

TUGAS AKHIR

**SEBARAN PENCEMARAN LOGAM BERAT
KADMIUM (Cd) DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID*
(TSS) PADA BADAN AIR SUNGAI OPAK DI SEKITAR
TPA PIYUNGAN, BANTUL**

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



**WARDAH NURUL AFIFAH
18513122**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2022**

TUGAS AKHIR

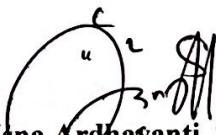
**SEBARAN PENCEMARAN LOGAM BERAT
KADMIUM (Cd) DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID*
(TSS) PADA BADAN AIR SUNGAI OPAK DI SEKITAR
TPA PIYUNGAN, BANTUL**


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



**WARDAH NURUL AFIFAH
18513122**

Disetujui,
Dosen Pembimbing:


Luthfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc
NIK. 155130111
Tanggal: 27 Mei 2022


Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng
NIK. 135130503
Tanggal: 27 Mei 2022

Mengetahui,*

Teknik Lingkungan FTSP UII



Eko Siswono, S.T., M.Sc.E.S., Ph.D.
NIK. 025100406
Tanggal: 27 Mei 2022

HALAMAN PENGESAHAN*

**SEBARAN PENCEMARAN LOGAM BERAT
KADMIUM (Cd) DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID*
(TSS) PADA BADAN AIR SUNGAI OPAK DI SEKITAR
TPA PIYUNGAN, BANTUL**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

**Hari : Jumat
Tanggal : 27 Mei 2022**

Disusun Oleh:

**WARDAH NURUL AFIFAH
18513122**

Tim Penguji :

Luthfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc

()

Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng

()

Dr. Ir. Kasam, M.T

()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi 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 Maret 2022

Yang membuat pernyataan,



Wardah Nurul Afifah

NIM. 18513122

PRAKATA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala atas segala nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul” **Sebaran Pencemaran Logam Berat Kadmium (Cd) dan Total Suspended Solid (TSS) Pada Badan Air Sungai Opak di Sekitar TPA Piyungan, Bantul**”

Rasa hormat dan bakti penulis persembahkan kepada Ayahanda Riza dan Ibunda Rika Dini Arty serta semua keluarga selalu membimbing penulis dengan doa dan kasih sayang yang senantiasa mengiringi perjalanan dalam mencari ilmu. Semoga Allah Subhanahu wa ta'ala selalu memberikan rahmat, kemuliaan di dunia maupun di akhirat.

Terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada Ibu Lutfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc. selaku pembimbing pertama, serta Bapak Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng. selaku pembimbing kedua yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga dalam memberikan bimbingan dan motivasi

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis mengalami banyak hambatan dan rintangan, Penulis juga mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak/Ibu dosen, laboran beserta staf program studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia yang telah mendukung jalannya penelitian ini
2. Sahabat seperjuangan dalam pengerjaan tugas akhir Laily Nur Fadila.
3. Sahabat- Sahabat saya Alfina, Dian, Cyntya, Farah yang sudah meluangkan waktu dalam mendengarkan saran ataupun keluh saya selama di Teknik Lingkungan.
4. Teman- teman Teknik Lingkungan 2018 atas semangat yang diberikan.
5. Seluruh pihak-pihak terkait yang tidak dapat disebutkan satu-persatu

Penulis menyadari bahwa dalam laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, baik karena keterbatasan ilmu yang dimiliki maupun karena penulis tidak luput dari salah dan khilaf. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kemajuan dan kebaikan bersama bagi penulis khususnya dan bagi pembaca. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 15 Maret 2022


Wardah Nurul Afifah



ABSTRAK

WARDAH NURUL AFIFAH. Sebaran Pencemaran Logam Berat Kadmium (Cd) dan *Total Suspended Solid* (TSS) Pada Badan Air Sungai Opak Di Sekitar TPA Piyungan, Bantul. Dibimbing oleh Lutfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc dan Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng.

Badan Air Sungai Opak terancam mengalami pencemaran akibat keberadaan TPA Piyungan. Terdapat banyak keluhan dari warga setempat tentang bau tidak sedap dari lokasi TPA, dan banyak petani yang mengeluh tentang Badan Air Sungai Opak sudah tidak dapat digunakan sesuai fungsinya, dikarenakan adanya *leachate* yang mengalir melalui saluran alami di dekat lokasi TPA Piyungan ke Badan Air Sungai Opak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi dan persebaran logam berat Cd dan TSS pada Badan Air Sungai Opak yang berada di sekitar TPA Piyungan, Bantul. Pengambilan sampel dilakukan di Badan Air Sungai Opak menggunakan metode *purposive sampling* dengan 11 titik sampling. Parameter pengujian yang dilakukan adalah suhu, pH, DO secara *in situ* dan Cd, TSS secara *ex situ*. Analisis *in situ* menggunakan alat multimeter dan DO meter, sedangkan analisis *ex situ* menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (AAS) dan metode Gravimetri. Hasil konsentrasi logam berat Cd pada setiap titik memiliki rentang yaitu 0,016 ppm-2,53 ppm, serta konsentrasi TSS memiliki rentang yaitu 33 mg/L – 185 mg/L. Hasil konsentrasi Cd melebihi baku mutu PPRI No. 22 Tahun 2021 yaitu sebesar 0,01 ppm. Sedangkan TSS tidak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan PP No. 22 Tahun 2021 dan masuk dalam baku mutu sungai kelas I, II, III, IV. Pesebaran logam berat Cd dan TSS tidak semua dipengaruhi oleh air lindi TPA. Hal ini disebabkan karena proses aktifitas manusia dan pengaruh kondisi lingkungan tersebut, serta pengenceran yang dialami oleh air lindi dalam perjalanan menuju Badan Air Sungai Opak dan adanya industri pada daerah badan air sungai.

Kata kunci: Kadmium, Badan Air Sungai Opak, TSS

ABSTRACT

WARDAH NURUL AFIFAH. Distribution of Pollution of Heavy Metal Cadmium (Cd) and Total Suspended Solid (TSS) in Opak River Water Body Around Piyungan TPA, Bantul. Supervised by Lutfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc and Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng.

The Opak River Water Agency is threatened with pollution due to the presence of the Piyungan TPA. There were many complaints from local residents about the unpleasant smell from the landfill site, and many farmers complained that the Opak River Water Agency could no longer be used according to its function, due to the presence of leachate flowing through a natural channel near the Piyungan landfill site to the Opak River Water Agency. This study aims to determine the concentration and distribution of heavy metals Cd and TSS in the Opak River Water Body around the Piyungan TPA, Bantul. Sampling was carried out at the Opak River Water Agency using a purposive sampling method with 11 sampling points. The parameters of the tests carried out were temperature, pH, DO in situ and Cd, TSS ex situ. In situ analysis used a multimeter and DO meter, while ex situ analysis used Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) and Gravimetric methods. The results of the concentration of heavy metal Cd at each point have a range of 0,016 ppm-2,53 ppm, and the concentration of TSS has a range of 33 mg/L – 185 mg/L. The results of the Cd concentration exceed the PPRI quality standard No. 22 of 2021, which is 0,01 ppm. Meanwhile, TSS does not exceed the quality standards set by PP. 22 of 2021 and is included in the class I, II, III, IV river quality standards. The distribution of heavy metals Cd and TSS is not all affected by landfill leachate. This is due to the process of human activity and the influence of these environmental conditions, as well as the dilution experienced by leachate on the way to the Opak River Water Agency and the presence of industry around the river water body.

