

TA/TL/2021/1301

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS MULTIVARIAT DAN SPASIOTEMPORAL**  
**KUALITAS AIR AKIBAT PENGGUNAAN LAHAN DI**  
**DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) WINONGO**  
**YOGYAKARTA**

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



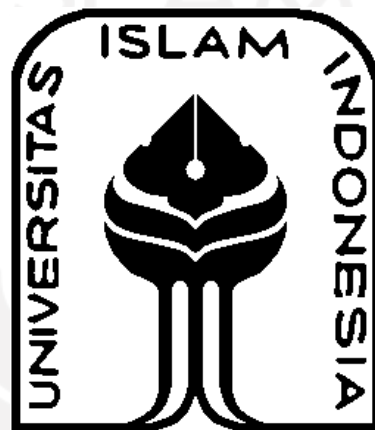
**RAUDATUN JANA**  
**17513121**

**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**  
**DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) WINONGO**  
**YOGYAKARTA**

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



رَبِّهِمْ  
الْحَمْدُ  
الْحَمْدُ  
الْحَمْدُ

**RAUDATUN JANA**  
**17513121**

Disetujui,  
Dosen Pembimbing:

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

**NIK. 025100407**

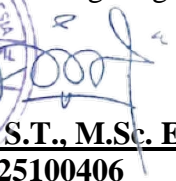
Tanggal:

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

**NIK. 195130101**

Tanggal:

Mengetahui,\*  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

  
**Eko Siswono, 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  
DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) WINONGO  
YOGYAKARTA**

**Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji**

**Hari : Rabu  
Tanggal : 16 Juni 2021**

**Disusun Oleh:**

**RAUDATUN JANA  
17513121**

**Tim Penguji :**

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

(  )

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

(  14 Juni 2021 )

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

(  )

\*Halaman ini dibuat apabila sudah selesai pendadaran

## 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.

Yogyakarta, 15 Mei 2021

Yang membuat pernyataan,



**Raudatun Jana**

NIM : 17513121



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Judul penelitian yang dilaksanakan sejak Desember 2020 ini ialah Analisis Multivariat dan Spatiotemporal Kualitas Air Sungai Akibat Penggunaan Lahan di Daerah Aliran Sungai Winongo Yogyakarta. Dalam penyusunan laporan ini penulis banyak mendapatkan semangat, doa, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini perkenankan penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Allah *subhanahu wa ta'ala* yang senantiasa memberikan kesehatan, kemampuan serta kekuatan sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan ini.
2. Kedua orang tua saya yang tulus selalu mendoakan dan memberikan *support* yang luar biasa hingga saat ini.
3. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Bapak Eko Siswoyo, S.T., M.Sc. ES., Ph.D.
4. Bapak Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T selaku dosen pembimbing 1 yang sabar membimbing, mendukung serta memberikan masukan selama tugas akhir ini berlangsung.
5. Ibu Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing 2 yang juga sabar membimbing, membantu, mendukung serta memberikan masukan selama tugas akhir ini berlangsung.
6. Bapak Dr.Ing Widodo Brontowiyono, S.T., M.Sc selaku dosen pembimbing akademik sekaligus *reviewer* yang telah mendampingi dan memberikan motivasi dari awal perkuliahan hingga saat ini.
7. Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.Eng dan Bapak Dhandun Wacano, S.Si., M.Sc yang telah membantu memmberi saran dan masukan selama tugas akhir ini berlangsung.
8. Mas Heriyanto, A.Md yang sudah membantu administrasi selama masa perkuliahan.

9. Kedua adik saya Nabila dan Wahyu Tesar yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan hingga saat ini.
10. Teman teman saya Galih Nur Ammalia, Wildanum Amien, Nadia Handani, Ajeng Prasasti, Ulfa Arum, Cempaka, Ovie P, Vira Windri yang selalu mendengarkan, menemani, memberikan semangat serta doa kepada saya hingga saat ini.
11. Teman teman masa perkuliahan Anggi Mawarni, Tasya Marchelina, Hani Rilisavitri, Amanda Putri, Salsabila Satara, Venny Novianti, Dwi Septari dan seluruh mahasiswa/I Teknik Lingkungan 2017.
12. Teman satu tim Air Permukaan Annisa Sarah F dan Amanda Putri yang telah kebersamai dalam berdiskusi, berbagi pendapat, belajar bersama dan berjuang bersama hingga saat ini.
13. Segenap Keluarga Besar Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia
14. Instansi yang telah berkontribusi dalam penyelesaian tugas akhir ini, Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi DIY dan Angga Febriano YouTuber yang sangat membantu dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
15. Pihak pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis sangat sadar akan banyak kekurangan yang terdapat dalam penulisan laporan ini. Karenanya, penulis sangat terbuka atas kritik dan saran guna menyempurnakan laporan ini. Harapannya penelitian ini juga dapat menjadi referensi, dan berguna tidak hanya bagi penulis tetapi juga bagi pembaca.

Yogyakarta, 15 April 2021

Raudatun Jana





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## ABSTRAK

RAUDATUN JANA. **Analisis Multivariat dan Spatiotemporal Kualitas Air Sungai Akibat Penggunaan Lahan di Daerah Aliran Sungai Winongo Yogyakarta.** Dibimbing oleh Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T dan Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng.

Pertambahan penduduk di Yogyakarta yang tidak di iringi dengan pertambahan lahan pemukiman mendesak masyarakat untuk tinggal di sepadan sungai. Hal ini mengakibatkan pencemaran air sungai menjadi konsekuensinya. Sungai Winongo merupakan salah satu sungai di Yogyakarta yang digunakan untuk kegiatan MCK, sumber air minum, serta mengairi pertanian oleh masyarakat sekitarnya. Dengan melihat analisis spasial dan temporal, penelitian kali ini bertujuan untuk mengidentifikasi sumber pencemar dari sungai Winongo dihubungkan dengan penggunaan lahan melalui pendekatan statistika menggunakan metode *Pearson Correlation* dan *Principal Component Analysis* (PCA). Data kualitas air yang bersumber dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Yogyakarta terdiri dari 25 parameter yang terdiri dari parameter fisik, kimia dan biologi dengan periode pengambilan pada tahun 2013 hingga 2020. Sungai Winongo dibagi menjadi 3 segmen (hulu, tengah dan hilir) dengan klasifikasi lahan menjadi 3 kategori yaitu vegetasi, bangunan dan agrikultur. Kualitas air Sungai Winongo menunjukkan tren spasial mayoritas mengalami peningkatan sedangkan temporal mayoritas fluktuatif. Tinggi rendahnya kualitas air juga dipengaruhi oleh kategori tutupan lahan. Hasil analisis sumber pencemar didapati bahwa sumber pencemar di Sungai Winongo dikelompokkan menjadi beberapa komponen yaitu domestik, industri logam, pertanian, pabrik, peternakan dan kegiatan usaha. Sumber pencemar domestik, pertanian dan kegaitan usaha menjadi penyumbang terbesar pencemaran di Sungai Winongo.

Kata kunci: Analisis Komponen Utama, Kualitas Air, Penggunaan Lahan, Sungai Winongo.

## ABSTRACT

RAUDATUN JANA. *A Multivariate and Spatiotemporal Analysis of Water Quality based on Land Use in Winongo Watershed, Yogyakarta*. Supervised by Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T dan Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng.

*The increase in the population in Yogyakarta which is not accompanied by the increase of residential land urges people to live in river side. This results in pollution of river water to the consequences. Winongo River is one of the rivers in Yogyakarta that is used for MCK activities, drinking water sources, and irrigating agriculture by the local communities. Looking by at spatial and temporal analysis, this study aims to identify the source of pollutants from the Winongo river correlation to land use through a statistical approach using the Pearson Correlation and Principal Component Analysis (PCA) methods. Water quality data from the Environmental and Forestry Service of the Special Region of Yogyakarta consists of 25 parameters made up of physical, chemical and biological parameters with retrieval periods in 2013 until 2020. Winongo River is divided into 3 segments (upstream, middle and downstream) with land classification into 3 categories that is vegetation, buildings and agriculture. Winongo River water quality shows spatial trends have increased while temporal fluctuating. High low water quality is also influenced by the category of land cover. The results of the analysis of pollutant sources found that the sources of pollutants in the Winongo River are grouped into several components of domestic, metal industry, agriculture, factories, farms and commerce. Domestic, agriculture and commerce contaminants resources are the largest contributors to pollution in the Winongo River.*

*Keywords: Land Use, Principal Component Analysis, Water Quality, Winongo River.*

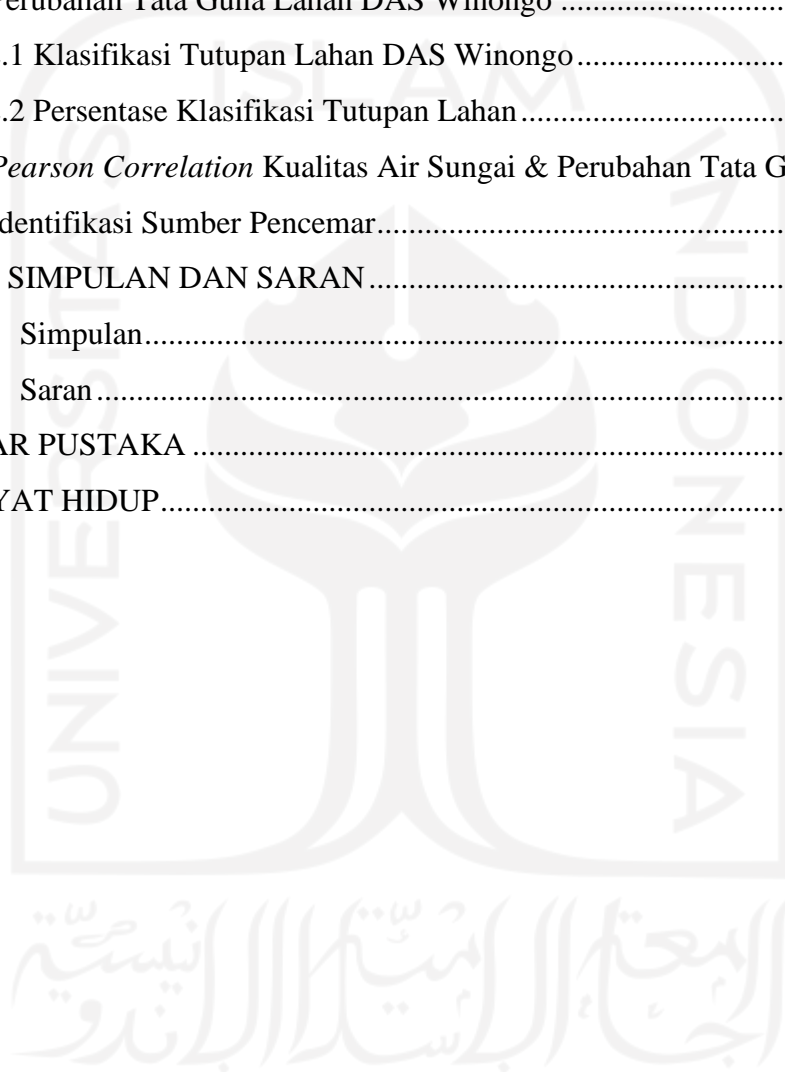


*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## 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.....	3
1.5 Asumsi Penelitian.....	3
1.6 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Profil Sungai Winongo.....	5
2.2 Air Permukaan.....	5
2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS).....	6
2.4 Kualitas Air Sungai.....	6
2.5 Pencemaran Air.....	8
2.6 Tata Guna Lahan.....	8
2.7 <i>Principal Component Analysis</i> .....	9
2.8 Penelitian Terdahulu.....	9
BAB III METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	13
3.2 Prosedur Analisis Data.....	15
3.2.1 Diagram Alir Penelitian.....	15
3.2.2 Metode pengumpulan data.....	16
3.2.3 Metode Analisis data.....	16
3.2.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	16
3.3 Metode Penelitian.....	17
3.3.1 Tren Data.....	17

3.3.2 Analisis <i>Pearson Correlation</i> .....	17
3.3.3 <i>Principal Component Analysis (PCA)</i> .....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	22
4.1 Analisis Kualitas Air Sungai Winongo .....	22
4.1.1 Tren Spasial Kualitas Air Sungai Winongo.....	22
4.1.2 Trend Temporal Kualitas Air Sungai Winongo.....	26
4.2 Perubahan Tata Guna Lahan DAS Winongo .....	30
4.2.1 Klasifikasi Tutupan Lahan DAS Winongo.....	30
4.2.2 Persentase Klasifikasi Tutupan Lahan.....	32
4.3 <i>Pearson Correlation</i> Kualitas Air Sungai & Perubahan Tata Guna Lahan	36
4.4 Identifikasi Sumber Pencemar.....	41
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1 Simpulan.....	52
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA .....	55
RIWAYAT HIDUP.....	75





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian Terdahulu .....	10
Tabel 2. Lokasi titik pengambilan sampel kualitas air Sungai Winongo.....	13
Tabel 3. Keterangan lokasi pembagian segmen Sungai Winongo.....	14
Tabel 4. Interpretasi koefisien korelasi .....	18
Tabel 5. Kategori penilaian uji KMO .....	20
Tabel 6. Kategori penilaian uji MSA .....	20
Tabel 7. Hierarki klasifikasi penutup lahan skala kecil dan menengah .....	31
Tabel 8. Persentase tutupan lahan total .....	32
Tabel 9. Persentase tutupan lahan vegetation .....	33
Tabel 10. Persentase tutupan lahan building.....	34
Tabel 11. Persentase tutupan lahan agriculture.....	35
Tabel 12. Tabel r Product Moment Pearson.....	37
Tabel 13. Hasil Korelasi Kualitas air dan Tutupan Lahan.....	38
Tabel 14. Klasifikasi output rotated component matrix.....	43
Tabel 15. Pengelompokan variabel berdasarkan komponen.....	44





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lokasi penelitian (Sungai Winongo).....	13
Gambar 2. Pembagian Segmen Sungai Winongo .....	14
Gambar 3. Diagram alir penelitian.....	15
Gambar 4. Diagram alir Principal Componen Analysis.....	19
Gambar 5. Box plot spasial yang mengalami tren peningkatan.....	23
Gambar 6. Grafik tren spasial meningkat berdasarkan rata-rata dan median .....	25
Gambar 7. Box plot spasial yang mengalami tren penurunan .....	25
Gambar 8. Grafik tren spasial penurunan berdasarkan rata-rata dan median .....	26
Gambar 9. Box plot temporal yang mengalami tren peningkatan .....	28
Gambar 10. Grafik tren temporal meningkat berdasarkan rata-rata dan median..	28
Gambar 11. Box plot temporal yang mengalami tren penurunan .....	29
Gambar 12. Grafik tren temporal penurunan berdasarkan rata-rata dan median..	29
Gambar 13. Peta penggunaan tutupan lahan DAS Winongo 2013 – 2020 .....	32
Gambar 14. Grafik persentase tutupan lahan DAS Winongo 2013 – 2020 .....	33
Gambar 15. Grafik perkembangan vegetation pada DAS Winongo 2013 – 2020	34
Gambar 16. Grafik perkembangan building pada DAS Winongo 2013 – 2020 ...	35
Gambar 17. Grafik perkembangan agriculture pada DAS Winongo 2013 – 2020	36
Gambar 18. Output KMO and Bartlett's test .....	41
Gambar 19. Output Total variance explained .....	42
Gambar 20. Output rotated component matrix .....	43
Gambar 21. Output component transformation matrix .....	47
Gambar 22. Scatter plot Komponen Domestik dan Komponen Pertanian.....	48
Gambar 23. Scatter plot Komponen Domestik dan Komponen Perniagaan/usaha	49
Gambar 24. Scatter plot Komponen Pertanian dan Komponen Perniagaan/usaha	50



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

الجامعة الإسلامية  
الاستدراكية  
الاندونيسية

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Peta Tata guna lahan tahun 2013 - 2020.....	57
Lampiran 2. Data Kualitas air segmen hulu sungai Winongo tahun 2013-2020 ..	58
Lampiran 3. Data Kualitas air segmen tengah sungai Winongo tahun 2013-202059	
Lampiran 4. Data Kualitas air segmen hilir sungai Winongo tahun 2013-2020...	60
Lampiran 5. Tabel Hierarki klasifikasi penutup lahan skala kecil dan menengah	62
Lampiran 6. Output Anti image matrices.....	70
Lampiran 7. Output Communities .....	72
Lampiran 8. Output Component Matrix.....	73

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 menyebutkan bahwa sungai merupakan suatu wadah mengalirnya sumberdaya air secara gravitasi dari hulu ke hilir. Beberapa sungai yang melintas di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap pengembangan wilayah antara lain karena memiliki potensi ketersediaan air yang memenuhi berbagai kebutuhan domestik, perkotaan, industri maupun untuk irigasi pertanian (Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta, 2016). Salah satu sungai di DIY yang sering digunakan untuk mencuci, mandi, mengairi daerah pertanian dan perikanan adalah Sungai Winongo (Kubudun,2020).

Sungai Winongo memiliki beragam fenomena lingkungan yang disebabkan oleh sungai ini mengalir melintasi Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul yang memiliki perbedaan karakteristik penggunaan lahan sehingga berdampak pada kualitas air sungainya (Permana, 2013). Pemanfaatan Sungai Winongo dari waktu ke waktu mulai tidak terkontrol dan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air sungai (Kubudun, 2020). Pemantauan kondisi sungai perlu dilakukan karena beragamnya kegiatan dan budaya masyarakat di kawasan sekitar sungai akan mempengaruhi kualitas air (Sains et al., 2015).

Beragamnya kegiatan masyarakat berdampak langsung terhadap kebutuhan akan lahan baru. Pembukaan lahan tanpa melihat kondisi lingkungan suatu wilayah dapat menyebabkan permasalahan pada perubahan tata guna lahan yang dapat memberikan dampak buruk terhadap kualitas lingkungan suatu wilayah (Hastutiningrum, 2020). Selain itu, penambahan penduduk di Yogyakarta tidak diiringi dengan penambahan atau penyediaan lahan untuk pemukiman warga sehingga mendesak warga untuk tinggal di sempadan sungai (Sains et al., 2015). Menurut statistik lahan pertanian (sawah) di Provinsi Yogyakarta pada ketiga Kabupaten di Yogyakarta yang dialiri Sungai Winongo pada tahun 2012-2016 berkurang seluas 1149 Ha sedangkan lahan non pertanian mengalami peningkatan

luas (BPS DIY, 2017). Tingginya tingkat aktivitas pemukiman akan menimbulkan permasalahan khususnya terhadap kualitas air sungai (Nugraha, 2013)

Menurut (Granato, 2018), penggunaan desain eksperimen bersama dengan analisis data statistik yang sesuai sangat penting untuk menilai hubungan antara biologi, sifat fisik, sifat fungsional dan komponen kimia. Salah satunya adalah teknik multivariat yang telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi atau melacak, memverifikasi sistem. Selain melakukan teknik multivariat dengan bantuan pendekatan statistik metode *Principal Component Analysis* (PCA). PCA merupakan uji statistik yang termasuk dalam kelompok analisis faktor. PCA biasa disebut alat matematika yang bertujuan untuk merepresentasikan variasi yang ada dalam data set sebagai faktor (Granato, 2018).

Dengan didapatinya fakta dari sumber data sekunder tentang menurunnya kualitas air akibat pencemaran yang berdampak pada semua pihak di sekitar area sungai yang tercemar, hal inilah yang dijadikan acuan sebagai dasar dilakukannya penelitian kali ini. Dengan menganalisis kualitas air Sungai Winongo secara temporal dan spasial serta perubahan tata guna lahan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Winongo agar dapat menganalisis secara signifikan jenis tutupan lahan yang mempengaruhi parameter kualitas air tertentu serta untuk mengidentifikasi sumber kontaminasi dengan menggunakan analisis multivariat menggunakan PCA (Pratama, 2020).

## **1.2 Perumusan Masalah**

Penurunan kualitas air Sungai Winongo, Yogyakarta terjadi akibat penggunaan tata guna lahan disekitarnya.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian kali ini yaitu :

1. Menganalisis tren spasial dan temporal kualitas air Sungai Winongo, Yogyakarta
2. Menentukan jenis tata guna lahan yang secara signifikan memiliki korelasi dengan kualitas air Sungai Winongo, Yogyakarta

3. Mengidentifikasi sumber spesifik pencemar di tiap segmen hulu, tengah, dan hilir DAS Winongo, Yogyakarta menggunakan pendekatan statistik metode *Principal Component Analysis* (PCA)

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Manfaat bagi Perguruan Tinggi**

Hasil penelitian dapat menjadi referensi pembelajaran, khususnya pengetahuan mengenai pengetahuan menganalisis spatiotemporal kualitas air permukaan sebagai sarana dalam mendukung mahasiswa/i menjadi sarjana teknik.

### **1.4.2 Manfaat bagi Masyarakat**

Hasil dari penelitian dapat dijadikan sebagai pengendalian pencemaran dan informasi yang terpercaya mengenai kondisi air khususnya masyarakat sekitar sepanjang DAS Winongo, Yogyakarta.

### **1.4.3 Manfaat bagi Mahasiswa**

Hasil penelitian dapat menjadi bekal dan pengetahuan yang lebih mendalam dalam mengetahui dan mampu menganalisis sumber pencemar dari kualitas air menggunakan metode PCA.

## **1.5 Asumsi Penelitian**

Perubahan tata guna lahan di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) Winongo menyebabkan penurunan kualitas air sungai Winongo, Yogyakarta.

## **1.6 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup berisi tentang variabel yang akan diteliti dan variabel yang diasumsikan sebagai parameter konstanta atau parameter yang diabaikan.

Adapun ruang lingkup dari penelitian kali ini meliputi :

1. Penelitian dilakukan di Daerah Aliran Sungai Winongo D.I. Yogyakarta
2. Data sekunder kualitas air dan batas DAS Winongo bersumber dari Sistem Informasi *Database* Kualitas Lingkungan Hidup Dinas Lingkungan Hidup Provinsi D.I Yogyakarta

3. Data kualitas air yang digunakan dari tahun 2013 – 2020, yang terdiri dari 8 titik pengamatan yaitu Jembatan (Purwobinangun, Deggung, Jatimulyo, Jlagaran, Tamansari, Dongkelan, Bakulan, dan Gading)
4. Analisis parameter terdiri atas 25 parameter meliputi suhu, pH, TDS, TSS, DO, BOD5, COD, Klorin bebas, Nitrat, Nitrit, Sulfida, Amoniak, Deterjen, Fenol, Fosfa, Minyak & lemak, Besi, Mangan, Kadmium, Seng, Tembaga, Warna, Timbal, Bakteri coli tinja, serta Bakteri total coli.
5. Peta pembagian kategori tata guna lahan mengacu pada SNI-7645-1-2014 yang meliputi lahan vegetasi, bangunan dan agrikultur.
6. Citra satelit yang digunakan citra landsat 8 skala 1 : 350.000 yang bersumber dari laman *United States Geological Survey* (USGS) yang kemudian di buat melalui *software* ArcGIS.
7. Analisis tata guna lahan pada *software* ArcGIS belum melalui validasi.
8. Analisis Spasiotemporal dan *Box Plot* menggunakan *software* Microsoft Excel
9. Metode analisis data menggunakan metode *Principal Component Analysis* menggunakan *software* *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS).



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Profil Sungai Winongo**

Sungai Winongo merupakan salah satu sungai yang berada di Daerah Istimewa Yogyakarta yang merupakan anak Sungai Opak (Marlina, 2017). Terbentang sepanjang 49,2 km dengan kedalaman 2,5 m, serta memiliki lebar permukaan dan lebar dasar sungai sebesar 10,2 m dan 8,5 m menjadikan Sungai Winongo salah satu sungai terbesar di DIY (Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta, 2016). Sungai Winongo berperan secara ekologis, biologis dan ekonomis yang sangat berpengaruh bagi manusia (Kubudun, 2020). Sungai Winongo mengalir melintasi Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul. Ketiga wilayah tersebut mengalami perkembangan pesat meliputi penambahan penduduknya, perubahan penggunaan lahannya dan meningkatnya limbah yang dihasilkan yang mempengaruhi kualitas air Sungai Winongo (Permana, 2013).

#### **2.2 Air Permukaan**

Menurut (Suripin, 2002) air permukaan merupakan air yang mengalir secara berkesinambungan atau dengan terputus putus dalam saluran atau alur sungai dari sumber tertentu yang berada dalam satu sistem sungai yang mmenyeluruh. Semua air yang berada di permukaan tanah seperti sungai, rawa, sumur, danau dan saluran drainase disebut air permukaan. Sumber air permukaan berasal dari air hujan yang meresap yang kemudian mengalir dipermukaan bumi dan membentuk atau mengumpul di tempat yang cekung ataupun bervolume. Ada banyak berbagai kepentingan aktivitas yang menggunakan air permukaan air sebagai sumbernya antara lain untuk kebutuhan rumah tangga, air minum, irigasi, industri, pembangkit listrik dan sebagainya (Alamsyah, 2007).

