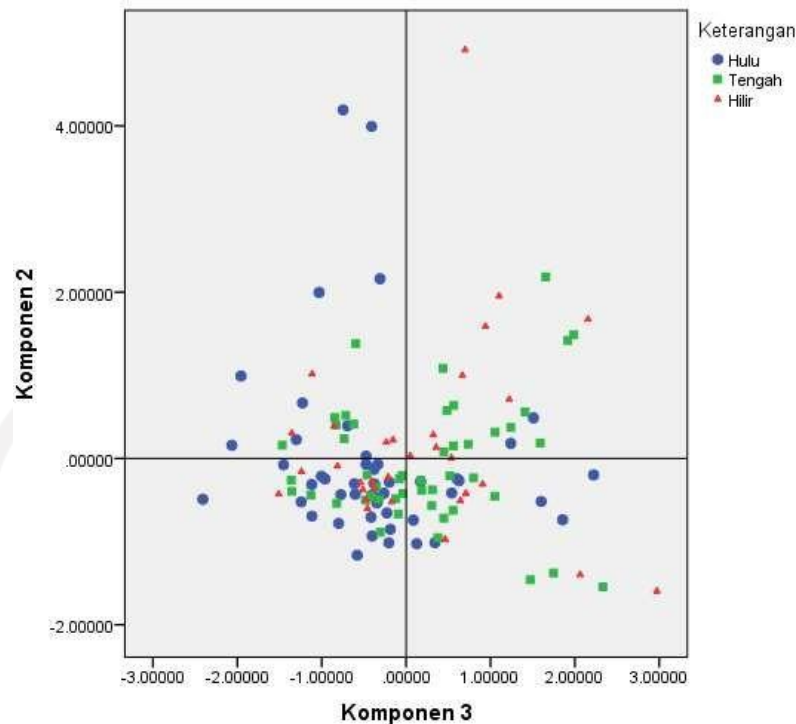
Gambar 19. Scatter Plot Komponen 1(Parameter Kimia Anorganik) Terhadap Komponen 2(Parameter Logam)

Berdasarkan *scatter plot* di atas, pada grafik antara komponen 1 (parameter kimia anorganik) dan komponen 2 (parameter logam) diketahui bahwa nilai kualitas air mayoritas berada di sumbu y. Kondisi tersebut menggambarkan adanya hubungan kuat antara kedua komponen. Hal ini mengindikasikan bahwa segmen hulu, tengah, dan hilir sungai sangat dipengaruhi oleh komponen 1.



Gambar 20. Scatter Plot Komponen 1(Parameter Kimia Anorganik) Terhadap Komponen 3(Parameter Fisika)

Pada grafik antara komponen 1 (parameter kimia anorganik) dengan komponen 3 (parameter fisika), hubungan antara kedua komponen tidak terlalu kuat. Hal ini ditunjukkan melalui nilai pada hulu, tengah, dan hilir sungai yang menyebar. Namun, berdasarkan sebaran pada Gambar 16 dapat dilihat bahwa sebaran nilai di hulu lebih didominasi oleh komponen 1. Sedangkan, nilai di tengah dan hilir sungai dipengaruhi oleh kedua komponennya. Sehingga, diduga komponen 1 lebih mempengaruhi kondisi di hulu sungai dibandingkan komponen 3 dan kondisi pada tengah serta hilir sungai dipengaruhi oleh kedua komponen tersebut.



Gambar 21. Scatter Plot Komponen 2(Parameter Logam) Terhadap Komponen 3(Parameter Fisika)

Grafik komponen 2 (parameter logam) dan komponen 3 (parameter fisika) memiliki hubungan yang cukup kuat. Gambar 17 menunjukkan bahwa kualitas air sungai lebih dipengaruhi oleh komponen 3. Hal tersebut dapat dilihat dari mayoritas titik yang berada di sumbu x.

Berdasarkan ketiga grafik di atas, dapat dikatakan bahwa komponen 1 merupakan komponen yang paling mempengaruhi kualitas air sungai di ketiga segmen. Kemudian, komponen 3 mempengaruhi kondisi tengah dan hilir sungai. Sedangkan komponen 2 tidak ditemukan kecenderungan pengaruh pada kondisi ketiga segmen tersebut.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan, didapatkan kesimpulan dari penelitian ini. Berikut merupakan kesimpulan dari penelitian ini:

1. Penggunaan lahan di DAS Gajah Wong ialah lahan bangunan, agrikultur dan vegetasi. Mayoritas bangunan berada di tengah sungai yang meliputi, pemukiman, pusat perbelanjaan, industri, dan lainnya. Lahan agrikultur mayoritas berada di hilir sungai yang meliputi sawah, perkebunan, dan sebagainya. Sedangkan, lahan vegetasi mayoritas berada di hulu sungai.
2. Parameter yang berpengaruh pada kualitas air sungai Gajah Wong ialah Pb, BOD₅, PO₄, NO₃-N, Fe, Mn, TDS, dan TSS. Kemudian, parameter tersebut dikelompokkan menjadi 3 komponen jenis pencemar, yaitu:
 - Parameter Kimia Anorganik (Komponen 1)
Komponen ini meliputi parameter Pb, BOD₅, PO₄, dan NO₃-N
 - Parameter Logam (Komponen 2)
Komponen ini meliputi parameter Fe dan Mn
 - Parameter Fisika (Komponen 3)
Komponen ini meliputi parameter TDS dan TSS
3. Sumber pencemar yang paling signifikan ialah pencemar kimia anorganik atau komponen 1 yang bersumber dari area agrikultur dan bangunan, diikuti dengan pencemar fisika dan pencemar logam yang berasal dari area bangunan.

5.2 Saran

Penelitian ini dilakukan pada seluruh DAS Gajah Wong dari segmen hulu hingga hilir sungai sehingga komponen yang dihasilkan masih bersifat umum. Perlu dilakukan penelitian lanjutan pada masing-masing segmen sungai agar hasil yang dihasilkan lebih spesifik. Serta, perlu ditambahkan metode validasi pada analisis tata guna lahan yang dilakukan melalui software ArcGIS 10.8 dan penggunaan citra satelit yang lebih teliti.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, H., & Williams, L. J. (2010). Principal Component Analysis. *WIREs Comp Stat*, 2, 433-459.
- Adji, S. S., Sunarsih, D., & Hamda, S. (2008). Pencemaran Logam Berat dalam Tanah dan Tanaman Serta Upaya Mengurangnya. *Seminar Nasional Kimia XVII*.
- Ahdiaty, R., & Fitriana, D. (2020). Pengambilan Sampel Air Sungai Gajah Wong di Wilayah Kota Yogyakarta. *UPT Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Yogyakarta*, 3(2), 65-73.
- Alfionita, A. N., Patang, & Kaseng, E. S. (2019). Pengaruh Eutrofikasi Terhadap Kualitas Air di Sungai Jeneberang. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 5(2).
- Anshori, A., & Prasetyono, C. (2016). Pestisida pada Budidaya Kedelai di Kabupaten Bantul D.I. Yogyakarta. *Caraka Tani*, 38-44.
- B, W., Kasam, L, R., & Ike, A. (2013). Strategi Penurunan Pencemaran Limbah Domestik di Sungai Code DIY. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 36-47.
- Babenko, V. (2018). *ResearchGate*. Retrieved from What Should be Ideal KMO Values for Factor Analysis: <https://www.researchgate.net/post/What-should-be-ideal-KMO-value-for-factor-analysis>
- Badan Pusat Statistik Provinsi D.I. Yogyakarta. 2020. Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Dalam Angka 2020. Badan Pusat Statistik
- Bock, T. (2014). *DISPKAYRBlog*. Retrieved January 31, 2021, from <https://www.displayr.com/what-is-hierarchical-clustering/>
- Budhi, G. S., Rahardjo, A. I., & Taufik, H. (2008). Hierarchical Clustering untuk Aplikasi Automated Integration. *SNATI 2008*.
- Constantin, C. (2014). Principal Component Analysis - A Powerful Tool in Computing Marketing Information. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov*.
- Dziuban, C. D., & Shirkey, E. C. (1974). When is A Correlation Matrix Appropriate for Factor Analysis? Some Decision Rules. *Psychological Bulletin*, 358-361.
- Granato, D., Santos, J. S., Escher, G. B., Ferreira, B. L., & M, R. (2018). Use of principal component analysis (PCA) and hierarchical cluster analysis (HCA) for multivariate association between bioactive compounds and functional properties in foods: A critical perspective. *Trends in Food Science & Technology*, 72, 83-90.