Keywords: Cadmium, , Opak River, TSS



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية

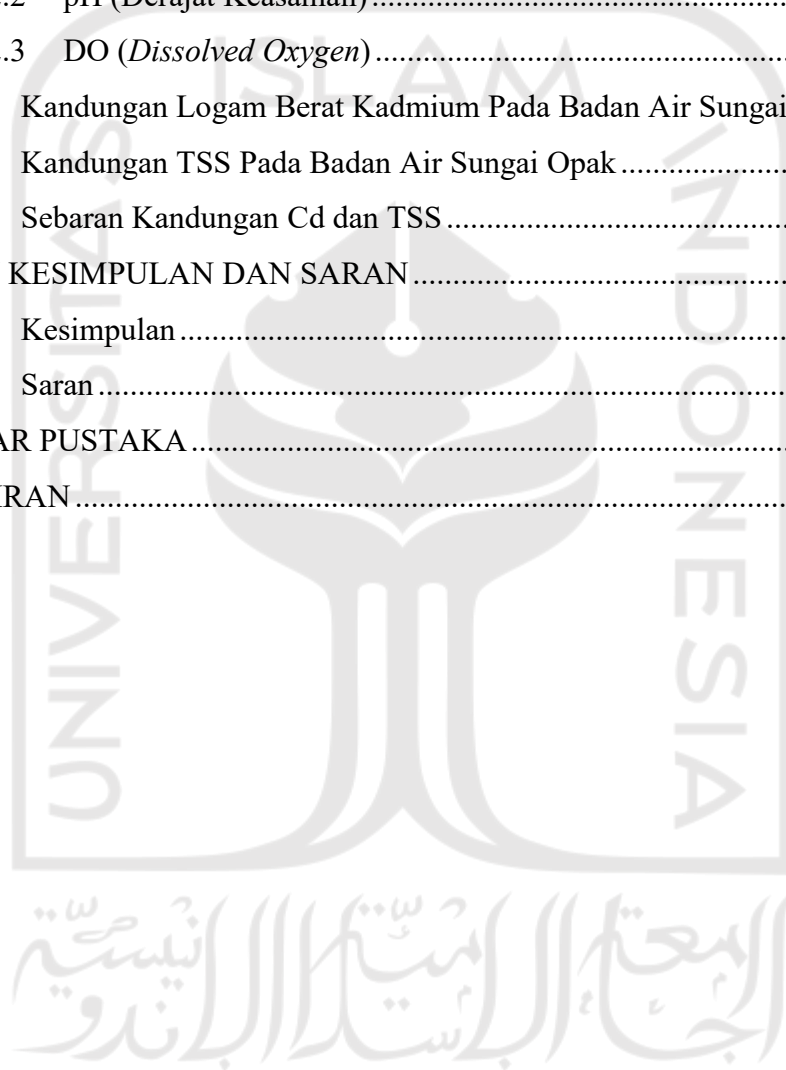


“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Sungai Opak	7
2.2 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan	7
2.3 Pencemaran Air	9
2.4 Kadmium	10
2.5 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	11
2.6 Spektrofotometri Serapan Atom	12
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1 Metode Pengumpulan Data	14
3.2 Jenis dan Variabel Penelitian	14
3.3 Alat dan Bahan	14
3.3.1 Alat	14
3.3.2 Bahan	14
3.4 Metode Pengumpulan Data	15
3.4.1 Prosedur Pengujian	16
3.5 Analisis Data	17
3.5.1 Analisis Kandungan Kadmium Terlarut (Cd)	17
3.5.2 Analisis Kandungan <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	17

3.5.3	Analisis Data Pesebaran Logam Berat.....	18
3.6	Diagram Alir Penelitian.....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		22
4.1	Deskripsi Daerah Penelitian.....	22
4.2	Parameter Fisik dan Kimia Badan Air Sungai Opak.....	31
4.2.1	Temperatur.....	31
4.2.2	pH (Derajat Keasaman).....	32
4.2.3	DO (<i>Dissolved Oxygen</i>).....	33
4.3	Kandungan Logam Berat Kadmium Pada Badan Air Sungai Opak.....	34
4.4	Kandungan TSS Pada Badan Air Sungai Opak.....	36
4.5	Sebaran Kandungan Cd dan TSS.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....		46
LAMPIRAN.....		50





“Halaman ini sengaja dikosongkan”



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kualitas Lindi TPA Piyungan	8
Tabel 3. 1 Titik Koordinat Pengambilan Sample	14
Tabel 3. 2 Alat Pengambilan Sampel dan Uji Parameter	14
Tabel 3. 3 Bahan Uji Parameter	14
Tabel 3. 4 Standar Acuan dan Metode Pengukuran	15
Tabel 4. 1 Deskripsi Titik Lokasi Penelitian	23
Tabel 4. 2 Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas	31





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Air lindi dari TPA Piyungan masuk ke badan air	9
Gambar 3. 1 Titik Lokasi Penelitian	13
Gambar 3. 2 Diagram Alir Prosedur Pengujian	16
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 4. 1 Hasil Pengukuran Suhu Pada Badan Air Sungai Opak	32
Gambar 4. 2 Hasil Pengukuran pH Pada Badan Air Sungai Opak	33
Gambar 4. 3 Hasil Pengukuran DO Pada Badan Air Sungai Opak	34
Gambar 4. 4 Hasil Pengukuran Cd Pada Badan Air Sungai Opak	35
Gambar 4. 5 Hasil Pengukuran TSS Pada Badan Air Sungai Opak	36
Gambar 4. 6 Peta Sebaran Logam Kadmium dan TSS	40





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية
الاندونيسية

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil <i>In Situ</i>	50
Lampiran 2 Data Hasil Penelitian Laboratorium	50
Lampiran 3 Keadaan Kolam Lindi TPA Piyungan, Bantul	54
Lampiran 4 Sampel Air Sungai	56
Lampiran 5 Pengukuran Cd	58
Lampiran 6 Pengukuran TSS	59





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Badan Air Sungai Opak di Kabupaten Bantul merupakan sungai yang berperan penting dalam aktivitas dan kehidupan di sepanjang sungai tersebut. Sungai ini dimanfaatkan untuk berbagai keperluan sebagai sumber irigasi untuk persawahan, perkebunan, perikanan. Badan Air Sungai Opak juga terancam mengalami pencemaran akibat keberadaan TPA Piyungan, pembangunan pemukiman dan industri. Alih fungsi lahan ini secara tidak langsung mempengaruhi kualitas Badan Air Sungai Opak.

Laporan menurut Yogyakarta *Urban Infrastructure Management Support* pada tahun 1999 (sebuah lembaga swadaya masyarakat di bidang lingkungan hidup serta penataan wilayah perkotaan) TPA Piyungan selama lebih dari enam tahun beroperasi, terdapat banyak keluhan dari warga setempat tentang bau tidak sedap dari lokasi TPA, dan banyak petani yang mengeluh tentang Badan Air Sungai Opak sudah tidak dapat digunakan sesuai fungsinya, dikarenakan adanya *leachate* yang mengalir melalui saluran alami di dekat lokasi TPA Piyungan ke Badan Air Sungai Opak (Sismanto & Hartantyo, 2005). Beberapa faktor yang mempengaruhi komposisi air lindi seperti jenis sampah terendap, jumlah curah hujan dan kondisi spesifik TPA tersebut (Siswoyo & Habibi, 2018). Salah satu masalah utama tersebut karena adanya lindi sampah. Pembuangan berbagai macam jenis sampah di dalam TPA memungkinkan air lindi yang dihasilkan mengandung zat beracun dan logam berat. Apabila tidak ada penanganan maupun pengolahan lindi secara optimal, lindi sampah akan masuk dan menyebar kedalam tanah maupun aliran air permukaan dengan pergerakan secara vertikal dan horizontal mengikuti kondisi topografi (Wiharyanto & Bagus Priyambada, 2008).

Dari data yang dicatat oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan DI Yogyakarta, sampai 2016 lebih dari 150 kegiatan non-rumah tangga telah membuang limbah ke Badan Air Sungai Opak. Peningkatan polutan yang mengalir ke DAS Opak menyebabkan penurunan kualitas air, salah satu parameternya adalah logam berat. Konsentrasi logam Kadmium (Cd) di beberapa

titik sepanjang Badan Air Sungai Opak berada pada rentang 0,0042 mg/L – 0,0695 mg/L, Kemudian nilai TSS memiliki rentang 21 mg/L – 83 mg/L, kenaikan nilai TSS disebabkan oleh padatan tersuspensi yang terbawa oleh aliran sungai di hilir dan hal tersebut terakumulasi sehingga nilai nilai TSS hilir menjadi lebih tinggi (Alfiansyah, 2019).

Dengan hasil data tersebut dapat dikatakan bahwa kualitas Badan Air Sungai Opak berada diatas baku mutu air sungai. Hal ini apabila dimanfaatkan oleh masyarakat sepanjang sungai akan berakibat fatal terhadap tubuh. Salah satu contoh kasus pencemaran lingkungan akibat kandungan Cd yang tinggi adalah pencemaran Sungai Jinzu di Prefektur Toyama. Banyak masyarakat di sekitar Sungai Jinzu menunjukkan gejala *nephropathy* dan *osteomalacia*, yaitu penyakit yang disebabkan oleh adanya kandungan Cd dalam tubuh dikarenakan mengonsumsi makanan yang terkontaminasi logam berat Cd dari Sungai Jinzu (Kawano et al, 1984).