Jumlah air permukaan di bumi diperkirakan hanya sebesar 0,35 juta km<sup>3</sup> atau setara dengan 1% dari total air tawar yang ada di bumi. Air yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari hari merupakan air yang terdapat dalam proses sirkulasi air atau biasa yang disebut siklus hidrologi. Apabila sirkulasi tidak merata maka dapat

menimbulkan bermacam kesulitan (Sosrodarsono, 2006). Menurut PP no 38 Tahun 2011 Tentang Sungai, dalam mengelola sungai ada beberapa hal yang harus diperhatikan, salah satunya sempadan sungai. Sempadan sungai yang merupakan ruang di kiri dan kanan palung sungai di antara garis sempadan dan tepi palung atau tanggul sungai dengan jarak 3 m dari tepi luar kaki tanggul.

### **2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)**

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan bagian dari daratan, komponen sungai dan anak sungai, yang dirancang untuk menyimpan dan mengalirkan air hujan secara alami ke dalam danau atau lautan, sedangkan batas darat merupakan garis pemisah medan. Dan pembatas maritim di perairan yang masih dipengaruhi oleh aktivitas berbasis darat (Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta, 2016). Undang – undang No 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air menjelaskan bahwa, yang dimaksud wilayah sungai adalah kesatuan wilayah pengelolaan sumber daya air dalam satu atau lebih daerah aliran sungai dan/atau pulau pulau kecil yang luasnya kurang dari atau sama dengan 2.000 km<sup>2</sup> (Wiwoho, 2005).

Sebagai sumber daya alam, DAS memiliki posisi strategis untuk pembangunan nasional / daerah dan harus dikelola, dilindungi, dan dimanfaatkan secara optimal untuk memaksimalkan kemakmuran umat manusia (Suharyo, 2019). Menurut PP no 38 Tahun 2011 Tentang Sungai, dalam mengelola sungai ada beberapa hal yang harus diperhatikan, salah satunya sempadan sungai. Sempadan sungai adalah ruang di kiri dan kanan palung sungai di antara garis sempadan dan tepi palung atau tanggul sungai dengan jarak 3 m dari tepi luar kaki tanggul.

### **2.4 Kualitas Air Sungai**

Faktor penting dalam menentukan apakah air dapat digunakan untuk kebutuhan sehari – hari seperti air minum, pertanian, perikanan atau keperluan lainnya adalah kualitas air. Kualitas air memiliki kandungan organisme, zat, energi atau komponen lainnya yang tinggal di dalam air (Effendy, 2003). Menurut Permenkes RI No 416/MENKES/PER/IX/1990 Kualitas air bersih dijabarkan dalam persyaratan batas maksimal dalam bentuk angka atau pernyataan yang harus dipenuhi agar tidak menimbulkan penyakit, gangguan kesehatan, serta gangguan estetika contohnya bau yang tidak sedap.

Kualitas air bisa disesuaikan dengan standar mutu air yang merupakan ukuran batas atau kadar hidup, zat, energi atau komponen yang terdapat atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Setiap aktivitas yang membentuk beban pencemar sebelum di buang ke perairan wajib memenuhi standar baku mutu terlebih dahulu supaya kualitas air tetap terjaga dan pencemaran bisa dikendalikan (Yuliasuti, 2011). Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 20 Tahun 2008 Tentang Baku Mutu Air di Provinsi D.I. Yogyakarta menerangkan bahwa yang dimaksud baku mutu air adalah ukuran tenggang kadar makhluk hidup, zat, atau komponen yang ada atau harus ada keberadaannya di dalam air.

Berdasarkan pada hasil pengkajian yang dilakukan Pemerintah yang dimuat dalam Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air pada pasal 8 dijelaskan mengenai klasifikasi dan kriteria mutu air yang di tetapkan menjadi 4 kelas yaitu :

1. Kelas satu, untuk peruntukan air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
2. Kelas dua, untuk peruntukan prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
3. Kelas tiga, untuk peruntukan pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
4. Kelas empat, untuk peruntukan mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut

Banyak atau sedikitnya tingkat pencemaran sangat mempengaruhi kualitas air sungai, semakin tinggi tingkat pencemaran pada air, maka semakin rendah kualitas air tersebut dan apabila rendah maka air tidak bisa dijadikan sumber minum yang sehat (Rahmadani, 2016)

## **2.5 Pencemaran Air**

Pencemaran air ialah penambahan organisme atau unsur kedalam air sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi dengan peruntukannya (Salmin, 2005). Pencemaran air terjadi apabila jumlah limbah yang ada di air melebihi ambang batas baku mutu air, sehingga air tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya (Fardiaz, 1992). Volume besar limbah yang tidak diolah dan dibuang ke badan air di suatu daerah akan menjadi sumber utama pencemaran lingkungan dan potensi bahaya kesehatan bagi penduduk setempat (Guo, 2015). Pencemaran air menyebabkan kerugian ekonomi dan sosial, dengan adanya gangguan dari keberadaan zat – zat beracun atau muatan bahan organik dalam jumlah yang tidak biasa atau besar. Kondisi lingkungan mempengaruhi kondisi tingkat tercemarnya suatu ekosistem perairan. Dengan keseimbangan ekosistem yang baik dan terpelihara, akan memberikan daur ulang ekosistem air tanah berlangsung secara alamiah. Jika keseimbangan ekosistem terganggu maka diperlukan suatu cara tertentu untuk mengembalikan ekosistem ke kondisi semula (Carolina, 2007).

Terdapat berbagai macam sumber pencemaran, pada umumnya berasal dari limbah domestik maupun limbah non domestik seperti limbah perumahan, perkantoran, dan pabrik dan industri (Yudo, 2010). Sebagai contoh pencemaran air sungai dapat berasal dari tingginya kandungan sedimen hasil erosi, pertanian, penambangan, konstruksi, pembukaan lahan dan aktivitas lainnya. Termasuk juga limbah organik manusia, hewan, hewan atau masuknya senyawa kimia yang berasal dari industri. ketiga hal tersebutlah yang menyebabkan pencemaran air.

## **2.6 Tata Guna Lahan**

Tata guna lahan dimaknai sebagai suatu pengarahan penggunaan lahan menurut kebijakan dan program tata ke ruangan, dengan tujuan untuk memperoleh manfaat total sebaik baiknya secara berkelanjutan. Perubahan lahan dapat ditandai dengan adanya perubahan atau penggantian bentuk bahkan sistem penggunaan lahan. Perubahan keadaan lahan juga dapat berupa reklamasi untuk membuat keadaan lahan sesuai dengan syarat penggunaan lahan yang direncanakan (Ritohardoyo, 2013).

Perkembangan dan kemajuan kota yang diakibatkan oleh pertumbuhan penduduk menjadikan daerah disekitarnya menjadi konsekuensi terjadinya perubahan penggunaan lahan (Suharyo, 2019). Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, kebutuhan akan luas lahan juga semakin meningkat. Tidak heran apabila bantaran sungai pun tak luput menjadi rumah maupun bangunan industri (Nugraha, 2013). Didukung dengan pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat kebutuhan masyarakat akan kebutuhan lahan baru juga beriringan. Pembukaan lahan tanpa melihat kondisi lingkungan suatu wilayah dapat menyebabkan permasalahan perubahan tata guna lahan yang memberikan dampak buruk terhadap kualitas lingkungan suatu wilayah (Hastutiningrum, 2020).

### **2.7 Principal Component Analysis**

Turk pada tahun 1991 pertama kali menemukan metode *Principal Component Analysis* (PCA) untuk pengenalan citra wajah. Di dalam metode PCA informasi yang paling baik mendeskripsikan wajah diturunkan dari citra wajah secara keseluruhan. Kegunaan dari PCA adalah dapat mengkompres data dengan cara ekstraksi fitur data tanpa menghilangkan informasi informasi yang sudah ada dalam data tersebut (Anandita, 2007)

Istilah PCA merupakan uji statistik yang termasuk dalam kelompok analisis faktor. PCA biasa disebut alat matematika yang bertujuan untuk merepresentasikan variasi yang ada dalam data set dengan menggunakan sejumlah faktor. Untuk analisis visual, biasanya proyeksi sampel dua dimensi atau tiga dimensi dibangun dengan sumbu (komponen utama, PC) sebagai faktor. PC yang dihitung secara berulang menampung sebanyak mungkin variasi dari kumpulan data asli (Granato, 2018)

### **2.8 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu merupakan salah satu sumber yang memberikan banyak informasi ataupun referensi terkait teori penelitian yang dilakukan. Pada penelitian kali ini peneliti menjadikan beberapa penelitian sebelumnya yang diantaranya :

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Peneliti (Tahun)	Hasil Penelitian
1	<i>A Multivariate and Spatiotemporal Analysis of Water Quality in Code River, Indonesia</i>	Mochamad A.Pratama, Yan D. Immanuel, and Dwinanti R.Marthanty (2020)	Berdasarkan analisis korelasi antara LULC dan kualitas air, studi menemukan bahwa tutupan lahan oleh vegetasi berdampak positif terhadap kualitas Sungai Code, sedangkan pertanian dan bangunan cenderung berpengaruh negatif.
2	<i>The effect of land use change on water quality : A case study in Ciliwung Watershed</i>	Prita Ayu Permatasari, dkk (2017)	Perubahan penggunaan lahan dalam range waktu 2010-2014 berdampak besar pada kualitas air. Secara umum kualitas air sungai Ciliwung mengalami penurunan dalam 4 tahun terakhir. Kualitas air juga menurun dari hulu ke hilir, hal ini terkait dengan bertambahnya lahan perkotaan di sepanjang sungai dari hulu hingga hilir.
3	<i>Impact of Changes of Land Use on Water Quality, from Tropical Forest to Anthropogenic Occupation : A Multivariate Approach</i>	Alexis Joseph Rodriguwz, et al (2018)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sungai yang terletak di cekungan sangat rentan terhadap perubahan penggunaan lahan. Perubahan ini mengubah berfungsinya hutan hujan tropis dan ekosistem termasuk juga kualitas air.
4	<i>Use of principal component analysis (PCA) and hierarchial cluster analysis (HCA) for multivariate association between bioactive compounds and functional properties in foods.</i>	Daniel Granato, et al (2018)	Meskipun PCA dan HCA sangat berguna untuk mempelajari struktur data dan menemukan persamaan di antara sampel, dalam banyak kasus, koefisien korelasi linier akan memberikan interpretasi yang sangat mirip dari hasil. Kerugian utama lain dari penggunaan PCA / HCA dalam studi tersebut adalah penerapan nyata dari pengamatan: tampaknya sebagian besar peneliti hanya

			menggunakan PCA dan HCA untuk meningkatkan analisis data mereka daripada untuk menjelaskan mekanisme tindakan dan memiliki yang kuat dan mendalam.
5	Pengaruh Aktivitas Warga di Sempadan Sungai terhadap Kualitas Air Sungai Winongo	Ekha Yogafanny (2015)	Tingginya beberapa parameter kualitas air di Sungai Winongo disebabkan oleh aktifitas warga sekitar sungai yang tidak memperhatikan lingkungan dan kelestarian sungai.





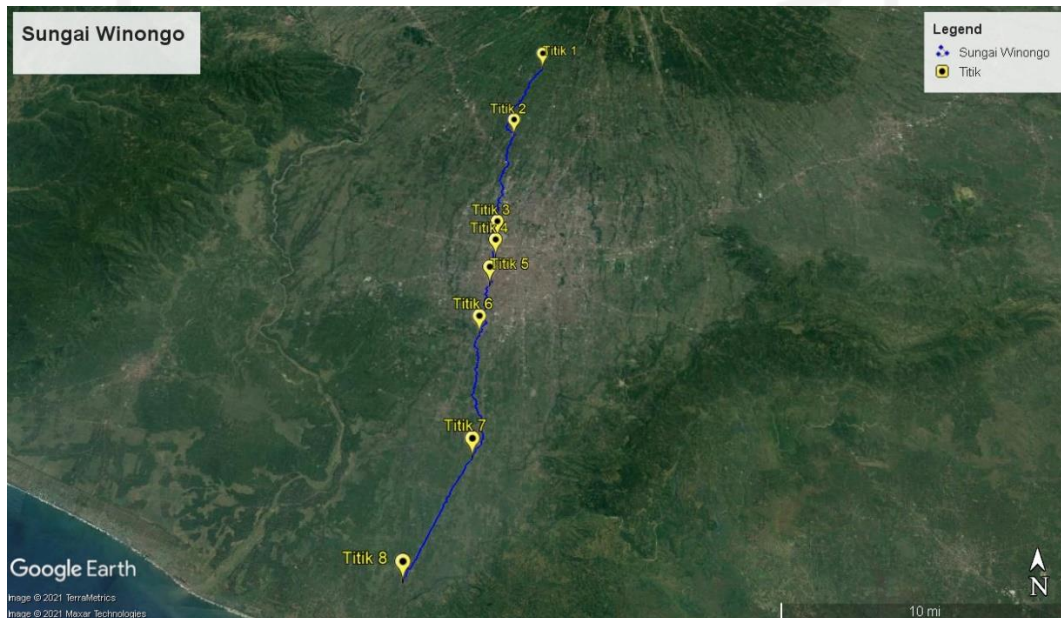
*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di sepanjang Sungai Winongo yang melintasi 3 Kabupaten/ Kota di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yaitu Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul. Sungai Winongo memiliki hulu di Kabupaten Sleman dan hilir di Kabupaten Bantul. Lokasi penelitian dibagi menjadi 8 titik yang dapat dilihat pada gambar 1 dan spesifikasi lokasi titik dapat dilihat pada tabel 2.

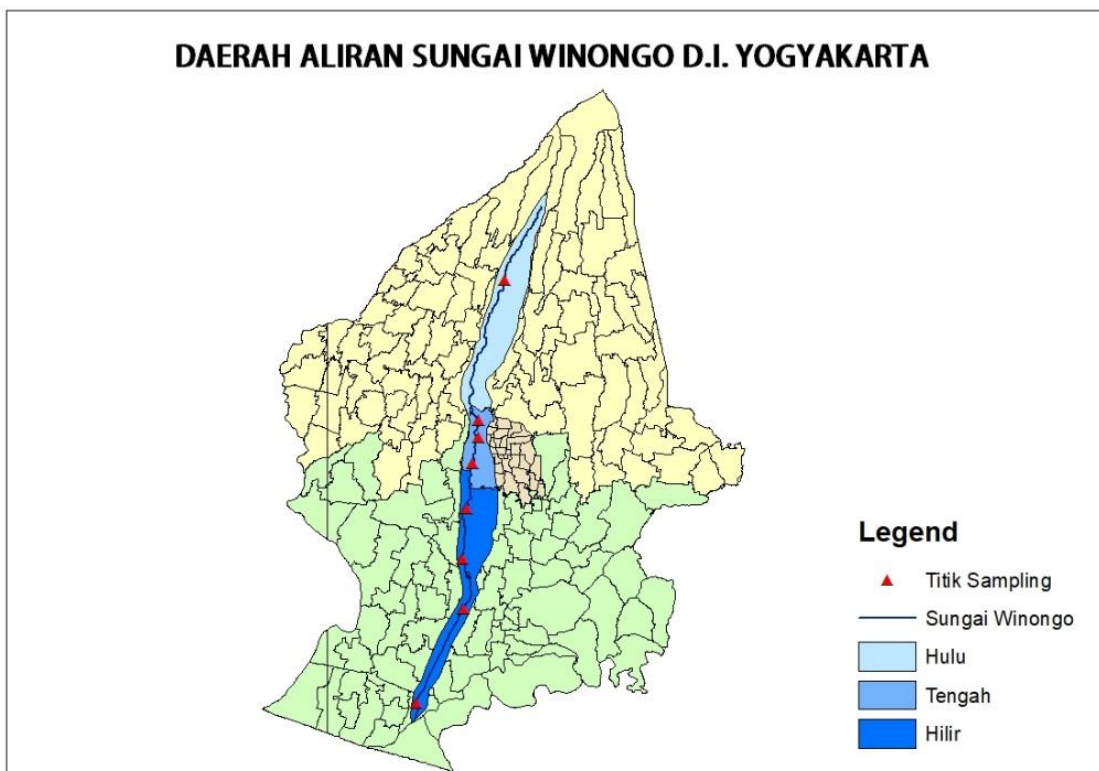


*Gambar 1. Lokasi penelitian (Sungai Winongo)*

*Tabel 2. Lokasi titik pengambilan sampel kualitas air Sungai Winongo*

Lokasi	Koordinat Lintang Selatan	Koordinat Bujur Timur	Keterangan
Jembatan Purwobinangun, Pakem, Sleman	-7.886111111	110.5116667	Titik 1
Jembatan Deggung, Donokerto, Sleman	-7.677833333	110.3763056	Titik 2
Jembatan Jatimulyo, Kricak, Yogyakarta	-7.776944444	110.3573889	Titik 3
Jembatan Jlagaran, Bumijo, Yogyakarta	-7.789777778	110.3573889	Titik 4
Jembatan Tamansari, Wirobrajan, Yogyakarta	-7.808361111	110.3537222	Titik 5
Jembatan Dongkelan, Kasihan, Bantul	-7.840333333	110.3403333	Titik 6
Jembatan Bakulan, Jetis, Bantul	-7.91275	110.3470278	Titik 7
Jembatan Gading, Kretek, Bantul	-7.978722222	110.3134167	Titik 8

Dalam penelitian kali ini Sungai Winongo dibagi menjadi 3 segmen yaitu hulu, tengah dan hilir, 3 segmen ini berdasarkan administrasi desa yaitu menurut batas kabupaten atau kota, dapat dilihat pada Tabel 3. Pemenggalan segmen sungai juga dilihat berdasarkan ketinggian wilayah, *range* 1-50 m dikelompokkan menjadi hilir sungai, *range* 50-100 m dikelompokkan menjadi tengah sungai, dan *range* 100-150 m dikelompokkan menjadi hulu sungai. Berdasarkan Badan Pusat Statistik Provinsi D.I. Yogyakarta Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta, dan Kabupaten Bantul memiliki ketinggian wilayah secara berturut-turut sebesar 145 m, 75m, dan 45m. Dari ketinggian lahan ini, maka titik 1 yang berada di Kabupaten Sleman merupakan hulu sungai, kemudian titik 2,3,4 yang berada di Kota Yogyakarta merupakan tengah sungai serta titik 5,6,7, dan 8 yang berada di Kabupaten Bantul merupakan hilir sungai. Pembagian segmen sungai dapat di lihat di Gambar 2.



Gambar 2. Pembagian Segmen Sungai Winongo

Tabel 3. Keterangan lokasi pembagian segmen Sungai Winongo

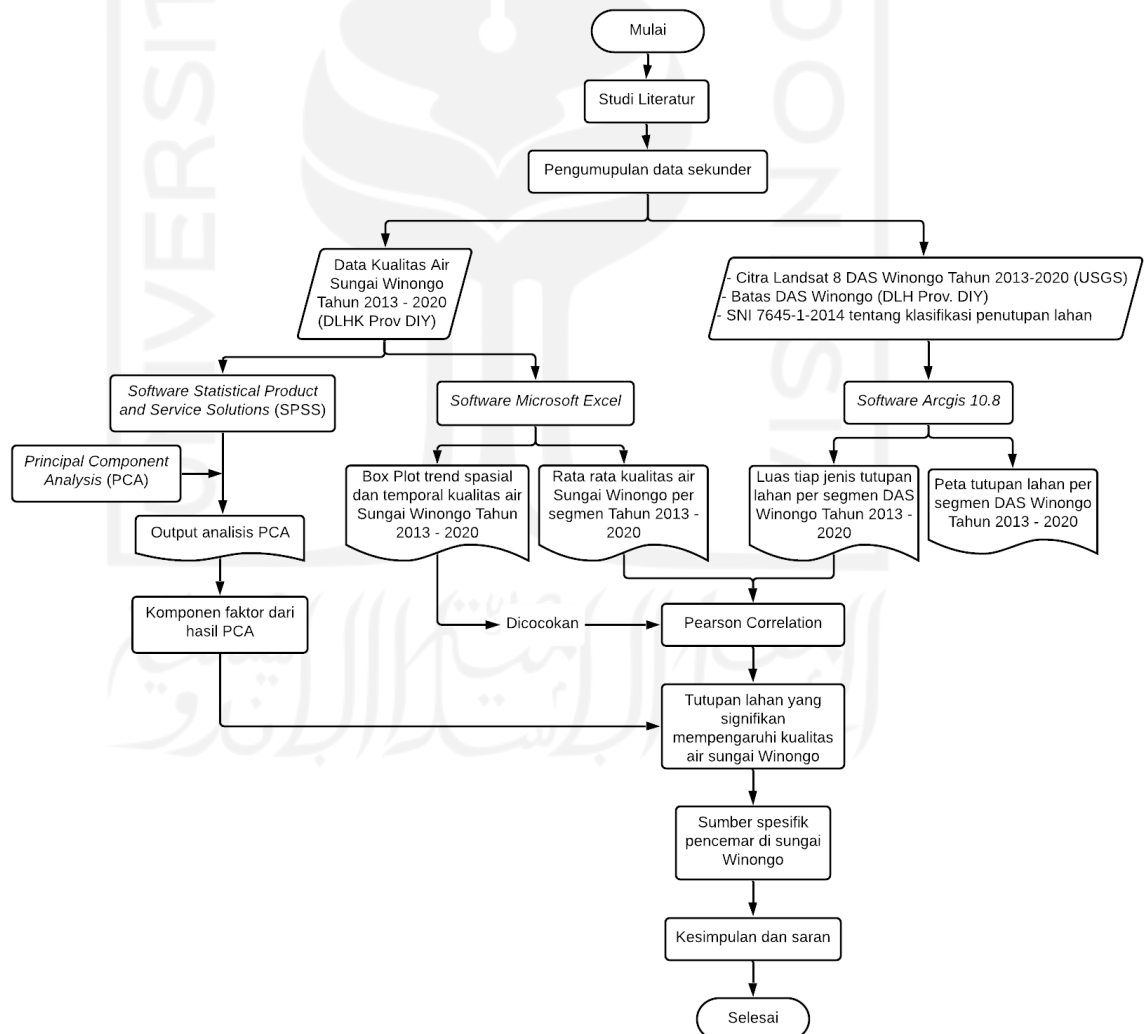
Segmen	Lokasi	Wilayah
Hulu	Jembatan Purwobinangun, Pakem, Sleman	Kabupaten Sleman

Tengah	Jembatan Deggung, Donokerto, Sleman	Kota Yogyakarta
	Jembatan Jatimulyo, Kricak, Yogyakarta	
	Jembatan Jlagaran, Bumijo, Yogyakarta	
Hilir	Jembatan Tamansari, Wirobrajan, Yogyakarta	Kabupaten Bantul
	Jembatan Dongkelan, Kasihan, Bantul	
	Jembatan Bakulan, Jetis, Bantul	
	Jembatan Gading, Kretek, Bantul	

Pada data sekunder kualitas air yang dipakai dalam penelitian kali ini adalah selama 8 tahun dengan range waktu pada tahun 2013 – 2020 serta dengan periode pengambilan 3 periode dalam 1 tahun.

### 3.2 Prosedur Analisis Data

#### 3.2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram alir penelitian

### 3.2.2 Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian kali ini adalah metode sekunder dimana data diambil dari hasil studi literatur yang sudah ada yang digunakan untuk mendukung argumen dan menguatkan data. Data sekunder yang dikumpulkan berupa data profil Sungai Winongo dan kualitas air Sungai Winongo tahun 2013 – 2020 (Sistem Informasi *Database* Kualitas Lingkungan Hidup DLHK Provinsi DIY), Citra Landsat 8 DAS Winongo (web *United States Geological Survey* (USGS)), serta batas DAS Winongo (DLHK Provinsi DIY) serta beberapa jurnal yang dengan penelitian serupa.

### 3.2.3 Variabel Penelitian

Sebagai penunjang pelaksanaan penelitian ini agar mendapatkan hasil penelitian melalui metode korelasi dan PCA ditetapkan beberapa variabel yang akan ditinjau dalam analisis penelitian yaitu :

- a) Variabel Bebas : Perubahan tata guna lahan sekitar DAS Winongo, Yogyakarta
- b) Variabel Terikat : Parameter uji kualitas air yang digunakan meliputi suhu, pH, TDS, TSS, DO, BOD5, COD, Klorin bebas, Nitrat, Nitrit, Sulfida, Amoniak, Deterjen, Fenol, Fosfa, Minyak & lemak, Besi, Mangan, Kadmium, Seng, Tembaga, Warna, Timbal, Bakteri coli tinja, serta Bakteri total coli.
- c) Variabel Kontrol : Segmen hulu, tengah dan hilir sungai Winongo, Yogyakarta

### 3.2.4 Alat dan Bahan Penelitian

Berhubungan dengan pengumpulan data yang dipilih menggunakan metode sekunder, alat yang digunakan berupa *software* komputer berupa aplikasi yang berfungsi untuk mengolah data berupa *Microsoft Excel* untuk membuat *box plot*, analisis *pearson correlation*, dan ArcGIS untuk klasifikasi *Lans Use and Land Change* (LULC) dan membuat peta tata guna lahan DAS Winongo serta SPSS untuk analisis komponen PCA. Bahan bahan yang digunakan berupa data yang telah didapatkan dari sumber jurnal, Sistem Informasi *Database* Kualitas Lingkungan Hidup DLHK Provinsi DIY, laman

resmi DLHK Provinsi DIY, web *United States Geological Survey* (USGS) yang memuat data data yang dibutuhkan dalam penelitian.

