

TA/TL/2021/1300

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SPASIOTEMPORAL DAN MULTIVARIAT
KUALITAS AIR AKIBAT PENGGUNAAN LAHAN DI
DAS TAMBAKBAYAN, YOGYAKARTA**

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



**ANISA SARAH FLORENSIA
17513061**

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

TUGAS AKHIR


ANALISIS SPASIOTEMPORAL DAN MULTIVARIAT KUALITAS AIR AKIBAT PENGGUNAAN LAHAN DI DAS TAMBAKBAYAN, YOGYAKARTA


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





ANISA SARAH FLORENSIA
17513061

Disetujui,
Dosen Pembimbing:


Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T.
NIK. 025100407
Tanggal: 15 Mei 2021


08 Juni 2021
Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng.
NIK. 195130101
Tanggal: 15 Mei 2021

Mengetahui,*
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Eko Siswono, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.
NIK. 025100406
Tanggal: 15 Mei 2021

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS SPASIOTEMPORAL DAN MULTIVARIAT
KUALITAS AIR AKIBAT PENGGUNAAN LAHAN DI
DAS TAMBAKBAYAN, YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji


Hari : Sabtu
Tanggal : 15 Mei 2021

Disusun Oleh:

ANISA SARAH FLORENSIA
17513061

Tim Penguji :

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

()

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

()
(08 Juni 2021)

Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, 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 tanggungjawab 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.

Jambi, 15 Mei 2021

Yang membuat pernyataan,



Anisa Sarah Florensia

NIM: 17513061

PRAKATA

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak Desember 2020 ini ialah Analisis Spasiotemporal dan Multivariat Kualitas Air Akibat Penggunaan Lahan di DAS Tambakbayan, Yogyakarta. Tugas akhir ini tidak mungkin dapat saya selesaikan tanpa Do'a, bimbingan, masukan serta bantuan dari pihak yang terkait selama pengerjaan tugas akhir ini. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah *subhanahu wa ta'ala* yang telah memberi saya kesehatan, kekuatan dan kemudahan sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan.
2. Terkhusus untuk kedua orang tua saya yang selalu memberikan dukungan penuh dan do'a dengan setulus hati.
3. Kedua adik saya Alya dan Amanda yang selalu memberi saya semangat dalam mengerjakan tugas akhir.
4. Bapak Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 yang selalu membimbing, memberi saran serta mendukung hingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan.
5. Ibu Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing 2 yang selalu menemani, memberi saran, membimbing serta mendukung hingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan.
6. Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.Eng. dan Bapak Dhandhun Wicaksono, S.Si., M.Sc. yang telah membantu, memberi saran dan mendukung saya selama pengerjaan tugas akhir.
7. Bapak Dr.-Ing. Ir. Widodo Brontowiyono, M.Sc. selaku *reviewer* yang telah memberikan masukan dan bimbingan selama pengerjaan tugas akhir.
8. Bapak Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.,D. selaku Kepala Program Studi Teknik Lingkungan UII yang telah banyak memberi ilmu selama saya menjalani studi di Teknik Lingkungan UII.
9. Teman saya Falin Diah Ekarini dan Shellia Rafsanjani yang sangat membantu, memotivasi dan memberikan dukungan kepada saya selama masa perkuliahan hingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir.

10. Teman satu tim saya Raudatun Jana dan Amanda putri yang banyak meluangkan waktu untuk berdiskusi, bertukar pendapat dan berjuang selama pengerjaan tugas akhir.
11. Dan seluruh pihak tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari dalam pengerjaan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan yang bersifat membangun. Serta mengharapkan tugas akhir ini dapat menjadi bahan ajar dan referensi bagi yang membaca. *Amin*

Jambi, 15 Mei 2021



Anisa Sarah Florensia

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



ABSTRAK

Anisa Sarah Florensia. Analisis Spasiotemporal dan Multivariat Kualitas Air Akibat Penggunaan Lahan di DAS Tambakbayan, Yogyakarta. Dibimbing oleh Dr. Andik Yulianto S.T., M.T. dan Adelia Anju Asmara S.T., M.Eng.

Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) menjadi salah satu daerah yang mengalami peningkatan laju pertumbuhan penduduk cukup tinggi dan berbanding lurus dengan laju pembangunan yang berdampak terhadap penggunaan lahan, khususnya pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Tambakbayan. Penggunaan lahan pada DAS Tambakbayan yang dibagi menjadi lahan vegetasi, agrikultur dan bangunan yang dapat mempengaruhi penurunan kualitas air Sungai Tambakbayan. Dengan begitu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis kontaminan dan jenis penggunaan lahan yang mempengaruhi penurunan kualitas air Sungai Tambakbayan menggunakan metode analisis spasiotemporal dan analisis komponen utama (PCA). Analisis ini menggunakan data kualitas air yang terdiri dari 14 parameter dan data citra landsat 8 yang diambil dari tahun 2013 hingga 2020. Hasil penelitian ini menemukan bahwa lahan vegetasi memiliki korelasi positif terhadap kualitas air Sungai Tambakbayan. Akan tetapi, lahan agrikultur dan bangunan secara signifikan mempengaruhi penurunan kualitas air Sungai Tambakbayan. Kemudian hasil analisis PCA menunjukkan bahwa polutan kimia organik, kimia anorganik dan fisik merupakan jenis kontaminan yang mempengaruhi penurunan kualitas air di sepanjang aliran Sungai Tambakbayan. Penelitian ini merupakan upaya dalam mengurangi penurunan kualitas air sungai Tambakbayan akibat penggunaan lahan dengan penerapan analisis multivariat dan spasiotemporal yang dapat membantu pemangku kepentingan DAS dengan mengembangkan strategi berbasis data.

Kata kunci: Analisis Komponen Utama (PCA), Analisis Spasiotemporal, DAS Tambakbayan, Kualitas Air Tambakbayan, Penggunaan Lahan.

ABSTRACT

Anisa Sarah Florensia. *Spatiotemporal and Multivariate Analysis of Water Quality Due to Land Use in the Tambakbayan Watershed, Yogyakarta. Supervised by Dr. Andik Yulianto S.T., M.T. dan Adelia Anju Asmara S.T., M.Eng.*

Special Region of Yogyakarta (DIY) is one of the regions that has experienced a fairly high population growth rate and is directly proportional to the rate of development which has an impact on land use, especially in the Tambakbayan River Watershed (DAS). Land use in the Tambakbayan watershed is divided into vegetation, agriculture and buildings which can affect the decline in the quality of the Tambakbayan River water. Thus, this study aims to identify the types of contaminants and types of land use that affect the degradation of the Tambakbayan River water quality using spatiotemporal analysis methods and principal component analysis (PCA). This analysis uses water quality data consisting of 14 parameters and Landsat 8 imagery data taken from 2013 to 2020. The results of this study found that vegetation land has a positive correlation to the water quality of the Tambakbayan River. However, agricultural land and buildings significantly affect the degradation of the Tambakbayan River water quality. Then the results of PCA analysis show that organic chemical, inorganic and physical chemical pollutants are the types of contaminants that affect the decline in water quality along the Tambakbayan River flow. This research is an effort to reduce the decline in the quality of Tambakbayan river water due to land use by applying multivariate and spatiotemporal analysis which can assist watershed stakeholders by developing data-based strategies.

Keywords: Principal Component Analysis (PCA), Spatiotemporal Analysis, Tambakbayan Watershed, Tambakbayan Water Quality, Land Use.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN.....	ii
PRAKATA.....	iii
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	17
1.1 Latar Belakang.....	17
1.2 Perumusan Masalah.....	18
1.3 Tujuan Penelitian.....	19
1.4 Manfaat Penelitian.....	19
1.5 Asumsi Penelitian.....	20
1.6 Ruang Lingkup.....	20
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	23
2.1 Sungai Tambakbayan.....	23
2.2 Daerah Aliran Sungai Tambakbayan.....	24
2.3 Kualitas Air Sungai Tambakbayan.....	25
2.4 Penggunaan Lahan pada DAS Tambakbayan.....	25
2.5 Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Kualitas Air Sungai Tambakbayan.....	26
2.6 Analisis Komponen Utama (PCA).....	27
2.7 Penelitian Terdahulu.....	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	30
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	32
3.3 Prosedur Analisis Data.....	32

3.3.1	Variabel Penelitian	32
3.3.2	Bahan Penelitian.....	33
3.3.3	Alat penelitian	34
3.3.4	Analisis Data	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Analisis Spasiotemporal terhadap Kualitas Air Sungai Tambakbayan..	41
4.1.1	<i>Trend Spasial</i> Kualitas Air Sungai Tambakbayan	41
4.1.2	<i>Trend Temporal</i> Kualitas Air Sungai Tambakbayan	44
4.2	Penggunaan Lahan pada DAS Tambakbayan	48
4.2.1	Klasifikasi DAS Tambakbayan.....	49
4.2.2	Hasil Penggunaan Lahan Tiap Segmen DAS Tambakbayan.....	51
4.3	Korelasi Penggunaan Lahan dan Kualitas Air Sungai Tambakbayan....	52
4.3.1	Nilai <i>r Product Moment</i>	52
4.3.2	Hasil Korelasi Penggunaan Lahan dan Kualitas Air Sungai.....	54
4.4	Identifikasi Sumber Polutan menggunakan PCA	57
4.4.1	Tahap Uji Kelayakan Data	57
4.4.2	Tahap Penentuan Jumlah Faktor	58
4.4.3	Hasil Analisis PCA	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		67
5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN.....		72
RIWAYAT HIDUP.....		80

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



DAFTAR TABEL

Tabel 1 - Penelitian Terdahulu	28
Tabel 2 - Profil Sungai Tambakbayan.....	30
Tabel 3 - Data Sekunder	33
Tabel 4 - Metode Pengolahan Data Sekunder	34
Tabel 5 - Alat Penelitian.....	34
Tabel 6 - Nilai Signifikansi	36
Tabel 7 - Interval Kekuatan.....	36
Tabel 8 - Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan	48
Tabel 9 - Persentase Penggunaan Lahan Total.....	51
Tabel 10 - Persentase Penggunaan Lahan Tiap Segmen DAS	51
Tabel 11 - Nilai r Product Moment	53
Tabel 12 - Koerelasi Pearson Penggunaan Lahan dan Kualitas Air Sungai Tambakbayan	54
Tabel 13 - Komponen yang Terbentuk.....	61

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 - Sungai Tambakbayan dan Batas DAS Tambakbayan.....	24
Gambar 2 - Titik Pemantauan Kualitas Air Sungai Tambakbayan.....	25
Gambar 3 - Pembagian Segmen DAS Tambakbayan	31
Gambar 4 - Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 5 - Alur Pengerjaan PCA.....	37
Gambar 6 - Kualitas Air Sungai Tambakbayan Memiliki Tren Spasial Meningkat.....	44
Gambar 7 - Kualitas Air Sungai Tambakbayan Memiliki Tren Spasial Menurun	45
Gambar 8 - Kualitas Air Sungai Tambakbayan Memiliki Tren Temporal Turun	46
Gambar 9 - Kualitas Air Sungai Tambakbayan Memiliki Tren Temporal Naik	47
Gambar 10 - Klasifikasi Penggunaan Lahan DAS Tambakbayan 2013- 2020.....	49
Gambar 11 - Nilai KMO dan Bartlett.....	57
Gambar 12 - Nilai MSA	58
Gambar 13 - Total Variance Explained.....	59
Gambar 14 - Scree Plot	59
Gambar 15 - Nilai Component Matrix	60
Gambar 16 - <i>Rotated Component Matrix</i>	61
Gambar 17 - Scatter Plot Vf1 (Polutan Kimia Organik)-Vf2 (Polutan Mikrobiologi)	62
Gambar 18 - Scatter Plot Vf2 (Polutan Mikrobiologi)-Vf3 (Polutan Kimia - Anorganik)	63
Gambar 19 - Scatter Plot Vf2 (Polutan Mikrobiologi)-Vf3 (Polutan Kimia - Anorganik)	63
Gambar 20 - Scatter Plot Vf1 (Polutan Kimia Organik)-Vf3 (Polutan Kimia Anorganik)-Vf4 (Polutan Fisik).....	64

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 - Data Kualitas Air Sungai Tambakbayan 2013-2020.....	72
Lampiran 2 - Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas.....	77
Lampiran 3 - Hirarki Klasifikasi Penutupan Lahan Berdasarkan SNI 7645-1-2014	78



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) menjadi salah satu daerah tujuan urbanisasi dan mengalami peningkatan laju pertumbuhan penduduk yang berbanding lurus dengan perkembangan kegiatan sosial dan ekonomi (BPS DIY, 2020). Akibat dari perkembangan tersebut memiliki pengaruh positif maupun negatif terhadap wilayah DIY, seperti peningkatan laju pembangunan merupakan konsekuensi yang harus diterima (Liu & Yamauchi, 2014). Laju pembangunan ini berdampak terhadap penggunaan lahan untuk dijadikan wilayah pemukiman, perekonomian, pemerintahan, kegiatan perdagangan dan industri. (Wirosoedarmo, Haji, & Zulfikar, 2016)

Selain dipengaruhi oleh kondisi alam seperti topografi, geologi, fisiografi, klimatologi dan hidrografi (Hendrawan, 2005), penggunaan lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) juga dapat mengakibatkan pencemaran dan penurunan kualitas air sungai. Limpasan daerah tangkapan yang mengalir ke sungai akan membawa kontaminan tergantung pada penggunaan lahan disekitar DAS (Pratama, Immanuel, & Marthanty, 2020). Menurut (Ardinugroho, Gunawan, & Dibyosaputro, 2017) mengatakan bahwa secara umum penggunaan lahan di wilayah DAS Tambakbayan yang mengalir di Provinsi DIY adalah pertanian, pemukiman dan industri. Penggunaan lahan pertanian dapat mempengaruhi kualitas air sungai dari penggunaan pupuk maupun pestisida karena nutrisi yang tidak terserap selama kegiatan pertanian akan melekat pada lapisan permukaan tanah dengan begitu polutan yang banyak mengandung nitrogen dan fosfor dapat tersapu oleh limpasan (Xu, Wang, Shu, Ding, & Zhang, 2020). Polutan yang dihasilkan oleh aktivitas masyarakat berasal dari buangan limbah rumah tangga yang banyak mengandung bahan organik.

Hasil studi yang dilakukan oleh Pratama et al, 2020 menemukan korelasi antara perubahan tata guna lahan dan tutupan lahan dengan kualitas air Sungai Code dengan menggunakan metode analisis spatiotemporal menyatakan bahwa tutupan lahan vegetasi alami memiliki korelasi positif terhadap kualitas air Sungai

Code, sedangkan lahan pertanian dan kawasan terbangun paling sensitif terhadap pencemaran air di sungai. Perbedaan analisis temporal dan spasial terletak pada penyajian data. Temporal menyajikan data berkala seperti data pertahun, perbulan, perminggu. Sedangkan spasial menyajikan data referensi ruang kebumian seperti pembagian batas DAS Hulu, Tengah dan Hilir. Analisis multivariat menggunakan analisis komponen utama (PCA) juga dilakukan dalam studi ini. PCA merupakan pendekatan multivariat yang mengubah beberapa variabel berkorelasi menjadi beberapa variabel yang tidak berkorelasi linier bernama komponen utama (Saepurohman & Putro, 2019).

Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan analisis tren spasial dan temporal yang dilakukan terhadap kualitas air Sungai Tambakbayan. Dengan mengkorelasikan penggunaan lahan pada segmen hulu, tengah dan hilir DAS Tambakbayan dan kualitas air sungai tambakbayan dalam periode 2013-2020, hasilnya kemudian digunakan untuk menganalisis jenis penggunaan lahan yang secara signifikan mempengaruhi penurunan kualitas air. Kemudian analisis multivariat menggunakan PCA dilakukan pada kualitas air Sungai Tambakbayan untuk mengidentifikasi jenis kontaminan di tiap segmen DAS Tambakbayan. Dengan begitu, analisis spatiotemporal dan PCA pada DAS Tambakbayan diperlukan dalam penelitian ini sebagai upaya mengurangi penurunan kualitas lingkungan dengan cara pengendalian penggunaan lahan dan pencemaran kualitas air Sungai Tambakbayan.

1.2 Perumusan Masalah

Banyak data monitoring kualitas air Sungai Tambakbayan akan tetapi data-data ini belum memiliki keterkaitan dengan kondisi lingkungan disekitar DAS Tambakbayan dan berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperoleh rumusan masalah yaitu:

1. Jenis penggunaan lahan apa saja yang secara signifikan mempengaruhi penurunan kualitas air Sungai Tambakbayan ?
2. Jenis kontaminan apa saja yang teridentifikasi di tiap segmen hulu, tengah dan hilir DAS Tambakbayan ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk

:

1. Menentukan jenis penggunaan lahan yang secara signifikan mempengaruhi penurunan kualitas air Sungai Tambakbayan menggunakan analisis spatiotemporal dan korelasi Pearson.
2. Menentukan jenis kontaminan di tiap segmen hulu, tengah dan hilir DAS Tambakbayan dengan analisis komponen utama (PCA).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian yaitu :

1.4.1 Manfaat bagi Perguruan Tinggi

1. Hasil dari penelitian dapat menjadi referensi pembelajaran khususnya mengenai kualitas air permukaan (sungai) untuk mendukung mahasiswa/i menjadi sarjana Teknik Lingkungan.
2. Hasil dari penelitian dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya terkait dengan kualitas air permukaan (sungai)
3. Hasil penelitian dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya dalam menganalisis data menggunakan analisis spatiotemporal dan analisis komponen utama (PCA).