Berdasarkan Lampiran VI Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup baku mutu Cd adalah sebesar 0.01 ppm dan TSS 50 mg/L untuk status mutu air sungai kelas II. Cd termasuk ke dalam logam berat tidak esensial, yakni logam yang keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya dan bersifat racun, sehingga perlu memastikan secara pasti keberadaan logam Cd dalam perairan karena kadar yang terlalu tinggi dapat berdampak buruk bagi kesehatan. Sedangkan TSS, dapat mempengaruhi kualitas air dengan mengurangi penetrasi matahari ke dalam air, meningkatkan kekeruhan air, dan menyebabkan kegagalan pertumbuhan organisme. Oleh karena itu, dengan mempertimbangkan potensi pencemaran Badan Air Sungai Opak yang dapat disebabkan oleh lindi di TPA Piyungan. Maka penelitian ini mencoba untuk menemukan sebaran logam berat kadmium (Cd) dan TSS pada Badan Air Sungai Opak di sekitar TPA Piyungan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka diperlukan penelitian tentang analisis kandungan kontaminan yang terakumulasi di lingkungan, yaitu

1. Berapa konsentrasi Kadmium (Cd) dan Total Suspended Solid (TSS) pada Badan Air Sungai Opak di sekitar TPA Piyungan?
2. Bagaimana sebaran Kadmium (Cd) dan Total Suspended Solid (TSS) pada Badan Air Sungai Opak di sekitar TPA?
3. Bagaimana perbandingan hasil dari konsentrasi Kadmium (Cd) dan Total Suspended Solid (TSS) pada Badan Air Sungai Opak di sekitar TPA Piyungan dengan Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi konsentrasi Kadmium (Cd) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada Badan Air Sungai Opak di sekitar TPA Piyungan
2. Menganalisis sebaran kandungan Kadmium (Cd) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada Badan Air Sungai Opak di sekitar TPA Piyungan
3. Mengetahui perbandingan hasil dari konsentrasi Kadmium (Cd) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada Badan Air Sungai Opak di sekitar TPA Piyungan dengan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

1.4 Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai kajian pustaka mengenai analisis kandungan karakteristik pencemaran logam berat Kadmium (Cd) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada Badan Air Sungai Opak di sekitar TPA Piyungan, Bantul.
2. Penelitian ini dapat menjadi masukan kepada pemerintah, masyarakat, dan swasta dalam menentukan sebuah kebijakan terkait tata kelola lingkungan yang baik dan bahan evaluasi agar terjadi perbaikan dari segi lingkungan khususnya kualitas Badan Air Sungai Opak.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian dilakukan di Badan Air Sungai Opak sekitar TPA Piyungan.
2. Penelitian ini meliputi sebaran kandungan Kadmium (Cd) dan *Total Suspended Solid* (TSS) pada Badan Air Sungai Opak di sekitar TPA Piyungan.
3. Metode pengambilan sampel yang digunakan berdasarkan SNI 6989.57:2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan
4. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Februari 2022 hingga Maret 2022 pada kondisi cuaca hujan
5. Metode pengukuran kandungan logam berat Kadmium (Cd) menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).
6. Metode uji padatan tersuspensi total (TSS) menggunakan metode Gravimetri
7. Analisis pencemaran logam berat Kadmium (Cd) dan *Total Suspended Solid* (TSS) mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية
الاندونيسية

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai Opak

Sungai Opak merupakan salah satu sungai yang melintasi Provinsi Sleman dan Bantul di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Hulu sungai berada di lereng selatan Gunung Merapi dan bermuara di Pantai Parangtritis. Panjang Sungai Opak adalah ± 65 km dan luas sungai $\pm 1398,18$ km.

Sungai Opak sangat berperan penting sebagai sarana ekosistem untuk mendukung kehidupan masyarakat dan pengembangan masyarakat. Sungai Opak juga terancam mengalami pencemaran akibat pembangunan pemukiman dan industri. Alih fungsi lahan ini secara tidak langsung mempengaruhi kualitas air Sungai Opak yang salah satunya disebabkan oleh pencemaran oleh limbah domestik.

Penelitian tentang kualitas Sungai Opak didapatkan bahwa konsentrasi logam Kadmium (Cd) di beberapa titik sepanjang Badan Air Sungai Opak berada pada rentang 0,0042 mg/L – 0,0695 mg/L, Kemudian nilai TSS memiliki rentang 21 mg/L – 83 mg/L, kenaikan nilai TSS disebabkan oleh padatan tersuspensi yang terbawa oleh aliran sungai di hilir dan hal tersebut terakumulasi sehingga nilai nilai TSS hilir menjadi lebih tinggi (Alfiansyah, 2019).

2.2 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan

TPA Piyungan berada di Kabupaten Bantul, jarak dari Kota Yogyakarta ± 16 km dan luas lahan 12 Ha. TPA Piyungan melayani wilayah Jogja dengan input sampah kering dan basah hingga 1500 m³ / hari, tetapi kemudian digunakan untuk untuk melayani wilayah Sleman dan Bantul, sehingga total pendapatan sampah 1800 adalah m³/hari. Pengolahan sampah di TPA Piyungan menggunakan sistem “*Sanitary Landfill*” yaitu sampah ditampung, dipadatkan, kemudian ditumpuk di menggunakan tanah, dan seterusnya (Sismanto & Hartantyo, 2005).

Tumpukan sampah dari TPA Piyungan menghasilkan cairan berwarna coklat tua yang disebut *Leachate*. Sangat mungkin air rembesan yang dihasilkan saat sampah terurai akan bergerak melalui pori-pori dalam tanah kemudian

bercampur dengan air tanah (groundwater) maupun air permukaan. Jika aliran air tanah maupun permukaan terkontaminasi, meskipun alirannya lambat (meter per hari dan bahkan sentimeter per tahun), kontaminan tersebut terpapar ke lingkungan sekitar TPA (SEPA, 2002).

konsentrasi Kadmium (Cd) pada TPA Piyungan tidak terdeteksi pada tiap proses pengolahan lindi karena kurang dari 0,02 mg/L. Sehingga kelarutan kadmium cukup rendah dan kandungannya dalam air relatif sedikit. Pada penelitian pH di masing-masing kolam memiliki nilai 8- 8,2 yang bersifat basa. Ketika nilai pH naik atau netral maka kadar kadmium cenderung menurun (Fatmawinir et al., 2015)

Parameter	Baku Mutu	Influen	Aerasi	Effluen
Temperatur	Deviasi 3	33,2	34,3	34,2
TSS (mg/L)	100	545	373	235
pH	6-9	8	8,2	8,07
BOD (mg/L)	150	241	129	42,6
COD (mg/L)	200	3511	3652	3511
TN (mg/L)	60	1200	900	700
Hg (mg/L)	0,005	0,1182	0,0074	0,1015
Cd (mg/L)	0,1	Tidak terdeteksi*	Tidak terdeteksi*	Tidak terdeteksi*

Tabel 2. 1 Kualitas Lindi TPA Piyungan

Keterangan: Batas deteksi Cd adalah 0,02 mg/L

Sumber : (Kartikasari, 2020)

Namun, sekarang kolam lindi TPA Piyungan telah mengalami perbaikan. Dampak negatif dari perbaikan tersebut adalah unit pengolahan kolam lindi tidak melakukan pengolahan secara optimal dan ada beberapa saluran lindi dari TPA langsung masuk ke badan air seperti pada gambar 2.1. Sehingga memungkinkan terjadinya pencemaran salah satunya parameter Cd dan TSS.



Gambar 2. 1 Air lindi dari TPA Piyungan masuk ke badan air

2.3 Pencemaran Air

Air merupakan sumber daya yang tidak dapat digantikan dengan zat atau benda lainnya, sedangkan sungai adalah sumber air yang dibutuhkan oleh masyarakat (Usman, 2003). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Pencemaran air merupakan kegiatan masuknya atau dimasukkannya segala komponen dari kegiatan manusia, yang menyebabkan kualitas air menurun dan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Sumber pencemaran air dapat dibedakan menjadi dua yaitu sumber domestik dan sumber non domestik. Sumber domestik merupakan sumber pencemar yang berasal dari rumah tangga yaitu pasar, perumahan, terminal dan sebagainya. Sedangkan sumber non domestik yaitu berasal dari selain domestic seperti, industri, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi dan lain sebagainya.

William (1979) dan Supriharyono (2000) membedakan bahan pencemar menjadi tiga, yaitu:

1. Bahan pencemar patogen (*pathogenics pollutants*), yang bisa menyebabkan penyakit pada manusia.
2. Bahan pencemar yang berhubungan dengan nilai keestetikaan (*aesthetic pollutants*), yang bisa menyebabkan perubahan lingkungan yang tidak nyaman untuk dilihat, didengar dan dicium.
3. Bahan pencemar ekomorpik (*echomorphic pollutants*), yang dapat menghasilkan perubahan sifat-sifat fisika lingkungan.