### 3.3 Metode Analisis Data

Metode analisis data kali ini menggunakan beberapa metode analisis diantaranya

#### 3.3.1 Tren Data

Data kualitas air pada penelitian kali ini dianalisis menggunakan tren data. Tren dibagi menjadi 2 kategori yaitu tren meningkat dan tren menurun. Tren data ini dibuat berdasarkan analisis spasial dan temporal. Analisis ini telah diterapkan untuk mengkarakterisasi dan mengevaluasi kondisi kualitas perairan, karena teknik ini bermanfaat untuk verifikasi berdasarkan variasi waktu (temporal) dan ruang (spasial) (Radiarta, 2015).

Analisis spasial merupakan analisis berdasarkan lokasi, pada analisis ini lokasi yang digunakan merupakan lokasi segmen yaitu hulu, tengah dan hilir. Data yang digunakan merupakan data akumulasi dari masing masing titik berdasarkan tiap segmennya. Analisis ini digunakan untuk melihat peningkatan atau penurunan kualitas air dari hulu hingga ke hilir.

Sedangkan analisis temporal merupakan analisis berdasarkan waktu dalam hal ini berdasarkan tahun, pada analisis data yang digunakan adalah data kualitas air pada tahun 2013 hingga 2020. Analisis ini digunakan untuk melihat peningkatan atau penurunan kualitas air dari tahun ke tahun.

Analisis tren ini disajikan dalam bentuk *box plot* yang diolah melalui *software* Microsoft Excel. Data spasial dan temporal sebagai sumbu x dan data kualitas air sebagai sumbu y. Pembuatan *box plot* membutuhkan nilai nilai yang meliputi nilai minimum, kuartil atas, median, kuartil bawah, maksimum, dan rata – rata dari tiap parameter. Dalam menentukan peningkatan atau penurunan tren dilihat dari median dan atau rata rata masing masing parameter.

#### 3.3.2 Analisis *Pearson Correlation*

Analisis korelasi dapat didefinisikan sebagai metode statistika yang digunakan untuk mengukur keeratan hubungan antara dua variabel. Variabel

yang dimaksud dapat diartikan sebagai karakteristik dari objek yang akan di teliti. Pada analisis korelasi peneliti mengukur keeratan hubungan antara dua variabel saja tanpa memperhatikan variabel yang dipengaruhi atau variabel yang mempengaruhi dan beberapa besar pengaruh suatu variabel terhadap variabel yang lain (Cahyaningsih, 2017).

Dalam penelitian kali ini analisis korelasi digunakan untuk mengetahui keeratan hubungan antara variabel data tiap parameter kualitas air sungai Winongo dengan besar perubahan tata guna lahan DAS Winongo. Untuk menelaah adanya kaitan diantara dua variabel ini digunakan rumus :

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

Dimana x = variabel 1 (kualitas air sungai Winongo)

y = variabel 2 (% perubahan tata guna lahan)

n = jumlah sampel (jumlah tahun penelitian)

Dari analisis korelasi yang dilakukan didapatkan nilai yang disebut sebagai koefisien korelasi. Koefisien korelasi ini dapat bernilai positif maupun negatif dan nilai koefisien ini berkisar antara -1 sampai dengan +1. Interpretasi terhadap koefisien korelasi ditunjukkan pada tabel 4.

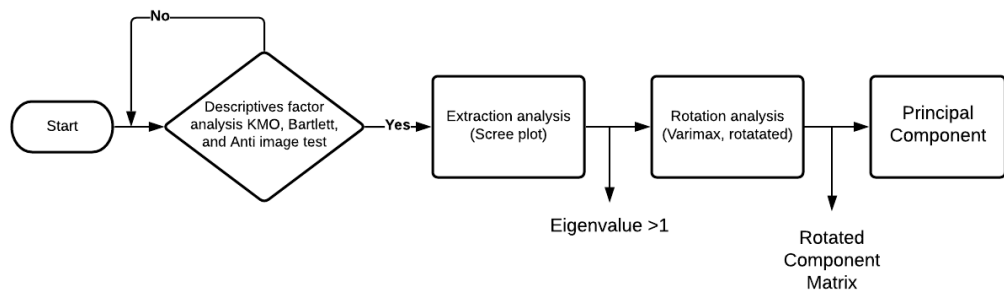
Tabel 4. Interpretasi koefisien korelasi

Besar Koefisien Korelasi (+/-)	Interpretasi Koefisien Korelasi
0,00	Tidak ada korelasi
0,01 - 0,20	Korelasi sangat lemah
0,21 - 0,40	Korelasi lemah
0,41 - 0,70	Korelasi sedang
0,70 - 0,99	Korelasi Tinggi
1,00	Korelasi Sempurna

### 3.3.3 Principal Component Analysis (PCA)

Sebelum melakukan *Principal Component Analysis* (PCA) metode analisis data dilakukan dengan pendekatan analisis multivariat dan spatiotemporal. Dengan pendekatan statistika data akan diolah menggunakan

metode *Pearson Correlation* dan PCA. Pada metode PCA langkah awal adalah dengan menentukan analisis faktor yang diawali dengan merumuskan masalah dan mengidentifikasi variabel asli yang akan dianalisis. Kemudian suatu matriks korelasi dari variabel dibentuk dan metode analisis faktor dipilih. Setelah menentukan banyaknya faktor yang akan dipilih dari variabel tersebut dan metode rotasi akan dipergunakan yang selanjutnya dilanjutkan dengan menginterpretasikan faktor hasil rotasi (Supranto, 2004). Berikut diagram alir analisis PCA dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir Principal Componen Analysis

Mengacu pada teori diatas, secara singkat proses analisis faktor dapat dilakukan dengan tahapan berikut :

1. Mengelompokan variabel – variabel yang akan dianalisis faktor
2. Melakukan ekstraksi faktor
3. Merotasi faktor
4. Menghitung skor faktor
5. Interpretasikan faktor
6. Pembutan *factor scores*
7. Memilih variabel atau menentukan *summated scale*

Sebelum masuk ke metode PCA ada beberapa hal yang harus diepenuhi yaitu melakukan *preliminary test* yang meliputi *Kaiser Meyer Olkin (KMO)*, *Bartlett Test of Sphericity*, *Measures of Sampling (MSA)*. Analisis pada penelitian kali ini menggunakan *software Statistical Product and Service Solution (SPSS)*

Nilai uji KMO menunjukkan besar kecilnya korelasi antara pasangan variabel. Menurut Kaiser (1970) penilaian uji KMO adalah sebagai berikut

Tabel 5. Kategori penilaian uji KMO

Rentang Nilai KMO	Kategori penilaian
$0,9 \leq KMO \leq 1,0$	Data sangat baik ( <i>marvelous</i> )
$0,8 \leq KMO \leq 0,9$	Data baik ( <i>meritorious</i> )
$0,7 \leq KMO \leq 0,8$	Data cukup ( <i>middling</i> )
$0,6 \leq KMO \leq 0,7$	Data kurang ( <i>mediocre</i> )
$0,5 \leq KMO \leq 0,6$	Data buruk ( <i>miserable</i> )
$KMO \leq 0,5$	Data tidak dapat diterima ( <i>unacceptable</i> )

Uji Bartlett digunakan untuk melihat apakah matriks korelasi bukan merupakan matriks identitas agar penyusutan dimensi peubah menjadi lebih sederhana tanpa banyak kehilangan informasi. Bartlett dikatakan signifikan apabila hasilnya kurang dari 5% atau lebih dari 0,05. Setelah memenuhi penyusutan dimensi peubah tersebut kemudian dilakukan analisis komponen utama. Selanjutnya untuk menilai kelayakan variabel agar dapat dianalisis faktor dilakukan uji MSA yang merupakan ukuran lain yang digunakan untuk mengukur interkorelasi antar variabel. Adapun kriteria kategori penilaian MSA, yaitu :

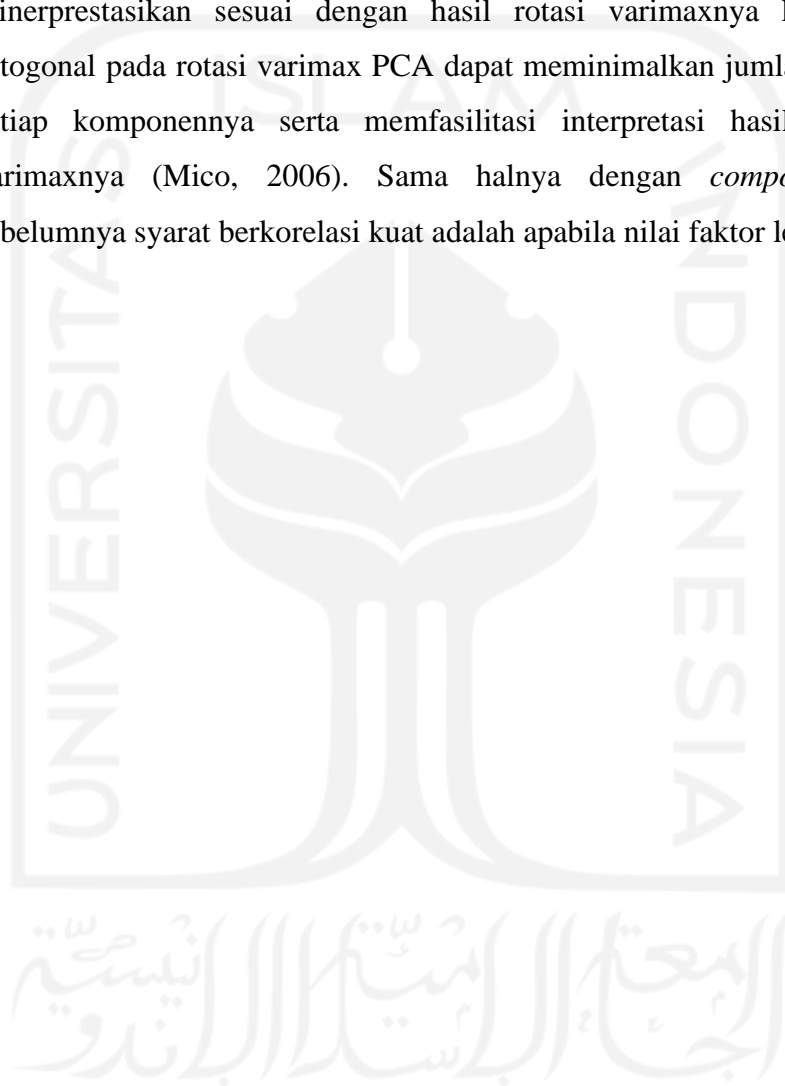
Tabel 6. Kategori penilaian uji MSA

Rentang Nilai MSA	Kriteria Kategori Penilaian
$MSA = 1$	Variabel dapat diprediksi tanpa kesalahan oleh variabel lain
$MSA \geq 0,5$	Variabel masih bisa diprediksi dan dianalisis lebih lanjut
$MSA < 0,5$	Variabel dapat dieliminasi untuk tidak disertakan dalam analisis faktor

Selanjutnya Uji *Anti image correlation* dengan cara melihat diagonal yang bertanda "a". Dikatakan layak apabila nilai nilai pada diagonal ini lebih dari 0,5 agar bisa diprediksi dan dilakukan analisis lanjutan. Apabila terdapat nilai diagonal kurang dari 0,5 yang dapat dilakukan adalah mengeluarkan satu persatu parameter mulai dari yang paling rendah untuk tiap parameter yang tidak dapat diprediksi.



Kemudian *Output Total variance explained* digunakan untuk melihat jumlah faktor atau komponen yang terbentuk berdasarkan kemiripan dari seluruh parameter yang lulus uji sebelumnya. Komponen dapat menjadi faktor apabila memiliki nilai total melebihi 1,0. Setelah melihat jumlah faktor, kemudian *Output rotated component matrix* untuk menjelaskan lebih dalam atau lebih spesifik menggolongkan suatu variabel ke komponen. PCA diinterpretasikan sesuai dengan hasil rotasi varimaxnya karena rotasi ortogonal pada rotasi varimax PCA dapat meminimalkan jumlah variabel di setiap komponennya serta memfasilitasi interpretasi hasil dari rotasi varimaxnya (Mico, 2006). Sama halnya dengan *component matrix* sebelumnya syarat berkorelasi kuat adalah apabila nilai faktor lebih dari 0,5.



## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

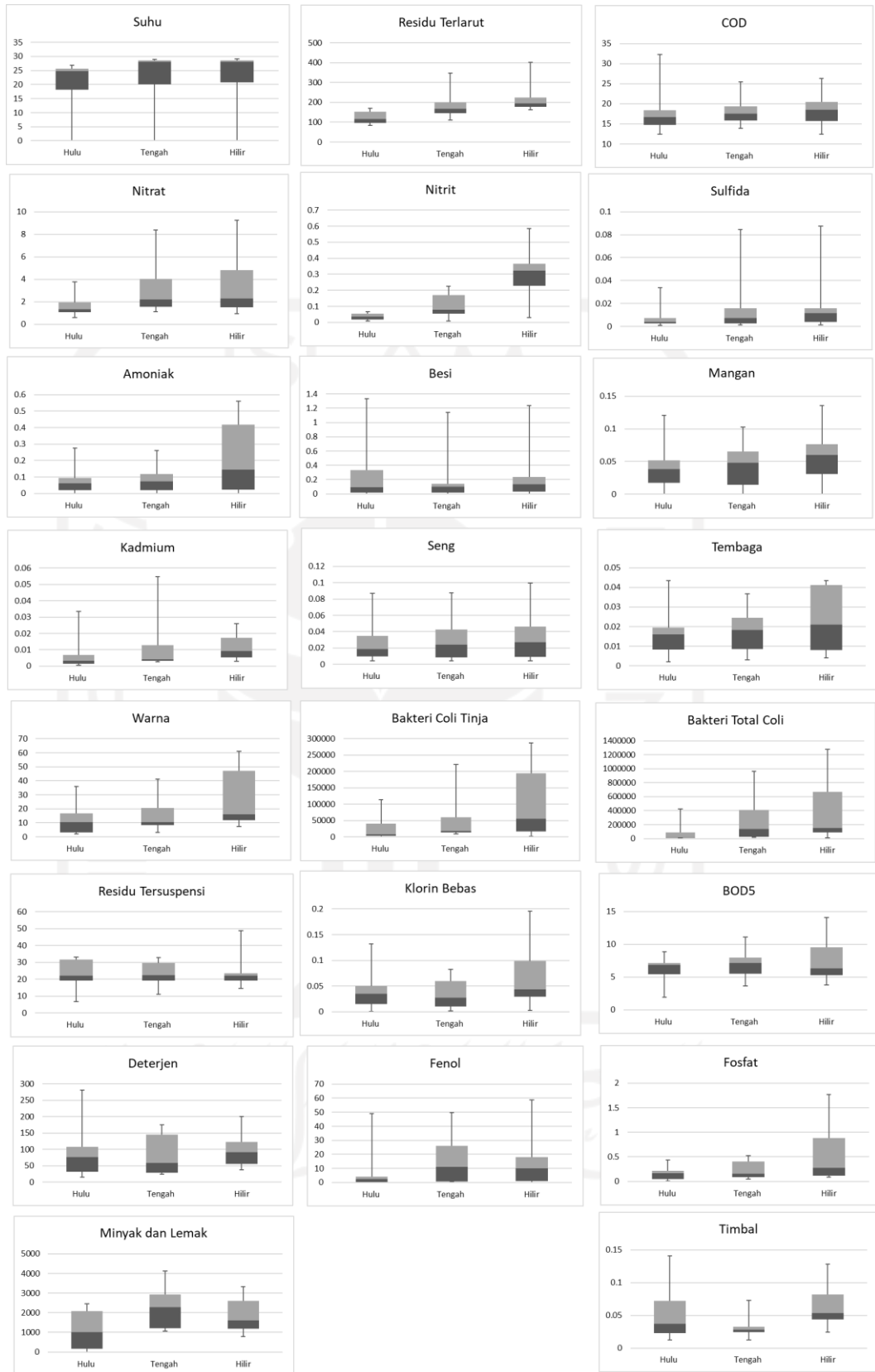
### **4.1 Analisis Kualitas Air Sungai Winongo**

Data kualitas air Sungai Winongo pada penelitian kali ini bersumber langsung dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta sehingga dapat dipertanggung jawabkan validasi datanya. Data kualitas air ini masih memiliki kelemahan karena tidak diketahuinya metode pengambilan serta perhitungan yang digunakan.

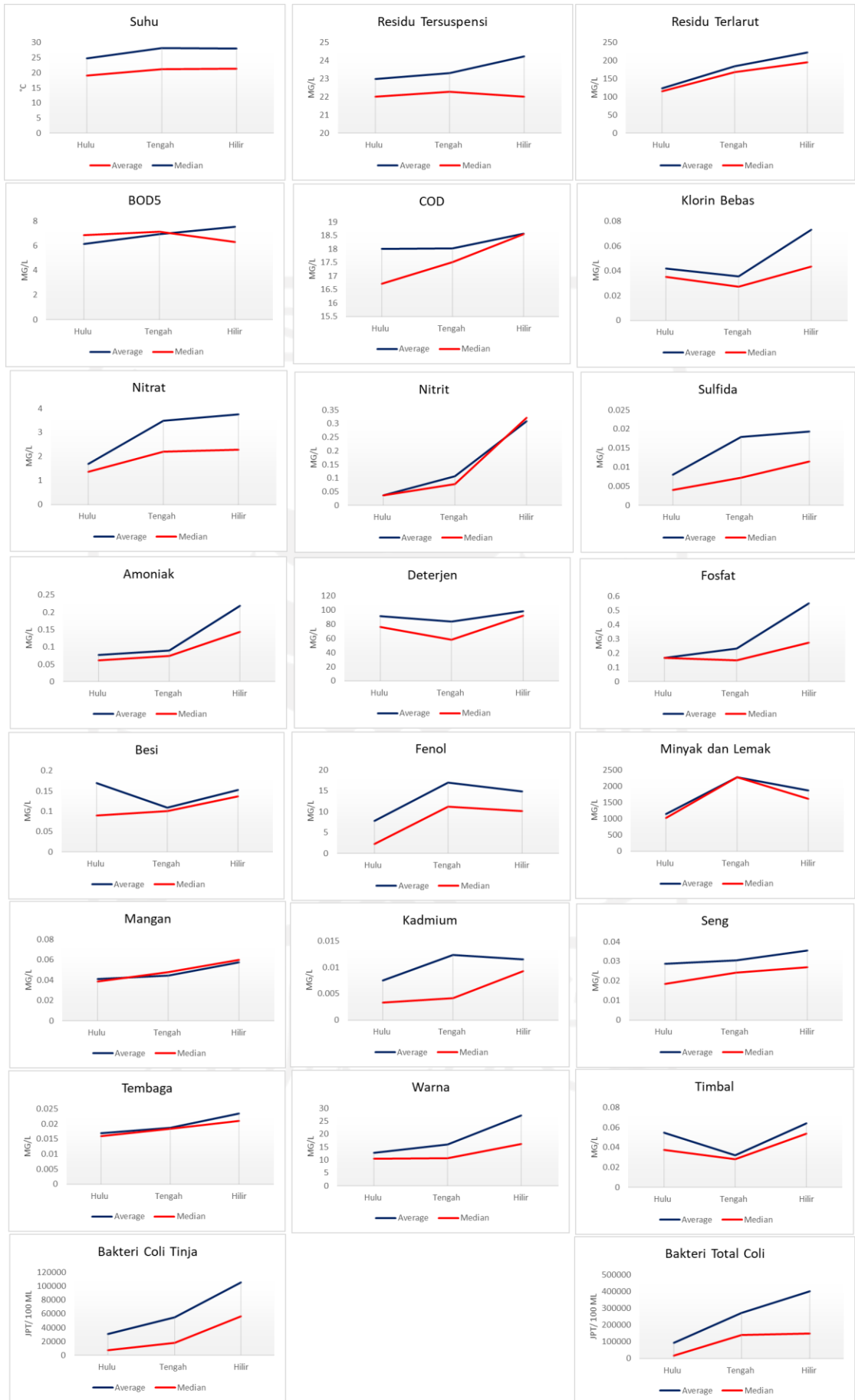
#### **4.1.1 Tren Spasial Kualitas Air Sungai Winongo**

Tren spasial divisualisaikan melalui diagram *box plot* dan *line grafik*. Dengan segmen sungai (hulu, tengah, hilir) sebagai sumbu x dan nilai besaran konsentrasi dari tiap parameter sebagai sumbu y. Setelah dibuat menjadi *box plot* dan *line grafik* dapat di lihat tren spasial tiap parameter untuk segmen dari hulu, tengah, hingga ke hilir dibedakan menjadi 2 yaitu tren meningkat dan tren menurun. Penentuan meningkat atau menurunnya tren ini dilihat dari nilai median dan rata-rata data.

Sebagian besar analisis spasial mengalami tren peningkatan dan hanya 2 parameter yang mengalami penurunan tren. Parameter yang mengalami peningkatan yaitu suhu, TDS, TSS, klorin bebas, COD, nitrat, nitrit, sulfida, amoniak, fenol, besi, mangan, kadmium, seng, tembaga, minyak dan lemak, warna, bakteri coli tinja, dan bakteri total coli. Untuk parameter BOD<sub>5</sub>, deterjen, fosfat, serta timbal mengalami naik turun namun lebih cenderung meningkat. Spesifikasi parameter dapat di lihat pada Gambar 5 dan 6.



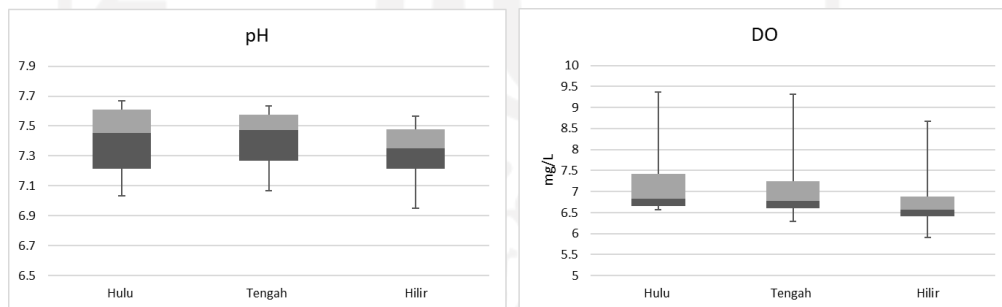
Gambar 5. Box plot spasial yang mengalami tren peningkatan



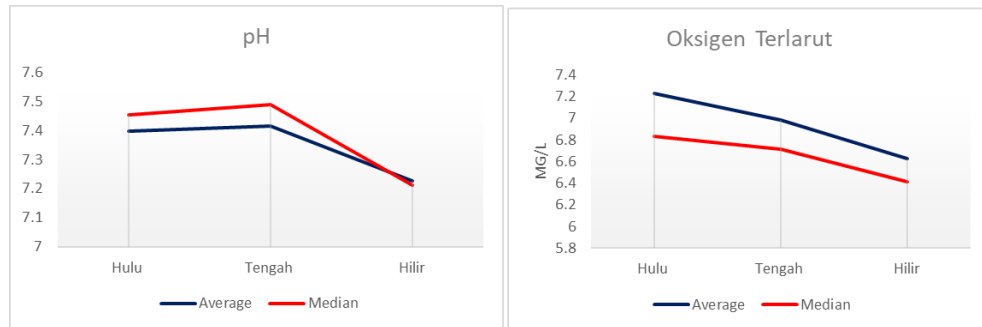
Gambar 6. Grafik tren spasial meningkat berdasarkan rata-rata dan median

Kemudian untuk segmen tengah terdapat parameter suhu, TSS, BOD<sub>5</sub>, deterjen, fenol serta minyak & lemak yang mencapai nilai maksimum. Peningkatan suhu disebabkan pada segmen tengah DAS suhu air dipengaruhi suhu lingkungan dan minimum vegetasi sehingga sinar matahari tidak terhalang yang menyebabkan suhu pada segmen tengah tinggi (Pratama, 2020). Segmen tengah dengan daerah padat penduduk dan pemukiman menyebabkan meningkatnya beberapa konsentrasi yang ada di perairan.

Menurut (Winarsih, 2016) tingginya kadar TSS dipengaruhi oleh bahan-bahan yang berasal dari daratan yang terbawa oleh aliran sungai. Konsentrasi parameter-parameter ini meningkat di tengah segmen diperkirakan berasal dari limbah domestik pemukiman yang sangat padat dan aktivitas industri yang membuang limbahnya ke sungai. Berdasarkan *google earth* di sekitar Sungai Winongo terdapat beberapa industri diantaranya industri otomotif, industri tahu, industri logam dan lain-lain. Sebagian besar parameter mengalami nilai maksimum pada segmen hilir hal ini disebabkan arah aliran yang menyebabkan segmen hilir menjadi tempat akumulasi semua kontaminan yang berasal dari tengah maupun hulu.