1.4.2 Manfaat bagi Masyarakat

Hasil dari penelitian dapat menjadi informasi bagi masyarakat akibat dari kegiatan penggunaan lahan terhadap kualitas air permukaan (sungai) baik dari sisi positif maupun sisi negatif.

1.4.3 Manfaat bagi Mahasiswa (Peneliti)

1. Memperdalam ilmu tentang teknik dan teori dalam bidang kualitas air.
2. Melatih mahasiswa untuk berpikir secara alamiah dan kritis selama penelitian.
3. Menemukan ilmu baru dalam mengolah data menggunakan analisis spatiotemporal dan analisis komponen utama (PCA).

4. Melatih mahasiswa dalam menggunakan berbagai macam *Software* seperti *Microsoft Excel*, *Microsoft Word*, *ArcGis*, *SPSS* dan *QGis*.
5. Hasil dari penelitian dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya terkait dengan kualitas air.

1.5 Asumsi Penelitian

Seiring bertambahnya tahun dari 2013-2020 penggunaan lahan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Tambakbayan mengalami perubahan yang berdampak terhadap penurunan kualitas air Sungai Tambakbayan.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini dilakukan pada Daerah Aliran Sungai Tambakbayan D.I.Y. Batas DAS Sungai Tambakbayan berdasarkan koordinat dari BBWS Serayu Opak.
2. Menganalisis penggunaan lahan pada DAS Tambakbayan menggunakan data citra landsat 8 dalam skala 1:250.000 dari tahun 2013-2020 yang didapatkan dari *website United States Geological Survey (USGS)*.
3. Penggunaan lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tambakbayan terdiri dari 3 jenis berdasarkan SNI-7645-1-2014 tentang Klasifikasi Penutupan Lahan-Bagian 1: Skala kecil dan Menengah yaitu: *Agriculture*, *Vegetation* dan *Building Area*.
4. Analisis penggunaan lahan pada *software ArcGIS* belum melalui validasi.
5. Analisis spatiotemporal dan korelasi Pearson menggunakan *software Microsoft Excel*. Analisis komponen utama menggunakan *software SPSS*.
6. Kualitas sungai yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sungai Tambakbayan, Provinsi DIY.
7. Sumber data dari tahun 2013-2020 yang digunakan untuk kualitas Sungai Tambakbayan didapat dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
8. Data yang digunakan dari tahun 2013–2020, setiap tahunnya memiliki 4 titik pemantauan yaitu:

- Titik 1 berlokasi di Jembatan Plosokuning, Ngaglik, Sleman;
 - Titik 2 berlokasi di Jembatan Jayakarta, Condong Catur, Depok, Sleman;
 - Titik 3 berlokasi di Jembatan Sekarsuli, Sendangtirto, Berbah, Sleman;
 - Titik 4 berlokasi di Jembatan Tempuran, Sungai Tambakbayan-Opak.
9. Penelitian Sungai Tambakbayan dengan 14 parameter meliputi BOD, COD, Fecal Colliform, Total Coliform, Nitrat, Nitrit, TDS, TSS, pH, DO, Zn, Pb, Cu dan Total Fosfat.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

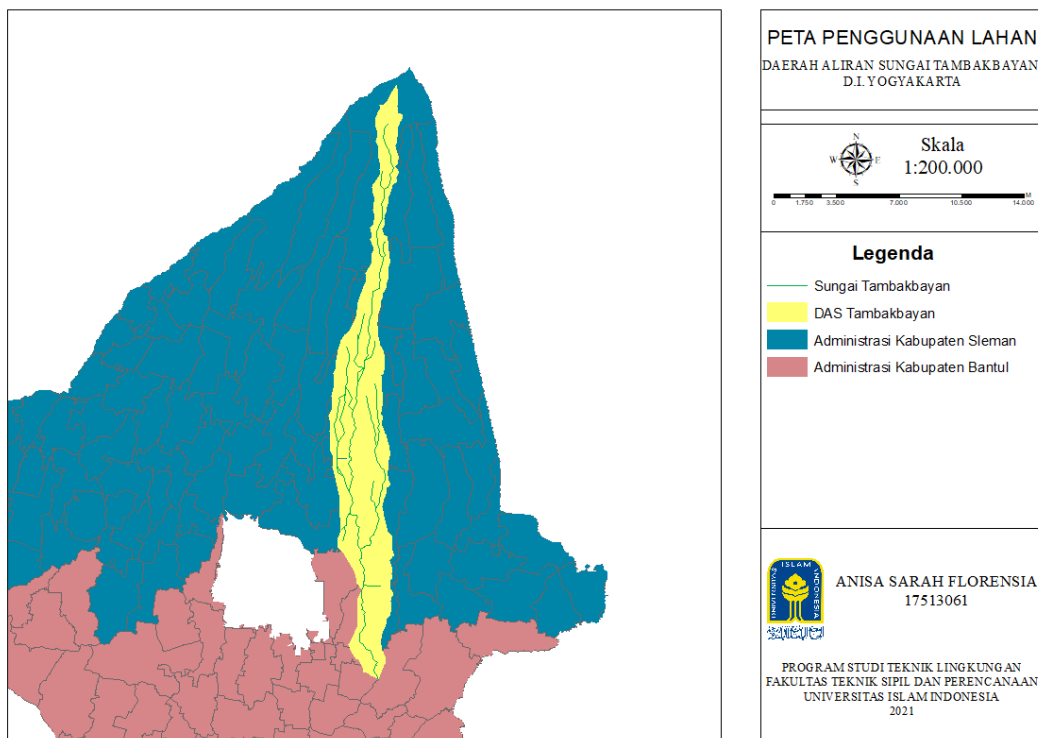
2.1 Sungai Tambakbayan

Sungai merupakan sumber air permukaan yang penting dan banyak memberikan manfaat kepada kehidupan manusia (Mardhia & Abdullah, 2018). Selama keberadaanya jumlah dan kualitas yang cukup air sungai dapat dimanfaatkan sebagai keperluan rumah tangga, irigasi, industri, aktivitas perdesaan dan perkotaan. Dalam Undang-undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air menyatakan wilayah Sungai merupakan kesatuan wilayah Pengelolaan Sumber Daya Air dalam satu atau lebih Daerah Aliran Sungai yang luasnya kurang dari atau sama dengan 2.000 Km².

Sungai Tambakbayan merupakan salah satu anak Sungai Opak yang berada di Daerah Istimewa Yogyakarta (Wardhana, 2015). Aliran sungai berasal dari lereng Gunung Merapi, sungai ini memiliki panjang 27,68 km, lebar permukaan 27,50 m, lebar dasar 9 m, kedalaman rata-rata 2,05 m, debit maksimum 3,19 m³/det dan minimum 0,50 m³/det dan aliran berasal dari lereng Gunung Merapi (IKPLHD DIY, 2018). Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 22 Tahun 2007 tentang Penetapan Klasa Air Sungai di Provinsi DIY menyatakan bahwa Sungai Tambakbayan mengalir mulai dari hulu melewati Desa Condongcatur, Kecamatan Depok, Sleman sampai hilir bertemu dengan Sungai Opak di Dusun Pamotan, Potorono, Kecamatan Banguntapan, Bantul.

2.2 Daerah Aliran Sungai Tambakbayan

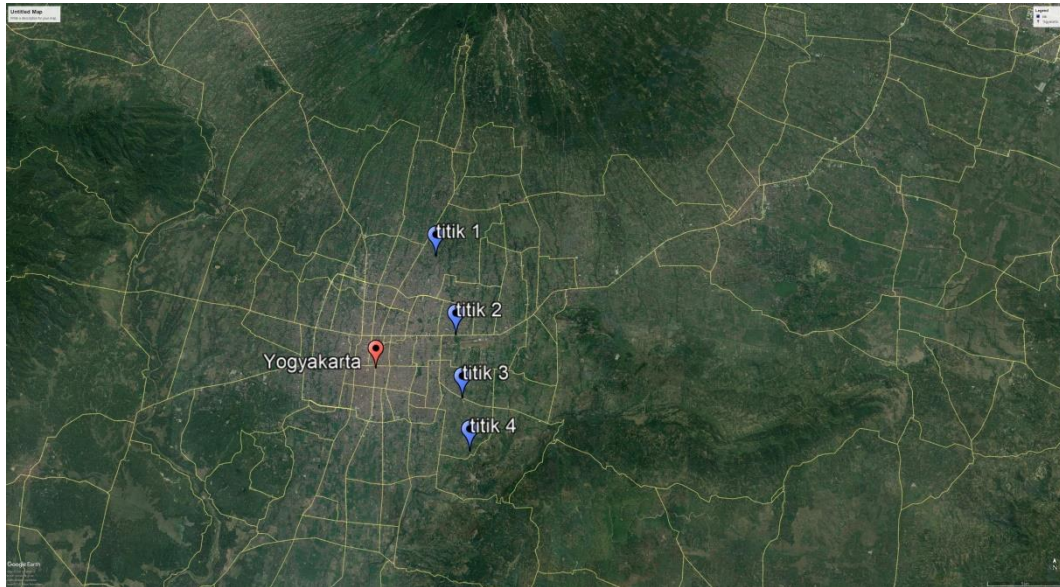
DAS mencakup area daratan yang berkontribusi yang mengalirkan air, seperti curah hujan atau pencairan salju, ke *outlet* cekungan. Meskipun cekungan drainase sering dikonseptualisasikan untuk menggambarkan aliran air permukaan saja, hidrologi DAS juga mencakup aliran air tanah dan pertukaran hiporheik di dalam koridor sungai. Pertukaran air diatur oleh neraca air; akan tetapi, laju proses hidrologi dalam setiap DAS dipengaruhi oleh morfologi DAS, yang pada gilirannya, dikendalikan oleh posisi di DAS, geologi yang mendasari, dan proses pengiriman sedimen. Produksi air dan sedimen ke koridor saluran dan outlet cekungan sebagian besar dikendalikan oleh pengaturan iklim, tektonik, dan topografi di mana suatu cekungan berada (Letsinger, Balberg, Hanna, & Hiatt, 2021). Menurut (BBWS SERAYU OPAK, 2021) Daerah Aliran Sungai Tambakbayan (Gambar 1) mulai dari $7^{\circ}43'9.57''S$; $110^{\circ}24'37.62''E$ sampai $7^{\circ}51'6.88''S$; $110^{\circ}25'47.40''E$.



Gambar 1 - Sungai Tambakbayan dan Batas DAS Tambakbayan

2.3 Kualitas Air Sungai Tambakbayan

Kualitas air merupakan sifat air dan kandungan yang ada di dalamnya berupa makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain. Data kualitas air sungai Tambakbayan dari tahun 2013-2020 yang dilakukan di 4 titik pemantauan (Gambar 2) terdapat dalam Lampiran 1 - Data Kualitas Air Sungai Tambakbayan.



Gambar 2 - Titik Pemantauan Kualitas Air Sungai Tambakbayan

Sumber: DLHK Daerah Istimewa Yogyakarta, 2021

Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 20 Tahun 2008 Tentang Baku Mutu Air di Provinsi DIY menyatakan bahwa Mutu Air merupakan kondisi kualitas air yang diuji dengan metoda sesuai peraturan yang berlaku. Baku Mutu Air adalah batas maupun kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang berada didalam air. Baku mutu air berdasarkan kelas terdapat dalam Lampiran 2 - Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas.

2.4 Penggunaan Lahan pada DAS Tambakbayan

Penggunaan lahan suatu wilayah biasanya bersifat tidak permanen. Suatu lahan dapat dimanfaatkan untuk berbagai tujuan. Bentuk penggunaan lahan dapat berubah sejalan dengan perkembangan kebutuhan dan kebudayaan manusia. Perubahan pola pemanfaatan lahan ini akan memunculkan suatu fenomena dimana satu pemanfaatan lahan dikorbankan untuk pemanfaatan lainnya. Perubahan pola penggunaan lahan yang meluas dapat berdampak signifikan pada kualitas air dan

integritas ekologi di suatu kawasan. Secara khusus, urbanisasi, pertanian, penggundulan hutan, dan konversi padang rumput semuanya menjadi ancaman bagi keanekaragaman hayati dan ekosistem air (Yang, Ljung, Nielsen, Fahlgren, & Hammarlund, 2020). Ada banyak faktor yang mempengaruhi konsentrasi dan fluks unsur hara dalam ekosistem perairan, seperti perubahan penggunaan lahan dan distribusi tutupan lahan, khususnya pada lahan pertanian dan perumahan diasumsikan mengatur perubahan konsentrasi hara di sistem tata air DAS. (Djodjic, Bierozza, & Bergström, 2020).

Citra landsat 8 dengan skala 1:250.000 yang didapat dari *website USGS Earth Explorer* digunakan dalam proses klasifikasi penggunaan lahan untuk DAS Tambakbayan yang diolah dengan menggunakan *software ArcGIS 10.8*. kemudian dikategorikan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI-7645-1-2014) tentang Klasifikasi Penutupan Lahan-Bagian 1: Skala kecil dan Menengah terdapat pada lampiran 3 – Hirarki Klasifikasi Penutupan Lahan Berdasarkan SNI 7645-1-2014. Dalam klasifikasi penggunaan lahan tersebut dibagi menjadi 3 jenis yaitu *Agriculture, Vegetation* dan *Building Area*.

2.5 Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Kualitas Air Sungai Tambakbayan.

Kualitas Sungai Tambakbayan mengalami perubahan-perubahan sesuai dengan perkembangan lingkungan sungai yang dipengaruhi oleh berbagai aktivitas dan kehidupan manusia. Dalam studi (Djodjic, Bierozza, & Bergström, 2020) menyatakan bahwa kualitas air berkorelasi baik dengan lahan subur di daerah tangkapan air. Dan kualitas air berkorelasi negatif dengan penggunaan lahan lainnya.

Pengaruh dominan terjadinya pencemaran yang sangat terlihat adalah kerusakan yang diakibatkan oleh manusia tergantung dari pola kehidupannya dalam memanfaatkan alam. Setiap pinggiran sungai yang dekat dengan pabrik atau daerah perindustrian, dipastikan akan terlihat saluran-saluran buangan yang menuju ke badan sungai. Sehingga apabila dikumulatifkan dari beberapa outlet buangan maka akan menjadikan buangan yang cukup tinggi pada badan sungai tersebut. (Mardhia & Abdullah, 2018)

2.6 Analisis Komponen Utama (PCA)

Analisis komponen utama atau *Principal Component Analysis* (PCA) Menurut (Santoso, 2006) adalah analisis multivariat yang merupakan alat analisis interdependensi yang digunakan untuk mengelompokkan beberapa variabel yang memiliki kemiripan menjadi beberapa faktor yang jumlahnya lebih kecil. Dengan kata lain, menyederhanakan variabel yang memiliki kemiripan untuk menjadi satu faktor. Kemiripan antar variabel tersebut ditunjukkan oleh nilai korelasi yang tinggi. Korelasi antar variabel dalam satu faktor akan tinggi, tetapi korelasi variabel dengan variabel yang berada difaktor lain akan rendah. Ada dua macam model analisis faktor :

1. *Principal Component Analysis*

Merupakan model dalam analisis faktor yang tujuannya untuk melakukan prediksi terhadap sejumlah faktor yang akan dihasilkan.

2. *Common Factors*

Merupakan model dalam analisis faktor yang tujuannya untuk mengetahui struktur dari variabel yang diteliti.