2.4 Kadmium

Logam berat merupakan suatu unsur logam yang memiliki berat jenis atau densitas lebih dari 5 g/cm^3 . Kemudian, Logam berat terdapat dalam bentuk tersuspensi dan terlarut. Meningkatkannya kadar logam berat di perairan, biasanya disebabkan oleh adanya limbah industri, pertambangan, pertanian dan domestik yang masuk ke perairan. Meningkatnya kadar logam berat dalam air yang berlebihan akan berubah menjadi racun bagi organisme akuatik yang semuanya digunakan untuk proses metabolisme (Setiyono & Yudo, 2008).

Logam berat berdasarkan sifat racunnya dapat dibedakan menjadi empat golongan:

1. Sangat beracun, mengakibatkan kematian atau dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang bisa membaik dalam waktu singkat, logam-logam tersebut seperti: Pb, Hg, Cr, Cd, As, Sb, Ti dan U
2. Moderat, mengakibatkan gangguan kesehatan baik yang dapat membaik maupun yang tidak membaik dalam waktu yang relatif lama. Logam-logam tersebut . Logam-logam tersebut seperti: Na, Al, Sr, dan Ca

Kadmium (Cd) termasuk dalam kategori sebagai bahan beracun dan berbahaya (Pratiwi, 2020). Menurut lampiran VI PP No 22 Tahun 2021, konsentrasi Kadmium (Cd) yang diizinkan dalam air adalah 0,01 mg/L. Sumber pencemarnya berasal dari industri tekstil, industri plastik sebagai bahan stabilisasi bahan pewarna dan pada elektroplating. Pada perairan, toksisitas pada Kadmium

(Cd) akan lebih tinggi saat salinitas rendah. Hal tersebut bisa terjadi dikarenakan pada salinitas rendah konsentrasi kation Cd meningkat, sehingga pembentukan molekul organik maupun anorganik menurun. Kation Cd yang bebas akan masuk ke dalam tubuh organisme sehingga menyebabkan toksisitas meningkat. Selain itu, adanya kemampuan perubahan osmotik dan regulasi ionik pada salinitas rendah juga dapat menyebabkan toksisitas (Baloch et al., 2020).

Kadmium (Cd) memiliki sifat fisik berwarna putih keperakan, lunak, tidak larut dalam basa, mudah bereaksi, dan apabila dipanaskan menghasilkan Kadmium (Cd) oksida. Kadmium (Cd) biasanya ditemukan dalam gabungan dengan klor (Cd Klorida) atau belerang (Cd Sulfid). Kadmium (Cd) membentuk Cd^{2+} yang bersifat tidak stabil. Cd memiliki nomor atom 48 dengan berat atom 112,4, titik leleh $321^{\circ}C$, titik didih $767^{\circ}C$ dan memiliki massa jenis $8,65 \text{ g/cm}^3$ (Widowati dkk., 2008).

Dalam lingkungan, logam Kadmium (Cd) dan persenyawaannya dapat ditemukan dalam banyak lapisan. Dapat diketahui bahwa kandungan logam Kadmium (Cd) dapat ditemukan di tempat-tempat pembuangan sampah dan aliran air hujan. Sifat logam Cd adalah teratogenik, yang apabila terakumulasi oleh tubuh menyebabkan kerusakan anggota tubuh. Salah satu kasus keracunan akibat pencemaran logam Cd adalah penyakit itai-itai yang terjadi di Jepang (Palar, 1994).

Berdasarkan data yang dicatat oleh Badan Lingkungan Hidup (BLH) DI Yogyakarta, sampai 2016 lebih dari 150 kegiatan non-rumah tangga telah membuang limbah ke Badan Air Sungai Opak. Konsentrasi logam Kadmium (Cd) di beberapa titik sepanjang Badan Air Sungai Opak berada pada rentang $0,0042 \text{ mg/L} - 0,0695 \text{ mg/L}$, dimana konsentrasi Kadmium (Cd) tertinggi terdapat pada area yang banyak lahan pertanian (Alfiansyah, 2019).

2.5 Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solid atau padatan tersuspensi merupakan padatan yang mengakibatkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersebut tersusun dari partikel – partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil pada sedimen, seperti bahan-bahan organik tertentu, tanah liat dan

lainnya. Padatan yang tersuspensi akan mengurangi intensitas sinar matahari ke dalam air sehingga dapat mempengaruhi regenerasi oksigen melalui fotosintesis. Kekeruhan tersebut umumnya terdiri dari fitoplankton, zooplankton, kotoran hewan, sisa tanaman dan kotoran manusia dan limbah industri (Fardiaz, 1992)

Hubungan antara logam berat Kadmium (Cd) dengan TSS adalah konsentrasi TSS dalam air dapat mempengaruhi kandungan logam berat, kadar TSS yang tinggi dapat menyebabkan nilai konsentrasi logam berat menurun. Karena, TSS mempengaruhi proses adsorpsi logam berat terlarut. Logam berat yang teradsorpsi oleh partikel tersuspensi bergerak ke dasar perairan, sehingga mengurangi kandungan logam di dalam air atau menjadi lebih rendah (Rachmaningrum et al., 2015).

2.6 Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometri serapan atom (AAS) adalah metode analisis untuk menentukan unsur-unsur suatu bahan dengan menyerap cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas. Prinsip metode AAS didasarkan pada penyerapan cahaya oleh atom, dimana atom menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu tergantung pada jenis elemen. Spektrofotometri serapan atom (AAS) adalah metode yang cocok untuk menganalisis zat dalam konsentrasi rendah. Teknik ini didasarkan pada emisi dan penyerapan uap atom.

Mekanisme spektrofotometri serapan atom berdasarkan dengan penguapan larutan sampel, lalu diubah menjadi atom bebas dari logam yang terkandung didalamnya. Atom menyerap cahaya dengan panjang gelombang tertentu, tergantung pada jenis unturnya. Spektrometri serapan atom (AAS) melibatkan penyerapan cahaya oleh atom netral dari unsur logam yang masih dalam keadaan dasar. Cahaya yang diserap biasanya adalah cahaya ultraviolet dan cahaya tampak. Metode ini dapat digunakan untuk menentukan total analit dalam sampel air minum, air permukaan, air tanah, air limbah dan juga dapat mengukur sampel padat seperti lumpur, sedimen, dan tanah (Irianti, 2017).