Gambar 7. Box plot spasial yang mengalami tren penurunan



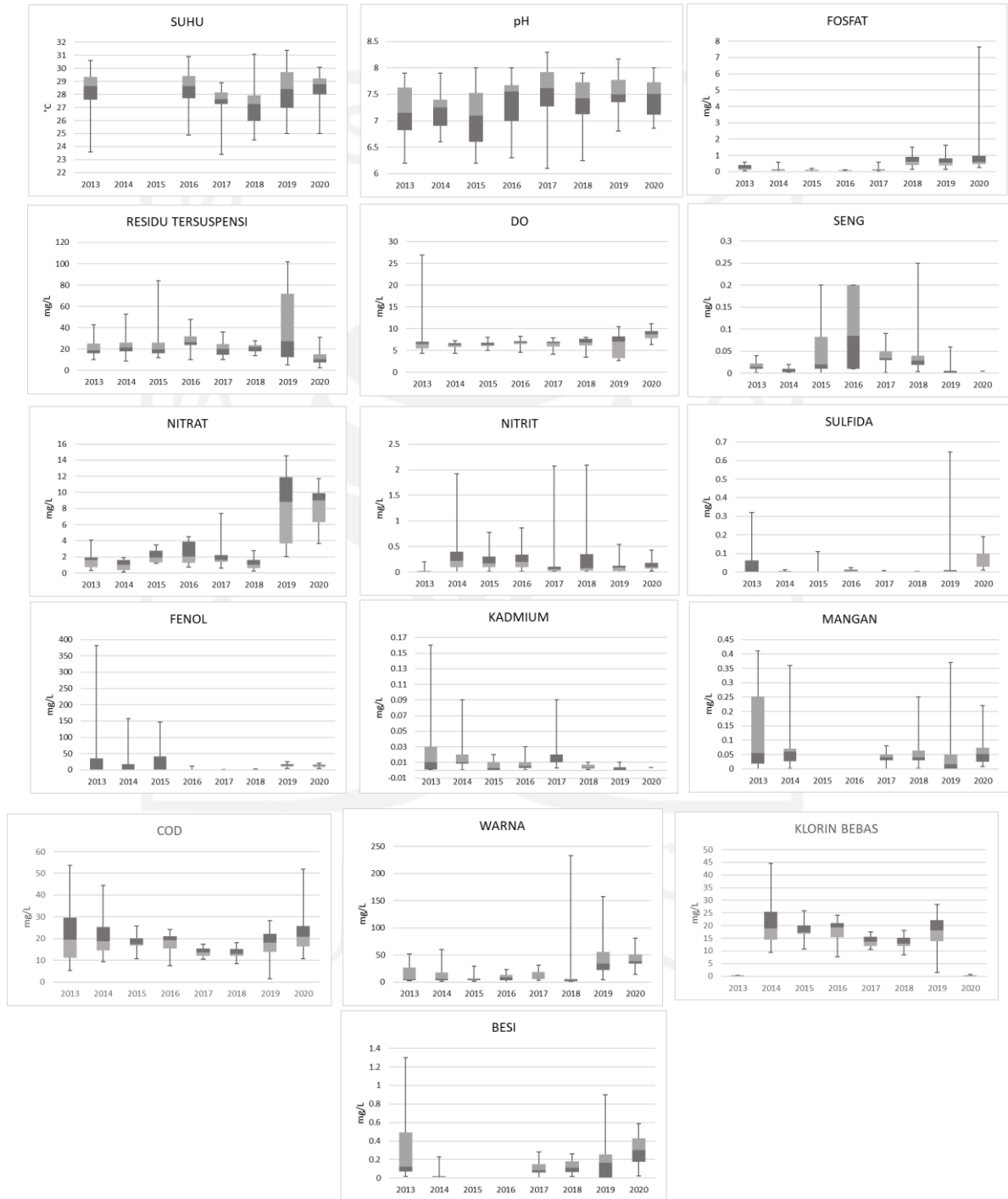
Gambar 8. Grafik tren spasial penurunan berdasarkan rata-rata dan median

Pada segmen hulu terdapat parameter pH dan DO yang memiliki nilai maksimum yang kemudian menurun ke tiap segmen berikutnya. Menurut (Permana, 2013) menurunnya nilai pH menandakan bahwa air sungai cenderung bersifat asam. Air sungai yang terlalu asam dapat mematikan makhluk hidup air yang berakibat pada proses dekomposisi dan kadar DO. Kadar DO yang menurun disebabkan oleh semakin banyaknya limbah yang masuk. Penurunan kedua parameter ini disebabkan pada bagian hulu sungai masih belum banyak kontaminasi yang masuk sehingga nilai DO masih tinggi dan nilai pH juga masih mendekati netral. Meskipun memiliki tren menurun jika dibandingkan dengan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No 20 Tahun 2008 tentang baku mutu air permukaan, kadar pH dan DO sungai Winongo tidak pernah melebihi baku mutu sehingga masih aman apabila digunakan untuk kebutuhan sehari-hari.

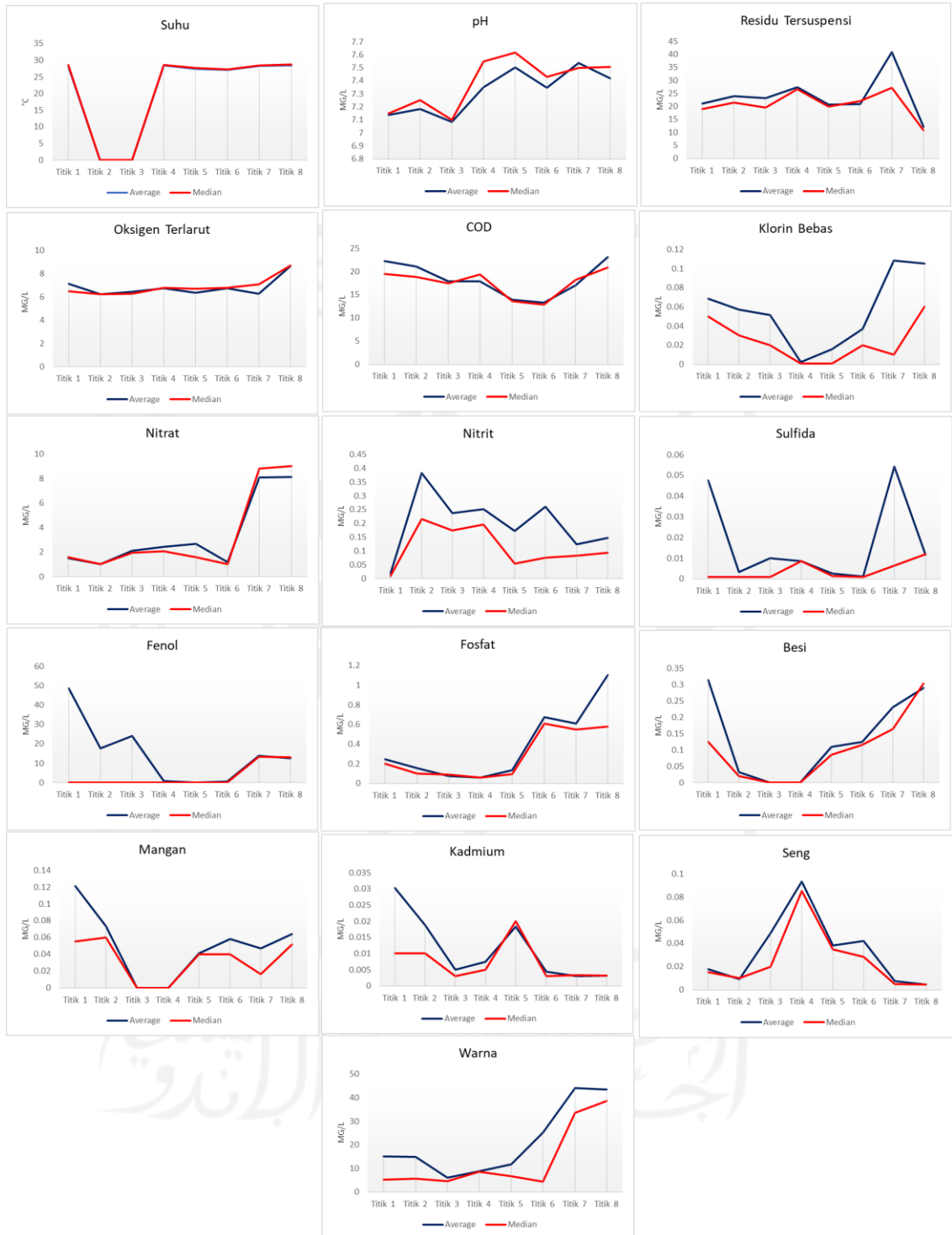
#### 4.1.2 Tren Temporal Kualitas Air Sungai Winongo

Sama halnya dengan tren spasial, tren temporal di tampilkan dalam bentuk *box plot* dan *line grafik*. Dengan tahun pengujian kualitas air yaitu 2013 hingga 2020 sebagai sumbu x dan nilai konsentrasi tiap parameter sebagai sumbu y. Pada *box plot* dan *line grafik* temporal tren cenderung naik turun namun untuk pengelompokan tetap di bedakan menjadi tren meningkat dan tren menurun. Dari beberapa parameter, semua mengalami fluktuatif. Nilai yang berfluktuatif ini dapat disebabkan karena masing-masing kuantitas dan kualitas beban pencemar pada setiap tahunnya berbeda (Suharyo, 2019). Parameter yang cenderung mengalami peningkatan dari tahun ke tahun yaitu parameter suhu, pH, fosfat, COD, TSS, DO, seng, nitrat, nitrit, sulfida, fenol,

kadmium, mangan, warna, klorin bebas, dan besi. Sedangkan yang cenderung mengalami tren penurunan yaitu parameter BOD<sub>5</sub>, amoniak, TDS, deterjen, tembaga, timbal, minyak & lemak, bakteri coli tinja, serta bakteri total coli. Spesifikasi box plot tiap parameter dapat di lihat pada Gambar 7 dan 8.

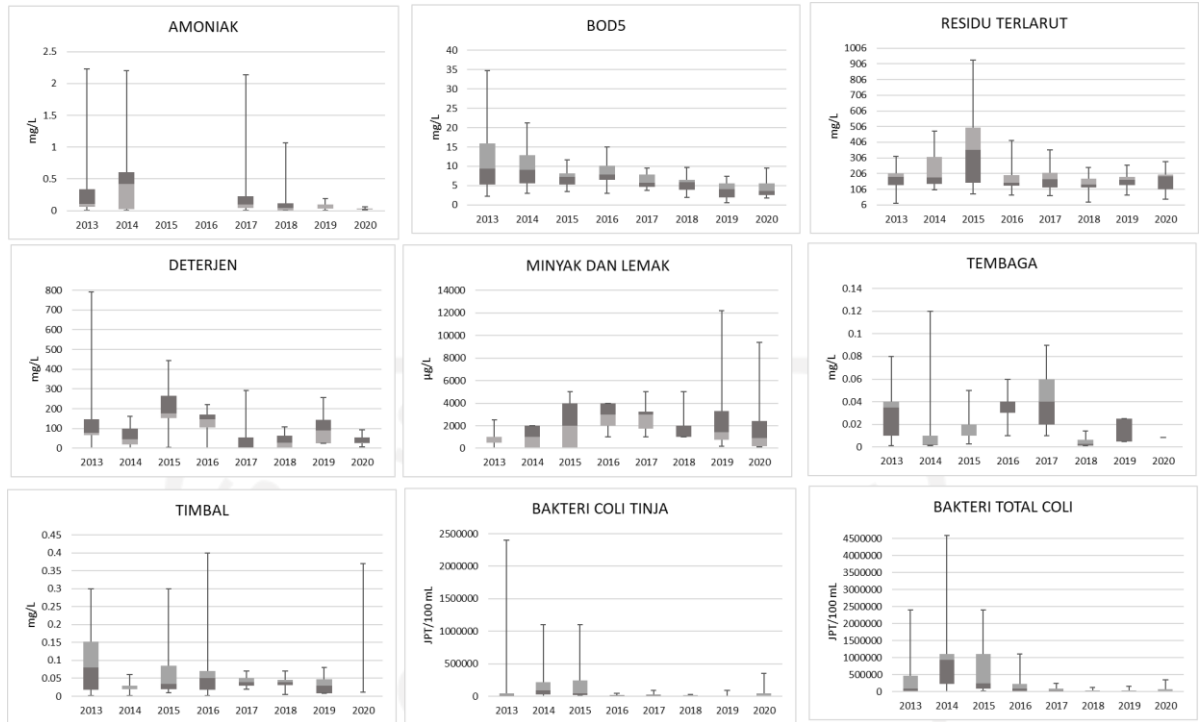


Gambar 9. Box plot temporal yang mengalami tren peningkatan

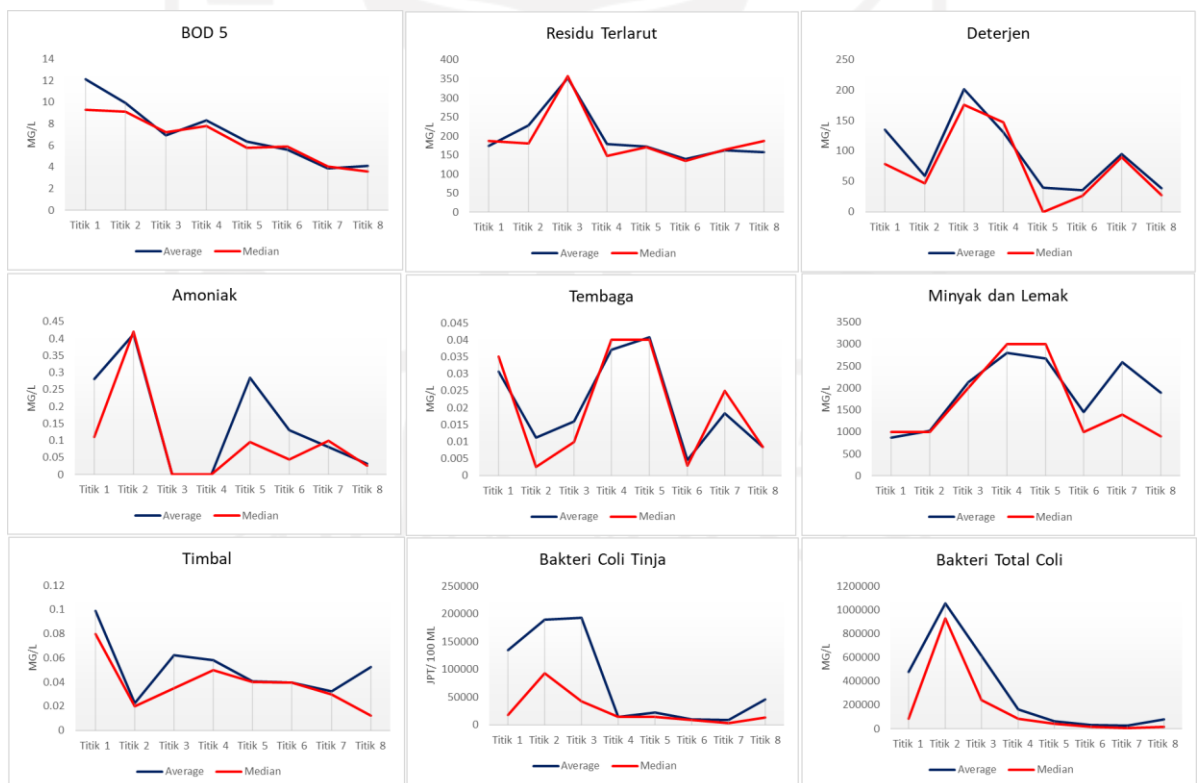


Gambar 10. Grafik tren temporal meningkat berdasarkan rata-rata dan median





Gambar 11. Box plot temporal yang mengalami tren penurunan



Gambar 12. Grafik tren temporal penurunan berdasarkan rata-rata dan median

Parameter BOD, mangan dan timbal pada tahun 2013 memiliki nilai maksimum dibandingkan tahun-tahun lainnya, hal ini disebabkan pada tahun 2013 tingginya persentase lahan vegetasi sebesar 32,2% dari total DAS yang banyak menghasilkan bahan organik dari pembusukan daun dan kayu sehingga bahan organik menyebabkan BOD sangat tinggi. Bahan buangan organik umumnya berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme, sehingga bila dibuang ke perairan akan menyebabkan meningkatnya kadar BOD (Rahmawati, 2011). Pada tahun 2014 parameter nitrit, amoniak, bakteri coli tinja dan bakteri total coli menepati nilai maksimum, pada tahun 2014 perubahan lahan agrikultur meningkat pesat hal ini juga yang menyebabkan parameter nitrit dan amoniak dari pupuk pertanian mencapai nilai maksimumnya. Aktivitas pertanian dan peternakan menjadi sumber masuknya unsur nitrat dan amoniak ke dalam sungai (Mukono, 2006). Lahan bangunan mencapai persentase maksimum pada tahun 2016 yaitu sebesar 57,3% dari total DAS, hal ini juga yang mempengaruhi parameter klor, seng dan tembaga dari kegiatan industri mencapai nilai maksimumnya pada 2016. Peningkatan lahan perkotaan, secara umum menunjukkan bahwa urbanisasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan kualitas air di semua parameter kualitas air (Permatasari, 2017).

## **4.2 Penggunaan Lahan di DAS Winongo**

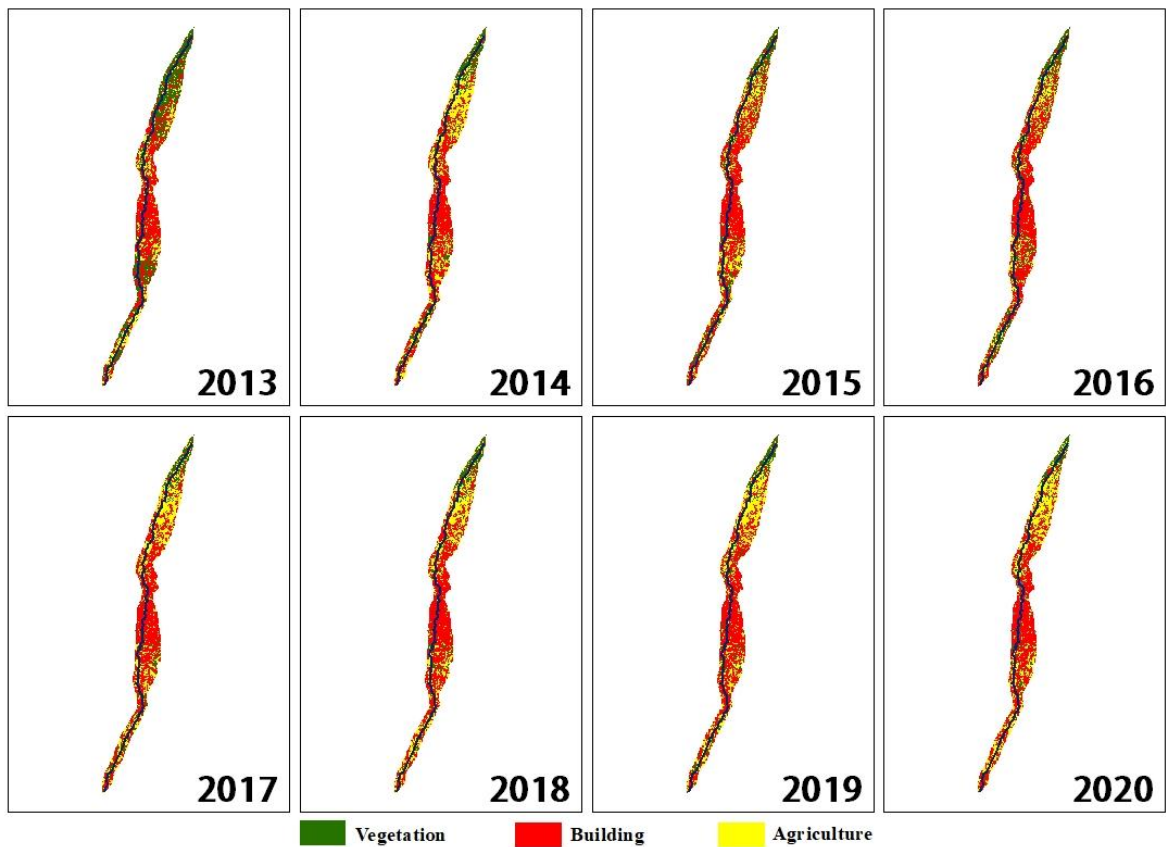
### **4.2.1 Klasifikasi Tutupan Lahan DAS Winongo**

Pada penelitian kali ini citra satelit Landsat 8 yang digunakan dengan skala 1 : 350.000 untuk tahun 2013 sampai dengan 2020 diperoleh dari web USGS. Mengacu pada SNI-7645-1-2014 tentang Klasifikasi Penutupan Lahan bagian 1 skala kecil dan menengah yang dapat dilihat pada lampiran 5. Dari hierarki klasifikasi penutup lahan skala kecil dan menengah SNI-7645-1-2014 pada penelitian kali ini diambil 3 kategori lahan untuk klasifikasi tata guna lahannya yaitu lahan vegetasi (VA), lahan bangunan (AB) dan lahan agrikultur (AG). Detail pembagian kategori tutupan lahan yang digunakan dapat di lihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hierarki klasifikasi penutup lahan skala kecil dan menengah

Pembagian Kelas Utama	Skala Pemetaan		Kategori
	1 : 1000000	1 : 350000	
Area tidak bervegetasi, Dibudidayakan	Lahan terbuka diudahkan dan permukaan dipekeras	Lahan terbuka diusahakan	Bangunan
		Permukaan diperkeras bukan gedung	Bangunan
	Bangunan	Bangunan Permukiman/ Campuran	Bangunan
		Bangunan bukan permukiman	Bangunan
Area bervegetasi alami/ semi alami	Hutan dan vegetasi alami/semi alami	Hutan lahan tinggi (Pegunungan/perbukitan)	Vegetasi
		Hutan lahan rendah	Vegetasi
		Hutan rawa/ gambut	Vegetasi
		Hutan Mangrove	Vegetasi
		Hutan Sagu	Vegetasi
		Sabana	Vegetasi
		Semak dan belukar	Vegetasi
		Herba dan rumput	Vegetasi
		Liputan vegetasi alami/ semi alami lain	Vegetasi
		Area bervegetasi dibudidayakan	Bervegetasi budidaya menetap
Perkebunan dengan tanaman berkayu keras	Agrikultur		
Perkebunan tanaman semusim	Agrikultur		
Kebun dan Tanaman campuran	Agrikultur		
Tanaman semusim lahan kering	Agrikultur		
Tanaman semusim lahan basah (sawah)	Agrikultur		
Tanaman berasosiasi dengan bangunan	Agrikultur		
Tanaman budidaya lain	Agrikultur		
Bervegetasi budidaya berpindah	Bervegetasi budidaya berpindah siklis		Agrikultur

Peta klasifikasi tutupan lahan dibuat dengan bantuan *software* ArcGIS 10.8, dengan melihat dari warna citra yang serupa dari beberapa kategori yang dikelompokkan dengan bantuan *tools Interactive Supervised Classification* yang kemudian menghasilkan angka dari luas tiap kategori. Angka dari luas tiap kategori ini kemudian dibagi dengan luas total tiap segmen yang kemudian didapatkan nilai dari persentase klasifikasi lahan tiap kategori di masing masing parameter. Nilai persentase ini kemudian dimuat kedalam bentuk grafik serta digunakan dalam analisis selanjutnya (analisis korelasi *pearson*).