Analisis komponen utama (PCA) adalah pendekatan multivariat terkenal yang mengubah beberapa variabel berkorelasi menjadi beberapa variabel yang tidak berkorelasi linier bernama komponen utama. Dalam aplikasi, PCA diterapkan untuk mengubah dataset berdimensi tinggi menjadi dataset berdimensi lebih rendah, dengan hanya menggunakan beberapa komponen utama pertama sehingga dimensi data yang ditransformasi berkurang. PCA merupakan metode mencari sistem koordinat baru sehingga informasi datanya lebih banyak. terkonsentrasi di beberapa koordinat, sisanya hanya membawa sedikit informasi. Sederhananya, PCA akan mencari basis ortonormal untuk dijadikan basis baru. (Mahmoudi, Heydari, Qasem, Mosavi, & Band, 2021)

2.7 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu beserta kesimpulannya :

Tabel 1 - Penelitian Terdahulu

No.	Penelitian Terdahulu	Kesimpulan
1.	(Pratama, Immanuel, & Marthanty, 2020)	Dalam penelitian ini, penulis menemukan korelasi antara perubahan tata guna lahan dan tutupan lahan dengan kualitas air sungai Code dengan metode analisis spatiotemporal dan analisis PCA bahwa tutupan lahan vegetasi alami memiliki korelasi positif terhadap kualitas air Sungai Code, sedangkan lahan pertanian dan kawasan terbangun paling sensitif terhadap pencemaran air di sungai.
2.	(Saepurohman & Putro, 2019)	Dalam penelitian ini, penulis memberikan penjelasan langkah-langkah dalam metode PCA. Serta penulis mengetahui komponen yang secara dominan mempengaruhi kualitas kulit kikil sapi dari analisis PCA tersebut
3.	(Xu, Wang, Shu, Ding, & Zhang, 2020)	Dalam penelitian ini, penulis menyimpulkan bahwa penggunaan lahan pertanian dapat mempengaruhi kualitas air sungai dari penggunaan pupuk maupun pestisida karena nutrisi yang tidak terserap selama kegiatan pertanian akan melekat pada lapisan permukaan tanah dengan begitu polutan yang banyak mengandung nitrogen dan fosfor dapat tersapu oleh limpasan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian berupa korelasi antara penggunaan lahan dan kualitas air Sungai Tambakbayan di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta di analisis menggunakan analisis spatiotemporal dan korelasi pearson secara kuantitatif dan deskriptif. Selanjutnya, analisis komponen utama (PCA) untuk mengidentifikasi jenis kontaminan di tiap segmen DAS Tambakbayan yang ditampilkan dalam bentuk diagram.

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dimulai pada 15 Desember 2020 sampai 6 Mei 2021. Lokasi penelitian adalah Sungai Tambakbayan yang mengalir melewati dua kabupaten yaitu Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul. Aliran Sungai Tambakbayan mulai dari hulu yang melewati Desa Condongcatur, Kecamatan Depok, Sleman sampai hilir bertemu dengan Sungai Opak di Dusun Pamotan, Potorono, Kecamatan Banguntapan, Bantul.

Tabel 2 - Profil Sungai Tambakbayan

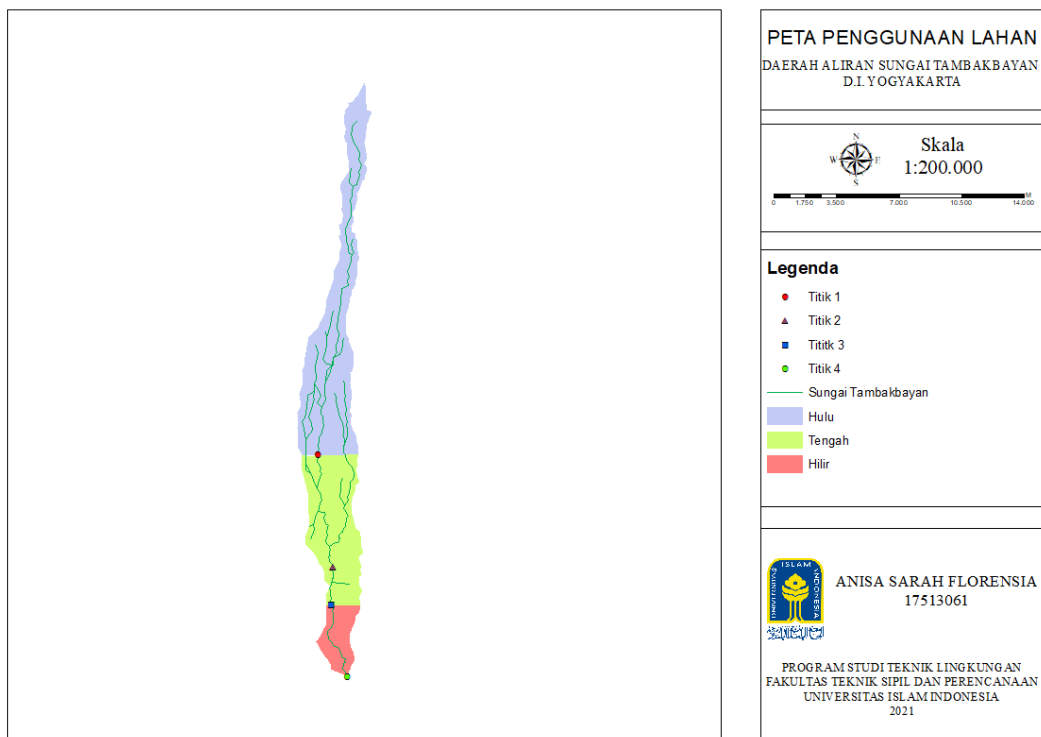
Panjang (Km)	Lebar Permukaan (m)	Lebar Dasar (m)	Kedalaman rata-rata (m)	Q Maksimum (m ³ /det)	Q Minimum (m ³ /det)
27,68	27,5	9	2,05	3,19	0,5

Sumber: (IKPLHD DIY, 2018)

Dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga segmen (Gambar 3) berdasarkan 2 asumsi. Pertama berdasarkan wilayah Kabupaten/ Kota dan yang kedua berdasarkan jenis lahan yang mendominasi. Berikut pembagiannya :

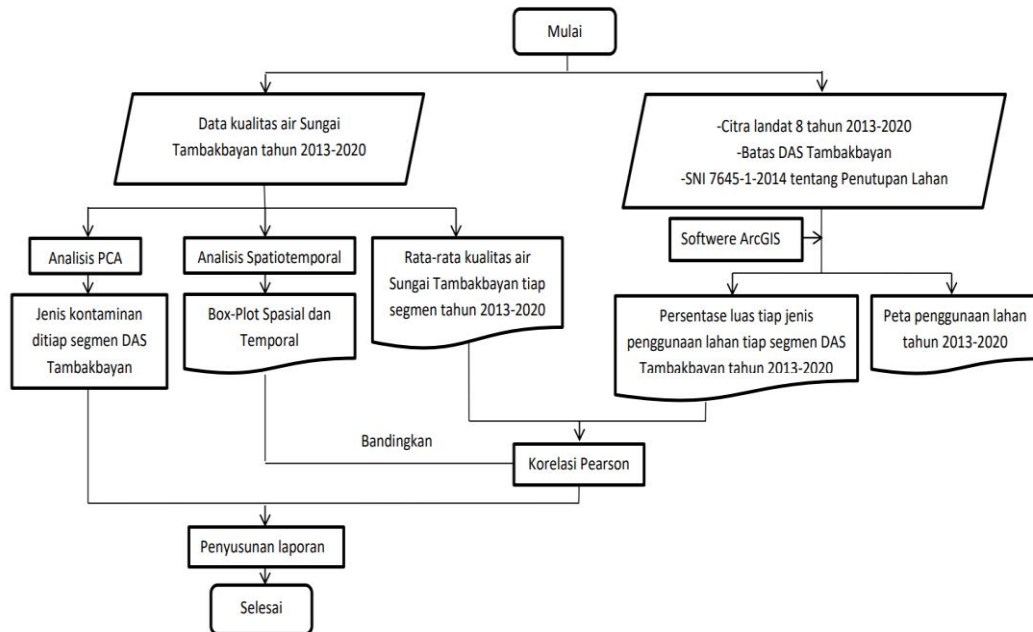
- DAS bagian hulu, mulai dari Gunung Merapi dan mengalir ke titik sampling 1 (Jembatan Plosokuning, Ngaglik, Sleman). Karena, bagian hulu dominan dengan lahan *Vegetation* dan *Agriculture* dan berada dalam wilayah Kab. Sleman.

- DAS bagian tengah, dimulai dari titik sampling 1 dan mengalir ke titik sampling 2 dan 3 (Jembatan Jayakarta, Condong Catur, Depok, Sleman) dan (Jembatan Sekarsuli, Sendangtirto, Berbah, Sleman). Karena, bagian tengah dominan dengan *Building Area* dan berada dalam wilayah Kab. Sleman.
- DAS bagian hilir, dimulai dari titik sampling 3 dan berakhir di titik sampling 4 (Jembatan Tempuran, Sungai Tambakbayan-Opak). Karena, bagian hilir dominan dengan *Building Area* dan berada dalam wilayah Kab. Bantul.



Gambar 3 - Pembagian Segmen DAS Tambakbayan

3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 4 - Diagram Alir Penelitian

3.3 Prosedur Analisis Data

Beberapa prosedur analisis data dalam penelitian ini, yaitu:

3.3.1 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini berupa :

1. Variabel Bebas. Variabel bebas berupa persentase penggunaan lahan DAS Tambakbayan
2. Variabel Terikat. Variabel Terikat berupa rata-rata kualitas air Sungai Tambakbayan meliputi beberapa parameter. Yaitu: BOD, COD, Fecal Coliform, Total Coliform, Nitrat, Nitrit, TDS, TSS, pH, DO, Zn, Pb, Cu dan Total Fosfat.
3. Variabel Kontrol. Variabel kontrol yaitu segmen Hulu, Tengah dan Hilir

3.3.2 Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder. Data sekunder diperoleh dari sumber data yang sudah ada, bertujuan untuk membantu melengkapi penelitian dan dapat diperoleh secara *online*. Data tersebut berupa :

Tabel 3 - Data Sekunder

No.	Jenis Data	Sumber Referensi
1	DAS Tambakbayan	DLH DIY,2021
2	Batas DAS Tambakbayan	BBWS Serayu Opak, 2021
3	Parameter Kualitas Air Sungai	Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) DIY, 2021
4	Citra landsat 8 tahun 2013-2020	<i>USGS Earth Explorer</i> , 2021

Dalam penelitian ini data sekunder tersebut diolah menggunakan beberapa metode pengolahan, yaitu:

Tabel 4 - Metode Pengolahan Data Sekunder

No.	Hasil Pengolahan	Metode Pengolahan
1	Peta penggunaan lahan Tahun 2013-2020	<i>Software ArcGIS</i>
2	Peta batas Hulu, Tengah dan Hilir DAS Tambakbayan	<i>Software ArcGIS</i>
3	Pembagian jenis penggunaan lahan	SNI-7645-1-2014
4	Box-Plot Spatiotemporal	<i>Software Microsoft Excel</i>
5	Korelasi Pearson penggunaan lahan dan kualitas air Sungai Tambakbayan	<i>Software Microsoft Excel</i>
6	Sumber kontaminan yang mempengaruhi kualitas air sungai ditiap segmen DAS Tambakbayan	PCA menggunakan <i>Software SPSS</i>

3.3.3 Alat penelitian

Tabel 5 - Alat Penelitian

Alat	Deskripsi
Laptop	Untuk mencari data-data sekunder, seperti: data kualitas air sungai, Profil sungai dan DAS Daerah Istimewa Yogyakarta
	Untuk menulis laporan Tugas Akhir
	Untuk menganalisis data kualitas akhir
Software	ArcGIS: Untuk mengolah peta dari citra Landsat
	Microsoft Word: Untuk menulis laporan Tugas Akhir
	Microsoft Excel: Untuk menganalisis data trend spatial dan temporal kualitas air sungai, analisis korelasi pearson Land uses dan kualitas air sungai
	SPSS: analisis komponen utama (PCA)

3.3.4 Analisis Data

Terdapat beberapa metode analisis data pada penelitian ini, yaitu :

1. Analisis Spatiotemporal

Analisis ini menggunakan *Software Microsoft Excel* dalam pembuatan Box-Plot dan pengolahan data lainnya seperti nilai minimum dengan rumus (=MIN), maksimum (=MAX), median (=MEDIAN), kuartil atas (=QUARTILE;1), kuartil bawah (=QUARTILE;3). Berdasarkan nilai-nilai tersebut penentuan trend spasial ataupun temporal yang mengalami kenaikan atau penurunan pada Box-Plot dapat dilihat berdasarkan nilai mediannya.

2. Korelasi Pearson

Menguji korelasi antara 2 atau lebih variabel. Korelasi adalah suatu ukuran hubungan linier antar variabel. Diolah menggunakan *Software Microsoft Excel* Dalam penelitian ini terdapat 2 variabel, variabel x: Persentase penggunaan lahan dan variabel y: Rata-rata kualitas air. Nilai dari korelasi atau *product moment* (r)

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

Dimana:

x: Persentase penggunaan lahan

y: Rata-rata kualitas air

n: jumlah sampel

a) Korelasi

Jika suatu hubungan (r) \neq 0, maka dapat dikatakan terjadi hubungan. Begitu pula jika suatu hubungan = 0 maka dapat dikatakan tidak terjadi hubungan.

b) Signifikansi

Nilai signifikansi 5% atau 1% ditentukan secara *two-tailed*, maka dengan n sebanyak 8 artinya nilai signifikansi untuk 5% adalah -0,707 dan 0,707

Tabel 6 - Nilai Signifikansi

N	Taraf Signifikansi	
	5%	1%
3	0,997	0,999
4	0,95	0,99
5	0,878	0,959
6	0,811	0,917
7	0,754	0,874
8	0,707	0,834
9	0,666	0,798
10	0,632	0,765
11	0,602	0,735
12	0,5576	0,708
13	0,553	0,684
14	0,532	0,661
15	0,514	0,641

(Sumber: Sugiono, 2011:455)

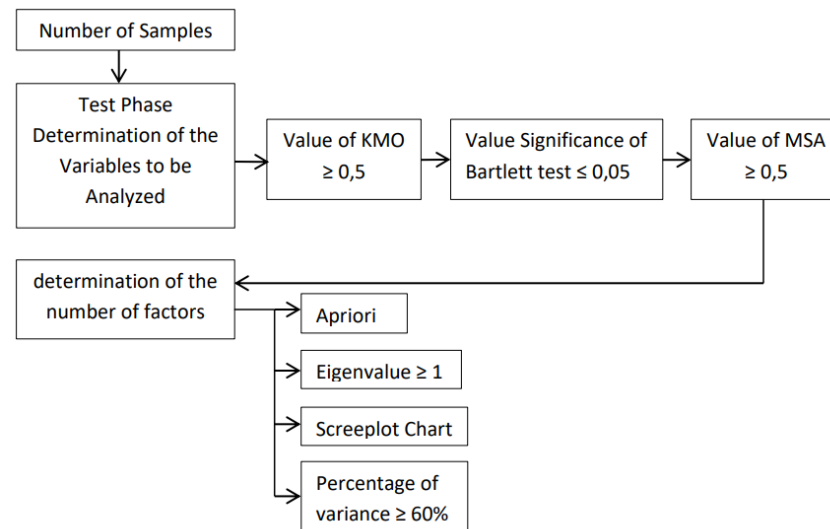
c) Interval kekuatan (+/-)

Tabel 7 - Interval Kekuatan

Koefisien	Kekuatan Hubungan
0	tidak ada korelasi
0,00-0,25	korelasi sangat lemah
0,25-0,50	korelasi cukup
0,50-0,75	korelasi kuat
0,75-0,99	korelasi sangat kuat
1	korelasi sempurna

Sumber: (Jonathan, 2009)

3. Analisis Komponen Utama (PCA) (Santoso, 2006)



Gambar 5 - Alur Pengerjaan PCA

a) Jumlah sampel

Penentuan sampel dengan patokan rasio 10:1 artinya 1 kolom harus memiliki 10 baris data. Dengan begitu dalam penelitian ini memiliki 14 variabel dengan 140 sampel

b) Tahap uji penentuan variabel yang akan dianalisis

Menentukan variabel parameter kualitas air Sungai Tambakbayan yang berkontribusi besar. Berikut beberapa syarat untuk uji kelayakan data:

- *Kaiser-Meyer-Olkin (K-M-O) ≥ 0,50.*

KMO merupakan indeks perbandingan jarak antara koefisien korelasi dengan koefisien korelasi parsial secara keseluruhan, jika jumlah koefisien korelasi parsial diantara seluruh pasangan variable bernilai kecil dibandingkan dengan jumlah kuadrat koefisien korelasi maka akan menghasilkan nilai KMO yang mendekati 1. Nilai KMO yang kecil menunjukkan bahwa analisis komponen bukan merupakan pilihan yang tepat.

- Nilai *Bartlett test > Chi-Square table* ($\alpha; (1/2) p(p-1)$) atau Nilai *Significance ≤ α*
- *Measure of Sampling Adequacy (MSA) ≥ 0,5.*

MSA merupakan Indeks perbandingan jarak antara koefisien korelasi dengan koefisien korelasi parsialnya secara parsial harus kecil. Hal ini ditunjukkan dengan nilai $MSA \geq 0,5$. Berikut ketentuan uji MSA, jika:

$MSA = 1$, variabel dapat diprediksi tanpa kesalahan oleh variabel yang lain.

$MSA \geq 0,5$, variabel masih bisa diprediksi dan bisa dianalisis lebih lanjut.

$MSA < 0,5$, variabel tidak bisa diprediksi dan tidak bisa dianalisis lebih lanjut, atau dikeluarkan dari variabel lainnya.

c) Penentuan Jumlah Faktor

Tahap penentuan jumlah faktor, dalam menentukan jumlah faktor memiliki beberapa macam cara. Berikut cara dalam menentukan jumlah faktor :

- Penentuan berdasarkan apriori

Peneliti menentukan sendiri berapa jumlah faktor yang nantinya akan terbentuk.