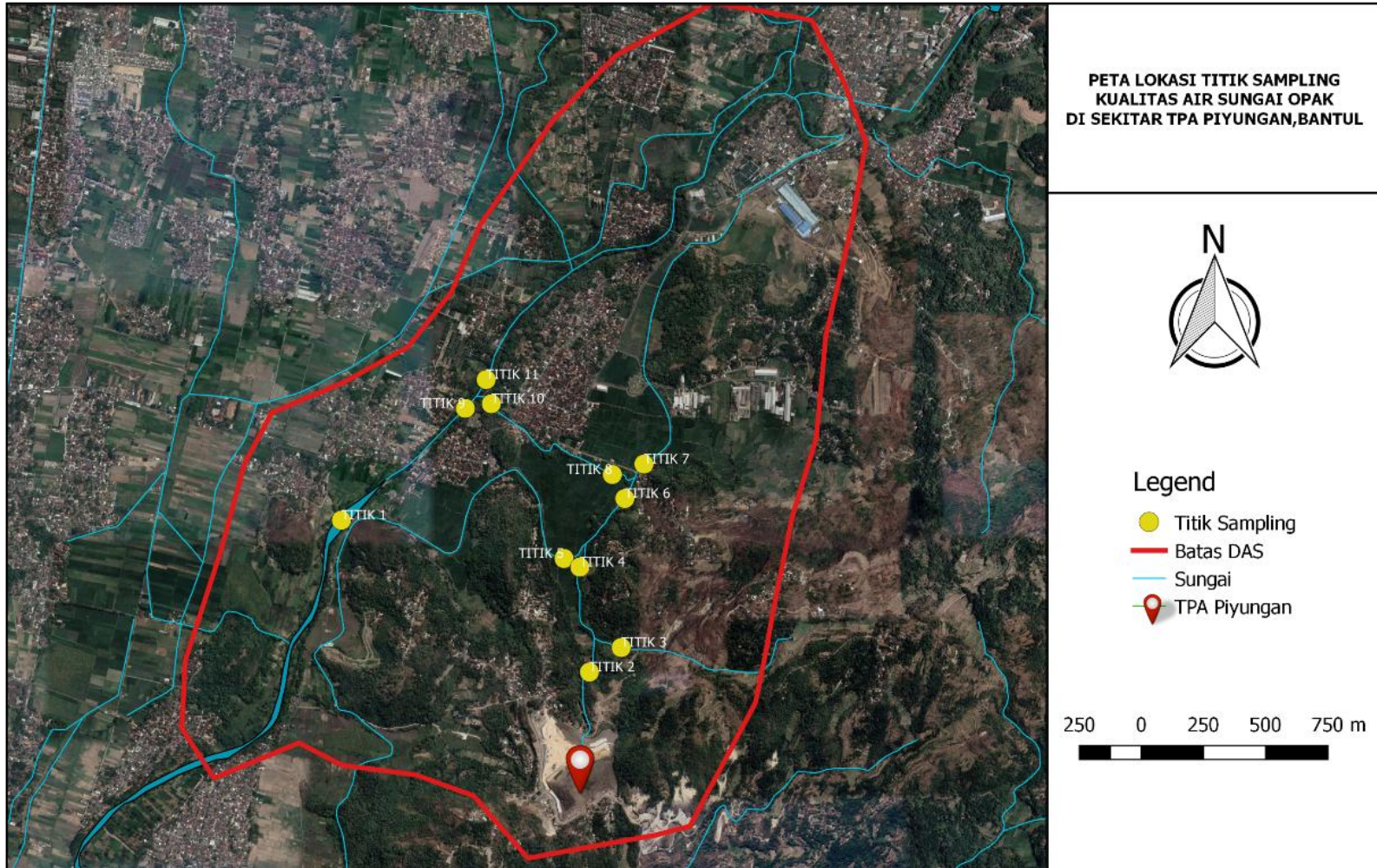
BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Penelitian dilaksanakan di Badan Air Sungai Opak di sekitar TPA Piyungan Bantul, Yogyakarta dengan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Penelitian dimulai pada Desember 2021 sampai Mei 2022. Titik pengambilan sampel yang dipilih mewakili bagian hulu dengan perkiraan beban pencemar yang berasal dari kegiatan rumah tangga ataupun kegiatan industri masih kecil, dan mewakili bagian tengah maupun hilir yang diperkirakan memiliki intensitas pencemar yang tinggi. Lokasi dan titik pengambilan sampel terdapat pada Gambar 3.1. Berikut merupakan titik koordinat lokasi pengambilan sampel.

Tabel 3. 1 Titik Koordinat Pengambilan Sample

Titik	Koordinat
1	7°51'44.0"S 110°25'29.2"E
2	7°51'55.4"S 110°25'50.3"E
3	7°51'56.5"S 110°25'54.1"E
4	7°51'43.5"S 110°25'49.4"E
5	7°51'43.4"S 110°25'48.7"E
6	7°51'35.1"S 110°25'55.0"E
7	7°51'30.3"S 110°25'59.6"E
8	7°51'33.0"S 110°25'50.9"E
9	7°51'25.6"S 110°25'33.0"E
10	7°51'24.6"S 110°25'40.0"E
11	7°51'21.0"S 110°25'37.0"E



Gambar 3. 1 Titik Lokasi Penelitian

3.2 Jenis dan Variabel Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, yang dilakukan dengan pengambilan sampel air permukaan dan pengujian laboratorium untuk mengetahui besar kandungan logam berat Kadmium (Cd) dan Total Padatan Tersuspensi (TSS) pada Badan Air Sungai Opak di sekitar TPA Piyungan. Variabel yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari variabel utama dan variabel pendukung. Variabel utama dari penelitian ini yaitu logam berat Kadmium (Cd) dan total padatan tersuspensi, sedangkan variabel pendukungnya yaitu pH, Suhu, *Dissolved Oxygen* yang diukur langsung pada lokasi penelitian.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Tabel 3. 2 Alat Pengambilan Sampel dan Uji Parameter

Alat					
No	<i>In Situ</i>	No	Uji Kadmium (Cd)	No	Uji TSS
1	Gayung	1	Spektrofotometer Serapan Atom	1	Desikator
2	pH meter	2	Erlenmeyer 250 mL	2	Oven
3	Termometer	3	Botol Vial	3	Timbangan Analitik
4	DO meter	4	Pipet ukur 5 mL, 10 mL, 20 mL	4	Gelas Ukur
5	Alat pengukur debit	5	Gelas Piala 250 mL	5	Cawan Gooch/ Cawan porselen
6	Botol kaca/plastic 100 mL	6	Labu ukur 50 mL	6	Magnetik stirer
7	Ice Box	7	Corong gelas		Pinset
		8	Gelas ukur 50 mL	7	Pompa Vakum
		9	Hot Plate		
		10	Labu Semprot		
		11	Kaca Arloji		

3.3.2 Bahan

Tabel 3. 3 Bahan Uji Parameter

Bahan			
No	Uji Kadmium (Cd)	No	Uji TSS
1	air bebas mineral	1	media penyaring <i>microglass-fiber filter</i>
2	HNO ₃	2	air bebas mineral
3	Larutan Standar Cd		

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh melalui penelitian dan keterlibatan langsung di lapangan, dari survei lokasi penelitian hingga proses pengambilan sampel. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari literatur ilmiah seperti jurnal penelitian, buku, dan lembaga penelitian yang terkait.

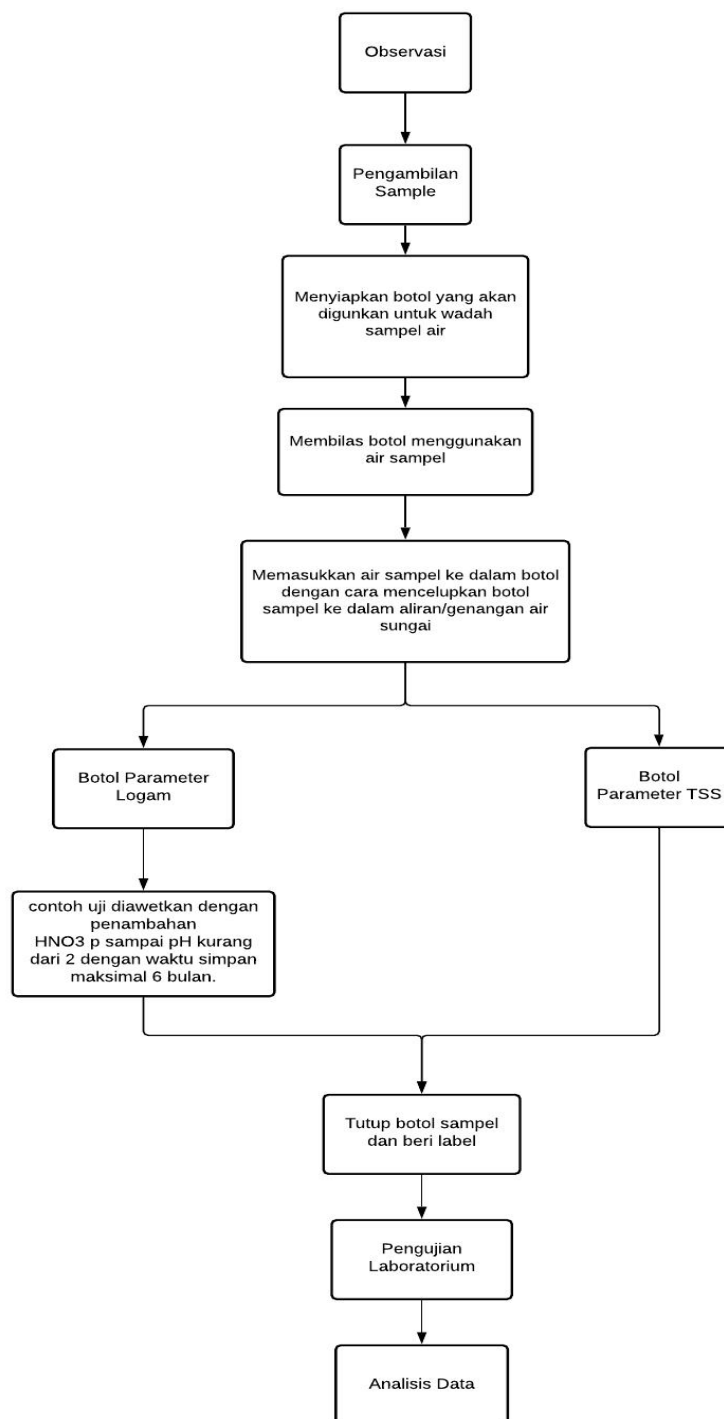
Pengujian parameter kualitas air yang akan dilakukan diukur secara *in situ* dan *ex situ*. Parameter kualitas air yang diukur secara *in situ* adalah suhu, pH dan DO. Parameter kualitas air seperti TSS, dan logam berat Kadmium diuji secara *ex situ* di Laboratorium Kualitas Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Metode pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan SNI 6989.57 tahun 2008 tentang Metode Pengambilan Contoh air Permukaan. Penentuan titik lokasi sampling dilakukan menggunakan metode *purposive sampling* yaitu sampel diambil dengan mengidentifikasi kriteria atau karakteristik tertentu untuk mendukung penelitian.