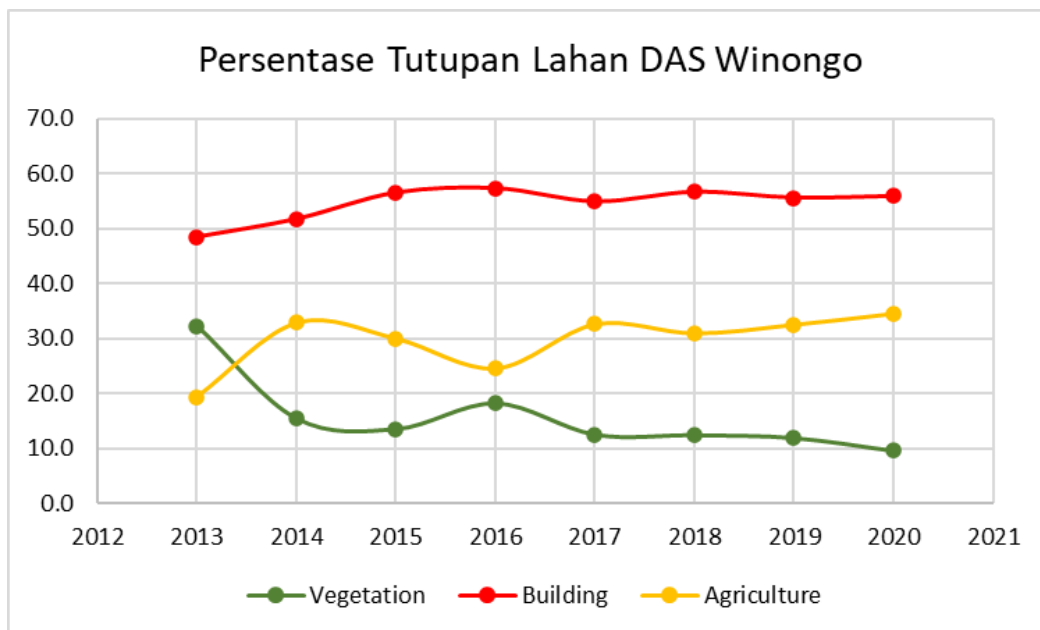


Gambar 13. Peta penggunaan tutupan lahan DAS Winongo 2013 – 2020

#### 4.2.2 Persentase Klasifikasi Tutupan Lahan

Tabel 8. Persentase tutupan lahan total

Tahun	Persentase Tutupan Lahan (%)		
	VA	AB	AG
2013	32.2	48.4	19.3
2014	15.4	51.7	32.9
2015	13.5	56.5	30.0
2016	18.2	57.3	24.5
2017	12.5	54.9	32.6
2018	12.4	56.6	30.9
2019	11.9	55.6	32.5
2020	9.6	55.9	34.5

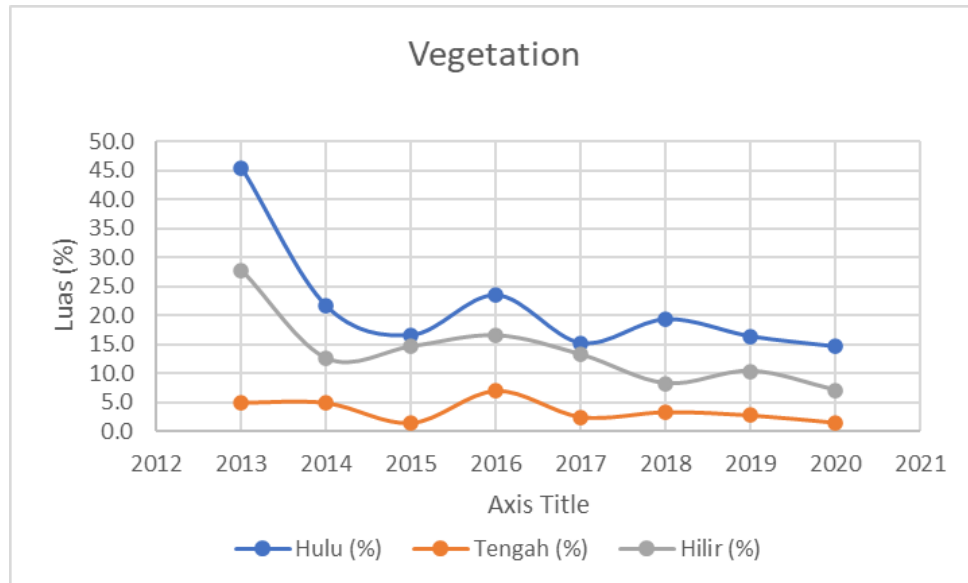


Gambar 14. Grafik persentase tutupan lahan DAS Winongo 2013 – 2020

Secara umum pada Tabel.8 persentase tutupan lahan berdasarkan klasifikasi pada tahun 2013- 2020 menunjukkan bahwa lahan Vegetasi (VA) cenderung menurun, lahan Bangunan (AB) cenderung meningkat sedangkan lahan Agrikultur (AG) naik turun. Jika dilihat dari Gambar 10 grafik persentase tertinggi tutupan lahan total DAS Winongo merupakan lahan bangunan kemudian dilanjutkan lahan agrikultur dan yang paling sedikit lahan vegetasi. Hasil identifikasi tutupan lahan menunjukkan bahwa secara spasial pemukiman merupakan tutupan lahan yang paling dominan di Kota Yogyakarta, sedangkan di Kabupaten Bantul dan Sleman didominasi oleh tutupan lahan sawah (Wardhana, 2018).

Tabel 9. Persentase tutupan lahan vegetation

Tahun	Vegetation (VA)			Total (%)
	Hulu (%)	Tengah (%)	Hilir (%)	
2013	45.4	4.9	27.8	32.23
2014	21.6	4.9	12.6	15.43
2015	16.6	1.4	14.6	13.53
2016	23.5	7.0	16.5	18.19
2017	15.2	2.5	13.2	12.51
2018	19.3	3.3	8.2	12.43
2019	16.4	2.8	10.4	11.91
2020	14.6	1.5	7.0	9.58

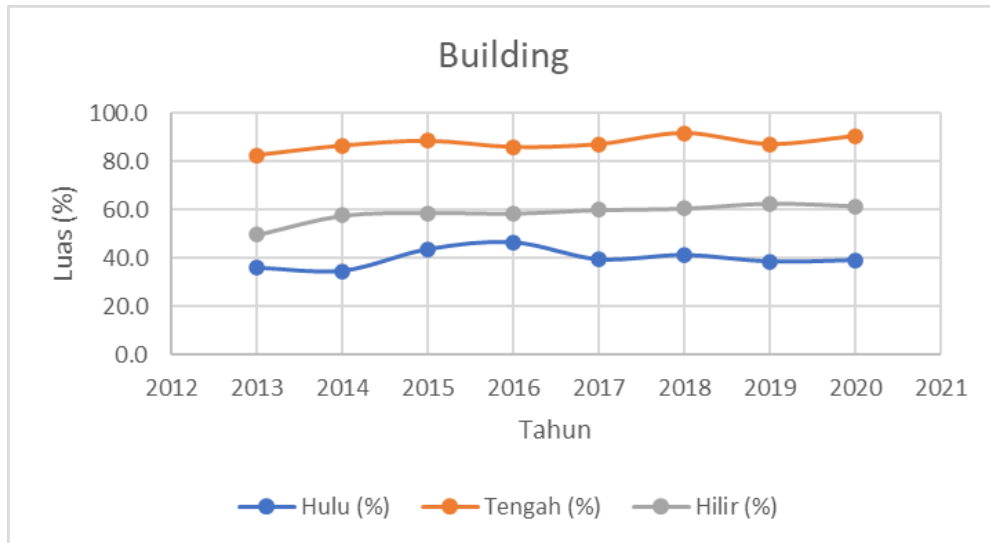


Gambar 15. Grafik perkembangan vegetation pada DAS Winongo 2013 – 2020

Secara spesifik, persentase terbesar lahan vegetasi berada di hulu DAS dimana persentase tertinggi mencapai 45% dari total luas hulu DAS pada tahun 2013. Penggunaan lahan pada daerah hulu Sungai Winongo didominasi oleh daerah hutan dan perkebunan (Wardhana,2013). Sedangkan persentase paling sedikit dari vegetasi berada di tengah DAS pada tahun 2015 hanya sebesar 1,4% dari total luas tengah DAS. Gambar 11 juga menunjukkan bahwa paling sedikit vegetasi berada di tengah DAS, hal ini disebabkan tengah DAS merupakan Kota Yogyakarta daerah yang padat sehingga ketersediaan lahan untuk vegetasi sangat minimal.

Tabel 10. Persentase tutupan lahan building

Tahun	Building (AB)			Total (%)
	Hulu (%)	Tengah (%)	Hilir (%)	
2013	35.9	82.5	49.6	48.43
2014	34.6	86.5	57.6	51.71
2015	43.8	88.5	58.7	56.51
2016	46.7	85.9	58.5	57.30
2017	39.5	87.1	59.9	54.89
2018	41.3	91.8	60.5	56.64
2019	38.5	87.1	62.6	55.58
2020	39.2	90.5	61.5	55.88

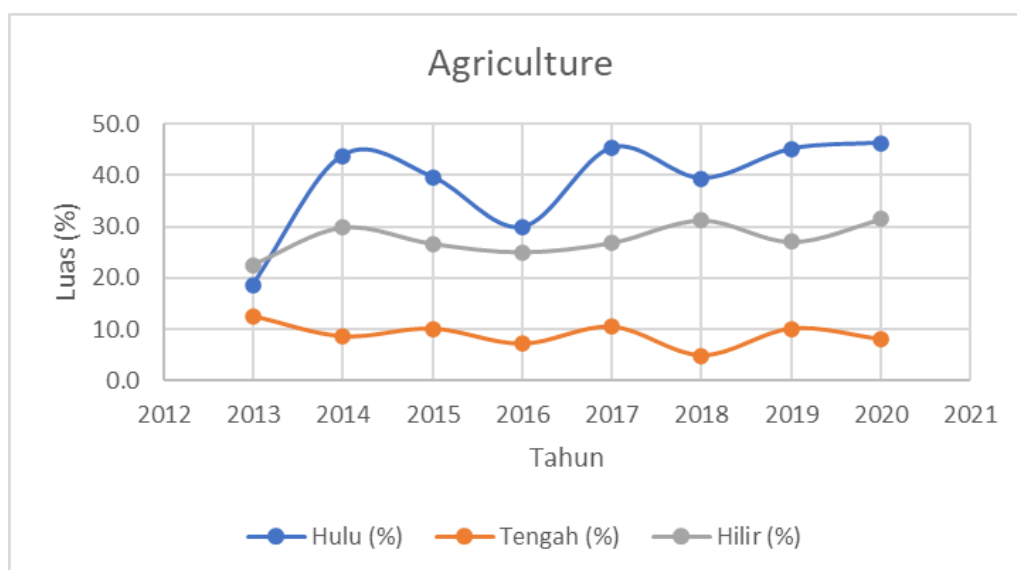


Gambar 16. Grafik perkembangan building pada DAS Winongo 2013 – 2020

Untuk tutupan lahan bangunan secara spesifik persentase tertinggi berada di tengah DAS dimana persentase mencapai 91,8% dari total luas tengah DAS pada tahun 2018. Hal ini sesuai dengan penelitian dari (Wardhana, 2013) yang menyatakan bahwa penggunaan lahan pada DAS bagian tengah Sungai Winongo didominasi oleh daerah pemukiman yang tepat berada di tengah Kota Yogyakarta. Untuk persentase paling sedikit berada di hulu DAS pada tahun 2014 yaitu sebesar 34,6% dari luas hulu DAS. Pada Gambar 12 juga terlihat grafik pada bagian hulu DAS sangat sedikit, hal ini disebabkan pada hulu DAS masih merupakan daerah yang jauh dari pusat kota serta dekat dengan lereng Gunung Merapi sehingga masih didominasi oleh lahan vegetasi.

Tabel 11. Persentase tutupan lahan agriculture

Tahun	Agriculture (AG)			Total (%)
	Hulu (%)	Tengah (%)	Hilir (%)	
2013	18.7	12.5	22.5	19.33
2014	43.8	8.6	29.8	32.86
2015	39.6	10.1	26.7	29.96
2016	29.9	7.1	25.0	24.51
2017	45.3	10.4	26.9	32.60
2018	39.4	4.9	31.2	30.92
2019	45.1	10.1	27.0	32.51
2020	46.2	8.0	31.5	34.54



Gambar 17. Grafik perkembangan agriculture pada DAS Winongo 2013 – 2020

Tutupan lahan agrikultur mengalami persentase naik turun di setiap tahunnya, secara spesifik persentase tertinggi berada di hulu DAS dimana persentase sebesar 45,3% dari total luas hulu DAS pada tahun 2017. Untuk persentase paling sedikit berada di tengah DAS pada tahun 2018 yaitu sebesar 4,9% dari luas tengah DAS. Pada Gambar 13 juga terlihat grafik pada bagian hulu DAS terjadi fluktuatif, hal ini disebabkan lahan agrikultur cepat beralih fungsi baik menjadi lahan bangunan ataupun lahan vegetasi.

#### 4.3 Pearson Correlation Kualitas Air Sungai & Penggunaan Lahan

Dalam rangka menganalisis pola distribusi parameter kualitas air, analisis korelasi pearson perlu dilakukan guna melihat hubungan antar parameter yang digunakan dalam analisis (Shrestha,2007). *Pearson Correlation* bertujuan untuk melihat keeratan hubungan antar variabel beserta arahnya. Kuat lemahnya hubungan dinyatakan dalam koefisien korelasi ( $r$ ). Pada penelitian kali ini menggunakan teknik korelasi *Product Moment Pearson* karena kedua variabelnya berskala interval.



Tabel 12. Tabel r Product Moment Pearson

N	Taraf Sig		N	Taraf Sig	
	5%	1%		5%	1%
3	0.997	0.999	27	0.381	0.487
4	0.95	0.99	28	0.374	0.478
5	0.878	0.959	29	0.367	0.47
6	0.811	0.917	30	0.361	0.463
7	0.754	0.874	31	0.355	0.456
8	0.707	0.834	32	0.349	0.449
9	0.688	0.798	33	0.344	0.442
10	0.632	0.765	34	0.339	0.436
11	0.602	0.735	35	0.334	0.43
12	0.576	0.708	36	0.329	0.424
13	0.553	0.684	37	0.325	0.416
14	0.532	0.661	38	0.32	0.413
15	0.514	0.641	39	0.316	0.408
16	0.497	0.623	40	0.312	0.403
17	0.482	0.606	41	0.308	0.398
18	0.468	0.59	42	0.304	0.393
19	0.456	0.575	43	0.301	0.389
20	0.444	0.561	44	0.297	0.384
21	0.433	0.549	45	0.294	0.38
22	0.423	0.537	46	0.291	0.378
23	0.413	0.526	47	0.288	0.372
24	0.404	0.515	48	0.284	0.368
25	0.396	0.505	49	0.281	0.364
26	0.388	0.496	50	0.279	0.361

Sumber : Sugiyono (1999)

Diketahui nilai N pada analisis kali ini adalah 8 diambil dari jumlah tahun dari 2013 hingga 2020. Dilihat dari tabel 12, koefisien korelasi untuk N = 8 dengan taraf signifikansi sebesar 5% dan 2 arah adalah sebesar 0,707 dan/atau -0,707.

Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai r masing masing parameter yang dihubungkan dengan masing masing tutupan lahan berdasarkan segmen baik hulu, tengah maupun hilir. Pada penelitian kali ini dalam penentuan nilai penggunaan lahan maupun kualitas air peneliti membagi menjadi 3 skenario, dimana :

1. Skenario 1

Pada skenario 1 diasumsikan sungai merupakan satu kesatuan tanpa dibedakan menjadi beberapa segmen. Analisis *pearson* skenario ini dilakukan pada keseluruhan DAS. Variabel x diambil dari data kualitas air sepanjang sungai (8 titik) dan variabel y diambil dari persentase keseluruhan DAS.

2. Skenario 2

Pada skenario 2 diasumsikan setiap segmen memiliki kondisi yang berbeda beda. Pada skenario ini analisis *pearson* di bagi berdasarkan tiap segmen DAS (hulu, hilir dan tengah). Variabel x diambil dari data kualitas air di setiap segmen titik 1 untuk segmen hulu, titik 2,3,4 untuk segmen tengah dan titik 5,6,7,8 untuk segmen hilir. Kemudian variabel y diambil dari persentase penggunaan lahan di setiap segmen.

3. Skenario 3

Pada skenario 3 diasumsikan setiap segmen memiliki keterkaitan berdasarkan arah alirannya dan data yang digunakan merupakan data akumulasi dari tiap segmen. Pada skenario ini analisis *pearson* menggunakan data dari segmen hulu yang dipresentasikan data dari hulu sungai, segmen tengah yang dipresentasikan data dari tengah dan hulu, serta segmen hilir yang dipresentasikan data dari hilir dan tengah segmen.

Dari ketiga skenario yang dibuat, skenario yang mendekati dan menghasilkan nilai signifikan yang cukup banyak dan paling relevan dengan kondisi Sungai Winongo adalah skenario 3, sehingga skenario ini diambil untuk dianalisis. Dengan bantuan *Microsoft Excel* maka didapatkan hasil perhitungan korelasi masing masing parameter dengan tutupan lahan berdasarkan akumulasi segmen DAS pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Korelasi Kualitas air dan Tutupan Lahan

Parameter	Hulu			Tengah			Hilir		
	Vegetation	Building	Agriculture	Vegetation	Building	Agriculture	Vegetation	Building	Agriculture
Suhu									
pH									
Residu Terlarut									
Residu Tersuspensi									
Oksigen terlarut (DO)									

BOD5					0.886	-0.936
COD						
Klorin bebas						
Nitrat (NO3-N)						
Nitrit						
Sulfida (H2S)	0.876		-0.742	0.865		-0.718
Amoniak		-0.821			-0.871	
Deterjen						-0.712
Fenol					0.713	-0.816
Fosfat (PO4)						
Minyak & lemak						
Besi						
Mangan		-0.748				-0.766
Kadmium (Cd)				0.807		-0.833
Seng (Zn)		0.738				0.723
Tembaga (Cu)						
Warna						-0.792
Timbal (Pb)		0.765			-0.748	0.752
Bakteri Koli Tinja						-0.775
Bakteri Total Koli						

\*Daerah Signifikan : < -0.707 or > 0.707

Pada segmen hulu DAS terdapat satu parameter yang berkorelasi positif signifikan dengan lahan vegetasi yaitu parameter Sulfida sebesar 0,876. Hal ini menunjukkan bahwa semakin luas lahan vegetasi maka semakin tinggi juga konsentrasi sulfida pada hulu sungai ini. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan (Permana, 2013) dimana sulfida mencemari Sungai Winongo mulai dari hulu hingga hilir yang salah satunya disebabkan oleh sisa – sisa tumbuhan yang membusuk di dalam air dan pupuk organik. Empat parameter yang berkorelasi dengan lahan bangunan yaitu parameter amoniak, mangan, seng dan timbal, untuk parameter amoniak dan mangan memiliki nilai signifikan negatif masing masing sebesar -0,821 dan -0,748 yang artinya semakin luas lahan bangunan maka semakin kecil konsentrasi amoniak di hulu sungai. Tingginya konsentrasi amoniak adalah indikasi adanya masukan pembuangan limbah dari pemukiman ke badan air (Sastrawijaya, 2000). Di lain sisi hal ini sejalan dengan diketahui bahwa lahan bangunan memiliki persentase paling rendah di hulu sungai serta konsentrasi amoniak di hulu sungai yang masih dibawah baku mutu sedangkan di bagian tengah dan hilir melebihi baku mutu.

Pada segmen Tengah DAS terdapat cukup banyak korelasi yang signifikan dari masing masing jenis lahan. Lahan vegetasi berkorelasi dengan parameter sulfida dan kadmium yang masing masing sebesar 0,865 dan 0,807 kedua angka ini bernilai positif sehingga dapat diartikan apabila luas lahan vegetasi semakin

meningkat maka semakin besar juga konsentrasi sulfida dan kadmium di tengah sungai. Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Permana, 2013), kadar sulfida total yang mencemari perairan banyak terdapat di pupuk untuk menyuburkan tanaman.

Pada lahan bangunan terdapat empat parameter yang berkorelasi signifikan, tiga parameter bernilai negatif yaitu amoniak sebesar -0,871; mangan sebesar -0,766; dan kadmium sebesar -0,833 ketiga parameter ini biasanya berasal dari pupuk ataupun kotoran hewan yang banyak di dapatkan pada lahan agrikultur. Amoniak yang masuk ke dalam perairan ini dalam bentuk bebas melalui pupuk, hasil eksresi ikan dan hasil penguraian senyawa bernitrogen oleh mikroba (Purnamaningtyas, 2014). Karena dibagian tengah DAS bukan didominasi oleh penggunaan lahan agrikultur, maka hal ini sejalan dengan semakin luas lahan bangunan maka semakin kecil konsentrasi amoniak, mangan dan kadmium pada tengah sungai. Lahan agrikultur berkorelasi negatif signifikan dengan parameter timbal yang artinya semakin luas lahan agrikultur maka semakin rendah konsentrasi timbal di tengah sungai. Berbeda halnya dengan parameter seng yang juga berkorelasi secara signifikan dengan lahan bangunan yang artinya semakin luas lahan bangunan maka semakin tinggi juga konsentrasi seng di tengah sungai. Hal ini di duga terjadi karena adanya industri yang membuang limbah yang banyak mengandung logam seng ke sungai tanpa di olah terlebih dahulu sehingga meningkatkan konsentrasi seng (Yudo, 2006).

Pada segmen hilir DAS, parameter BOD<sub>5</sub> berkorelasi positif signifikan dengan lahan vegetasi yaitu sebesar 0,886. Parameter BOD<sub>5</sub> biasanya berasal dari bahan organik seperti daun kering, hal ini selaras dengan arti dari korelasi yang positif yaitu konsentrasi dari BOD<sub>5</sub> akan meningkat apabila luas vegetasi juga meningkat. Sedangkan pada lahan agrikultur terdapat parameter detergen dan tembaga yang berkorelasi negatif signifikan dengan agrikultur, hal ini disebabkan sumber detergen dan tembaga banyak berasal dari lahan bangunan yang dimana banyak terdapat pemukiman sebagai sumber limbah domestik, detergen, pewangi, dan lain lain yang menyumbang kadar deterjen serta limbah industri sebagai penyumbang tembaga, sehingga apabila konsentrasi dari detergen dan tembaga meningkat maka luas lahan agrikultur menurun.

#### 4.4 Identifikasi Sumber Pencemar dengan metode PCA

Identifikasi sumber pencemar dalam penelitian kali ini dilakukan dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA). PCA dirancang untuk mengubah parameter asli ke parameter baru, yang disebut komponen utama yaitu berupa kombinasi linear dari parameter parameter asli. PCA merupakan cara yang obyektif dalam menemukan indeks jenis parameter bari ini sehingga variasi dalam data dapat dipertanggung jawabkan seringkas mungkin (Shrestha,2007). Komponen utama yang terkecil berupa beberapa komponen umumnya dipilih karena mengandung banyak informasi yang dapat menjelaskan keragaman dari parameter asli.

Uji kelayakan adalah tahapan awal setelah menginput data 25 parameter kualitas air di setiap titik per segmennya yang telah di *standardize*, uji analisis faktor menghasilkan *output* pada gambar 14.

#### KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.628
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	557.078
	df	190
	Sig.	.000

Gambar 18. Output KMO and Bartlett's test

Nilai KMO menunjukkan tingkat korelasi, semakin mendekati 1 maka semakin berkorelasi sangat kuat dan bisa untuk analisis lanjutan, korelasi masih tetap bisa dilanjutkan apabila nilai KMO lebih dari 0,5 dan pada uji kali ini nilai KMO sebesar 0,628 maka analisis dapat dilanjutkan. Kemudian nilai signifikan sebesar 0,000 yang masuk kategori signifikan yaitu kurang dari 5% atau sebesar 0,05. Setelah melihat *output KMO and Bartlett's test*, dilanjutkan dengan *Anti image matrices* yang dapat dilihat pada lampiran 6

Uji *Anti image correlation* dikatakan layak apabila nilai nilai pada diagonal ini lebih dari 0,5. Pada uji kali ini terdapat 4 dari 25 parameter yang tidak lulus uji, parameter tersebut adalah parameter residu tersuspensi (TSS), klorin bebas, COD, dan sulfida. Setelah dikeluarkan dilakukan analisis ulang sehingga menghasilkan nilai nilai diagonal yang melebihi 0,5 sehingga memenuhi persyaratan. *Output communalities* (lampiran 7) ini menunjukkan variabel yang diteliti mampu atau tidak

ditandai dengan nilai extraction lebih dari 0,5. Apabila uji KMO dan *Anti image* telah dilakukan maka dilanjutkan dengan uji lanjutan.

Component	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4.279	21.393	21.393
2	3.162	15.809	37.202
3	2.094	10.468	47.670
4	1.734	8.671	56.340
5	1.439	7.194	63.535
6	1.156	5.778	69.313
7	.996	4.979	74.292
8	.795	3.977	78.270
9	.714	3.568	81.838
10	.636	3.180	85.018
11	.519	2.596	87.614
12	.475	2.375	89.989
13	.450	2.249	92.238
14	.387	1.935	94.173
15	.289	1.445	95.618
16	.257	1.287	96.904
17	.228	1.139	98.043
18	.155	.775	98.817
19	.146	.729	99.547
20	.091	.453	100.000

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Gambar 19. Output Total variance explained

Pada uji kali ini menghasilkan *output total variance explained* yang memuat 6 komponen yang melebihi 1,0 jadi dapat dikatakan uji kali ini memiliki 6 komponen yang mewakili 21 parameter berdasarkan kemiripan (Gambar 15).

Selanjutnya hasil *output component matrix* (lampiran 8) yang dibagi dengan 6 komponen sebelumnya menunjukkan parameter yang memiliki nilai lebih dari 0,5 berkorelasi kuat dan bisa diprediksi tanpa kesalahan untuk analisis faktor. Pada uji kali ini di parameter amoniak, deterjen, dan besi memiliki nilai lebih dari 0,5 di lebih dari satu komponen sehingga harus melalui proses rotasi terlebih dahulu.