- Hamuna, B., Tanjung, R. H., Suwito, & Maury, H. K. (2018). Konsentrasi Amoniak, Nitrat dan Fosfat di Perairan Distrik Depapre, Kabupaten Jayapura. *EnviroScienteeae*, 8-15.
- Hendrawan, D. (2005). Kualitas Air Sungai dan Situ di DKI Jakarta. *Makara Journal of Technology*.
- Hendro, G., Adji, T., & Setiawan, N. (2012). Penggunaan Metodologi Analisa Komponen Utama (PCA) untuk Mereduksi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyakit Jantung Koroner. *SciETec*.
- Kuntari, A. T. (2014). Museum Permainan Tradisional di Yogyakarta. *Tugas Akhir S1 Universitas Atma Jaya Yogyakarta*.
- Manuaba, I. (2008). Cemaran Pestisida Fosfat-Organik di Air Danau Buyan Buleleng Bali. *Jurnal Kimia*, 7-14.
- Melati, A., Sulistyawati, E., & Nugraheni, I. (2017). Pengolahan Limbah Air Sungai Gajah Wong Yogyakarta Berbasis Masyarakat Menggunakan Aplikasi Teknologi Nano Carbon dari Bathok Kelapa Terintegrasi Lahan Basah Buatan. *Jurnal Bakti Saintek*, 1(2), 47-54.
- Metekohy, E. F., Mononimbar, W., & Tarore, R. C. (2016). Perubahan Tata Guna Lahan pada Pusat Kota Ambon. *Journal Unsrat*, 3(1), 106-112.
- Mukhtar, R., Wahyudi, H., Hamonangan, E., Lahtiani, S., Santoso, M., Lestiani, D. D., & Kurniawati, S. (2013). Kandungan Logam Berat dalam Udara Ambien pada Beberapa Kota di Indonesia. *Ecolabb*, 7(2), 49-108.
- 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"*.
- Nastia, P. (2014). Akumulasi Logam Berat Tembaga dan Timbal pada Pohon *Avicennia marina* Forsk. di Hutan Mangrove Desa Nelayan Kecamatan Medan Labuhan dan Desa Jaring Halus Kecamatan Secanggan. *Skripsi Fakultas Pertanian USU*.
- Pambudi, A., & Agustiawan, H. (2005). Studi Tentang Kondisi Daerah Aliran Sungai Gajahwong Jogjakarta. *dspace*.
- Patlolla, C. R. (2018). *towards data science*. Retrieved January 30, 2021, from <https://towardsdatascience.com/understanding-the-concept-of-hierarchical-clustering-technique-c6e8243758ec>
- Pohan, D. A., Budiyono, & Syafrudin. (2016). Analisis Kualitas Air Sungai Guna Menentukan Peruntukan Ditinjau dari Aspek Lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2), 63-71.

- Pratama, M. A., Immanuel, Y. D., & Marthanty, D. R. (2020). A Multivariate and Spatiotemporal Analysis of Water Quality in Code River, Indonesia. *Hindawi*.
- Prihatin, R. B. (2015). Alih Fungsi Lahan di Perkotaan (Studi Kasus di Kota Bandung dan Yogyakarta). *P3DI Sekretariat Jenderal DPR RI*.
- Purwono, N., Hartanto, P., Prihanto, Y., & Kardono, P. (2018). Teknik Filtering Model Elevasi Digital (DEM) untuk Delineasi Batas DAS. *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS IX*.
- Rahardian, A., & Buchori, I. (2016). Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Limpasan Permukaan dan Laju Aliran Puncak Sub DAS Gajahwong Hulu-Kabupaten Sleman. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 12(2), 127-139.
- 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*.
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Special Article*.
- Soge, P. D. (2015). Analisis Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Kualitas Air Sungai Gajah Wong di Kota Yogyakarta. *Thesis UPN "Veteran" Yogyakarta*.
- Sugiyarto, Hariono, B., & Destarianto, P. (2017). Dampak Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air Sungai di DAS Sampean. *Prosiding Sentrinov*, 3.
- Timpua, T. K., & Pianaung, R. (2019). Uji Coba Desain Media Biofilter Anaerob Aerob dalam Menurunkan Kadar COD, BOD, TSS, dan Coliform Limbah Cair Rumah Sakit. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Manado*, 9(1).
- Umar, H. B. (2009). Principal Component Analysis (PCA) dan Aplikasinya dengan SPSS. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*.
- Warlina, L. (2004). Pencemaran Air: Sumber, Dampak, dan Penanggulangannya. *Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor*.
- Widayanti, R. (2010). Formulasi Model Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Angkutan Kota di Depok. *Universitas Gunadharma*.
- Widyastuti, M., & Marfai, M. A. (2004). Kajian Daya Tampung Sungai Gajah Wong Terhadap Beban Pencemaran. *Majalah Geografi Indonesia*, 18(2).
- Yudistira, R., Meha, A. I., & Prasetyo, S. Y. (2019). Perubahan Konversi Lahan Menggunakan NDVI, EVI, SAVI dan PCA pada Citra Landsat 8 (Studi Kasus: Kota Salatiga). *Indonesian Journal of Modeling and Computing* 1, 25-30.

Yudo, S. (2006). Kondisi Pencemaran Logam Berat di Perairan Sungai DKI Jakarta. *JAI*.

Yusuf, M., & Purwandani, I. (2020). Ecological Politics of Water: The Ramification of Tourism Development in Yogyakarta. *South East Asia Research*.