Variabel	Parameter	Acuan	Metode	Pengukuran
Variabel Utama	Kadmium (Cd)	SNI 6989.16-2009	Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS)	<i>Ex situ</i> Laboratorium
	Total Suspended Solid (TSS)	SNI 6989.3:2019	Gravimetri	
Variabel Pendukung	pH	SNI 6989.11-2019	pH meter	<i>In situ</i>
	Suhu	SNI 06-6989.23-2005	Termometer	
	Dissolved Oxygen		DO meter	

Tabel 3. 4 Standar Acuan dan Metode Pengukuran

3.4.1 Prosedur Pengujian

Pada prosedur pengujian digunakan diagram alir sebagai gambaran mengenai langkah-langkah pengujian yang akan dilakukan, seperti pada Gambar 4.1



Gambar 3. 2 Diagram Alir Prosedur Pengujian

3.5 Analisis Data

3.5.1 Analisis Kandungan Kadmium Terlarut (Cd)

Metode analisis logam berat Kadmium (Cd) menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) sistem nyala sesuai dengan SNI 06-6989.16-2004 tentang cara uji Kadmium (Cd) dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Pengujian dilakukan dengan pembuatan larutan contoh uji, larutan baku logam Kadmium (Cd) 0,05 ppm, 0,25 ppm, 0,5 ppm, 0,75 ppm, 1 ppm. Kemudian pembuatan kurva kalibrasi setelah diketahui nilai absorbansi.

Pada pengujian sampel air sungai masing-masing diambil sebanyak 50 ml. Kemudian disaring dan diambil sebanyak 20 ml dimasukkan ke dalam botol vial. Setelah itu sampel air siap dilakukan uji AAS dan hasilnya dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Setelah diketahui kandungan Kadmium (Cd) pada setiap titik sampling, dibuat grafik berdasarkan konsentrasi Kadmium (Cd) untuk mengetahui pola sebaran Kadmium (Cd) di lokasi penelitian. Konsentrasi logam Kadmium (Cd) dapat dihitung sebagai berikut:

$$C = \frac{A \cdot f_p}{A_s \cdot f_{ps}}$$

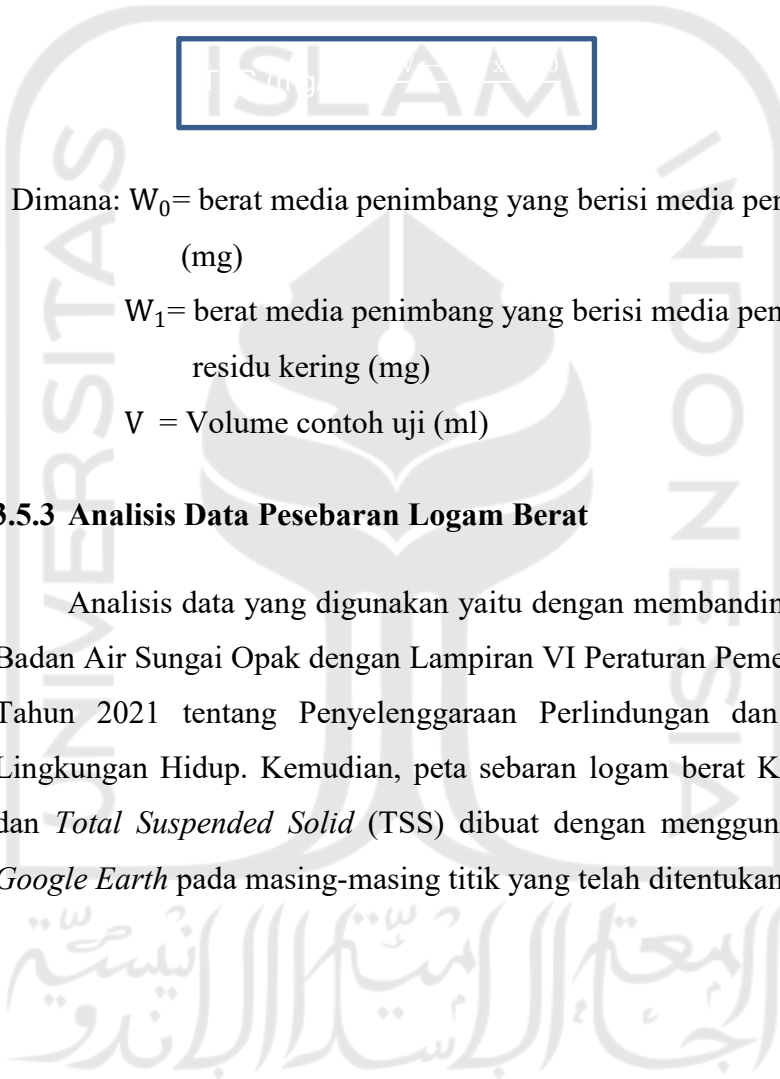
Dimana: C = konsentrasi yang didapat hasil pengukuran

f_p = faktor pengencer

3.5.2 Analisis Kandungan *Total Suspended Solid* (TSS)

Metode yang digunakan untuk mengukur kadar TSS adalah gravimetri sesuai dengan SNI 6989.3:2019 tentang cara uji padatan tersuspensi total (TSS) secara gravimetri. Pengujian dilakukan dengan persiapan media penyaring. Kemudian lakukan penyaringan dengan basahi media penyaring menggunakan air bebas mineral, lalu aduk contoh uji hingga memperoleh contoh uji yang homogen. Selanjutnya bilas media

penyaring tiga kali dengan 10 ml air bebas mineral, lalu tiriskan. Setelah itu pindahkan ke cawan petri dan masukkan ke dalam oven minimal 1 jam dengan suhu 103 °C sampai dengan 105 °C, dinginkan dalam desikator dan timbang. Setelah diketahui kandungan TSS pada setiap titik sampling, dibuat grafik berdasarkan konsentrasi TSS untuk mengetahui pola sebaran di lokasi penelitian. Konsentrasi TSS dapat dihitung sebagai berikut:



Dimana: W_0 = berat media penimbang yang berisi media penyaring awal
(mg)

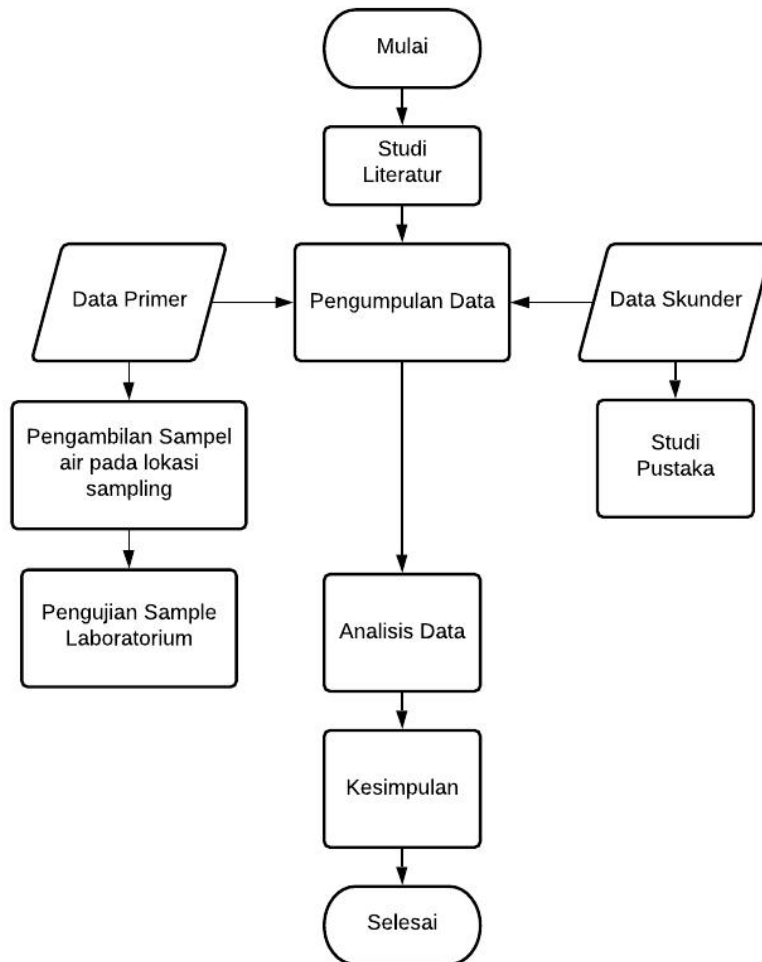
W_1 = berat media penimbang yang berisi media penyaring dan
residu kering (mg)

V = Volume contoh uji (ml)

3.5.3 Analisis Data Pesebaran Logam Berat

Analisis data yang digunakan yaitu dengan membandingkan kualitas Badan Air Sungai Opak dengan Lampiran VI Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Kemudian, peta sebaran logam berat Kadmium (Cd) dan *Total Suspended Solid* (TSS) dibuat dengan menggunakan bantuan *Google Earth* pada masing-masing titik yang telah ditentukan.