**Rotated Component Matrix<sup>a</sup>**

	Component					
	1	2	3	4	5	6
Zscore: Suhu	-.707	.119	.351	-.041	-.146	.452
Zscore: Derajat Keasaman	-.307	-.014	.097	-.718	-.257	.083
Zscore: Residu Terlarut	.742	-.275	-.059	.175	.080	-.044
Zscore: Oksigen Terlarut	-.177	.181	.208	.020	-.556	-.120
Zscore: Nitrat	-.092	-.129	.828	-.094	-.124	.069
Zscore: Nitrit	.166	-.224	.055	.025	.818	-.136
Zscore: Amoniak	.022	.418	-.080	.039	.806	.038
Zscore: Deterjen	.511	-.263	-.169	.399	-.170	.164
Zscore: Fenol	.218	.375	.002	.560	-.105	-.013
Zscore: Fosfat	-.134	.068	.742	.035	.026	-.258
Zscore: Minyak dan Lemak	.003	-.539	.139	-.363	.025	.536
Zscore: Besi	-.257	.567	.574	.195	-.168	.071
Zscore: Mangan	-.047	.873	.103	.079	-.061	-.071
Zscore: Kadmium	.106	.589	-.362	.025	.037	.360
Zscore: Seng	-.089	-.628	-.395	.098	.016	.370
Zscore: Tembaga	-.032	-.032	-.178	.171	.014	.864
Zscore: Warna	-.063	.096	.724	-.071	-.053	-.020
Zscore: Timbal	-.101	.005	.017	.815	-.038	.149
Zscore: Bakteri Coli Tinja	.765	.171	.016	.011	.120	.086
Zscore: Bakteri Total Coli	.788	.284	-.204	.024	.249	-.035

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

a. Rotation converged in 7 iterations.

*Gambar 20. Output rotated component matrix*

Pada uji kali ini terdapat parameter BOD<sub>5</sub> yang nilai faktornya kurang dari 0,5 disetiap 6 komponen, hal ini mengharuskan mengeluarkan parameter BOD<sub>5</sub> dan mengulang analisis. Ketika dianalisis ulang pada uji kali ini variabel dikelompokkan kemudian pada masing masing komponen dikategorikan berdasarkan jenis sumber pencemar seperti yang tertera pada tabel 14.

*Tabel 14. Klasifikasi output rotated component matrix*

	Component					
	1	2	3	4	5	6
Zscore: Suhu	-0.707					
Zscore: Derajat Keasaman				-0.718		
Zscore: Residu Terlarut	0.742					

Zscore: Oksigen Terlarut			-0.556
Zscore: Nitrat		0.828	
Zscore: Nitrit			0.818
Zscore: Amoniak			0.806
Zscore: Deterjen	0.511		
Zscore: Fenol			
Zscore: Fosfat		0.742	
Zscore: Minyak dan Lemak			0.536
Zscore: Besi	0.567		
Zscore: Mangan	0.873		
Zscore: Kadmium	0.589		
Zscore: Seng	-0.628		
Zscore: Tembaga			0.864
Zscore: Warna		0.724	
Zscore: Timbal			0.815
Zscore: Bakteri Coli Tinja	0.765		
Zscore: Bakteri Total Coli	0.788		

*Extraction Method: Principal Component Analysis.*

*Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.*

Dalam pemilihan kategori dalam komponen ini dilakukan dengan mencari sumber pencemar dari masing masing parameter yang kemudian dihubungkan dan mencari kemiripan sumber pencemar dari tiap parameter yang ada di dalam komponen tersebut. Sehingga komponen-komponen tersebut dibagi menjadi kelompok sumber pencemar yaitu sumber pencemar yang berasal dari domestik, industri yang menghasilkan limbah logam, pertanian, pabrik/industri secara umum, peternakan, dan aktivitas perdagangan. Seperti yang dijelaskan pada Tabel 15.

*Tabel 15. Pengelompokan variabel berdasarkan komponen*

Pengelompokan komponen dari hasil <i>Rotated Component Matrix</i>					
Komponen 1	Komponen 2	Komponen 3	Komponen 4	Komponen 5	Komponen 6
Suhu	Mangan	Nitrat	pH	DO	Minyak & Lemak
TDS	Kadmium	Fosfat	Fenol	Nitrit	Tembaga
Deterjen	Seng	Warna	Timbal	Amoniak	
Coli Tinja	Besi				
Total Coli					
<b>Domestik</b>	<b>Industri yang menghasilkan limbah logam</b>	<b>Pertanian</b>	<b>Pabrik/industri secara umum</b>	<b>Peternakan</b>	<b>Perniagaan / usaha</b>



Pada komponen 1 (pencemar domestik), parameter deterjen biasanya dihasilkan oleh pewangi, builder dan lain-lain. Menurut (Fakhrizal, 2004) limbah domestik dibagi menjadi dua kategori yaitu pertama, air limbah domestik yang berasal dari air cucian seperti sabun, deterjen, dan minyak. Kedua adalah air limbah yang berasal dari kakus seperti sabun, shampo, tinja dan air seni. Sedangkan parameter bakteri coli tinja dan bakteri total coli berasal dari *black water* aktivitas domestik. Kehadiran *E.coli* dalam air menandakan bahwa air telah terkontaminasi oleh kotoran atau tinja manusia (Clara, 2018). Salah satu parameter yang biasa digunakan untuk mengidentifikasi adanya kontaminasi limbah domestik pada suatu kawasan adalah melihat dari katakteristik biologinya berupa keberadaan bakteri coliform didalamnya (Permatasari, 2017). Kelima parameter ini menunjukkan sumber kontaminan limbah domestik sebagai pencemarnya karena pada domestik terdapat sumber dari masing masing pencemar yang dihasilkan.

Pada komponen 2 (aktivitas industri yang menghasilkan limbah logam), parameter mangan, kadmium, seng dan besi sumber pencemar dapat berasal dari logam berat atau kegiatan yang menghasilkan logam. Peningkatan kadar logam berat dalam air sungai umumnya disebabkan oleh masuknya air limbah industri yang mengandung logam berat itu sendiri (Yudo, 2006). Bahan buangan anorganik sukar didegradasi oleh mikoorganisme umumnya adalah logam, apabila masuk perairan maka akan terjadi peningkatan jumlah ion logam dalam air. Bahan buangan anorganik ini biasanya berasal dari limbah industri yang melibatkan penggunaan unsur unsur logam seperti Pb, As, Cd, Ni, Ca, Mg, dan lain-lain (Warlina, 2004). Keempat parameter logam ini dikelompokkan menjadi komponen limbah industri yang menghasilkan logam sebagai pencemarnya. Melalui *google earth* diketahui terdapat industri yang menghasilkan limbah logam yang berada disekitar Sungai Winongo salah satunya adalah industris aksesoris perhiasan yang menghasilkan logam.

Pada komponen 3 (aktivitas pertanian), terdapat parameter nitrat dan fosfat. Parameter nitrat akan meningkat apabila penggunaan pupuk secara berlebihan. Menurut (Casali, 2010), dampak dari kegaitan pertanian akan menghasilkan limpasan, sedimen nitrat dan fosfat. Begitupun parameter fosfat yang biasanya sumber pencemar berasal dari pupuk. Meningkatnya nilai fosfat di perairan

dipengaruhi oleh perkebunan salak yang berada di hulu sungai yang menggunakan pupuk untuk meningkatkan kesuburan tanah (Prianto, 2010). Sumber pencemar komponen 3 ini dapat dikategorikan berasal dari pertanian.

Pada komponen 4 (limbah pabrik/industri secara umum), terdapat parameter fenol yang biasanya berasal dari limbah pabrik, industri kimia, dan asap pabrik. Sedangkan untuk parameter timbal yang berasal dari asap transportasi. Fenol merupakan salah satu senyawa organik yang merupakan limbah dari industri atau pabrik yang pada umumnya digunakan pada industri atau pabrik petrokimia, plastik, cat, baja dan lainnya, fenol juga dapat berupa bahan baku dari industri kimia tersebut (Restu, 2009). Selanjutnya parameter timbal, sumber pencemaran timbal di udara biasanya berasal dari asap cerobong pabrik (Palar, 2012). Sedangkan parameter pH yang dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar seperti asap pabrik dan lainnya, jadi dapat disimpulkan komponen 4 dikategorikan sumber pencemar yang berasal dari Pabrik atau kegiatan industri secara umum.

Pada komponen 5 (aktivitas peternakan), parameter terdapat parameter nitrit, meningkatnya kadar nitrit pada perairan berkaitan erat dengan bahan organik yang ada pada limbah peternakan, diantaranya penguraian bahan organik oleh mikroorganise yang memerlukan oksigen dalam jumlah yang banyak (Olivianti, 2016). Kenaikan nitrit juga berpengaruh ke kadar oksigen terlarut, semakin rendahnya kadar oksigen terlarut berkaitan dengan adanya peningkatan aktivitas mikroorganisme dalam penguraian zat organik yang membutuhkan oksigen (Tungka, 2016). Kemudian parameter amoniak banyak di temukan di kotoran hewan, pupuk ataupun industri. Usaha peternakan ayam merupakan salah satu sumber emisi gas ammonia yang berpotensi mencemari lingkungan (Manin, 2012). Jadi dapat disimpulkan sumber pencemar komponen 5 dikategorikan berasal dari peternakan.

Terakhir komponen 6 (aktivitas perdagangan/perniagaan), yang didalamnya terdapat parameter minyak dan lemak yang biasanya berasal dari kegiatan industri dan aktivitas manusia. Sumber minyak/lemak berasal dari limbah rumah tangga, perkotaan, bengkel, rumah makan, hotel dan binatu (Permana, 2013). Serta parameter tembaga yang berasal dari limbah kegiatan usaha kaki lima maupun industri. Tembaga masuk ke tatanan lingkungan sebagai akibat dari aktivitas

manusia seperti buangan industri yang menggunakan tembaga pada prosesnya (Yudo, 2006). Dapat diduga bahwa sumber pencemar komponen 6 berasal dari kegiatan usaha seperti pasar, restoran, bengkel dan lain lain yang banyak terdapat di tengah hingga hilir segmen. Kemudian untuk besarnya nilai korelasi antar komponen dapat dilihat pada Gambar 17.

**Component Transformation Matrix**

Component	1	2	3	4	5	6
1	-.671	.180	.599	-.214	-.334	-.025
2	.244	.836	.190	.347	.097	-.274
3	-.336	.276	-.477	.379	-.318	.582
4	.301	-.373	.408	.617	-.472	.026
5	-.154	-.094	.382	.295	.718	.469
6	.512	.209	.256	-.472	-.200	.605

Extraction Method: Principal Component Analysis.

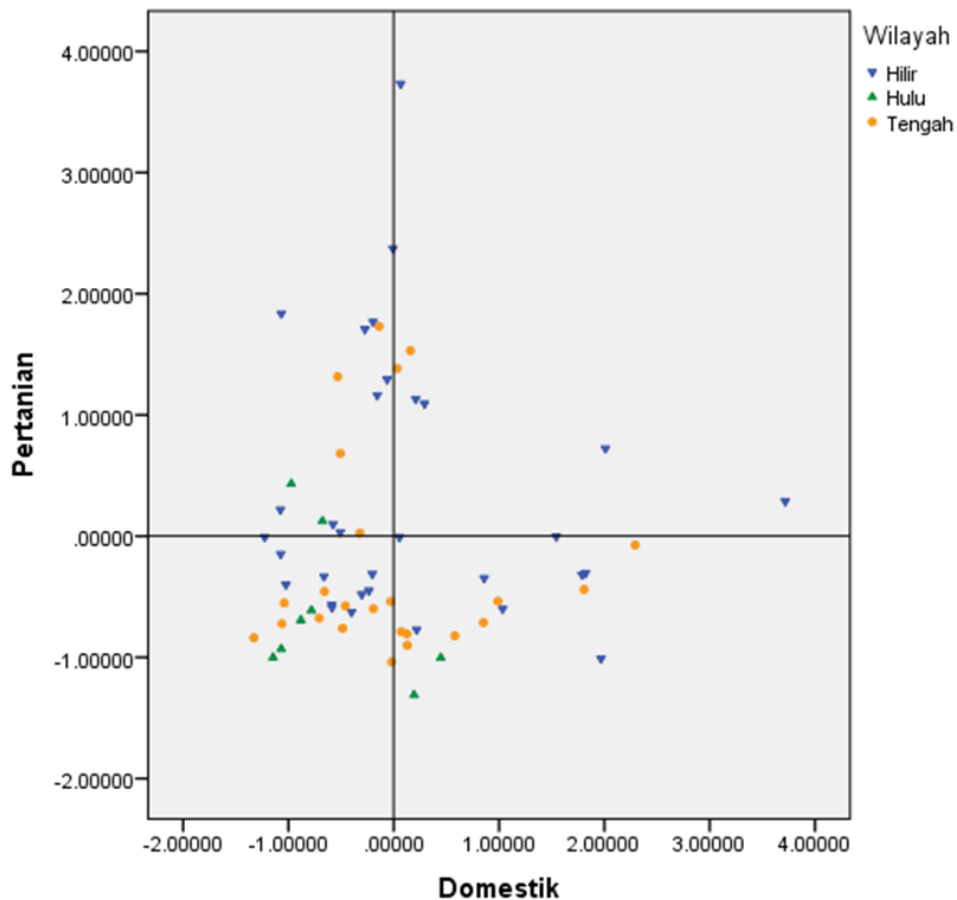
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

*Gambar 21. Output component transformation matrix*

Setelah dilakukan pengelompokkan variabel berdasarkan komponennya (sumber polutan dari hasil aktivitas yang dilakukan) maka selanjutnya dilakukan pengolahan yang menghasilkan *output component transformation matrix* korelasi yang memiliki nilai lebih dari 0,5 hanya terdapat pada hubungan antara komponen :

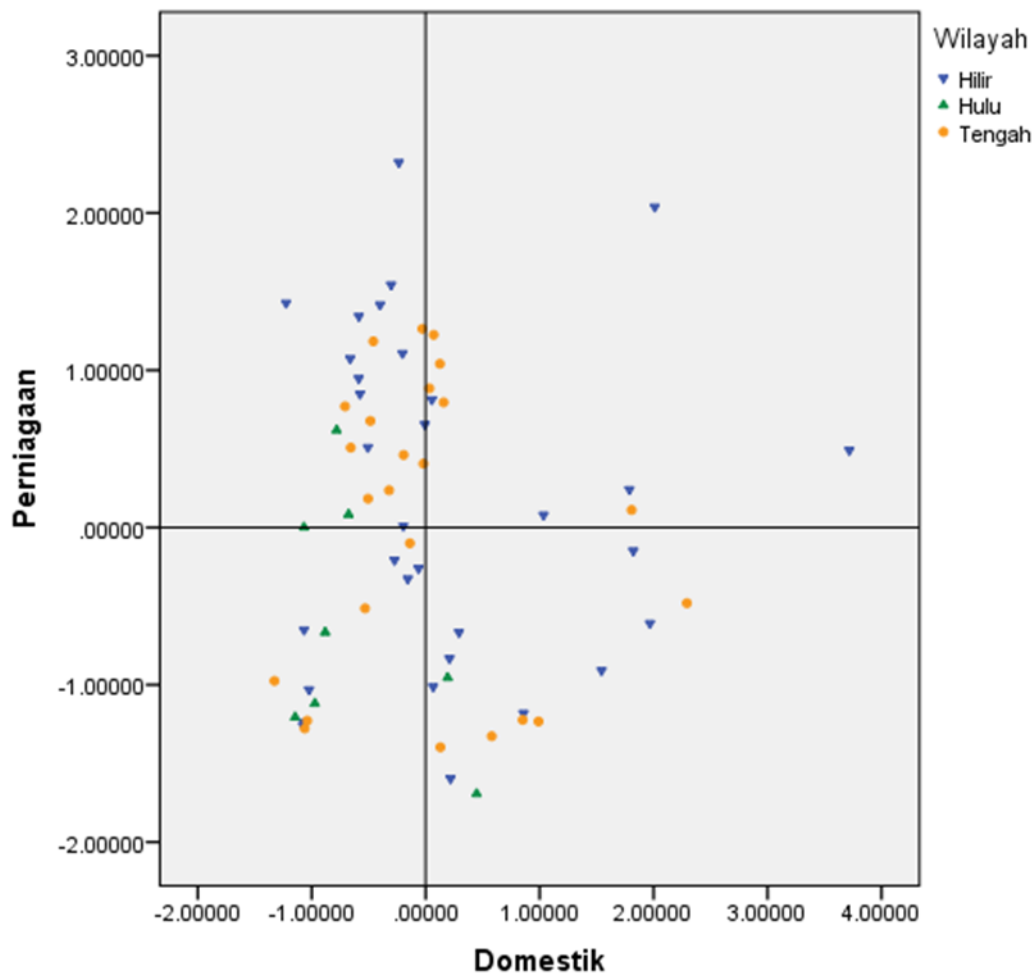
- 1 (domestik) dan 1 (domestik);
- 1 (domestik) dan 3 (pertanian);
- 2 (industri logam) dan 2 (industri logam);
- 3 (pertanian) dan 6 (perniagaan);
- 4 (pabrik) dan 4 (pabrik);
- 5 (peternakan) dan 5 (peternakan);
- 6 (perniagaan) dan 1 (domestik);
- serta 6 (perniagaan) dan 6 (perniagaan).

Dari korelasi ini dibuat scetter plot untuk melihat keterkaitannya dengan spasial sungai yang divisualisasikan pada Gambar 18,19 dan 20.



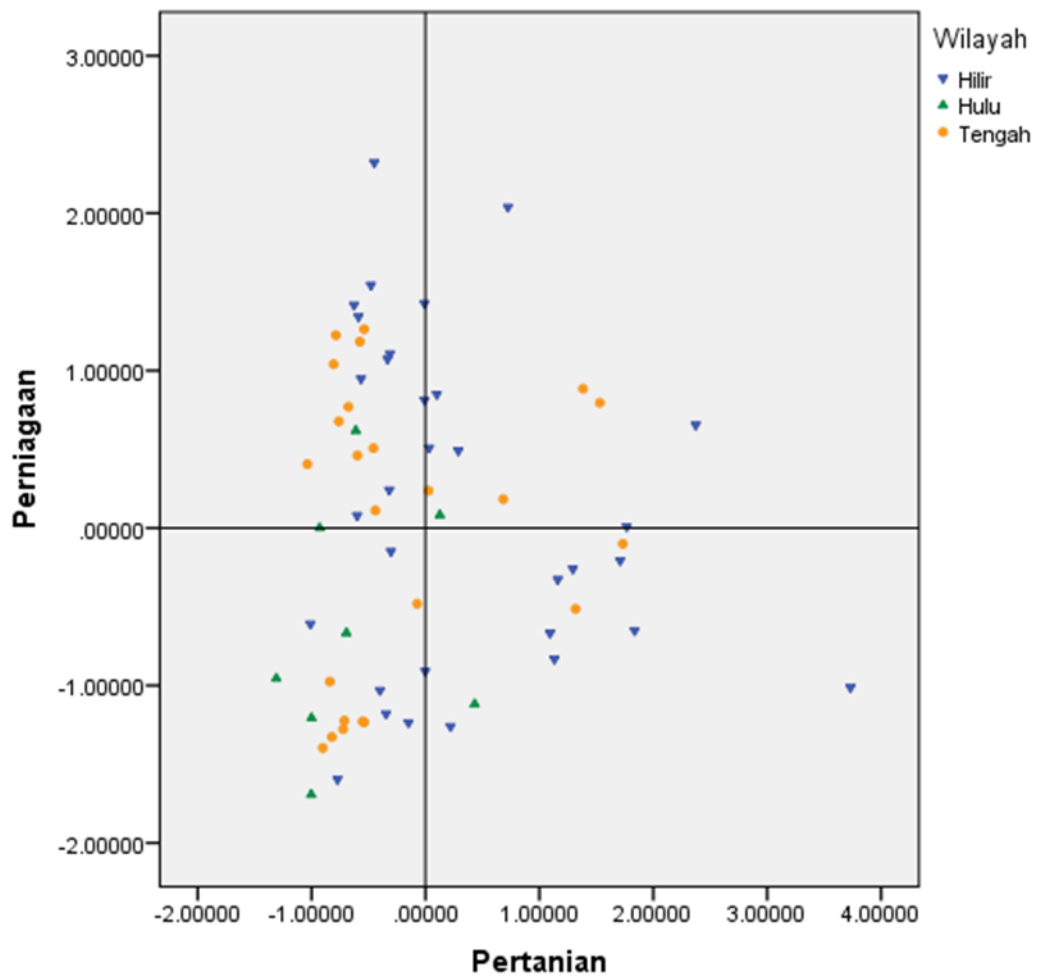
Gambar 22. Scatter plot Komponen Domestik dan Komponen Pertanian

Komponen yang muncul adanya korelasi yaitu komponen sumber pencemar domestik, pertanian dan perdagangan atau usaha hal ini dapat disimpulkan bahwa di tiap segmen sungai sebagian besar sumber pencemar berasal dari 3 komponen ini. Untuk *scatter* komponen domestik dan pertanian (Gambar 18), pada hulu sungai yang berada di kuadran III sangat sedikit adanya sumber pencemar dari limbah domestik dan pertanian, hal ini di karenakan pada hulu sungai didominasi oleh lahan vegetasi. Pada segmen tengah didominasi dengan sumber pencemar berasal dari limbah domestik ditunjukkan dengan menempati kuadran IV yang artinya memiliki nilai yang tinggi, hal ini juga sejalan dengan segmen tengah sungai yang merupakan wilayah padat penduduk dan pemukiman. Serta pada segmen hilir didominasi oleh sumber pencemar pertanian yang berada di kuadran II dan III. Hal ini juga sejalan bahwa hilir Sungai Winongo didominasi oleh lahan pertanian.



Gambar 23. Scatter plot Komponen Domestik dan Komponen Perniagaan/usaha

Pada Gambar 19 *scatter plot* komponen domestik dan perniagaan / kegiatan usaha, pada segmen hulu terdapat sangat sedikit sumber pencemar yang berasal dari kedua sumber ini, karena pada hulu sungai masih didominasi oleh lahan vegetasi sehingga sangat minim sumber pencemar yang berasal dari domestik maupun perniagaan. Kemudian pada segmen tengah dan hilir di dominasi oleh sumber pencemar kegiatan usaha yang ditunjukkan pada kuadran II dimana menunjukkan nilai kontaminan yang berasal dari perniagaan cukup tinggi, hal ini juga selaras dengan jumlah kegiatan perniagaan banyak terdapat di tengah kota yang merupakan tengah sungai serta Kabupaten Bantul yang merupakan hilir sungai.



Gambar 24. Scatter plot Komponen Pertanian dan Komponen Perniagaan/usaha

Gambar diatas menunjukkan *Scatter plot* yang berisikan komponen pencemar dari kegiatan usaha dan pertanian, pada hulu sama seperti sebelumnya nilai pencemar yang berasal dari usaha dan pertanian sangat sedikit di hulu dikarenakan masih didominasi oleh lahan vegetasi. Pada segmen tengah didominasi oleh sumber pencemar dari kegiatan usaha yang banyak terdapat di tengah kota digambarkan persebaran berada pada kuadran II. Serta pada segmen hilir di dominasi oleh sumber pencemar pertanian yang berada di kuadran IV, sejalan dengan persentase lahan pertanian yang banyak berada di hilir sungai.

Ketiga *scetter plot* ini selaras dengan persentase tata guna lahan bangunan yang tinggi pada segmen tengah, lahan agrikultur yang cukup banyak di segmen hilir serta lahan vegetasi yang di segmen hulu sehingga pencemaran di hulu sangat sedikit dari ketiga kategori komponen pencemar ini.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB V SIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Simpulan**

Kesimpulan dalam penelitian ini berupa

1. Tren dibedakan menjadi 2 kategori yaitu tren spasial dan tren temporal. Secara spasial tren kualitas air berdasarkan nilai konsentrasi mengalami peningkatan untuk semua parameter, hal ini menunjukkan air semakin mengalami penurunan kualitas dari hulu hingga ke hilir. Sedangkan secara temporal tren kualitas air menunjukkan angka fluktuatif, hal ini menunjukkan bahwa masing masing beban pencemar pada setiap tahunnya berbeda.
2. Peningkatan lahan vegetasi akan menyebabkan konsentrasi sulfida, BOD<sub>5</sub>, fenol, kadmium dan timbal akan meningkat. Peningkatan lahan bangunan menyebabkan konsentrasi seng dan fenol akan meningkat. Sedangkan pada peningkatan lahan agrikultur parameter sulfida, besi dan tembaga akan menurun.
3. Sumber spesifik pencemar dikategorikan menjadi 6 komponen
  - Vf1 mewakili sumber pencemar domestik
  - Vf2 mewakili sumber pencemar industri yang menghasilkan logam
  - Vf3 mewakili sumber pencemar pertanian
  - Vf4 mewakili sumber pencemar pabrik/industri secara umum
  - Vf5 mewakili sumber pencemar peternakan
  - Vf6 mewakili sumber pencemar kegiatan usaha/perniagaanSumber pencemar limbah domestik, pertanian dan kegiatan usaha/perdagangan memiliki porsi besar dalam pencemaran sungai di segmen tengah dan hilir sungai.