- Penentuan berdasarkan *eigenvalue* ($eigenvalue \geq 1$)

Kriteria *eigenvalue*, ditentukan dengan memilih komponen utama yang memiliki nilai *eigen* lebih besar atau sama dengan satu (1).

Komponen utama dengan nilai *eigen* kurang dari satu (1) dikeluarkan dari analisis

- Penentuan berdasarkan *scree plot*, ditandai dengan slope yang sangat tajam dari faktor yang satu dengan faktor lainnya

- Penentuan berdasarkan persentase varian (*percentage of variance* $\geq 60\%$)

Banyaknya komponen utama yang akan diekstrak ditentukan oleh persentase kumulatif varians.

d) Hasil PCA

- *Component matrix*

Berfungsi untuk mendistribusikan variabel yang sudah di ekstrak ke dalam komponen yang terbentuk berdasarkan faktor loading.

- *Rotated component matrix*

Untuk beberapa sampel data ditemukan suatu variabel yang memiliki tingkat keeratan yang relatif sama dengan beberapa faktor *loading* yang terbentuk, dengan demikian diperlukan rotasi agar memperjelas perbedaan nilai antar faktor loading.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Spasiotemporal terhadap Kualitas Air Sungai Tambakbayan

Pada analisis spatiotemporal, data yang digunakan berupa data kualitas air Sungai Tambakbayan yang mana telah dilakukan validasi data dengan konfirmasi data dengan pihak DLHK Provinsi DIY secara langsung sebelum digunakan dalam analisis ini. Dalam validasi data tersebut ada satu kekurangan seperti, tidak dicantumkan atau dijelaskan metode dalam pengambilan dan pengukuran data tersebut. Dalam analisis *Trend Temporal* menggunakan data kualitas sungai tiap tahunnya. Untuk analisis *Trend Spasial* menggunakan data lokasi 1 untuk mewakili kualitas sungai bagian Hulu, data lokasi 2 dan 3 untuk mewakili kualitas sungai bagian tengah dan lokasi 4 untuk mewakili kualitas sungai bagian hilir (Gambar 3).

4.1.1 Trend Spasial Kualitas Air Sungai Tambakbayan

Berdasarkan analisis *trend spasial* untuk bagian hulu-tengah-hilir, box berwarna hijau mempresentasikan nilai maksimum dan box yang berwarna merah mempresentasikan nilai minimum kualitas air. Antara box berwarna hijau dan merah mempresentasikan nilai median kualitas air. Dalam penelitian ini, pembagian tren berdasarkan nilai median kualitas air yang secara umum parameter kualitas air Sungai Tambakbayan dikelompokkan menjadi :

- a) Parameter kualitas air dengan median yang semakin meningkat seiring dengan aliran Sungai Tambakbayan dari hulu ke hilir yaitu: TDS, BOD, COD, Zn, Cu, Pb, Nitrat, pH, Fecal Coliform dan Total Coliform. (Gambar 6)
- b) Parameter kualitas air dengan median yang semakin menurun seiring dengan aliran Sungai Tambakbayan dari hulu ke hilir yaitu: TSS, DO, Total Fosfat dan Nitrit. (Gambar 7)

Dengan jumlah area pembangunan (AB) dari hulu ke hilir yang semakin meningkat (tabel 9), hal ini dapat menjadi salah satu alasan

peningkatan tren terhadap parameter BOD, COD, Total Coliform, Fecal Coliform, pH, Nitrat, TDS, Zn, Pb dan Cu disepanjang aliran Sungai Tambakbayan dan salah satu penyebab utamanya adalah air limbah domestik. Sebagian besar warga di sepanjang bantaran sungai memanfaatkan sungai sebagai badan air penerima untuk pembuangan air limbah domestik. Air limbah domestik biasanya mengandung patogen, nitrogen dan polutan organik lainnya (Rani & Dahiya, 2007).

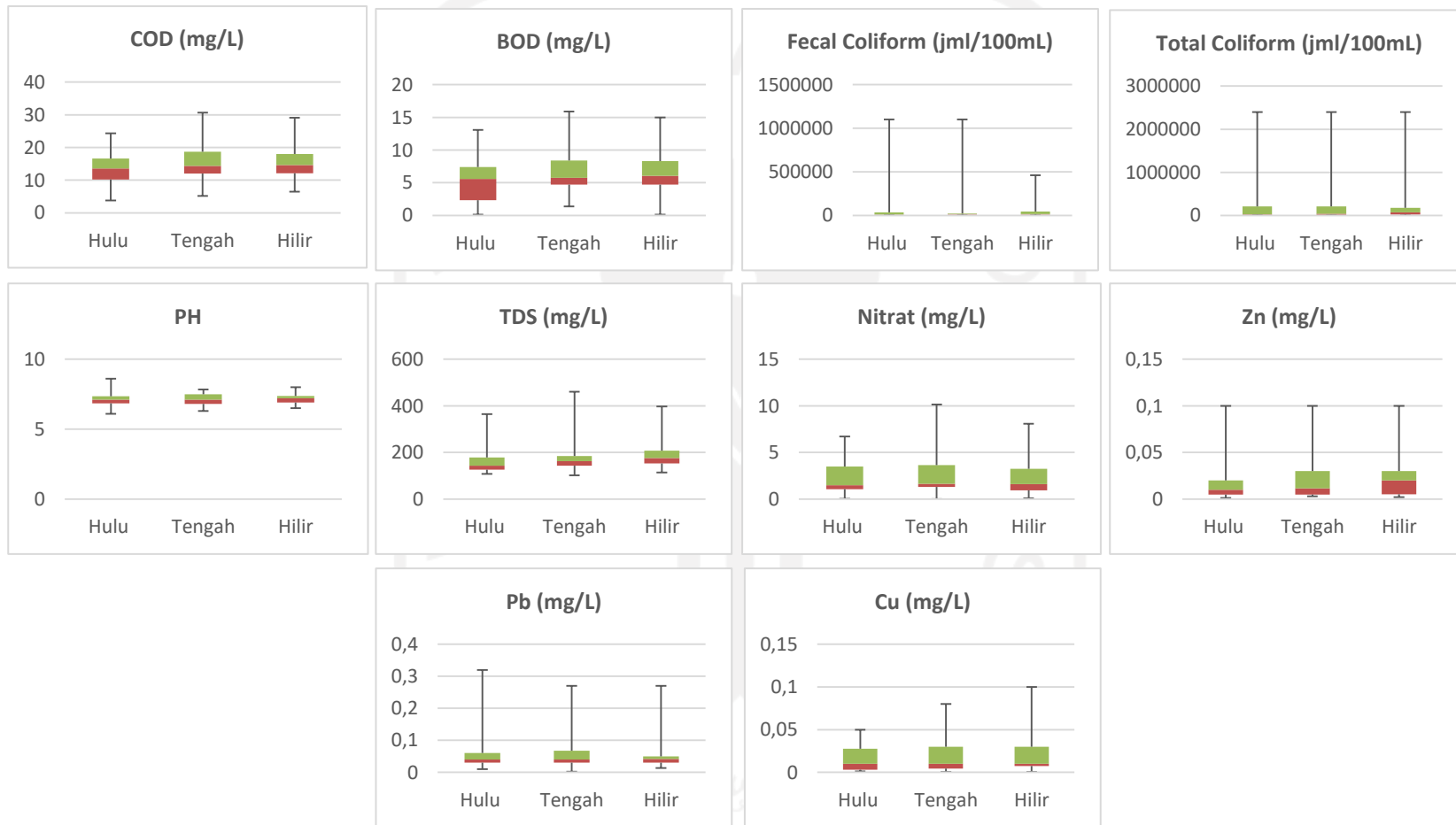
Tren spasial yang menunjukkan bahwa konsentrasi Fecal Coliform (FC) dan Total Coliform (TC) di Sungai Tambakbayan cukup mengkhawatirkan. Konsentrasi FC dan TC dibagian hulu yang memiliki konsentrasi yaitu sebesar 9.000 jml/100mL dan 28.000 jml/100mL artinya tidak memenuhi baku mutu air yang ditetapkan oleh pemerintah Provinsi DIY (Lampiran 2). Sebelum memasuki bagian tengah dan hilir sungai, sungai mengalir melalui lahan pertanian yang luas dan kawasan perkotaan yang padat penduduk akibatnya terjadi lompatan drastis dalam konsentrasi FC dan TC sebesar 15.000 jml/100mL dan 43.000 jml/100mL di daerah aliran tengah dan 15.000 jml/100mL dan 75.000 jml/100mL di hilir sungai.

Peningkatan konsentrasi BOD dan COD dari hulu ke hilir berturut-turut sebesar 5,6; 5,75; 6,05 (mg/L) dan 13,6; 14,35; 14,6 (mg/L) juga dapat diakibatkan dari peningkatan luas AB (Tabel 9) yang mana terjadi peningkatan aktivitas manusia seperti mandi, mencuci, dan lain sebagainya. Peningkatan tren TDS dari hulu ke hilir bisa diakibatkan karena peningkatan penggunaan lahan AB dan sedikitnya vegetasi yang menyerap dan menahan partikel terlarut, dengan begitu partikel terlarut dengan mudah masuk ke air sungai.

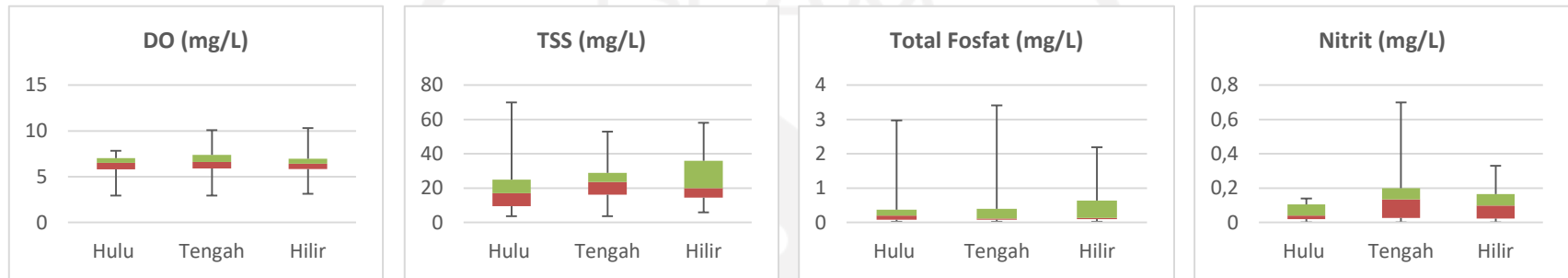
Peningkatan tren logam berat di sepanjang Sungai Tambakbayan Zn, Cu, dan Pb di badan air terutama disebabkan oleh aktivitas antropogenik di sekitar sungai (Pratama, Immanuel, & Marthanty, 2020). Penyumbang utama pencemaran logam di sungai adalah limbah industri dan limbah rumah tangga seperti pembuangan alat-alat elektronik dan korosi di sepanjang wilayah sungai. Selain itu, selama pembakaran dalam mesin, logam dapat dilepaskan ke atmosfer melalui knalpot dan mengendap di

ruang terbuka. Logam yang mengendap dapat tersapu ke badan air oleh limpasan selama peristiwa hujan.

Meningkatnya tren konsentrasi pH dapat disebabkan oleh penurunan CO₂ dalam ekosistem perairan (Izzati, 2007), nilai konsentrasi maksimal pH pada Sungai Tambakbayan sebesar 8,6 artinya tidak melewati baku mutu air yang berlaku (Lampiran 2). Menurut (Xu, Wang, Shu, Ding, & Zhang, 2020) tingginya konsentrasi Fosfat pada bagian Hulu Sungai sebagian besar berasal dari limpasan penggunaan lahan pertanian yang dapat mempengaruhi kualitas air sungai dari penggunaan pupuk maupun pestisida karena nutrisi yang tidak terserap selama kegiatan pertanian akan melekat pada lapisan permukaan tanah dengan begitu polutan yang banyak mengandung nitrogen dan fosfor dapat tersapu oleh limpasan. Selain itu, penurunan tren Fosfat di tengah dan hilir sebanding dengan penurunan luas AG di tengah dan hilir DAS Tambakbayan (tabel 9).



Gambar 6 - Kualitas Air Sungai Tambakbayan Memiliki Tren Spasial Meningkat



Gambar 7 - Kualitas Air Sungai Tambakbayan Memiliki Tren Spasial Menurun



4.1.2 *Trend Temporal* Kualitas Air Sungai Tambakbayan

Dalam penelitian ini box berwarna hijau mempresentasikan nilai maksimum dan box yang berwarna merah mempresentasikan nilai minimum kualitas air. Antara box berwarna hijau dan merah mempresentasikan nilai median kualitas air. Dalam penelitian ini, pembagian trend menggunakan nilai median kualitas air. Berdasarkan analisis trend temporal dari tahun 2013 hingga 2020, parameter kualitas air dapat dikelompokkan menjadi :

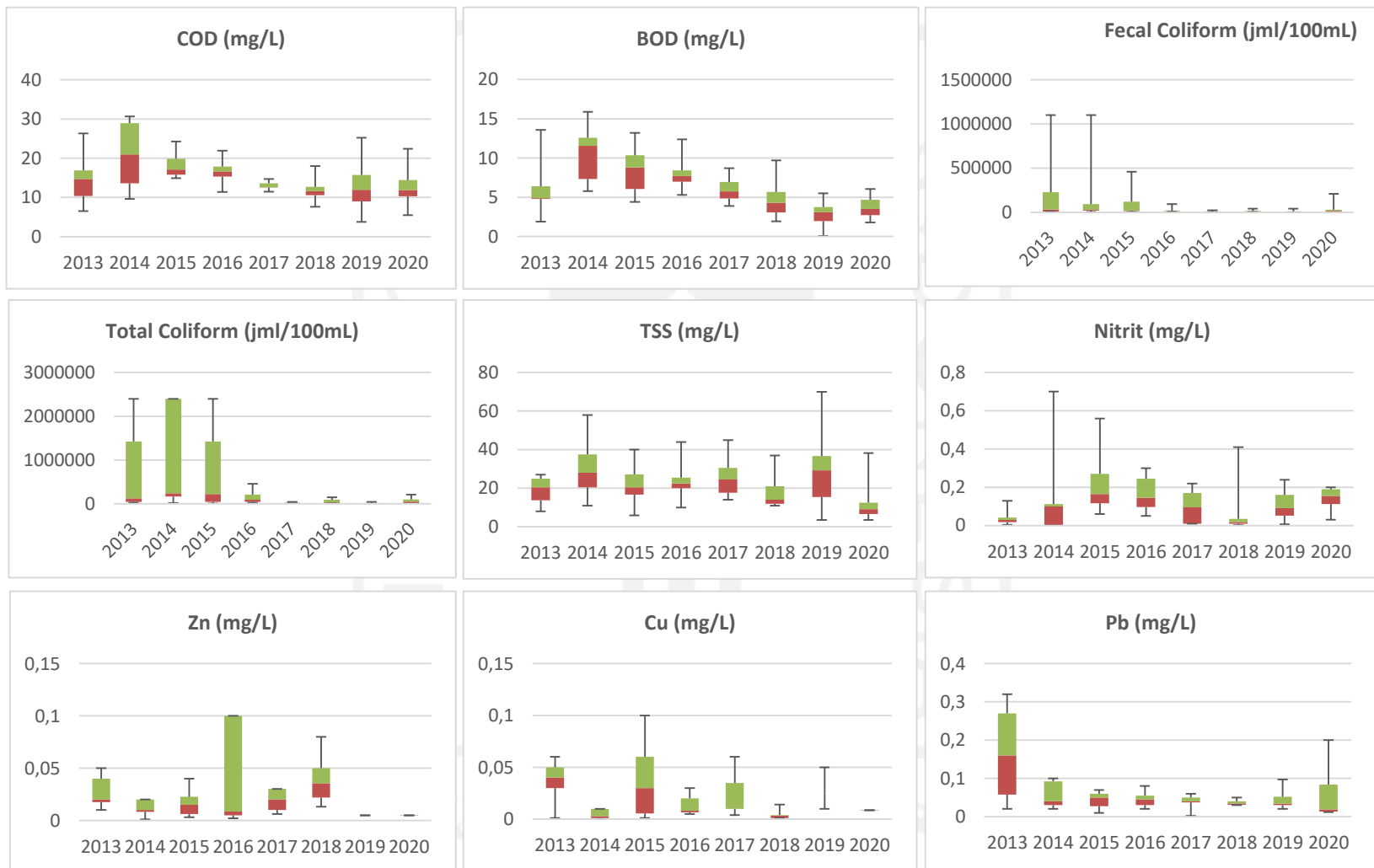
- a) Parameter dengan trend penurunan median selama periode pemantauan, seperti BOD, COD, Fecal Coliform, Total Coliform, TSS, Nitrit, Zn, Cu dan Pb. (Gambar 8)
- b) Parameter dengan trend median yang semakin meningkat, seperti DO, Total Fosfat, pH, TDS dan Nitrat. (Gambar 9)

Bahan organik yang ada di badan sungai biasanya berasal dari pembusukan hewan dan tumbuhan yang mati, serta air limbah domestik dan industri (Rani & Dahiya, 2007). Kegiatan domestik ini dapat dikaitkan dengan pencemaran organik dan nutrisi, yang biasanya terdeteksi di *greywater* limbah domestik. Bakteri patogen dari *Blackwater* limbah domestik seperti *Escherichia coli*, *Vibrio cholera*, *Shigella sp*, *Campylobacter jejuni*, dan *Salmonella*, yang dikategorikan sebagai bakteri FC. Pada parameter BOD, COD, FC, TC, TSS dan Nitrit merupakan akibat dari salah satu penyebab utamanya air limbah domestik yang mengalami tren penurunan setiap tahunnya.