3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian





“Halaman ini sengaja dikosongkan”


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Daerah Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Badan Air Sungai Opak Kabupaten Bantul. Pemilihan lokasi sampling berdasarkan daerah aliran sungai yang berada di sekitar TPA Piyungan, Bantul. Kondisi kolam lindi TPA Piyungan sekarang sedang mengalami perbaikan, sehingga pengolahan air lindi tidak dapat beroperasi secara maksimal seperti pada Lampiran 3.


Titik lokasi yang dilakukan penelitian merupakan wilayah pemukiman penduduk. Keadaan sekitar di beberapa titik lokasi penelitian merupakan daerah peraswahan dan peternakan. Selain itu, terdapat juga *point source* berupa pipa pembuangan limbah dari rumah tangga. Berikut merupakan titik koordinat lokasi pengambilan sampel.


Tabel 4. 1 Deskripsi Titik Lokasi Penelitian


Titik	Jarak TPA ke Titik X	Deskripsi Titik Lokasi Penelitian	Gambar Titik Lokasi Penelitian
1	±1,43 km	<p>Titik 1 berlokasi di Jl. Bawuran, Ngablak, Sitimulyo, Kec. Piyungan, Kabupaten Bantul. Titik 1 merupakan hilir sungai, dengan kondisi aliran air sungai cukup deras. Keadaan sekitar banyak terdapat vegetasi dan berada dipinggir jalan raya, kondisi air sungai bersih dan tidak bewarna</p>	


Titik	Jarak TPA ke Titik X	Deskripsi Titik Lokasi Penelitian	Gambar Titik Lokasi Penelitian	
2	±0,43 km	Titik 2 berlokasi di Ngablak, Sitimulyo, Piyungan, Kabupaten Bantul. Titik 2 merupakan air sungai yang letaknya setelah <i>effluent</i> kolam lindi dari TPA Piyungan. Keadaan sekitar sungai terdapat perkebunan warga, persawahan, dan hutan. Kemudian kondisi air sungai berwarna cokelat kehitaman dan berbau		

Titik	Jarak TPA ke Titik X	Deskripsi Titik Lokasi Penelitian	Gambar Titik Lokasi Penelitian
3	±0,55 km	<p>Titik 3 berlokasi di Ngablak, Sitimulyo, Piyungan, Kabupaten Bantul. Titik 3 merupakan aliran percabangan yang masuk ke titik 2. Keadaan sekitar sungai terdapat perkebunan warga dan hutan. Kondisi air keruh berwarna keabu-abuan seperti pada gambar 4.3. Daerah sebelum sungai tersebut juga terdapat tempat wisata yaitu air terjun Grojogan Tuwondo</p>	


Titik	Jarak TPA ke Titik X	Deskripsi Titik Lokasi Penelitian	Gambar Titik Lokasi Penelitian
4	±0,86 km	Titik 4 berlokasi di Banyakan 3, Sitimulyo, Kec. Piyungan, Kabupaten Bantul. Titik 4 merupakan aliran sungai yang dekat dengan pemukiman warga. Keadaan sekitar aliran terdapat peternakan dan persawahan. Kondisi air sungai berwarna coklat kehitaman	

Titik	Jarak TPA ke Titik X	Deskripsi Titik Lokasi Penelitian	Gambar Titik Lokasi Penelitian
5	±0,89 km	<p>Titik 5 berlokasi di Banyakan 3, Sitimulyo, Kec. Piyungan, Kabupaten Bantul. Titik 5 merupakan aliran sungai yang masuk ke aliran titik 4. Keadaan sekitar sungai terdapat pemukiman warga dan perswahan. Kondisi air sungai agak keruh tetapi tidak berbau</p>	


Titik	Jarak TPA ke Titik X	Deskripsi Titik Lokasi Penelitian	Gambar Titik Lokasi Penelitian
6	±1,15 km	Titik 6 berlokasi di Banyakan 3, Sitimulyo, Kec. Piyungan, Kabupaten Bantul. Titik 6 merupakan aliran sungai yang berlokasi dekat dengan pemukiman. Kondisi air sungai bewarna kecoklatan dan terdapat <i>point source</i> pipa pembuangan limbah domestik	

Titik	Jarak TPA ke Titik X	Deskripsi Titik Lokasi Penelitian	Gambar Titik Lokasi Penelitian
7	±1,28 km	<p>Titik 7 berlokasi di Banyakan 2, Sitimulyo, Kec. Piyungan, Kabupaten Bantul. Titik 7 merupakan aliran sungai yang digunakan untuk irigasi sawah. Keadaan disekitar air sungai terdapat persawahan dan berada di pinggir jalan. Kondisi air sungai tidak bewarna dan tidak berbau</p>	

Titik	Jarak TPA ke Titik X	Deskripsi Titik Lokasi Penelitian	Gambar Titik Lokasi Penelitian
8	±1,24 km	Titik 8 berlokasi di Banyakan 3, Sitimulyo, Kec. Piyungan, Kabupaten Bantul. Titik 8 merupakan aliran sungai dekat dengan sawah, karena lokasi sekeliling aliran sungai adalah persawahan. Kondisi air sungai bewarna kecoklatan	

Titik	Jarak TPA ke Titik X	Deskripsi Titik Lokasi Penelitian	Gambar Titik Lokasi Penelitian
9	±1,55 km	<p>Titik 9 berlokasi di Banyakan 3, Sitimulyo, Kec. Piyungan, Kabupaten Bantul. Titik 9 merupakan aliran sungai yang dekat dengan pemukiman, Keadaan sekitar sungai rindang dan banyak pepohonan. Kemudian, terdapat bebatuan besar di sekitara sungai dan sampah. Disekitar lokasi penelitian juga ditemukan aktivitas penggerukan pasir sungai dan terdapat <i>point source</i> pipa pembuangan limbah domestik dari penduduk setempat. Kondisi air sungai agak keruh dan aliran sungai cukup deras</p>	

Titik	Jarak TPA ke Titik X	Deskripsi Titik Lokasi Penelitian	Gambar Titik Lokasi Penelitian
10	±1,57 km	<p>Titik 10 berlokasi di Banyakan 3, Sitimulyo, Kec. Piyungan, Kabupaten Bantul. Titik 10 merupakan aliran sungai yang berlokasi di pinggir jalan raya. Kondisi sekitar sungai terdapat batuan dan beberapa vegetasi, serta perumahan warga. Kondisi air sungai berwarna kecoklatan dan terdapat beberapa sampah di sekitar sungai.</p>	

Titik	Jarak TPA ke Titik X	Deskripsi Titik Lokasi Penelitian	Gambar Titik Lokasi Penelitian
11	±1,68 km	<p>Titik 11 berlokasi di Banyakan 3, Sitimulyo, Kec. Piyungan, Kabupaten Bantul Titik 11 merupakan bagian hulu. Kondisi sekitar sungai terdapat pemukiman warga dan kandang sapi. Kondisi air sungai agak keruh dan terdapat banyak sampah dipinggiran sungai, juga terdapat <i>point source</i> pipa pembuangan limbah domestik dari penduduk setempat. Terdapat banyak bebatuan besar dan aliran sungai cukup tenang</p>	