### **5.2 Saran**

Pada analisis *pearson correlation* antara tata guna lahan dan kualitas air sungai untuk data yang digunakan tiap segmennya masih cukup membingungkan dan tidak pasti karena ketika dibuat beberapa skenario tidak banyak terdapat



perbedaan dari hasil antar skenario. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengklarifikasi apakah ada kaitannya penggunaan data tiap segmen dengan kualitas air. Serta validasi penggunaan lahan juga dibutuhkan untuk penelitian selanjutnya.





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, S. (2007). *Air Untuk Rumah Tangga*. Jakarta: Kawan Pustaka.
- Asdak, C. (1995). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. *Gajah Mada University Press*.
- Boyacioglu, H. (2006). Surface Water Quality Assessment Using Factor Analysis.
- Carolina, B. (2007). Penentuan Status Mutu Air dengan Sistem STORET di Kecamatan Bantar Gebang. *Jurnal Geologi Indonesia*. doi:10.17014/ijog.2.2.113-118
- Casali, J. (2010). Sediment Production and Water Quality of Watersheds with Contrasting Land Use in Navarre. *Department of Agriculture, Livestock and Food, Government of Navarre, Carretera el Sadar, s/n, Edificio El Sario, 31006 Pamplona, Navarra, Spain*.
- Clara, S. (2018). Kandungan Escherchia Coli Pada Air Sumur Gali dan Jarak Sumur dengan Septic Tank di Kelurahan Rap - Rap Kabupaten Minahasa. *Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi*.
- Edward. (2003). Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi di Perairan Reha Sulawesi Tenggara. *Jurnal Sains*, 110 - 111.
- Effendy, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fakhrizal. (2004). Mewaspada Bahaya Limbah Domestik di Kali Mas. *Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah*.
- Fardiaz, S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Granato, D. (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.
- Hastutiningrum, S. (2020). Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Selokan Mataram Yogyakarta. *Jurnal Teknologi Technoscientia*.
- Kubudun, R. (2020). Pengaruh Tata Guna Lahan, Tipe Vegetasi Riparian, dan Sumber Pencemar Terhadap Kualitas Air Sungai Winongo di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN*

*Alauddin Makassar.*

- Lusiana, N. (2020). Beban Pencemaran BOD dan Karakteristik Oksigen Terlarut di. *Jurnal Ilmu Lingkungan*.
- Manin. (2012). Pootensi Bakteri Bacillus dan Lactobacillus sebagai Probiotik untuk Mengurangi Pencemaran Amonia pada Kandang Unggas. *Jurnal Peternakan Indonesia*.
- Marlina, N. (2017). Pengaruh Kekasaran Saluran dan Suhu Air Sungai Pada Parameter Kualitas Ai COD, TSS di Sungai Winongo Menggunakan Software QUAL2Kw.
- Mico. (2006). Assessing Heavy Metal Sources in Agricultural Soils of an European Mediterranean Area by Multivariate Analysis. *Chemosphere*.
- Mukono. (2006). Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan. *Airlangga University Press*.
- Nugraha, W. D. (2013). Simulasi Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air Sungai dengan Metode Indeks Pencemaran. *Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip*.
- Olivianti, A. (2016). Dampak Limbah Peternakan Ayam Terhadap Kualitas Air Sungai Sawangan di Desa Sawangan Kecamatan Tombulu Kabupaten Minahasa. *Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*.
- Palar, H. (2012). Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat.
- Palar, H. (2012). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rienka Cipta.
- Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta. (2016). RKPD Daerah Istimewa Yogyakarta. Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Permana, D. I. (2013). Studi Perubahan Kualitas Air Sungai Winongo Tahun 2003 dan 2012. *Jurnal Bumi Indonesia*.
- Permatasari, R. (2017). Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Rezim Hidrologi DAS (Studi Kasus : DAS Komerling). *Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*.
- Pratama, M. A. (2020). A Multivariate and Spatiotemporal Analysis of Water Quality in. *The Scientific World Journal*.

- Prianto, E. (2010). Karakteristik fisika kimia perairan dan struktur komunitaszooplankton di Estuari Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan.
- Purnamaningtyas, S. E. (2014). Distribusi Konsentrasi Oksigen, Nitrogen, dan Fosfat di Waduk Saguling, Jawa Barat. *Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumberdaya Ika*.
- Radiarta, I. N. (2015). Analisis Spasial dan Temporal Kondisi Kualitas Perairan Melalui Pendekatan Statistik Multivariat di Teluk Gerupuk Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Riset Akuakultur*.
- Rahmawati, D. (2011). Pengaruh Kegiatan Industri Terhadap Kualitas Air Diwadi Bergas Kabupaten Semarang dan Upaya Pengendalian Pencemaran Air Sungai. *Program Magister Ilmu Lingkungan*.
- Restu, A. (2009). Penurunan Kadar Phenol dengan Memanfaatkan Begasse Fly Ash dan Chitin sebagai Adsorben. *Laboratorium Pengolahan Limbah Industri*.
- Ritohardoyo. (2013). *Penggunaan dan Tata Guna Lahan*. Yogyakarta: Penerbit Ombak.
- Salmin. (2005). Oksigen Terlarut dan Kebutuhan BOD Sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*.
- Sastrawijaya, T. (2000). *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: PT. Rienka Cipta.
- Setiari. (2012). Identifikasi Sumber Pencemar dan Analisis Kualitas Air Tukad Yeh Sungai di Kabupaten Tabanan dengan Metode Indeks Pencemaran. *Jurnal Ilmu Lingkungan*.
- Sosrodarsono, S. (2006). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya paramita.
- Suharyo, Y. (2019). Evaluasi dampak tata guna lahan terhadap kualitas air parameter kimia di sungai opak yogyakarta.
- Suharyo, Y. (2019). Evaluasi Dampak Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air Parameter Kimia di Sungai Opak Yogyakarta.
- Suharyo, Y. (2019). Evaluasi Dampak Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air Parameter Kimia Sungai Opak Yogyakarta.
- Suripin, I. (2002). *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

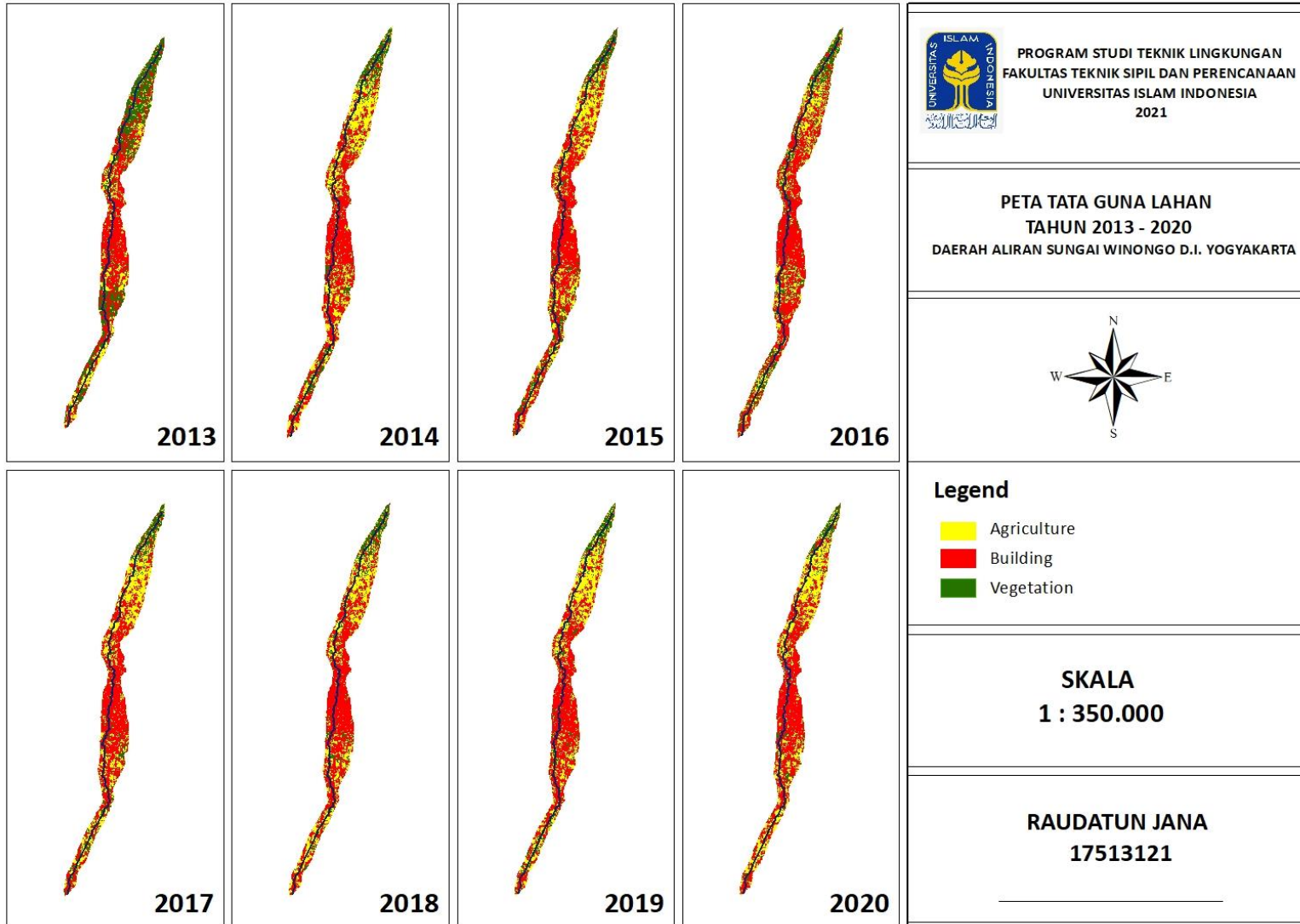
- Tungka, A. (2016). Konsentrasi Nitrat dan Ortofosfat di Muara Sungai Banjir Kanal Barat dan Kaitannya dengan Kelimpahan Fitoplankton Harmful Alga Blooms. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*.
- Wardhana, P. N. (2018). Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Debit Banjir di DAS Winongo Daerah Istimewa Yogyakarta. *Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia*.
- Warlina, L. (2004). Pencemaran air : sumber, dampak dan penanggulangannya. *Institut Pertanian Bogor*.
- Winarsih. (2016). Distribusi Total Suspended Solid Permukaan di Perairan Teluk Kendari. *Universitas Halu Oleo*.
- Wiwoho. (2005). Model Identifikasi Daya Tampung Beban Cemar Sungai Dengan Qual-Study Kasus Sungai Babon. *Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro*.
- Yudo, S. (2006). Kondisi Pencemaran Logam Berat di Perairan Sungai DKI Jakarta. *Pusat Teknologi Lingkungan, Badan pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)*.
- Yudo, S. (2010). Kondisi Kualitas Air Sungai Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta Ditinjau dari Parameter Organik, Amoniak,, Fosfat, Deterjen dan Bakteri Coli. *Pusat Teknologi Lingkungan, Badan pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)*.
- Yulastuti, E. (2011). Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. *Masters thesis, Program Magister Ilmu Lingkungan*.
- Zanatia, K. F. (2018). Pencemaran Air di Daerah Aliran Sungai Cimencrang Jawa Barat : Sumber, dampak dan solusi. *Jurusan Agroteknologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung*.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# LAMPIRAN

Lampiran 1 Peta Tata guna lahan tahun 2013 - 2020





Lampiran 2. Data Kualitas air segmen hulu sungai Winongo tahun 2013-2020

NO	Parameter	Satuan	Hulu							
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Suhu	°C	24.7	0	0	26.9333333	24.1666667	24.9333333	25.9333333	25.5
2	pH	-	7.53333333	7.03333333	7.06666667	7.26666667	7.67	7.59333333	7.65	7.375
3	Residu Terlarut	mg/L	101.333333	167.333333	169	147.666667	130	98.7	89.45	85.15
4	Residu Tersuspensi	mg/L	33	31.6666667	20	23.3333333	20.6666667	16.3333333	32.2666667	6.6
5	Oksigen terlarut (DO)	mg/L	6.96666667	6.7	6.56666667	7.36666667	6.66666667	7.59966667	6.61333333	9.37
6	BOD5	mg/L	7.03333333	8.86666667	5.70666667	7.08	7.26666667	4.55333333	1.92	6.685
7	COD	mg/L	12.4666667	19.5333333	17.9866667	15.4666667	15.3666667	12.942	17.9733333	32.295
8	Klorin bebas	mg/L	0.03333333	0.06666667	0.03666667	0.001	0.001	0.13166667	0.02033333	0.045
9	Nitrat (NO3-N)	mg/L	0.6	0.76666667	1.5	1.73333333	1.21666667	1.19623333	2.65833333	3.755
10	Nitrit	mg/L	0.008	0.05333333	0.06666667	0.04333333	0.01266667	0.02933333	0.019	0.0535
11	Sulfida (H2S)	mg/L	0.03366667	0.003	0.001	0.00466667	0.00333333	0.00133333	0.00566667	0.01125
12	Amoniak	mg/L	0.10333333	0.27666667	0	0	0.09	0.02666667	0.07	0.052
13	Deterjen	mg/L	114.9	51.8333333	281.366667	99.9	25.067	34.4333333	105	15
14	Fenol	mg/L	4.33333333	0.08	49.0666667	0.1	0.034	0.73333333	3.76	4.115
15	Fosfat (PO4)	mg/L	0.14666667	0.047	0.01	0.02366667	0.29333333	0.1927	0.19	0.43
16	Minyak & lemak	µg/L	166.666667	166.666667	0	2000	2333.33333	1333.33333	2466.66667	699.5
17	Besi	mg/L	0.32	0.02666667	0	0	0.1	0.08033333	0.37333333	0.455
18	Mangan	mg/L	0.12066667	0.04333333	0	0	0.05	0.0237	0.034	0.0585
19	Kadmium (Cd)	mg/L	0.01033333	0.03333333	0.00066667	0.0017	0.00566667	0.0014	0.00343333	0.0032
20	Seng (Zn)	mg/L	0.017	0.011	0.02	0.08666667	0.02733333	0.058	0.00526667	0.0047
21	Tembaga (Cu)	mg/L	0.01466667	0.01733333	0.00766667	0.02333333	0.04333333	0.002	0.01833333	0.0085
22	Warna	mg/L	12.6466667	15.4666667	2.26666667	3.31933333	8.13	2.83876667	20.762	36.14

23	Timbal (Pb)	mg/L	0.06033333	0.017	0.10666667	0.14066667	0.03333333	0.0245	0.04116667	0.012
24	Bakteri Koli Tinja	JPT/100 mL	24333.3333	114000	88000	7000	8333.33333	3666.66667	2360	429.5
25	Bakteri Total Koli	JPT/100 mL	44333.3333	421000	208333.333	14000	18333.3333	8333.33333	14060	789.5

Lampiran 3. Data Kualitas air segmen tengah sungai Winongo tahun 2013-2020

NO	Parameter	Satuan	Tengah							
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Suhu	°C	28.4666667	0	0	28.8444444	27.7555556	26.8444444	28.9	28.55
2	pH	-	7.45555556	7.17777778	7.1	7.54444444	7.60222222	7.55777778	7.52111111	7.36166667
3	Residu Terlarut	mg/L	157.888889	197.555556	348.777778	209.333333	178.444444	114.977778	155.7	112.166667
4	Residu Tersuspensi	mg/L	20.2222222	24.3333333	29.2222222	31	18.2222222	19.5555556	32.8888889	10.95
5	Oksigen terlarut (DO)	mg/L	6.72222222	6.61111111	6.43333333	7.05555556	6.7	7.07733333	6.01111111	9.265
6	BOD5	mg/L	11.0888889	9.33333333	7.54444444	7.54888889	6.76666667	6.06444444	3.70444444	3.64
7	COD	mg/L	20.1333333	19.0888889	17.5444444	16.2777778	13.8555556	14.3833333	17.49	25.485
8	Klorin bebas	mg/L	0.07111111	0.05555556	0.08244444	0.002	0.00855556	0.01377778	0.010375	0.04016667
9	Nitrat (NO3-N)	mg/L	1.63333333	1.12333333	2.28888889	2.61111111	2.12777778	1.35292222	8.393	8.385
10	Nitrit	mg/L	0.00936667	0.22444444	0.15755556	0.21222222	0.04333333	0.09366667	0.06115556	0.058
11	Sulfida (H2S)	mg/L	0.08455556	0.00211111	0.00822222	0.00622222	0.00255556	0.00122222	0.02633333	0.01233333
12	Amoniak	mg/L	0.18222222	0.26222222	0	0	0.09666667	0.07555556	0.07222222	0.0256
13	Deterjen	mg/L	159.615556	29.5	175.466667	139.133333	23.7114444	32.0555556	83.7777778	23.6666667
14	Fenol	mg/L	49.7777778	41.5455556	20.7444444	0.38888889	0.15633333	0.77777778	11.8941444	10.4033333
15	Fosfat (PO4)	mg/L	0.19111111	0.09344444	0.05888889	0.04888889	0.11111111	0.51968889	0.40111111	0.43333333

16	Minyak & lemak	µg/L	1227.77778	1055.55556	2222.22222	2333.33333	2777.77778	1111.11111	4111.11111	3333.16667
17	Besi	mg/L	0.19666667	0.02344444	0	0	0.07555556	0.12527778	0.12611111	0.31983333
18	Mangan	mg/L	0.10266667	0.05888889	0	0	0.03666667	0.07622222	0.01888889	0.062
19	Kadmium (Cd)	mg/L	0.05466667	0.01378889	0.00277778	0.00488889	0.01255556	0.00348889	0.00328889	0.0032
20	Seng (Zn)	mg/L	0.01555556	0.00922222	0.03266667	0.08777778	0.04111111	0.04652222	0.00586667	0.0047
21	Tembaga (Cu)	mg/L	0.02033333	0.01844444	0.00833333	0.03666667	0.03666667	0.00297778	0.01833333	0.0085
22	Warna	mg/L	10.6888889	17.8677778	5.66666667	9.16833333	10.6122222	3.33	28.8857778	41.3083333
23	Timbal (Pb)	mg/L	0.07255556	0.02233333	0.02555556	0.03033333	0.03111111	0.03581111	0.02516667	0.012
24	Bakteri Koli Tinja	JPT/100 mL	47000	221666.667	102111.111	11777.7778	13666.6667	9222.22222	19553.3333	15934.8333
25	Bakteri Total Koli	JPT/100 mL	456444.444	965888.889	398555.556	221333.333	26888.8889	18000	54920	20300

*Lampiran 4. Data Kualitas air segmen hilir sungai Winongo tahun 2013-2020*

NO	Parameter	Satuan	Hilir							
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Suhu	°C	28.8833333	0	0	28.45	27.775	27.675	28.2833333	29.175
2	pH	-	6.8	7.225	7.075	7.2	7.38333333	7.12333333	7.53	7.47375
3	Residu Terlarut	mg/L	206	267.333333	401.833333	162.916667	179.333333	168.75	185.395833	209.76875
4	Residu Tersuspensi	mg/L	18.6666667	21.5	19.3333333	25.5833333	22.5	22.9166667	48.9083333	14.42375
5	Oksigen terlarut (DO)	mg/L	7.5	5.80833333	6.425	6.39833333	6.075	6.329	6.42166667	8.08
6	BOD5	mg/L	14.1091667	10.5833333	6.80833333	9.22916667	5.78333333	5.56583333	4.46	3.8225
7	COD	mg/L	26.3	22.9583333	18.1666667	19.7	13.5	12.4635	16.5031667	18.92875
8	Klorin bebas	mg/L	0.07583333	0.05583333	0.03141667	0.00308333	0.02466667	0.03041667	0.196	0.168875

9	Nitrat (NO3-N)	mg/L	1.65	0.97083333	2.10833333	2.475	3.42833333	1.06633333	9.25953333	9.0675
10	Nitrit	mg/L	0.02924167	0.58366667	0.33833333	0.3325	0.31083333	0.44383333	0.19808333	0.238875
11	Sulfida (H2S)	mg/L	0.02325	0.00425	0.0135	0.01133333	0.0025	0.00116667	0.08733333	0.0115625
12	Amoniak	mg/L	0.39833333	0.56083333	0	0	0.47358333	0.1975	0.09083333	0.0295
13	Deterjen	mg/L	120.341667	82.95	200.483333	131.75	54.342	37.575	100.166667	55.175
14	Fenol	mg/L	58.6083333	3.925	20.2175	1.06666667	0.08658333	0.50916667	17.5653333	16.4725
15	Fosfat (PO4)	mg/L	0.3125	0.23335	0.10583333	0.08166667	0.11416667	0.912	0.875	1.7725
16	Minyak & lemak	µg/L	791.666667	1208.33333	2583.33333	3333.33333	2666.66667	1750	1466.66667	1099.875
17	Besi	mg/L	0.40083333	0.04	0	0	0.1375	0.13666667	0.27333333	0.226625
18	Mangan	mg/L	0.13584167	0.09175	0	0	0.04166667	0.05266667	0.0715	0.066775
19	Kadmium (Cd)	mg/L	0.017	0.01875833	0.00766667	0.01083333	0.02583333	0.005925	0.002825	0.0032
20	Seng (Zn)	mg/L	0.01925	0.00858333	0.06833333	0.09916667	0.03916667	0.03488333	0.00906667	0.0047
21	Tembaga (Cu)	mg/L	0.0425	0.00408333	0.02383333	0.04083333	0.04333333	0.00634167	0.01833333	0.0085
22	Warna	mg/L	18.8666667	12.5	7.34166667	9.91258333	13.3233333	47.34775	61.1972417	46.98875
23	Timbal (Pb)	mg/L	0.12833333	0.02441667	0.07833333	0.05816667	0.04916667	0.04608333	0.03558333	0.09275
24	Bakteri Koli Tinja	JPT/100 mL	227058.333	183166.667	287083.333	17583.3333	32083.3333	13000	2499.16667	80474.875
25	Bakteri Total Koli	JPT/100 mL	600908.333	1277416.67	874250	154833.333	102250	48833.3333	11135.8333	143374.875

Lampiran 5. Tabel Hierarki klasifikasi penutup lahan skala kecil dan menengah

Tabel A.1 - Hierarki klasifikasi penutup lahan skala kecil dan menengah

PEMBAGIAN KELAS UTAMA				KELAS PENUTUP LAHAN PADA SKALA PEMETAAN					
				1 : 1 000 000		1 : 250 000		1 : 50 000 / 1 : 25 000	
NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS
1	Area dominan bukan-vegetasi	1.1	Area tidak-bervegetasi, alami/semi-alami	1.1.1	Tubuh air alami/semi-alami	1.1.1.1	Perairan laut	1.1.1.1.1	Perairan laut dangkal
								1.1.1.1.2	Perairan laut dalam
						1.1.1.2	Danau/telaga alami	1.1.1.2.0	Danau telaga alami (tidak dirinci)
						1.1.1.3	Rawa pedalaman	1.1.1.3.0	Rawa pedalaman (tidak dirinci)
						1.1.1.4	Rawa pesisir	1.1.1.4.1	Rawa pesisir bervegetasi
								1.1.1.4.2	Rawa pesisir tak bervegetasi
				1.1.1.5	Sungai	1.1.1.5.0	Sungai (tidak dirinci)		
				1.1.1.6	Tubuh air alami lain	1.1.1.6.0	Tubuh air lain (tidak dirinci)		
				1.1.2	Lahan terbuka alami/semi-alami	1.1.2.1	Hampanan batuan/pasir alami	1.1.2.1.1	Hampanan lahar/lava
								1.1.2.1.2	Hampanan batuan/pasir lain
						1.1.2.2	Hampanan pasir pantai	1.1.2.3.1	Hampanan pasir pantai vulkanik
								1.1.2.3.2	Hampanan pasir pantai non-vulkanik
				1.1.2.3	Rataan lumpur	1.1.2.3.0	Rataan lumpur (tidak dirinci)		
				1.1.2.4	Lahan terbuka alami lain	1.1.2.4.0	Lahan terbuka lain		

Tabel A.1 - Hierarki klasifikasi penutup lahan skala kecil dan menengah (lanjutan)