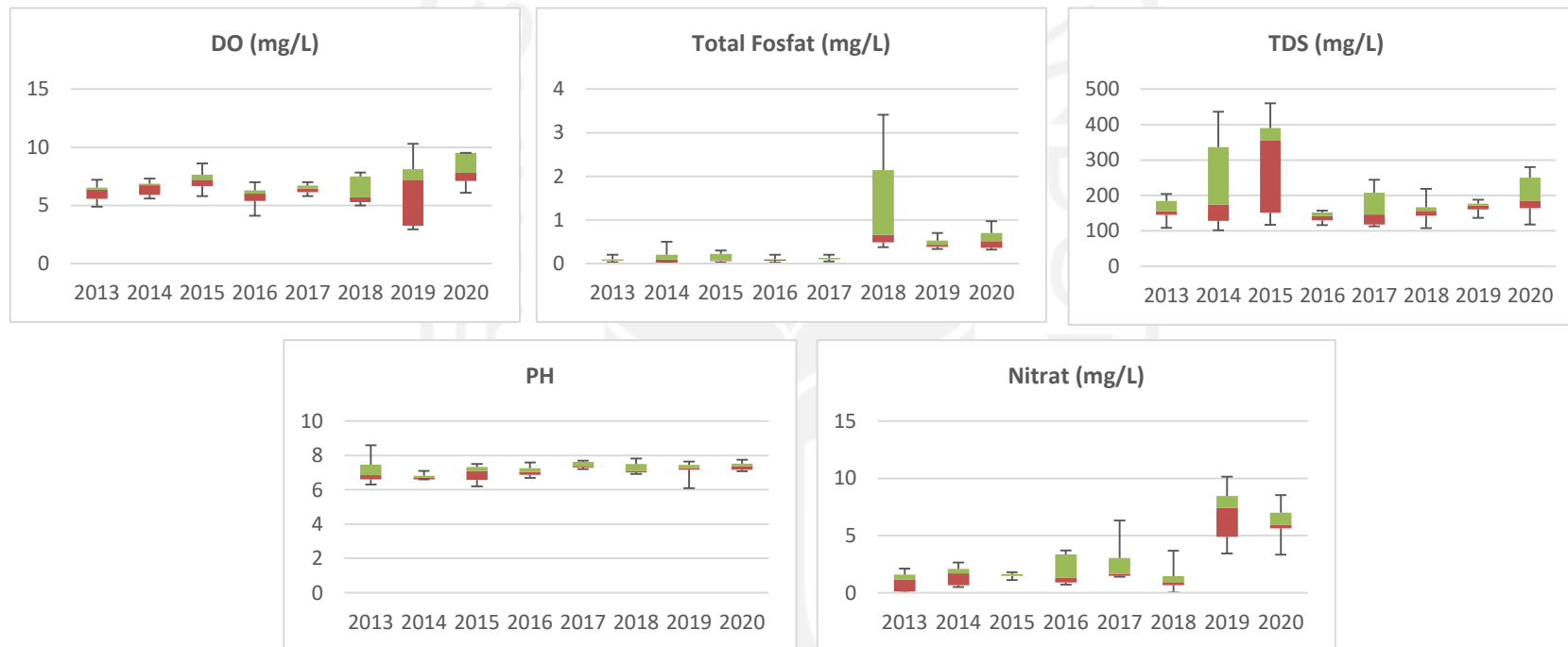
Keberadaan logam Zn, Cu dan Pb dengan konsentrasi semakin menurun tiap tahunnya. Keberadaan Zn, Pb dan Cu di badan air bisa jadi berasal dari aktivitas alam atau antropogenik (Pratama, Immanuel, & Marthanty, 2020). Karena Sungai Tambakbayan berasal dari gunung berapi, logam yang terkandung dalam batuan gunung atau lapisan tanah dapat dengan mudah tersapu saat hujan dan kemudian masuk ke badan sungai. Tren penurunan ini mempunyai arti bahwa semakin bertambahnya tahun semakin meningkat pula penanganan terhadap limbah domestik. Penanganan limbah domestik menurut DLHK DIY terbagi atas dua, yaitu pengolahan menurut tingkatan perlakuan dan pengolahan menurut

karakteristik limbah. Dalam mengatasi limbah domestik suatu kawasan memerlukan berbagai jenis layanan sanitasi. Seperti, layanan air limbah domestik yang merupakan pelayanan sanitasi untuk menangani limbah Air kakus. Kemudian jamban yang layak harus memiliki akses air bersih yang cukup dan tersambung ke unit penanganan air kakus yang benar. Lalu layanan persampahan. Kemudian layanan drainase mengalirkan limpasan air hujan ke badan air penerima.

Tren yang semakin naik dengan parameter Total Fosfat, pH, TDS dan Nitrat menandakan bahwa penyebab utama berasal dari limbah pertanian. Kandungan Fosfat dalam perairan pada umumnya berasal dari limpasan pupuk pada pertanian, kadar sabun dari kegiatan domestik. Penggunaan detergen dalam rumah tangga juga menjadi penyumbang kadar fosfat yang signifikan dalam perairan. Nitrat berasal dari ammonium yang masuk ke perairan melalui limbah pertanian. Nitrat dan Fosfat yang berlebih akan mempercepat eutrofikasi dan menyebabkan peningkatan pertumbuhan tanaman air berakibat kurangnya sinar matahari yang masuk ke perairan sehingga mempengaruhi kadar DO atau oksigen terlarut dalam air (Patricia, Astono, & Hendrawan, 2018) dengan begitu peningkatan tren fosfat dan nitrat berbanding lurus dengan peningkatan tren DO. Peningkatan tren DO setiap tahunnya merupakan hal yang baik karena dalam perairan oksigen berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan kimia menjadi nutrient yang dibutuhkan organisme perairan (Salmin, 2005). Trend TDS mengalami peningkatan bisa diakibatkan karena peningkatan AB (tabel 9) setiap tahun dan sedikitnya vegetasi yang menyerap dan menahan partikel terlarut, dengan begitu partikel terlarut dengan mudah masuk ke air sungai.



Gambar 8 - Kualitas Air Sungai Tambakbayan Memiliki Tren Temporal Turun



Gambar 9 - Kualitas Air Sungai Tambakbayan Memiliki Tren Temporal Naik

البعثة الإسلامية الأندلسية

4.2 Penggunaan Lahan pada DAS Tambakbayan

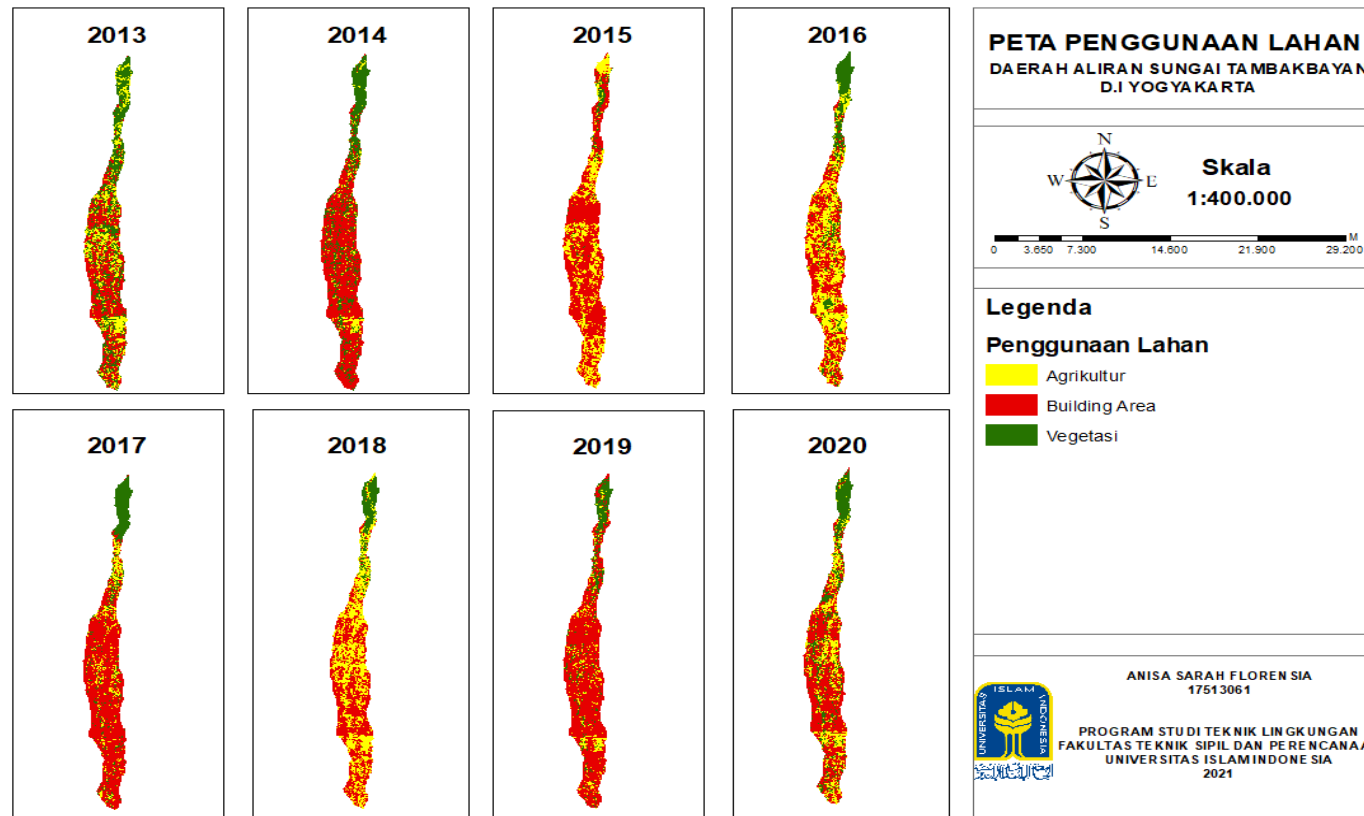
Pembagian klasifikasi penggunaan lahan berdasarkan SNI 7645-1-2014 tentang Klasifikasi Penutupan Lahan-Bagian 1: Skala kecil dan Menengah. Dalam klasifikasi penggunaan lahan tersebut dibagi menjadi 3 jenis yaitu *Vegetation*, *Agriculture* dan *Building Area*.

Tabel 8 - Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan

Pembagian Kelas Utama	Skala 1:1.000.000	Skala 1:250.000	Klasifikasi
Area Vegetasi Alami/Semi-Alami	Hutan dan vegetasi	Hutan lahan tinggi (Pegunungan/perbukitan)	<i>Vegetation</i>
		Hutan lahan rendah	
Area Vegetasi Dibudidayakan	Vegetasi budaya menetap	Hutan rawa/gambut	<i>Agriculture</i>
		Hutan Mangrove	
Area Tidak Bervegetasi Dibudidayakan	Lahan terbuka diusahakan dan permukaan dipekeras	Hutan Sagu	<i>Building Area</i>
		Sabana	
Area Tidak Bervegetasi Dibudidayakan	Bangunan	Semak dan belukar	<i>Building Area</i>
		Herba dan rumput	
Area Tidak Bervegetasi Dibudidayakan	Bangunan	Liputan vegetasi alami/ semi alami lain	<i>Building Area</i>
		Hutan tanaman	
Area Tidak Bervegetasi Dibudidayakan	Bangunan	Perkebunan dengan tanaman berkayu keras	<i>Building Area</i>
		Perkebunan dengan tanaman semusim	
Area Tidak Bervegetasi Dibudidayakan	Bangunan	Kebun dan Tanaman campuran	<i>Building Area</i>
		Tanaman semusim lahan basah (sawah)	
Area Tidak Bervegetasi Dibudidayakan	Bangunan	Tanaman semusim lahan kering	<i>Building Area</i>
		Tanaman berasosiasi dengan bangunan	
Area Tidak Bervegetasi Dibudidayakan	Bangunan	Tanaman budaya lain	<i>Building Area</i>
		Bervegetasi budaya berpindah siklus	

4.2.1 Klasifikasi DAS Tambakbayan

Peta klasifikasi penggunaan lahan Daerah Aliran Sungai (DAS) Tambakbayan tahun 2013-2020 :



Gambar 10 - Klasifikasi Penggunaan Lahan DAS Tambakbayan 2013-2020

Dalam mengklasifikasi penggunaan lahan diperlukan citra landsat 8 dari tahun 2013-2020 yang diperoleh dari *Website USGS Earth Explorer* kemudian citra landsat tersebut diolah menggunakan *software ArcGIS*. Klasifikasi dibagi menjadi tiga kelas yaitu: *Building Area (AB)*, *Vegetation (VA)* dan *Agriculture (AG)*. Pada gambar 10 menunjukkan hasil klasifikasi penggunaan lahan dari tahun 2013-2020 untuk seluruh DAS Sungai Tambakbayan.

Pada tabel 9 secara umum kelas AB menunjukkan tren peningkatan pada tahun 2013-2020. Akan tetapi, pada tahun 2017 menempati 65,3% dari luas DAS, sedangkan pada tahun 2018 persentasenya menurun menjadi 64,0%. Gambar 10 juga menunjukkan bahwa paling sedikit pembangunan terjadi di daerah hulu yang berdekatan dengan daerah di Gunung Merapi, yang kemungkinan besar terjadi karena letusan yang relatif sering.

Penggunaan lahan AG dan VA mengalami peningkatan dan penurunan (tabel 9) disebabkan karena pada saat proses klasifikasi menggunakan *software ArcGIS* data landsat 8 yang diperoleh sebagian berawan pada daerah Gunung Merapi. Sehingga hasil pemetaan penggunaan lahan tidak disajikan secara maksimal. Peningkatan dan penurunan pada VA juga disebabkan karena taman dan ruang atap hijau di daerah perkotaan. Selain itu, reboisasi juga menyebabkan peningkatan terhadap VA. Sedangkan peningkatan dan penurunan pada lahan AG disebabkan oleh lahan kosong bekas pertanian masuk klasifikasi AB. Secara umum AG dan VA mengalami penurunan dikarenakan pertumbuhan pembangunan dan perluasan populasi di daerah perkotaan yang meningkat tiap tahun dari total luas DAS Sungai Tambakbayan.

Tabel 9 - Persentase Penggunaan Lahan Total

Tahun	Persentase Penggunaan Lahan (%)		
	AB	AG	VA
2013	39,8	41	19,2
2014	40,2	24,4	35,4
2015	47,6	42,2	10,2
2016	52,7	24,5	22,9
2017	65,3	30,6	4,1
2018	64,0	7,9	28,2
2019	69,2	13	17,8
2020	74,6	11,5	13,9

4.2.2 Hasil Penggunaan Lahan Tiap Segmen DAS Tambakbayan

Dalam penelitian ini, luas yang digunakan untuk tiap jenis penggunaan lahan pada segmen hulu berasal dari luas hulu itu sendiri, akan tetapi untuk luas untuk tiap jenis penggunaan lahan pada segmen tengah berasal dari kumulatif hulu dan tengah, luas untuk tiap jenis penggunaan lahan pada segmen hilir berasal dari kumulatif tengah dan hilir. Penggunaan lahan di hulu DAS Tambakbayan didominasi oleh VA dan AG, untuk bagian tengah DAS Tambakbayan didominasi oleh AB, dan untuk bagian hilir DAS Tambakbayan didominasi oleh AB dan AG.

Tabel 10 - Persentase Penggunaan Lahan Tiap Segmen DAS

TAHUN	HULU (%)			TENGAH (%)			HILIR (%)		
	AB	AG	VA	AB	AG	VA	AB	AG	VA
2013	35,25	13,82	50,97	51,43	11,79	36,81	67,12	12,18	20,73
2014	46,00	18,61	35,39	54,49	14,71	30,81	67,17	13,10	19,74
2015	37,49	8,02	54,47	53,56	6,53	39,89	78,78	4,89	16,34
2016	53,83	6,95	39,21	58,17	6,01	35,81	64,53	4,69	30,78
2017	44,17	24,70	31,13	48,10	25,73	26,18	56,48	22,93	20,65
2018	46,68	19,38	33,94	51,47	19,97	28,58	63,54	17,73	18,76
2019	34,62	23,61	41,77	43,33	22,00	34,67	63,19	15,96	20,86
2020	62,23	12,79	24,99	71,22	8,34	20,44	83,22	3,85	12,93

4.3 Korelasi Penggunaan Lahan dan Kualitas Air Sungai Tambakbayan

Korelasi penggunaan lahan dan kualitas air Sungai Tambakbayan dalam penelitian ini menggunakan korelasi pearson, yang mana terdapat 3 skenario dalam proses memasukan nilai variabel x dan y.