“Halaman ini sengaja dikosongkan”



LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi Pemantauan 1 (Jembatan Tanen)



Lampiran 2. Lokasi Pemantauan 2 (Jembatan Pelang)



Lampiran 3. Lokasi Pemantauan 3 (Jembatan IAIN)



Lampiran 4. Lokasi Pemantauan 4 (Jembatan Muja-Muju)



Lampiran 5. Lokasi Pemantauan 5 (Jembatan Tegal Gendu)



Lampiran 6. Lokasi Pemantauan 6 (Jembatan Kanggotan)



Lampiran 7. Lokasi Pemantauan 7 (Jembatan Grojogan)



Lampiran 8. Tabel MSA dari Anti-Image

Parameter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	MSA												
Suhu	0,439	0,462	0,463	0,466	0,465								
pH	0,492	0,539	0,553	0,548	0,517	0,42							
TDS	0,575	0,596	0,668	0,7	0,697	0,443	0,544	0,498	0,559	0,613	0,53	0,528	0,522
TSS	0,733	0,747	0,701	0,718	0,716	0,573	0,563	0,582	0,592	0,608	0,649	0,659	0,64
DO	0,398	0,406											
BOD5	0,66	0,659	0,657	0,659	0,656	0,569	0,562	0,571	0,569	0,565	0,687	0,675	0,683
COD	0,526	0,513	0,549	0,572	0,568	0,525	0,518	0,501	0,504	0,492			
NO3-N	0,618	0,66	0,657	0,67	0,669	0,534	0,543	0,614	0,646	0,69	0,652	0,654	0,648
Nitrit	0,519	0,508	0,562	0,56	0,536	0,462	0,495	0,484					
Deterjen	0,615	0,619	0,624	0,644	0,657	0,449	0,417						
PO4	0,622	0,678	0,669	0,663	0,657	0,508	0,536	0,557	0,572	0,615	0,662	0,676	0,708
Minyak Lemak	0,626	0,628	0,62	0,642	0,646	0,649	0,607	0,588	0,609	0,529	0,425		
Cd	0,491	0,486	0,35										
Zn	0,535	0,553	0,516	0,507	0,515	0,489	0,489	0,5	0,527	0,509	0,45	0,426	
Cu	0,392	0,499	0,545	0,55	0,56	0,53	0,556	0,568	0,484				
Pb	0,711	0,694	0,684	0,68	0,697	0,639	0,634	0,799	0,768	0,708	0,684	0,706	0,704
Fe	0,696	0,719	0,713	0,728	0,698	0,702	0,775	0,77	0,753	0,753	0,742	0,779	0,785
Mn	0,466	0,483	0,495	0,494	0,649	0,665	0,676	0,661	0,682	0,72	0,724	0,779	0,779
Ammonia	0,217												
Bakteri Total Coli	0,443	0,446	0,459	0,458									



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP

Amanda Putri atau yang biasa disapa Manda lahir di Jakarta, 30 Oktober 2000. Penulis adalah anak ketiga dari pasangan Bapak Bambang Edisaptono dan Ibu Rr. Kus Sarmudewanti. Penulis memiliki dua orang kakak yaitu R.A. Ayu Pratiwi dan Adhi Purbo Putranto. Penulis tumbuh dan besar di Kota Cilegon, Banten.

Pendidikan yang telah ditempuh oleh penulis dimulai dari Pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD Islam Al-Alzhar Syifa Budi YPWKS Cilegon selama lima tahun dengan mengikuti program akselerasi. Penulis melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Islam Al-Azhar 27 Cilegon selama tiga tahun. Pada tahun 2014, penulis melanjutkan pendidikan ke SMAN 1 Kota Serang dan berpartisipasi dalam ekstrakurikuler teater serta berkesempatan untuk meraih Juara 3 lomba *Short Movie* pada Thamrin Olympiad and Cup VI pada tahun 2016 secara berkelompok dengan judul “Jangan Asal”. Kemudian, di tahun 2017 penulis menjadi mahasiswi jurusan Teknik Lingkungan di Universitas Islam Indonesia.

Semasa perkuliahan, penulis cukup aktif mengikuti rangkaian kepanitiaan dan organisasi di kampus. Penulis pernah menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) selama dua periode. Selain itu, pengurus juga pernah menjadi *Organizing Committee* dan *Steering Committee* pada makrab Lintas Lingkungan (Lilin). Selain itu, di masa perkuliahan selama daring penulis juga aktif mengikuti volunteer seperti menjadi *Tim Content Creator* pada Comfort Model United Nations (MUN) 2.0, menjadi volunteer pada “Kenalkan Profesimu untuk Anak Indonesia” oleh Gerakan Suka Baca. Penulis juga menjadi *Tim Event Organizer* (EO) di KAUSA Indonesia yang merupakan *sustainable fashion brand* sebagai implementasi dari keilmuan yang didapatkan selama masa perkuliahan.