PEMBAGIAN KELAS UTAMA				KELAS PENUTUP LAHAN PADA SKALA PEMETAAN					
				1 : 1 000 000		1 : 250 000		1 : 50 000 / 1 : 25 000	
NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS
		1.2	Area tidak-bervegetasi, diusahakan/dibudidayakan	1.2.1	Tubuh air buatan/ diusahakan	1.2.1.1	Waduk dan danau buatan	1.2.1.1.1	Waduk pengendali banjir
								1.2.1.1.2	Waduk irigasi
								1.2.1.1.3	Waduk multiguna
								1.2.1.1.4	Danau wisata air
								1.2.1.1.5	Danau lainnya
						1.2.1.2	Kolam air asin/payau (tambak)	1.2.1.2.1	Tambak ikan/udang
								1.2.1.2.2	Tambak garam
								1.2.1.2.3	Tambak polikultur
						1.2.1.3	Kolam air tawar	1.2.1.3.0	Kolam ikan air tawar
								1.2.1.3.1	Embung
								1.2.1.3.2	Kolam air tawar lain
						1.2.1.4	Saluran air	1.2.1.4.0	Saluran air (tidak dirinci)
						1.2.1.5	Tampungan air lain	1.2.1.4.1	Kolam oksidasi dan pengelolaan limbah
				1.2.1.4.2	Tampungan air lain				
				1.2.2	Lahan terbuka diusahakan dan permukaan diperkeras	1.2.2.1	Lahan terbuka diusahakan	1.2.2.1.1.	Penggalian pasir, tanah dan batu (sirtu)
								1.2.2.1.2	Penambangan terbuka bukan sirtu
								1.2.2.1.3	Penambangan terbuka lain
1.2.2.1.4	Tempat penimbunan dan pembuangan sampah								

Tabel A.1 - Hierarki klasifikasi penutup lahan skala kecil dan menengah (lanjutan)

PEMBAGIAN KELAS UTAMA				KELAS PENUTUP LAHAN PADA SKALA PEMETAAN					
				1 : 1 000 000		1 : 250 000		1 : 50 000 / 1 : 25 000	
NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS
						1.2.2.2	Permukaan diperkeras bukan gedung	1.2.2.2.1	Landas pacu (runway) dan taxiway
								1.2.2.2.2	Area parkir dan lapangan
								1.2.2.2.3	Lapangan diperkeras
								1.2.2.2.4	Jaringan rel kereta
								1.2.2.2.5	Jaringan jalan aspal/beton/tanah
								1.2.2.2.6	Permukaan diperkeras lain
				1.2.3	Bangunan	1.2.3.1	Bangunan permukiman/campuran	1.2.3.1.1	Bangunan permukiman kota
								1.2.3.1.2	Bangunan permukiman desa (berasosiasi dengan vegetasi pekarangan)
						1.2.3.2	Bangunan bukan-permukiman	1.2.3.2.1	Bangunan industri dan perdagangan
								1.2.3.2.2	Stasiun
								1.2.3.2.3	Terminal bus
								1.2.3.2.4	Terminal bandara
								1.2.3.2.5	Stadion
								1.2.3.2.6	Pelabuhan
								1.2.3.2.7	Bangunan non-permukiman lain
2	Area dominan vegetasi	2.1	Area bervegetasi, alami/semi-alami	2.1.1	Hutan dan vegetasi alami/semi-alami	2.1.1.1	Hutan lahan tinggi (pegunungan/perbukitan)	2.1.1.1.1	Hutan lahan tinggi primer kerapatan tinggi
								2.1.1.1.2	Hutan lahan tinggi primer kerapatan sedang

Tabel A.1 - Hierarki klasifikasi penutup lahan skala kecil dan menengah (lanjutan)

PEMBAGIAN KELAS UTAMA				KELAS PENUTUP LAHAN PADA SKALA PEMETAAN					
				1 : 1 000 000		1 : 250 000		1 : 50 000 / 1 : 25 000	
NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS
								2.1.1.1.3	Hutan lahan tinggi primer kerapatan rendah
								2.1.1.1.4	Hutan lahan tinggi sekunder kerapatan tinggi
								2.1.1.1.5	Hutan lahan tinggi sekunder kerapatan sedang
								2.1.1.1.6	Hutan lahan tinggi sekunder kerapatan rendah
						2.1.1.2	Hutan lahan rendah	2.1.1.2.1	Hutan lahan rendah primer kerapatan tinggi
								2.1.1.2.2	Hutan lahan rendah primer kerapatan sedang
								2.1.1.2.3	Hutan lahan rendah primer kerapatan rendah
								2.1.1.2.4	Hutan lahan rendah sekunder kerapatan tinggi
								2.1.1.2.5	Hutan lahan rendah sekunder kerapatan sedang
								2.1.1.2.6	Hutan lahan rendah sekunder kerapatan rendah
						2.1.1.3	Hutan rawa/gambut	2.1.1.3.1	Hutan rawa/gambut primer kerapatan tinggi
								2.1.1.3.2	Hutan rawa/gambut primer kerapatan sedang
								2.1.1.3.3	Hutan rawa/gambut primer kerapatan rendah



Tabel A.1 - Hierarki klasifikasi penutup lahan skala kecil dan menengah (lanjutan)

PEMBAGIAN KELAS UTAMA				KELAS PENUTUP LAHAN PADA SKALA PEMETAAN					
				1 : 1 000 000		1 : 250 000		1 : 50 000 / 1 : 25 000	
NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS
								2.1.1.3.4	Hutan rawa/gambut sekunder kerapatan tinggi
								2.1.1.3.5	Hutan rawa/gambut sekunder kerapatan sedang
								2.1.1.3.6	Hutan rawa/gambut sekunder kerapatan rendah
						2.1.1.5	Hutan mangrove	2.1.1.5.1	Hutan mangrove primer kerapatan tinggi
								2.1.1.5.2	Hutan mangrove primer kerapatan sedang
								2.1.1.5.3	Hutan mangrove primer kerapatan rendah
								2.1.1.5.4	Hutan mangrove sekunder kerapatan tinggi
								2.1.1.5.5	Hutan mangrove sekunder kerapatan sedang
								2.1.1.5.6	Hutan mangrove sekunder kerapatan rendah
						2.1.1.6	Hutan sagu	2.1.1.6.1	Hutan sagu kerapatan tinggi
								2.1.1.6.2	Hutan sagu kerapatan sedang
								2.1.1.6.3	Hutan sagu kerapatan rendah
						2.1.1.6	Sabana	2.1.1.6.0	Sabana
						2.1.1.7	Semak dan belukar	2.1.1.7.1	Semak belukar
								2.1.1.7.2	Semak

Tabel A.1 - Hierarki klasifikasi penutup lahan skala kecil dan menengah (lanjutan)

PEMBAGIAN KELAS UTAMA				KELAS PENUTUP LAHAN PADA SKALA PEMETAAN					
				1 : 1 000 000		1 : 250 000		1 : 50 000 / 1 : 25 000	
NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS
						2.1.1.8	Herba dan rumput	2.1.1.8.1	Padang rumput
								2.1.1.8.2	Padang alang-alang
								2.1.1.8.3	Herba
								2.1.1.8.4	Vegetasi herba lain
						2.1.19	Liputan vegetasi alami/semi-alami lain	2.1.1.10.0	Liputan vegetasi alami/semi-alami lain (tidak dirinci)
		2.2	Area bervegetasi, dibudidayakan	2.2.1	Bervegetasi budaya menetap	2.2.1.1	Hutan tanaman	2.2.1.1.1	Hutan jati
								2.2.1.1.2	Hutan mahoni
								2.2.1.1.3	Hutan sanakeling
								2.2.1.1.4	Hutan akasia
								2.2.1.1.5	Hutan sengon
								2.2.1.1.6	Hutan pinus
								2.2.1.1.7	Hutan kayu putih
								2.2.1.1.8	Hutan tanaman (industri) lain
						2.2.1.2	Perkebunan dengan tanaman berkayu keras	2.2.1.2.1	Perkebunan karet
								2.2.1.2.2	Perkebunan kopi
								2.2.1.2.3	Perkebunan kakao
								2.2.1.2.4	Perkebunan teh
								2.2.1.2.5	Perkebunan kelapa
								2.2.1.2.6	Perkebunan kelapa sawit

Tabel A.1 - Hierarki klasifikasi penutup lahan skala kecil dan menengah (lanjutan)

PEMBAGIAN KELAS UTAMA				KELAS PENUTUP LAHAN PADA SKALA PEMETAAN					
				1 : 1 000 000		1 : 250 000		1 : 50 000 / 1 : 25 000	
NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS
								2.2.1.2.7	Perkebunan lain
						2.2.1.3	Perkebunan tanaman semusim	2.2.1.3.1	Perkebunan tebu
								2.2.1.3.2	Perkebunan tembakau
								2.2.1.3.3	Perkebunan salak
								2.2.1.3.4	Perkebunan tanaman semusim lain
						2.2.1.3	Kebun dan Tanaman campuran (tahunan dan semusim)	2.2.1.3.1	Hutan rakyat
								2.2.1.3.2	Kebun buah
								2.2.1.3.3	Kebun campuran
						2.2.1.4	Tanaman semusim lahan kering	2.2.1.4.1	Ladang/tegalan dengan palawija
								2.2.1.4.2	Ladang/tegalan hortikultura
								2.2.1.4.3	Tanaman semusim lahan kering lain
						2.2.1.5	Tanaman semusim lahan basah (sawah)	2.2.1.5.1	Sawah dengan padi terus menerus
								2.2.1.5.2	Sawah dengan padi diselingi tanaman lain/bera
								2.2.1.5.3	tanaman semusim lahan basah lain
						2.2.1.6	Tanaman berasosiasi dengan bangunan	2.2.1.6.1	Pekarangan
								2.2.1.6.2	Padang golf
								2.2.1.6.3	Hutan, jalur hijau dan taman kota

Tabel A.1 - Hierarki klasifikasi penutup lahan skala kecil dan menengah (lanjutan)

PEMBAGIAN KELAS UTAMA				KELAS PENUTUP LAHAN PADA SKALA PEMETAAN					
				1 : 1 000 000		1 : 250 000		1 : 50 000 / 1 : 25 000	
NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS	NO.	KELAS
						2.2.1.7	Tanaman budidaya lain	2.2.1.7.1	Padang rumput peternakan ekstensif
								2.2.1.7.2	Tanaman obat
								2.2.1.7.3	Tanaman budidaya lain
				2.2.2	Bervegetasi budidaya berpindah	2.2.2.0	Bervegetasi budidaya berpindah siklis	2.2.2.0.0	Perladangan berpindah



Lampiran 6. Output Anti image matrices

		Anti-image Matrices																			
		Zscore: Suhu	Zscore: Derajat Keasaman	Zscore: Residu Terlarut	Zscore: Oksigen Terlarut	Zscore: Nitrat	Zscore: Nitrit	Zscore: Amoniak	Zscore: Deterjen	Zscore: Fenol	Zscore: Fosfat	Zscore: Minyak dan Lemak	Zscore: Besi	Zscore: Mangan	Zscore: Kadmium	Zscore: Seng	Zscore: Tembaga	Zscore: Warna	Zscore: Timbal	Zscore: Bakteri Coli Tinja	Zscore: Bakteri Total Coli
Anti-image Covariance	Zscore: Suhu	0.166	-0.094	0.136	0.007	-0.054	-0.02	0.003	0.014	-0.022	-0.087	-0.087	-0.049	-0.074	-0.021	-0.086	-0.082	0.031	-0.089	0.007	0.061
	Zscore: Derajat Keasaman	-0.094	0.459	-0.003	0.013	-0.072	0.039	0.055	0.011	0.129	0.079	0.036	0.093	-0.02	-0.036	0.051	0.055	-0.013	0.21	-0.031	0.023
	Zscore: Residu Terlarut	0.136	-0.003	0.353	-0.022	-0.044	-0.072	0.054	-0.097	-0.011	-0.11	-0.118	0.035	-0.1	0.021	-0.046	-0.099	0.008	-0.078	-0.005	-0.003
	Zscore: Oksigen Terlarut	0.007	0.013	-0.022	0.589	-0.05	0.06	0.111	0.112	0.117	0.069	0.015	-0.109	-0.04	-0.044	-0.058	0.116	0.049	-0.087	-0.096	0.056
	Zscore: Nitrat	-0.054	-0.072	-0.044	-0.05	0.364	-0.06	0.044	-0.064	-0.009	-0.054	-0.073	-0.044	0.088	0.088	0.146	-0.02	-0.128	-0.054	0.058	-0.049
	Zscore: Nitrit	-0.02	0.039	-0.072	0.06	-0.06	0.441	-0.247	0.047	0.046	-0.058	0.024	0.025	0.048	0.049	-0.055	0.091	0.098	0.003	-0.095	0.017
	Zscore: Amoniak	0.003	0.055	0.054	0.111	0.044	-0.247	0.413	0.051	0.064	0.078	0.005	-0.039	-0.043	-0.076	0.058	-0.046	-0.061	-0.013	0.036	-0.046
	Zscore: Deterjen	0.014	0.011	-0.097	0.112	-0.064	0.047	0.051	0.563	-0.055	0.061	0.08	-0.059	0.063	-0.114	-0.107	0.052	0.034	-0.067	-0.112	0.019
	Zscore: Fenol	-0.022	0.129	-0.011	0.117	-0.009	0.046	0.064	-0.055	0.585	0.069	0.086	-0.049	0.02	-0.019	0.09	-0.028	-0.003	-0.071	0.044	-0.071
	Zscore: Fosfat	-0.087	0.079	-0.11	0.069	-0.054	-0.058	0.078	0.061	0.069	0.423	0.133	-0.07	0.051	-0.007	0.02	0.106	-0.156	0.084	0.017	-0.032
	Zscore: Minyak dan Lemak	-0.087	0.036	-0.118	0.015	-0.073	0.024	0.005	0.08	0.086	0.133	0.409	0.006	0.147	-0.041	0.016	-0.044	-0.083	0.125	0.012	-0.039
	Zscore: Besi	-0.049	0.093	0.035	-0.109	-0.044	0.025	-0.039	-0.059	-0.049	-0.07	0.006	0.252	-0.079	0.038	0.076	-0.047	-0.019	0.038	-0.056	0.049
	Zscore: Mangan	-0.074	-0.02	-0.1	-0.04	0.088	0.048	-0.043	0.063	0.02	0.051	0.147	-0.079	0.257	-0.067	0.078	0.013	-0.077	0.024	0.027	-0.079
	Zscore: Kadmium	-0.021	-0.036	0.021	-0.044	0.088	0.049	-0.076	-0.114	-0.019	-0.007	-0.041	0.038	-0.067	0.549	0.072	-0.115	0.023	-0.025	0.127	-0.12
	Zscore: Seng	-0.086	0.051	-0.046	-0.058	0.146	-0.055	0.058	-0.107	0.09	0.02	0.016	0.076	0.078	0.072	0.289	-0.109	-0.066	0.004	0.071	-0.049
	Zscore: Tembaga	-0.082	0.055	-0.099	0.116	-0.02	0.091	-0.046	0.052	-0.028	0.106	-0.044	-0.047	0.013	-0.115	-0.109	0.429	0.06	-0.016	-0.125	0.042
	Zscore: Warna	0.031	-0.013	0.008	0.049	-0.128	0.098	-0.061	0.034	-0.003	-0.156	-0.083	-0.019	-0.077	0.023	-0.066	0.06	0.58	-0.032	-0.018	0.024
Zscore: Timbal	-0.089	0.21	-0.078	-0.087	-0.054	0.003	-0.013	-0.067	-0.071	0.084	0.125	0.038	0.024	-0.025	0.004	-0.016	-0.032	0.614	0.026	0.005	

	Zscore: Bakteri Coli Tinja	0.007	-0.031	-0.005	-0.096	0.058	-0.095	0.036	-0.112	0.044	0.017	0.012	-0.056	0.027	0.127	0.071	-0.125	-0.018	0.026	0.404	-0.196
	Zscore: Bakteri Total Coli	0.061	0.023	-0.003	0.056	-0.049	0.017	-0.046	0.019	-0.071	-0.032	-0.039	0.049	-0.079	-0.12	-0.049	0.042	0.024	0.005	-0.196	0.279
	Zscore: Suhu	.608a	-0.339	0.562	0.022	-0.219	-0.074	0.012	0.045	-0.069	-0.328	-0.334	-0.241	-0.36	-0.07	-0.394	-0.308	0.101	-0.278	0.027	0.283
	Zscore: Derajat Keasaman	-0.339	.667a	-0.009	0.025	-0.176	0.087	0.127	0.021	0.248	0.179	0.083	0.274	-0.057	-0.072	0.141	0.125	-0.024	0.395	-0.072	0.065
	Zscore: Residu Terlarut	0.562	-0.009	.623a	-0.049	-0.123	-0.183	0.14	-0.217	-0.024	-0.285	-0.312	0.117	-0.331	0.047	-0.142	-0.254	0.018	-0.168	-0.013	-0.008
	Zscore: Oksigen Terlarut	0.022	0.025	-0.049	.635a	-0.107	0.118	0.226	0.195	0.2	0.139	0.031	-0.283	-0.102	-0.078	-0.14	0.23	0.084	-0.144	-0.197	0.138
	Zscore: Nitrat	-0.219	-0.176	-0.123	-0.107	.651a	-0.151	0.113	-0.142	-0.019	-0.138	-0.188	-0.147	0.289	0.196	0.451	-0.051	-0.279	-0.115	0.152	-0.154
	Zscore: Nitrit	-0.074	0.087	-0.183	0.118	-0.151	.559a	-0.578	0.094	0.09	-0.135	0.057	0.076	0.143	0.1	-0.153	0.209	0.194	0.005	-0.225	0.049
	Zscore: Amoniak	0.012	0.127	0.14	0.226	0.113	-0.578	.573a	0.106	0.13	0.186	0.011	-0.12	-0.131	-0.16	0.169	-0.109	-0.126	-0.025	0.087	-0.135
	Zscore: Deterjen	0.045	0.021	-0.217	0.195	-0.142	0.094	0.106	.690a	-0.095	0.126	0.166	-0.158	0.165	-0.205	-0.266	0.105	0.059	-0.114	-0.234	0.048
	Zscore: Fenol	-0.069	0.248	-0.024	0.2	-0.019	0.09	0.13	-0.095	.710a	0.138	0.176	-0.129	0.051	-0.033	0.219	-0.055	-0.006	-0.118	0.09	-0.174
Anti-image Correlation	Zscore: Fosfat	-0.328	0.179	-0.285	0.139	-0.138	-0.135	0.186	0.126	0.138	.624a	0.319	-0.215	0.153	-0.014	0.057	0.249	-0.316	0.164	0.042	-0.093
	Zscore: Minyak dan Lemak	-0.334	0.083	-0.312	0.031	-0.188	0.057	0.011	0.166	0.176	0.319	.569a	0.02	0.454	-0.088	0.046	-0.105	-0.17	0.249	0.029	-0.114
	Zscore: Besi	-0.241	0.274	0.117	-0.283	-0.147	0.076	-0.12	-0.158	-0.129	-0.215	0.02	.748a	-0.311	0.101	0.281	-0.144	-0.051	0.098	-0.175	0.185
	Zscore: Mangan	-0.36	-0.057	-0.331	-0.102	0.289	0.143	-0.131	0.165	0.051	0.153	0.454	-0.311	.604a	-0.179	0.284	0.041	-0.199	0.06	0.083	-0.296
	Zscore: Kadmium	-0.07	-0.072	0.047	-0.078	0.196	0.1	-0.16	-0.205	-0.033	-0.014	-0.088	0.101	-0.179	.601a	0.18	-0.237	0.041	-0.044	0.27	-0.305
	Zscore: Seng	-0.394	0.141	-0.142	-0.14	0.451	-0.153	0.169	-0.266	0.219	0.057	0.046	0.281	0.284	0.18	.581a	-0.309	-0.16	0.01	0.206	-0.172
	Zscore: Tembaga	-0.308	0.125	-0.254	0.23	-0.051	0.209	-0.109	0.105	-0.055	0.249	-0.105	-0.144	0.041	-0.237	-0.309	.498a	0.12	-0.031	-0.3	0.121
	Zscore: Warna	0.101	-0.024	0.018	0.084	-0.279	0.194	-0.126	0.059	-0.006	-0.316	-0.17	-0.051	-0.199	0.041	-0.16	0.12	.727a	-0.054	-0.037	0.06
	Zscore: Timbal	-0.278	0.395	-0.168	-0.144	-0.115	0.005	-0.025	-0.114	-0.118	0.164	0.249	0.098	0.06	-0.044	0.01	-0.031	-0.054	.507a	0.053	0.012
	Zscore: Bakteri Coli Tinja	0.027	-0.072	-0.013	-0.197	0.152	-0.225	0.087	-0.234	0.09	0.042	0.029	-0.175	0.083	0.27	0.206	-0.3	-0.037	0.053	.585a	-0.582
	Zscore: Bakteri Total Coli	0.283	0.065	-0.008	0.138	-0.154	0.049	-0.135	0.048	-0.174	-0.093	-0.114	0.185	-0.296	-0.305	-0.172	0.121	0.06	0.012	-0.582	.701a

*Lampiran 7. Output Communalities*

<b>Communalities</b>		
	Initial	Extraction
Zscore: Suhu	1	0.865
Zscore: Derajat Keasaman	1	0.693
Zscore: Residu Terlarut	1	0.668
Zscore: Oksigen Terlarut	1	0.431
Zscore: Nitrat	1	0.74
Zscore: Nitrit	1	0.77
Zscore: Amoniak	1	0.834
Zscore: Deterjen	1	0.574
Zscore: Fenol	1	0.513
Zscore: Fosfat	1	0.642
Zscore: Minyak dan Lemak	1	0.73
Zscore: Besi	1	0.788
Zscore: Mangan	1	0.791
Zscore: Kadmium	1	0.621
Zscore: Seng	1	0.705
Zscore: Tembaga	1	0.81
Zscore: Warna	1	0.546
Zscore: Timbal	1	0.698
Zscore: Bakteri Coli Tinja	1	0.637
Zscore: Bakteri Total Coli	1	0.806

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Lampiran 8. Output Component Matrix

	Component Matrix <sup>a</sup>					
	Component					
	1	2	3	4	5	6
Zscore: Suhu	0.753	-0.159	0.397	-0.059	0.327	0.075
Zscore: Derajat Keasaman	0.5	-0.365	-0.09	-0.367	-0.272	0.305
Zscore: Residu Terlarut	-0.646	0.021	-0.282	0.372	-0.022	0.182
Zscore: Oksigen Terlarut	0.461	0.133	0.125	0.235	-0.36	0.03
Zscore: Nitrat	0.594	-0.037	-0.356	0.361	0.258	0.249
Zscore: Nitrit	-0.394	-0.011	-0.474	-0.218	0.547	-0.206
Zscore: Amoniak	-0.267	0.421	-0.074	-0.537	0.534	-0.078
Zscore: Deterjen	-0.525	-0.05	0.137	0.514	-0.046	0.108
Zscore: Fenol	-0.162	0.555	0.268	0.321	0.016	-0.061
Zscore: Fosfat	0.537	0.251	-0.435	0.24	0.206	-0.042
Zscore: Minyak dan Lemak	0.04	-0.694	-0.05	0.037	0.265	0.415
Zscore: Besi	0.631	0.552	0.138	0.146	0.176	0.118
Zscore: Mangan	0.256	0.78	0.216	-0.222	-0.09	0.117
Zscore: Kadmium	-0.209	0.363	0.507	-0.328	-0.007	0.284
Zscore: Seng	-0.325	-0.688	0.292	0.108	0.136	-0.104
Zscore: Tembaga	-0.154	-0.245	0.65	0.051	0.406	0.37
Zscore: Warna	0.526	0.178	-0.32	0.222	0.209	0.205
Zscore: Timbal	-0.087	0.221	0.435	0.499	0.305	-0.333
Zscore: Bakteri Coli Tinja	-0.518	0.325	-0.202	0.126	0.002	0.454
Zscore: Bakteri Total Coli	-0.687	0.434	-0.179	-0.055	-0.056	0.328

Extraction Method: Principal Component Analysis.  
a 6 components extracted.





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## RIWAYAT HIDUP

Raudatun Jana atau lebih dikenal dengan panggilan Rau lahir di Kota Prabumulih, Sumatera Selatan pada tanggal 14 November 1999, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Mustar Ali dan Alm. Nur Asni. Pada tahun 2005 penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri 7 Kota Prabumulih, lalu pada tahun 2011 melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Kota Prabumulih, kemudian melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 3 Kota Prabumulih pada tahun 2014 hingga 2017. Selama menempuh pendidikan penulis aktif mengikuti kegiatan akademik dan non akademik di sekolah seperti keikutsertaan dalam beberapa Olimpiade Sains, anggota organisasi, serta menjadi pengurus inti di kegiatan ekstra kulikuler.

Pada tahun 2017 penulis diterima sebagai mahasiswi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia melalui jalur CBT (*Computer Based Test*). Selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi penulis cukup aktif di kegiatan non akademik kampus seperti aktif mengikuti berbagai kepanitiaan, aktif dalam berorganisasi dan sempat menjabat sebagai salah satu kepala departement Himpunan yang ada di Teknik Lingkungan.

Pada Februari 2020 penulis melaksanakan Kerja Praktik di PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim, Sumsel tepatnya di Satuan Kerja Pengawasan Lingkungan. Pada bulan September 2020 – April 2021 penulis melaksanakan penelitian Analisis Pencemaran Kualitas Air Sungai Winongo akibat Penggunaan Lahan untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.