- Skenario 1: untuk variabel x menggunakan nilai kualitas air rata-rata total, dan variabel y menggunakan nilai persentase penggunaan lahan total.
- Skenario 2: untuk variabel x menggunakan nilai kualitas air rata-rata di tiap segmen DAS, dan variabel y menggunakan nilai persentase penggunaan lahan total.
- Skenario 3: untuk variabel x menggunakan nilai kualitas air rata-rata di tiap segmen DAS, dan variabel y menggunakan nilai persentase penggunaan lahan di tiap segmen DAS.

Dari ketiga skenario tersebut penulis memilih skenario ketiga dalam melakukan penelitian ini karena nilai variabel x dan y sudah linear. Dalam skenario 1 kualitas air tidak bisa disamaratakan karena perbedaan jenis kontaminan di tiap segmennya sehingga tidak berlaku jika menggunakan nilai rata-rata total kualitas air walaupun nilai kedua variabel sudah linear. Dalam skenario 2 nilai variabel y masih belum linear dengan nilai variabel x, karena seharusnya dalam korelasi pearson ini kedua variabel harus linear.

4.3.1 Nilai r *Product Moment*

Korelasi antara persentase tahunan penggunaan lahan tiap segmen DAS Tambakbayan dan rata-rata kualitas air Sungai Tambakbayan di tiap segmen DAS Tambakbayan dihitung dengan menggunakan korelasi Pearson. Penggunaan lahan di tiap segmen DAS (Hulu, Tengah, dan Hilir) berkorelasi silang dengan masing-masing parameter kualitas air Sungai Tambakbayan. Untuk mengetahui adanya korelasi yang signifikan dapat membandingkan nilai tabel *product moment* (r) dengan hasil korelasi.

Tabel 11 - Nilai r Product Moment

N	Taraf Signifikansi	
	5%	1%
3	0,997	0,999
4	0,95	0,99
5	0,878	0,959
6	0,811	0,917
7	0,754	0,874
8	0,707	0,834
9	0,666	0,798
10	0,632	0,765
11	0,602	0,735
12	0,5576	0,708
13	0,553	0,684
14	0,532	0,661
15	0,514	0,641

(Sumber: Sugiono, 2011:455)

Dengan jumlah data (N) untuk tiap parameter diambil rata-rata tiap tahun dari tahun 2013-2020 sehingga nilai N = 8, dengan taraf signifikansi sebesar 5% dan pengujian dua arah artinya nilai untuk $r = 0,707$ dan/atau $-0,707$

4.3.2 Hasil Korelasi Penggunaan Lahan dan Kualitas Air Sungai.

Hasil korelasi pearson penggunaan lahan dan kualitas air Sungai Tambakbayan :

Tabel 12 - Koerelasi Pearson Penggunaan Lahan dan Kualitas Air Sungai Tambakbayan

Parameter	Hulu			Tengah			Hilir		
	AB	VA	AG	AB	VA	AG	AB	VA	AG
BOD				0,730			0,773		-0,742
COD						-0,726	0,922		-0,843
DO									
TSS									
Total Coliform							0,847		
Fecal Coliform				0,735					
Total Fosfat									
Ph									
TDS							0,773		
Nitrat									
Nitrit			-0,744						
Seng (Zn)									
Tembaga (Cu)	0,784								
Timbal (Pb)									

Pada bagian hulu terdapat korelasi signifikan dan sangat kuat pada parameter Cu terhadap AB sebesar 0,784 artinya semakin luas AB maka semakin tinggi pula konsentrasi Cu di bagian hulu sungai. Dalam analisis tren spasial Cu mengalami penurunan tren, hal ini terbukti untuk parameter Cu hanya berkorelasi dibagian hulu Sungai Tambakbayan. Konsentrasi Cu bisa saja berasal dari limbah domestik seperti pembuangan alat-alat elektronik dan korosi di sepanjang wilayah sungai dan letusan gunung yang berada di hulu DAS. Selain itu, selama pembakaran dalam mesin kendaraan, logam dapat dilepaskan ke atmosfer melalui knalpot dan mengendap di ruang terbuka. Logam yang mengendap dapat tersapu ke badan air oleh limpasan selama peristiwa hujan.

Pada bagian tengah terdapat korelasi yang signifikan dan sangat kuat antara AB dan parameter BOD dan FC sebesar 0,730 dan 0,735. Sumber kontaminan BOD dan FC berasal dari limbah domestik ini ditandai dengan peningkatan secara spontan pada luas AB dan analisis tren spasial dibagian tengah sungai terhadap parameter FC dan BOD. Tidak hanya itu, limbah domestik merupakan penyumbang BOD dan FC terbesar dibadan air karena sebagian besar warga di sepanjang bantaran sungai memanfaatkan sungai sebagai badan air penerima untuk pembuangan air limbah domestik. Bagian hilir korelasi yang signifikan dan sangat kuat AB terhadap BOD, COD, TC dan TDS sebesar 0,773; 0,922; 0,847 dan 0,773. Jika dihubungkan dengan analisis spasial BOD, COD, TC dan TDS mengalami tren naik hingga hilir sungai. Karena beban pencemar di hilir adalah kumulatif dari beban tengah sehingga luas AB sangat tinggi pada bagian hilir dan menyebabkan jumlah limbah domestik paling tinggi berada pada hilir sungai.

Disepanjang aliran sungai tidak ada korelasi yang signifikan antara VA dan kualitas air Sungai Tambakbayan. Artinya VA memiliki hubungan yang baik terhadap kualitas air Sungai Tambakbayan. Tetapi AB dan AG memiliki hubungan yang cukup sensitif terhadap penurunan kualitas air Sungai Tambakbayan.

Fosfat dan Nitrat sangat berkaitan dengan kegiatan pertanian. Akan tetapi, fosfat dan nitrat dalam penelitian ini tidak ditemukan korelasi terhadap AG. Terdapat beberapa fenomena yang terlihat ganjil dalam hasil penelitian ini seperti :

- Korelasi Nitrit terhadap AG sebesar $-0,744$ adalah korelasi negatif signifikan dan sangat kuat artinya semakin luas AG maka konsentrasi Nitrit semakin menurun. Analisis tren spasial Nitrit mengalami penurunan tren pada hasil analisis korelasi Pearson terbukti bahwa Nitrit hanya berkorelasi di bagian hulu sungai.
- AG yang berkorelasi negatif signifikan dan sangat kuat terhadap parameter COD sebesar $-0,726$ artinya semakin luas AG maka semakin turun konsentrasi COD.

Dengan begitu, diperlukannya penelitian lebih lanjut AG terhadap kualitas air Sungai Tambakbayan.

4.4 Identifikasi Sumber Polutan menggunakan PCA

Tahapan identifikasi sumber polutan menggunakan PCA sebagai berikut :

4.4.1 Tahap Uji Kelayakan Data

Dalam tahap uji kelayakan data terdapat uji KMO, *Bartlett test*, MSA :

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.603
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	191.511
	df	28
	Sig.	.000

Gambar 11 - Nilai KMO dan Bartlett

1. KMO

Untuk dapat dilakukan analisis komponen, KMO dianggap cukup apabila nilai $KMO \geq 0,5$. Berdasarkan hasil analisis pada gambar 11 nilai KMO sebesar 0,603 dimana analisis komponen utama merupakan pilihan yang tepat.

2. *Bartlett test*

Nilai *Bartlett test* dapat dilihat dengan Nilai *Bartlett test* > *Chi-Square table* ($\alpha; (1/2) p(p-1)$) atau Nilai *Significance* $\leq \alpha$. Berdasarkan hasil analisis pada gambar 11 didapatkan nilai *significance* 0.000 yang mana nilai lebih kecil dari 0,5 artinya *significance*, dengan begitu matrix bukan merupakan matrix identitas dan sudah dianggap cukup untuk dapat dilakukan analisis lanjutan.

3. *Measures of Sampling Adequacy* (MSA)

Pada tiap variabel yang terdapat di gambar 12 memiliki nilai MSA lebih besar dari 0,5 artinya variabel yang bisa dianalisis lebih lanjut untuk analisis faktor adalah BOD, COD, Total Coliform, Fecal Colli, Nitrat, Timbal (Pb), TSS dan Ph yang memiliki nilai MSA berturut-turut sebesar 0,562; 0,608; 0,637; 0,528; 0,627; 0,502; 0,504; dan 0,793.

Untuk variabel DO, Fosfat, TDS, Nitrit, Seng (Zn) dan Tembaga (Cu) tidak dapat dianalisis lebih lanjut karena nilai $MSA \leq 0,5$.

Anti-image Matrices

		Zscore(BOD)	Zscore(COD)	Zscore(C.tot)	Zscore(C.tinja)	Zscore(TSS)	Zscore(PH)	Zscore(NITRAT)	Zscore(PB)
Anti-image Covariance	Zscore(BOD)	.364	-.246	-.044	.116	.048	.001	.190	.015
	Zscore(COD)	-.246	.349	-.047	-.081	-.073	.134	-.065	.100
	Zscore(C.tot)	-.044	-.047	.529	-.321	.070	.011	.017	-.020
	Zscore(C.tinja)	.116	-.081	-.321	.541	-.006	.037	.038	-.070
	Zscore(TSS)	.048	-.073	.070	-.006	.933	.135	-.026	.016
	Zscore(PH)	.001	.134	.011	.037	.135	.752	-.074	.110
	Zscore(NITRAT)	.190	-.065	.017	.038	-.026	-.074	.750	.184
Zscore(PB)	.015	.100	-.020	-.070	.016	.110	.184	.863	
Anti-image Correlation	Zscore(BOD)	.562 ^a	-.689	-.101	.262	.083	.003	.363	.026
	Zscore(COD)	-.689	.608 ^a	-.108	-.185	-.128	.261	-.128	.181
	Zscore(C.tot)	-.101	-.108	.637 ^a	-.600	.100	.017	.027	-.029
	Zscore(C.tinja)	.262	-.185	-.600	.528 ^a	-.008	.059	.060	-.102
	Zscore(TSS)	.083	-.128	.100	-.008	.504 ^a	.162	-.031	.018
	Zscore(PH)	.003	.261	.017	.059	.162	.793 ^a	-.098	.137
	Zscore(NITRAT)	.363	-.128	.027	.060	-.031	-.098	.627 ^a	.228
Zscore(PB)	.026	.181	-.029	-.102	.018	.137	.228	.502 ^a	

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

Gambar 12 - Nilai MSA

4.4.2 Tahap Penentuan Jumlah Faktor

Dalam tahap penentuan jumlah faktor dapat dilihat dari total *variance explained* dan grafik *scree plot* :

1. Total *variance explained*

Gambar 13 berfungsi untuk mengetahui banyak komponen yang terbentuk. Pada analisis ini menggunakan penentuan berdasarkan *eigenvalue* ≥ 1 untuk mengetahui banyak komponen yang terbentuk. Berdasarkan hasil analisis terdapat 4 macam komponen yang terbentuk. komponen 1, 2, 3 dan 4 memiliki total *eigenvalue* berturut-turut sebesar 2,598; 1,438; 1,141; 1,058 dan nilai *variance* sebesar 32,479%; 17,973%; 14,265% dan 13,223%.

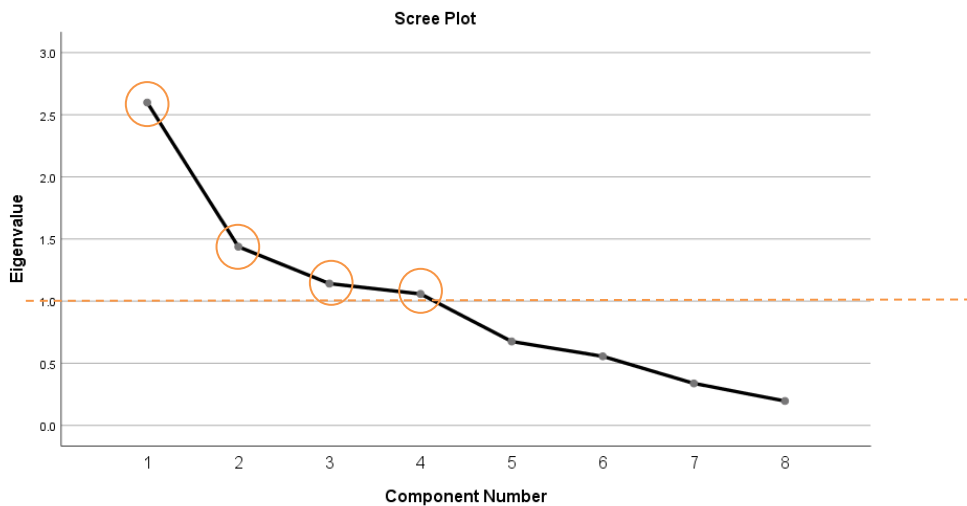
Component	Total	Initial Eigenvalues	
		% of Variance	Cumulative %
1	2.598	32.479	32.479
2	1.438	17.973	50.452
3	1.141	14.265	64.717
4	1.058	13.223	77.940
5	.675	8.444	86.383
6	.556	6.945	93.328
7	.338	4.221	97.549
8	.196	2.451	100.000

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Gambar 13 - Total Variance Explained

2. Scree Plot

Scree Plot merupakan bentuk lain dari gambar 13 yang disajikan dalam bentuk grafik. Yang bertujuan untuk mengetahui banyak komponen yang terbentuk dapat dilihat melalui gambar 14. Analisis ini juga menggunakan penentuan berdasarkan *eigenvalue* ≥ 1 . Terdapat 4 titik yang berada di atas nilai 1 artinya terdapat 4 komponen yang terbentuk.



Gambar 14 - Scree Plot

4.4.3 Hasil Analisis PCA

Nilai hasil analisis PCA dapat dilihat dari tabel *component matrix* dan *rotated component matrix* :

1. *Component matrix*

Berfungsi untuk mendistribusikan variabel yang sudah di ekstrak ke dalam komponen yang terbentuk berdasarkan faktor loading. Variabel dimasukan kedalam komponen yang memiliki faktor loading terbesar, faktor loading menunjukkan tingkat keeratan suatu variabel terhadap variabel yang terbentuk.

	Component			
	1	2	3	4
Zscore(BOD)	.747	-.448	-.152	-.255
Zscore(COD)	.819	-.350	.155	-.099
Zscore(C.tot)	.653	.520	.310	-.124
Zscore(C.tinja)	.517	.667	.352	.059
Zscore(TSS)	.134	-.302	.192	.835
Zscore(PH)	-.625	.108	.082	-.393
Zscore(NITRAT)	-.512	-.020	.650	.107
Zscore(PB)	.062	.544	-.639	.318

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 4 components extracted.

Gambar 15 – Nilai Component Matrix

2. *Rotated component matrix*

Untuk beberapa sampel data ditemukan suatu variabel yang memiliki tingkat keeratan yang relatif sama dengan beberapa faktor *loading* yang terbentuk, dengan demikian diperlukan rotasi agar memperjelas perbedaan nilai antar faktor loading. Komponen yang telah dirotasi (Vf) Berdasarkan gambar 15 menunjukkan Vf1 yang terdiri dari variabel BOD dan COD, selanjutnya Vf2 terdiri dari variable Total Coliform dan Fecal Coliform, Vf3 terdiri dari Nitrat dan Timbal (Pb), dan Vf4 terdiri dari TSS dan pH.

Rotated Component Matrix^a

	Component			
	1	2	3	4
Zscore(BOD)	.920	.021	-.001	-.007
Zscore(COD)	.832	.267	.168	.185
Zscore(C.tot)	.240	.864	-.041	-.056
Zscore(C.tinja)	.000	.910	-.089	.058
Zscore(TSS)	.001	-.069	.067	.913
Zscore(PH)	-.463	-.215	.225	-.502
Zscore(NITRAT)	-.542	.006	.623	.121
Zscore(PB)	-.200	.119	-.867	.059

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization. ^a

a. Rotation converged in 6 iterations.

Gambar 16 - Rotated Component Matrix

3. Komponen yang Terbentuk

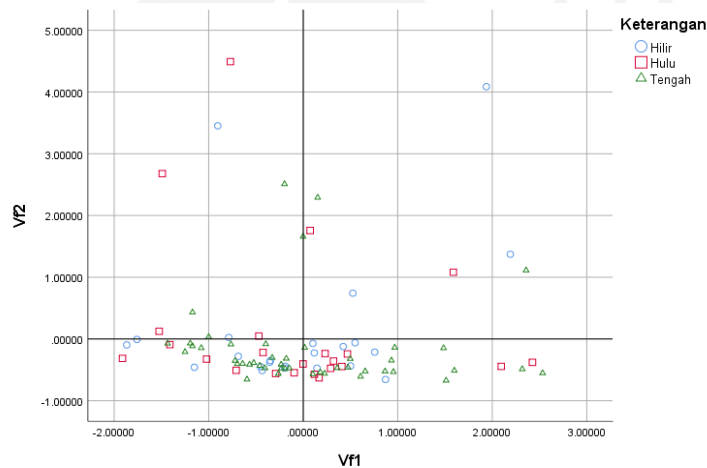
Tabel 13 - Komponen yang Terbentuk

Parameter	Vf1	Vf2	Vf3	Vf4
BOD	0,920			
COD	0,832			
Total Coliform		0,864		
Fecal Coliform		0,910		
Nitrat			0,623	
Pb			-0,867	
TSS				0,913
Ph				-0,502
<i>Eigenvalue</i>	2,598	1,438	1,141	1,058
<i>% variance explained</i>	32,479	17,973	14,265	13,223

Hasil analisis komponen utama (PCA) merupakan skor yang dihitung menggunakan persamaan regresi linier dengan konstanta disimpulkan dalam Table 13. Dalam tabel 13 Vf1 menjelaskan 32,479% dari total varian dalam data kualitas air dan memiliki efek pembebanan positif yang sangat kuat pada BOD dan COD sebesar 0,920 dan 0,832. Vf1 dapat mewakili sebagai sumber pencemar berdasarkan parameter kimia organik dilihat dari variabel BOD dan COD. Vf2 dapat mewakili sebagai sumber pencemar berdasarkan parameter mikrobiologi yang berasal dari limbah domestik dengan 17,9735% dari total varian dalam

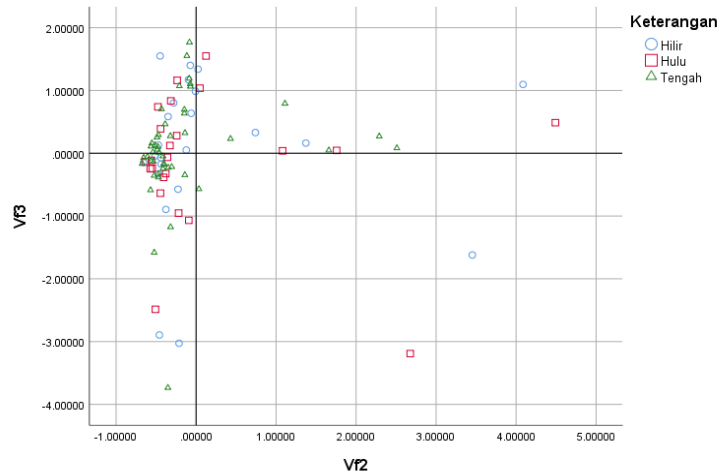
data kualitas air dan memiliki efek pembebanan positif pada Total Coliform dan Fecal Coliform sebesar 0,864 dan 0,910. Kemudian Vf3 14,265% dari total varian dalam data kualitas air memiliki efek pembebanan positif untuk Nitrat dengan nilai 0,623 dan negatif untuk Pb dengan nilai -0,867. Vf3 dapat mewakili parameter kimia anorganik yang berasal dari asap kendaraan, limpasan perkotaan, limbah domestik, atau limbah industri. Terakhir Vf4 dapat mewakili sumber pencemar berdasarkan parameter fisik dengan 13,223% dari total varian dalam data kualitas air yang memiliki efek pembebanan positif untuk TSS dengan nilai 0,913 dan negatif untuk pH dengan nilai -0,502.

4. Hasil Analisis *Scatter Plot* PCA



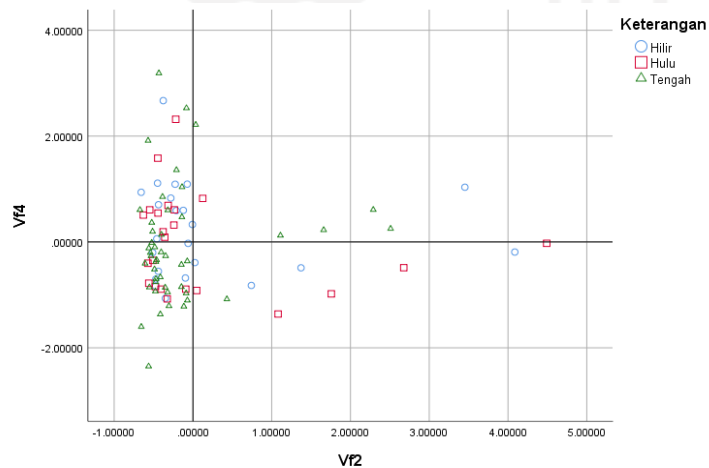
Gambar 17 - Scatter Plot Vf1 (Polutan Kimia Organik)-Vf2 (Polutan Mikrobiologi)

Pada gambar 17 data lebih tersebar pada sumbu x dan data segmen tengah sebagian paling mendekati sumbu y menandakan bahwa kualitas air Sungai Tambakbayan bagian Hulu, Tengah dan Hilir lebih dipengaruhi oleh kontaminan polutan kimia organik. Akan tetapi, dibagian tengah DAS sedikit terkontaminasi oleh polutan mikrobiologi.



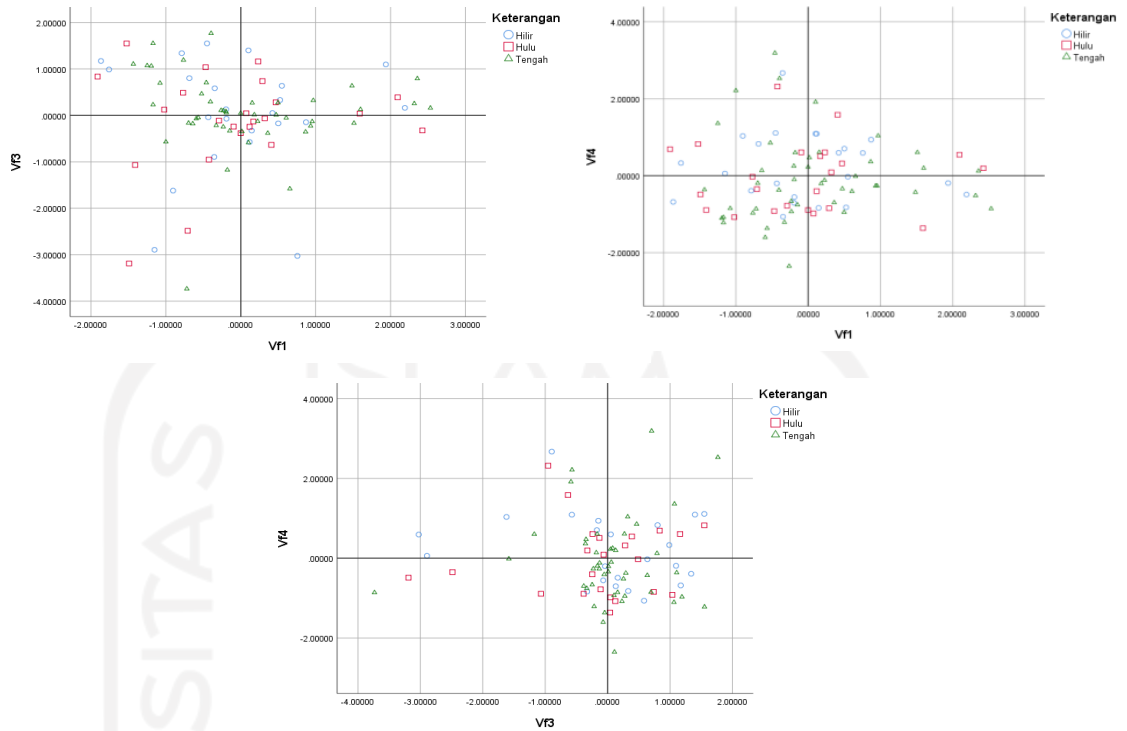
Gambar 18 - Scatter Plot Vf2 (Polutan Mikrobiologi)-Vf3 (Polutan Kimia - Anorganik)

Pada gambar 18 data dominan menyebar pada sumbu y dan sebagian data menyebar pada sumbu x menandakan bahwa kualitas air Sungai Tambakbayan bagian Hulu, Tengah dan Hilir lebih dipengaruhi oleh kontaminan dari polutan kimia anorganik dibanding polutan mikrobiologi.



Gambar 19 - Scatter Plot Vf2 (Polutan Mikrobiologi)-Vf4 (Polutan Fisik)

Begitu pula pada gambar 19 data lebih tersebar di sumbu x menandakan bahwa kualitas air Sungai Tambakbayan bagian Hulu, Tengah dan Hilir lebih dipengaruhi oleh polutan dari polutan fisik dibanding polutan mikrobiologi.



Gambar 20 - Scatter Plot Vf1 (Polutan Kimia Organik)-Vf3 (Polutan Kimia Anorganik)-Vf4 (Polutan Fisik)

Pada gambar 20 data tersebar secara merata pada sumbu x dan y yang mana kualitas air sungai Tambakbayan dipengaruhi oleh Vf1, Vf3 dan Vf4. Artinya Polutan kimia organik, Polutan kimia anorganik dan Polutan fisik merupakan jenis kontaminan yang teridentifikasi terhadap kualitas air Sungai Tambakbayan.

Sedangkan, untuk polutan mikrobiologi kurang berpengaruh terhadap kualitas air Sungai Tambakbayan, dan hanya sebagian bagian tengah DAS yang terkontaminasi oleh polutan mikrobiologi. Kemungkinan dengan adanya *Septic Tank* yang bekerja dengan maksimal sehingga membuat polutan mikrobiologi tidak menjadi sumber kontaminasi disepanjang aliran Sungai Tambakbayan. Selain itu, terdapat penurunan tren temporal pada parameter FC dan TC yang menandakan *Septic Tank* yang bekerja dengan maksimal tiap tahunnya. Dalam studi yang dilakukan oleh (Pratama, Immanuel, & Marthanty, 2020) mengatakan bahwa bahan organik, logam dan air limbah rumah tangga

merupakan faktor yang signifikan mempengaruhi konsentrasi kualitas air Sungai Code.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian ini berupa:

1. Dengan menggunakan analisis spasiotemporal dan korelasi Pearson ditemukan lahan VA (*Vegetation*) memiliki korelasi yang cukup baik terhadap kualitas air Sungai Tambakbayan. Akan tetapi, lahan AG (*Agriculture*) dan AB (*Building*) secara signifikan mempengaruhi penurunan kualitas air Sungai Tambakbayan.
2. Terdapat empat jenis kontaminan yang dapat teridentifikasi yaitu
 - Vf1 mewakili polutan kimia organik
 - Vf2 mewakili polutan mikrobiologi
 - Vf3 mewakili polutan kimia anorganik
 - Vf4 mewakili polutan fisik

Ditiap segmen DAS Tambakbayan teridentifikasi terkontaminasi oleh Vf1, Vf3 dan Vf4. Akan tetapi pada bagian tengah DAS Tambakbayan dengan luas AB yang sangat tinggi, hanya sebagian yang teridentifikasi terkontaminasi oleh Vf2.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini, pembagian klasifikasi penggunaan lahan masih secara *general*. Selain itu, dalam penelitian ini belum dilakukan metode validasi terhadap analisis penggunaan lahan. Sehingga, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengklasifikasi penggunaan lahan lebih detail dan penelitian lanjutan untuk menambahkan metode validasi data untuk analisis penggunaan lahan dengan menggunakan *software* ArcGIS.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



DAFTAR PUSTAKA

- Ardinugroho, A., Gunawan, P., & Dibiyosaputro, M. (2017). *Kajian Kerusakan Lingkungan Perairan Sungai Akibat Pembuangan Limbah Aktivitas Penggunaan Lahan Intensif di Daerah Aliran Sungai Tambakbayan, Sleman, Yogyakarta*.
- Djodjic, F., Bierozza, M., & Bergström, L. (2020). *Land use, geology and soil properties control nutrient*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145108>
- Hendrawan, D. (2005, April). *KUALITAS AIR SUNGAI DAN SITU DI DKI JAKARTA, Vol 9, Page 13-15*.
- Izzati, M. (2007). *Perubahan Konsentrasi Oksigen Terlarut dan pH Perairan Tambak setelah Penambahan Rumput Laut Sargassum Plaghyophyllum dan Ekstraknya*.
- Jonathan, S. (2009). *tatistik Itu Mudah: Panduan Lengkap untuk Belajar Komputasi Statistik Menggunakan SPSS*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Letsinger, S., Balberg, A., Hanna, E., & Hiatt, E. (2021). *Geohydrology: Watershed Hydrology*, Pages 442-456. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.12389-9>
- Liu, Y., & Yamauchi, F. (2014). *Population density, migration, and the returns to human capitaland land: Insights from Indonesia*, Pages: 182-193. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.05.003>
- Mahmoudi, M., Heydari, M., Qasem, S., Mosavi, A., & Band, S. (2021). *Principal component analysis to study the relations*, Pages 457-464. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.09.013>Get rights and content
- Mardhia, D., & Abdullah, V. (2018). *Studi Analisis Kualitas Air Sungai Brangbiji Sumbawa Besar*, Jurnal Bologi Tropis , 18 (2) : 182 - 189.
- Patricia, C., Astono, W., & Hendrawan, D. I. (2018). *KANDUNGAN NITRAT DAN FOSFAT DI SUNGAI CILIWUNG*.
- Pratama, M., Immanuel, Y., & Marthanty, D. (2020). *A Multivariate and Spatiotemporal Analysis of Water Quality in Code River, Indonesia*. doi:<https://doi.org/10.1155/2020/8897029>
- Rani, D., & Dahiya, R. (2007). *COD and BOD Removal From Domestic Wastewater Generated in Decentralised Sectors*. India: Indian Institute Technology.
- Saepurohman, T., & Putro, B. (2019). *Analisis Principal Component Analysis (PCA) Untuk Mereduksi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Kulit Kikil Sapi*.
- Salmin. (2005). *OKSIGEN TERLARUT (DO) DAN KEBUTUHAN OKSIGEN BIOLOGI (BOD) SEBAGAI SALAH SATU INDIKATOR UNTUK MENENTUKAN KUALITAS PERAIRAN*. Jakarta: Bidang Dinamika Laut, Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI, Jakarta.
- Santoso, S. (2006). *Seri Solusi Bisnis Berbasis TI: Menggunakan SPSS untuk Statistik Multivariat*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Wardhana, P. (2015). *ANALISIS TRANSPOR SEDIMEN SUNGAI OPAK DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM HEC-RAS 4.1.0*.

- Warmenhoven, J., Bargary, N., Liebl, D., & Harris, A. (2020). *PCA of Waveforms and Functional PCA*.
- Wirosoedarmo, R., Haji, A., & Zulfikar, F. (2016). *Analisa Perubahan Tata Guna Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Pencemaran di Brantas Hulu, Kota Batu, Jawa Timur*.
- Xu, Q., Wang, P., Shu, W., Ding, M., & Zhang, H. (2020). *Influence of Landscape Structures on River Water Quality At Multiple Spatial Scales: A Case Study of The Yuan River Watershed, China*.
- Yang, B., Ljung, K., Nielsen, A., Fahlgren, E., & Hammarlund. (2020). *Impacts of long-term land use on terrestrial organic matter input to lakes based on lignin phenols in sediment records from a Swedish forest lake*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145517>



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



LAMPIRAN

Lampiran 1 - Data Kualitas Air Sungai Tambakbayan 2013-2020

Lokasi 1 : Jembatan Plosokuning, Ngaglik, Sleman												
Parameter	2013			2014			2015			2016		
	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3
BOD	1,9	5,9	4,9	12	11,1	5,8	6	13,1	5,6	7,9	6,9	8,57
COD	9,6	14,5	10,6	20,9	21,1	9,6	16,7	24,3	15,1	16,6	15,41	18,9
Bakteri Koli Tinja	460000	9000	23000	1100000	4000	23000	210000	9000	93000	9000	14000	14000
Bakteri Koli Total	2400000	46000	93000	2400000	21000	240000	2400000	23000	240000	210000	28000	39000
DO	6,5	5,1	5,6	7,3	6,8	5,8	6,7	7,6	5,8	6,3	6,3	6,8
TSS	9	10	8	19	30	26	17	6	31	22	27	20
Total Fosfat	0,07	0,2	0,08	0,2	0,02	0,08	0,3	0,02	0,06	0,06	0,09	0,2
Ph	6,8	8,6	7,2	6,9	6,7	6,6	7,4	6,2	7,1	6,7	7,4	7
terlarut (TDS)	136	150	159	112	336	152	365	117	347	129	130	116
Nitrat	1,5	1	0,02	2,01	0,5	1,2	1,43	1,5	1,1	3,6	1,1	0,7
Nitrit	0,03	0,13	0,03	0,02	0,001	0,1	0,14	0,11	0,12	0,14	0,05	0,06
Seng (Zn)	0,02	0,04	0,01	0,02	0,001	0,01	0,003	0,03	0,006	0,002	0,009	0,1
Tembaga (Cu)	0,05	0,001	0,04	0,01	0,001	0,003	0,03	0,001	0,03	0,005	0,02	0,007
Timbal (Pb)	0,3	0,06	0,32	0,03	0,04	0,1	0,06	0,01	0,06	0,04	0,05	0,04
Parameter	2017			2018			2019			2020		
	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	
BOD	8,6	6,7	3,9	2,04	3,92	1,94	2,36	0,1	3,67	2,34	1,8	
COD	13,6	14,7	12,5	7,6	10,739	9,77	3,78	13,56	19,1	12,06	5,51	
Bakteri Koli Tinja	3000	7000	4000	9000	7000	4000	490	43000	24000	180	210000	
Bakteri Koli Total	7000	14000	9000	23000	15000	9000	680	43000	24000	2100	210000	
DO	6	6,7	5,8	5,46	7,84	5,18	7,69	6,8	2,94	7,22	7,75	
TSS	14	24	14	11	12	20	3,6	36	70	7	5,3	

Total Fosfat	0,08	0,1	0,1	2,97	0,374	0,49	0,33	0,38	0,38	0,43	0,36
Ph	7,3	7,3	7,2	7,47	6,98	7,11	7,58	6,1	7,2	7,5	7,08
terlarut (TDS)	201	122	240	108	161	143	154,2	138	137	118	196,75
Nitrat	6,3	1,4	1,8	3,66	0,028	1,01	6,72	4,47	3,42	5,74	3,32
Nitrit	0,09	0,01	0,02	0,008	0,04	0,06	0,02	0,021	0,0064	0,13	0,031
Seng (Zn)	0,006	0,01	0,01	0,02	0,014	0,05	0,0048	0,0048	0,0048	0,0048	0,0048
Tembaga (Cu)	0,01	0,05	0,01	0,001	0,003	0,001	0,025	0,025	0,03	0,0086	0,0086
Timbal (Pb)	0,01	0,04	0,04	0,03	0,032	0,03	0,036	0,097	0,03	0,2	0,013

Lokasi 2 : Jembatan Jayakarta, Condong Catur, Depok, Sleman

Parameter	2013			2014			2015			2016		
	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3
BOD	4,7	5,9	7,9	15,9	12,1	7,8	9,9	4,4	9,4	8,1	7	8,5
COD	17,1	12,7	15,6	30,4	30,7	14,2	15,5	15,9	19,6	19,1	15,4	17,5
Bakteri Koli Tinja	1100000	9000	9000	1100000	21000	15000	240000	4000	20000	21000	9000	15000
Bakteri Koli Total	1100000	23000	43000	2400000	240000	43000	1100000	7000	210000	460000	23000	43000
DO	5,9	5,5	6,6	7,3	6,3	5,6	7,4	7,8	6,8	4,7	5,9	5,8
TSS	27	23	17	21	34	48	21	16	19	23	25	25
Total Fosfat	0,07	0,03	0,1	0,11	0,02	0,08	0,2	0,02	0,07	0,06	0,1	0,09
Ph	6,6	7,7	6,6	6,8	7,1	6,8	7,5	6,5	7	7,1	7,6	6,7
terlarut (TDS)	139	109	184	102	436	163	308	144	460	138	151	129
Nitrat	2,1	1,3	0,0001	2,37	0,7	2,1	1,45	1,6	1,7	3,5	1,3	0,9
Nitrit	0,02	0,01	0,1	0,2	0,001	0,7	0,26	0,56	0,18	0,27	0,3	0,15
Seng (Zn)	0,05	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,004	0,02	0,006	0,003	0,006	0,1
Tembaga (Cu)	0,04	0,06	0,03	0,01	0,0002	0,003	0,03	0,003	0,06	0,007	0,03	0,008
Timbal (Pb)	0,19	0,08	0,26	0,02	0,04	0,09	0,03	0,02	0,07	0,03	0,07	0,05
Parameter	2017			2018			2019			2020		
	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	
BOD	7,7	5,7	4,9	5,61	4,672	1,94	2,54	2,18	3,67	4,88	4,61	
COD	13,6	11,5	14	13,01	12,184	10,54	5,21	14,49	25,2	9,93	11,66	

Bakteri Koli Tinja	7000	9000	9000	14000	11000	9000	930	14000	2100	1800	21000
Bakteri Koli Total	14000	21000	15000	39000	93000	11000	930	21000	2600	1800	110000
DO	6,6	6,3	6	5,27	7,448	4,99	8,08	7,6	2,94	6,08	9,43
TSS	45	21	26	14	11	24	14	28,6	53	8,3	12,4
Total Fosfat	0,12	0,05	0,2	3,41	0,382	0,47	0,35	0,408	0,4	0,36	0,32
Ph	7,6	7,7	7,4	7,66	7,09	7,04	7,64	7,32	7,1	7,75	7,1
terlarut (TDS)	185	143	119	141	167	157	175,1	171	163,5	173,5	280
Nitrat	3,7	1,5	1,6	1,44	0,678	1,47	8,58	10,15	8,034	8,53	7,65
Nitrit	0,2	0,01	0,15	0,012	0,0334	0,41	0,062	0,16	0,24	0,16	0,19
Seng (Zn)	0,02	0,03	0,03	0,013	0,028	0,08	0,0048	0,0048	0,0048	0,0047	0,0047
Tembaga (Cu)	0,01	0,06	0,01	0,004	0,004	0,001	0,025	0,025	0,05	0,0085	0,0085
Timbal (Pb)	0,002	0,05	0,04	0,031	0,04	0,03	0,041	0,056	0,03	0,2	0,012

lokasi 3 : Jembatan Sekarsuli, Sendangtirto, Berbah, Sleman												
Parameter	2013			2014			2015			2016		
	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3
BOD	4,8	4,9	13,6	9,1	12,1	5,8	10	6,1	13,2	12,4	5,3	7,54
COD	14,9	7,4	26,3	19,4	28,9	10,5	14,9	16,4	20,7	21,9	11,4	16,7
Bakteri Koli Tinja	150000	23000	43000	39000	100000	93000	23000	93000	15000	21000	15000	39000
Bakteri Koli Total	2400000	43000	240000	460000	2400000	210000	44000	150000	2400000	460000	94000	150000
DO	6,3	6,4	7,2	6,7	6,8	5,9	7,2	8,6	7,2	4,1	7	5,6
TSS	25	25	19	34	17	51	24	26	10	16	20	44
Total Fosfat	0,09	0,03	0,08	0,2	0,02	0,1	0,3	0,04	0,08	0,1	0,02	0,1
Ph	6,7	7,4	6,3	6,6	6,7	6,6	7,4	6,6	7,1	6,9	7,5	6,8
terlarut (TDS)	147	177	204	125	376	185	388	147	410	147	156	137
Nitrat	1,9	1,3	0,1	2,09	0,5	1,8	1,44	1,6	1,7	3,3	1,3	0,9
Nitrit	0,02	0,01	0,03	0,12	0,0001	0,11	0,23	0,3	0,15	0,22	0,24	0,11
Seng (Zn)	0,04	0,01	0,04	0,01	0,02	0,003	0,01	0,03	0,02	0,004	0,01	0,1
Tembaga (Cu)	0,05	0,06	0,03	0,01	0,001	0,003	0,02	0,004	0,08	0,005	0,02	0,008
Timbal (Pb)	0,13	0,04	0,27	0,02	0,05	0,1	0,05	0,02	0,07	0,03	0,02	0,08

Parameter	2017			2018			2019			2020	
	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2
BOD	6,7	4,7	8,7	3,4	5,88	5,38	4,96	1,37	5,51	2,84	3,77
COD	12,4	12,6	12,2	10,6	12,632	12,02	10,303	5,45	23	19,18	12,8
Bakteri Koli Tinja	9000	15000	23000	23000	15000	4000	180	4000	9300	4500	18000
Bakteri Koli Total	15000	43000	43000	93000	75000	7000	400	6000	9300	9300	61000
DO	7	6,7	6,2	5,27	7,644	6,58	10,1	8,2	3,31	7,84	9,33
TSS	25	29	36	14	14	31	38,8	18,4	30	3,6	9,92
Total Fosfat	0,14	0,1	0,2	2,13	0,516	0,71	0,45	0,52	0,56	0,6	0,82
Ph	7,7	7,7	7,3	7,83	7,2	6,94	7,2	6,9	7,2	7,19	7,48
terlarut (TDS)	244	115	113	153	156	181	187,7	173	163	160	264
Nitrat	4,8	1,4	1,7	0,83	0,589	1,44	8,48	8,44	4,89	6,79	6,12
Nitrit	0,17	0,01	0,1	0,01	0,021	0,024	0,074	0,17	0,12	0,059	0,15
Seng (Zn)	0,01	0,02	0,03	0,037	0,0224	0,05	0,0048	0,0048	0,0048	0,0048	0,0048
Tembaga (Cu)	0,007	0,06	0,01	0,004	0,004	0,001	0,025	0,025	0,02	0,0086	0,0086
Timbal (Pb)	0,06	0,05	0,05	0,033	0,04	0,04	0,056	0,0308	0,02	0,025	0,013

Lokasi 4 : Jembatan Tempuran, Sungai Tambakbayan-Opak												
Parameter	2013			2014			2015			2016		
	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3
BOD	4,7	4,9	9,8	15	14,1	5,9	8	11,4	8,2	8,4	7,5	6,52
COD	16,8	6,5	19,4	27,7	29,1	11,8	18,03	21,5	17,5	17,1	15,2	14,5
Bakteri Koli Tinja	460000	9000	93000	15000	23000	43000	460000	9000	21000	15000	23000	93000
Bakteri Koli Total	2400000	23000	150000	2400000	43000	240000	2400000	43000	240000	93000	75000	210000
DO	4,9	6,4	7	7,1	6,8	5,9	6,5	8	6,2	4,5	6,1	6,2
TSS	27	15	22	25	11	58	40	20	37	10	20	38
Total Fosfat	0,1	0,03	0,1	0,5	0,02	0,2	0,3	0,06	0,1	0,09	0,04	0,07
Ph	6,9	8	6,5	6,6	6,9	6,7	7,3	6,5	7,2	7,2	7,1	6,9
terlarut (TDS)	152	185	194	129	339	195	397	153	375	154	157	145
Nitrat	1,8	0,3	0,1	2,65	0,5	1,6	1,46	1,8	1,2	3,7	1,6	0,7
Nitrit	0,03	0,004	0,08	0,1	0,001	0,1	0,33	0,1	0,06	0,26	0,05	0,11

Seng (Zn)	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,002	0,01	0,02	0,04	0,005	0,008	0,1
Tembaga (Cu)	0,04	0,05	0,03	0,01	0,0002	0,002	0,06	0,006	0,1	0,01	0,03	0,005
Timbal (Pb)	0,05	0,02	0,27	0,03	0,04	0,1	0,05	0,03	0,06	0,05	0,03	0,07
Parameter	2017			2018			2019			2020		
	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 1	Periode 2	
BOD	5,8	4,7	4,9	3,97	6,78	9,72	3,97	0,1	3,67	3,29	6,05	
COD	12,6	12,8	12,5	11,14	13,203	17,99	10,16	10,19	14,6	10,42	22,41	
Bakteri Koli Tinja	7000	11000	15000	43000	15000	9000	180	4500	9400	18000	61000	
Bakteri Koli Total	11000	28000	21000	150000	93000	11000	450	4500	24000	45000	93000	
DO	6,6	6,9	6,2	5,66	7,84	5,76	10,3	5,8	3,12	6,8	9,53	
TSS	35	17	18	12	14	37	5,84	16	35	13	38,2	
Total Fosfat	0,13	0,1	0,1	2,19	0,613	0,79	0,45	0,7	0,69	0,66	0,97	
Ph	7,2	7,6	7,3	7,58	7,03	6,92	7,5	7,43	7,3	7,58	7,26	
terlarut (TDS)	228	150	114	117	166	219	179,8	183	175,5	165	246	
Nitrat	2,8	1,4	1,6	0,67	0,611	1,23	8,093	6,79	4,901	5,68	5,47	
Nitrit	0,22	0,01	0,17	0,005	0,0166	0,003	0,084	0,16	0,099	0,2	0,19	
Seng (Zn)	0,02	0,03	0,03	0,042	0,034	0,06	0,0048	0,0048	0,0048	0,0047	0,0047	
Tembaga (Cu)	0,03	0,004	0,01	0,01	0,014	0,001	0,025	0,025	0,01	0,0085	0,0085	
Timbal (Pb)	0,05	0,03	0,04	0,036	0,042	0,05	0,051	0,0207	0,03	0,045	0,013	

Lampiran 2 - Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

LAMPIRAN: PERATURAN PEMERINTAH
NOMOR 82 TAHUN 2001
TANGGAL : 14 Desember 2001
TENTANG : PENGELOAAN KUALITAS AIR DAN
PENGELOAAN PENCEMARAN AIR

Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	° C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 5	Deviasi temperatur dari alamiahnya
Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	2000	
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi < 5000 mg/L
KIMIA ORGANIK						
pH		6 - 9	6 - 9	6 - 9	5 - 9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total fosfat sbg P	mg/L	0,2	0,2	1	5	
NO ₃ sebagai N	mg/L	10	10	20	20	
NH ₃ -N	mg/L	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi Perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0,02 mg/L sebagai NH ₃
Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	
Baron	mg/L	1	1	1	1	
Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
Khrom (VI)	mg/L	0,05	0,05	0,05	1	
Tembaga	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu < 1 mg/L
Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe < 5 mg/L
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb < 0,1 mg/L
FISIKA						
Mangan	mg/L	0,1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
KETERANGAN						
PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
Seng	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn ≤ 5 mg/L
Klorida	mg/L	600	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0,02	0,02	0,02	(-)	
Fluorida	mg/L	0,5	1,5	1,5	(-)	
Nitrit sebagai N	mg/L	0,06	0,06	0,06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO ₂ -N ≤ 1 mg/L
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
Klorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan
Belerang sebagai H ₂ S	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, S sebagai H ₂ S < 0,1 mg/L
MIKROBIOLOGI						
- Fecal coliform	3ml/100 ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, fecal coliform < 2000 jml/100 mL dan Total coliform < 10000 jml/100 mL
- Total coliform	3ml/100 ml	1000	5000	10000	10000	
RADIOAKTIVITAS						
- Gross-A	Bq/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
- Gross-B	Bq/L	1	1	1	1	
KIMIA ORGANIK						
Minyak dan lemak	ug/L	1000	1000	1000	(-)	
Detergen sebagai MBAS	ug/L	200	200	200	(-)	
Senyawa Fenol sebagai fenol	ug/L	1	1	1	(-)	
BHC	ug/L	210	210	210	(-)	
Aldrin/Dieldrin	ug/L	17	(-)	(-)	(-)	
Chlordane	ug/L	3	(-)	(-)	(-)	
DDT	ug/L	2	2	2	2	
FISIKA						
Heptachlor dan heptachlor epoxide	ug/L	18	(-)	(-)	(-)	
Lindane	ug/L	56	(-)	(-)	(-)	
Methoxychlor	ug/L	35	(-)	(-)	(-)	
Endrin	ug/L	1	4	4	(-)	
Toxaphen	ug/L	5	(-)	(-)	(-)	

Keterangan :

mg = miligram
 ug = microgram
 ml = mililiter
 L = Liter
 Bq = Bequerel
 MBAS = Methyne Blue Active Substance
 ABAM = Air Baku untuk Air Minum

Logam berat merupakan logam terlarut.
 Nilai di atas merupakan batas maksimum, kecuali untuk pH dan DO.
 Bagi pH merupakan nilai rentang yang tidak boleh kurang atau lebih dari nilai yang tercantum.
 Nilai DO merupakan batas minimum.
 Arti (-) di atas menyatakan bahwa untuk kelas termasuk, parameter tersebut tidak dipersyaratkan.
 Tanda ≤ adalah lebih kecil atau sama dengan
 Tanda < adalah lebih kecil

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

ttt

MEGAWATI SOEKARNOPUTRI

Salinan sesuai dengan aslinya
 Deputi Sekretaris Kabinet
 Bidang Hukum dan Perundang-undangan,

ttt

Lambok V. Nahattands

Lampiran 3 - Hirarki Klasifikasi Penutupan Lahan Berdasarkan SNI 7645-1-2014

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
Area Tidak Bervegetasi Alami/Semi-Alami	Tubuh Air Alami/Semi-Alami	Perairan Laut
		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		

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



RIWAYAT HIDUP

Anisa Sarah Florensia lahir di kota Jambi, Provinsi Jambi pada tanggal 16 Januari 2000. Penulis lahir dari pasangan Zulhifni, S.T., M.E. dan Sri Rizki Kurniati dan merupakan anak pertama dari tiga bersaudara yakni Alya Rasikha dan Amanda Zaskia.

Pada tahun 2005 penulis masuk Sekolah Dasar Negeri No. 02 Sarolangun dan lulus pada tahun 2011 di Sekolah Dasar Negeri No. 02 Bangko. Kemudian melanjutkan sekolah menengah pertama hingga sekolah menengah akhir dari tahun 2011 sampai 2017 di Pondok Pesantren Modren Nurul Ikhlas. Pada tahun 2017 penulis diterima menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