4.2 Parameter Fisik dan Kimia Badan Air Sungai Opak

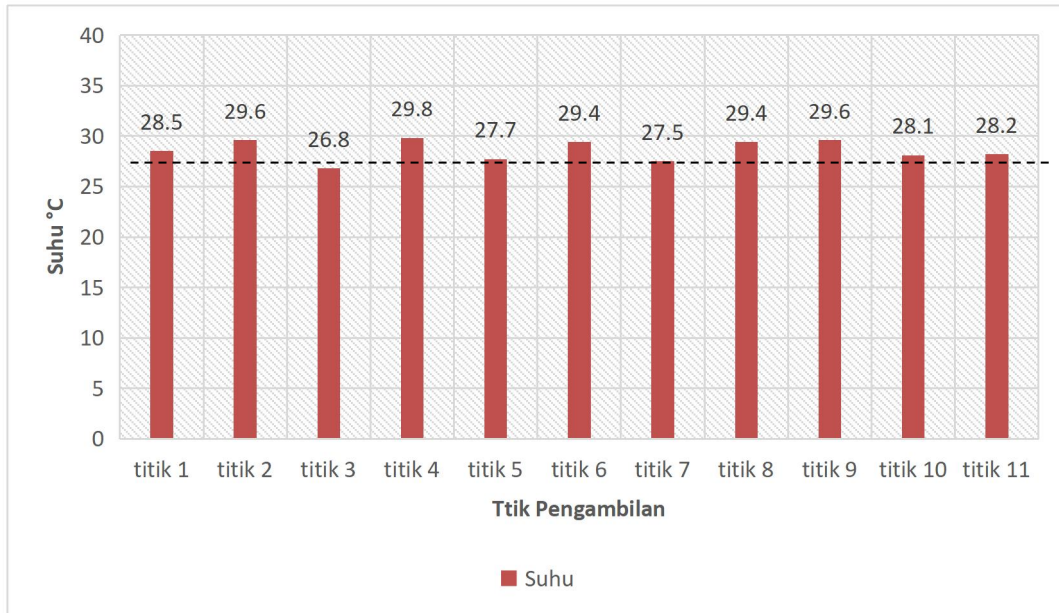
Parameter fisik dan kimia dilakukan pengukuran secara langsung pada tempat lokasi pengambilan sampel. Parameter yang diukur adalah pH, suhu, *Dissolved Oxygen* yang akan dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Tabel 4. 2 Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas

Parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
		I	II	III	IV	
Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Perbedaan dengan suhu di atas permukaan air
pH		6-9	6-9	6-9	6-9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alamiahnya)
DO	mg/L	6	4	3	1	Batas minimal

4.2.1 Temperatur

Hasil pengukuran *in situ* parameter suhu berkisar antara 26,8 – 29,8 °C. Nilai suhu terendah terletak pada titik 3 yaitu sebesar 26,8, sedangkan nilai suhu tertinggi terletak pada titik 4, titik 6, titik 8, titik 9, titik 11 sebesar 29,8; 29,4; 29,4; 29,6; 29,2 °C. Hasil analisis dari pengukuran suhu perairan Badan Air Sungai Opak berdasarkan baku mutu Peraturan PP No 22 Tahun 2021 termasuk kedalam baku mutu kelas I, II, III, IV. Sedangkan untuk titik 4, titik 6, titik 8, titik 9 berada di atas baku mutu, karena T normal suhu di atas permukaan air 25 °C dapat diartikan deviasi 3 memiliki suhu kisaran 22 – 28 °C (Hanisa et al., 2017)

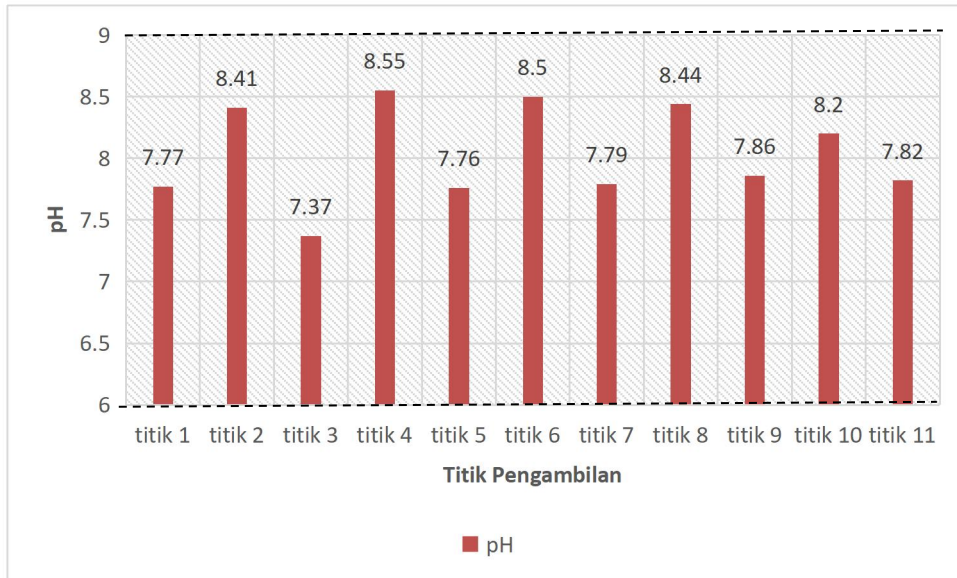


Gambar 4. 1 Hasil Pengukuran Suhu Pada Badan Air Sungai Opak

Hasil pengukuran pada setiap titik sampling memperoleh hasil yang bervariasi seperti pada Gambar 4.10. Perbedaan nilai suhu di setiap titik dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya oleh waktu dan kondisi lokasi tempat pengambilan sampel. Sebagaimana disebutkan oleh Chin (2006) faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan suhu adalah adanya naungan seperti pepohonan dan tumbuhan air, serta masuknya limbah ke perairan. Menurut Boyd (2015) radiasi matahari, suhu udara, cuaca dan iklim juga akan mempengaruhi tingkat suhu air.

4.2.2 pH (Derajat Keasaman)

Pengukuran pH pada masing-masing titik menunjukkan nilai berkisar antara 7,37- 8,55. Nilai pH terendah terdapat pada titik 3 yaitu 7,37 dan nilai pH tertinggi berada di titik 4 seperti pada Gambar 4.11. Berdasarkan analisis dari hasil pengukuran pH di perairan Badan Air Sungai Opak jika dibandingkan dengan baku mutu PP No 22 Tahun 2021 rentang nilai pH dari titik 1 ke titik 11 masih dalam ambang batas yang telah ditetapkan yaitu di range 6-9 dan masuk kedalam baku mutu kelas I, II, II, IV.

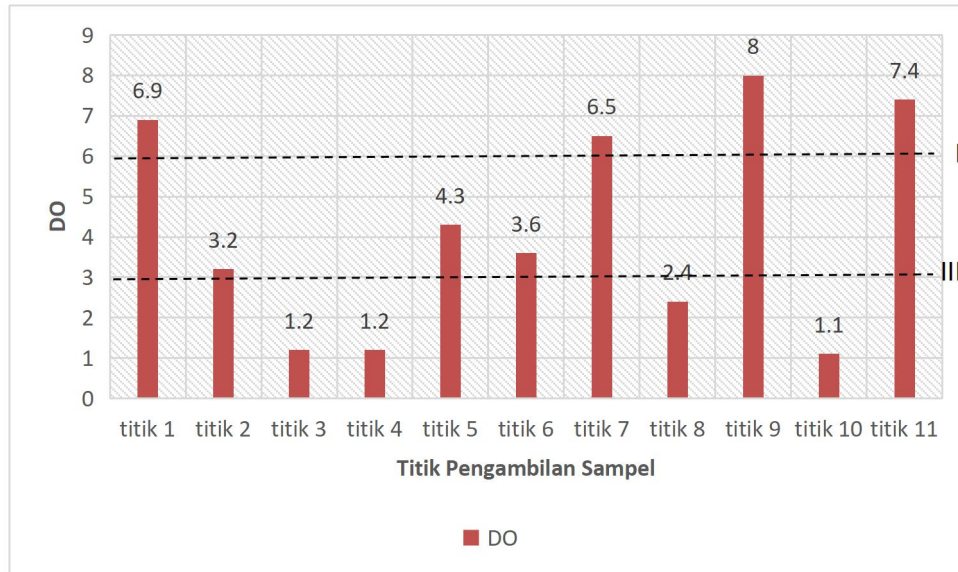


Gambar 4. 2 Hasil Pengukuran pH Pada Badan Air Sungai Opak

Tinggi rendahnya kadar pH dalam air mempengaruhi kelarutan logam berat. Ketika nilai pH naik atau netral maka kadar logam berat cenderung menurun (Fatmawinir et al., 2015). Jika pH terlalu rendah atau terlalu asam, logam akan lebih mudah larut dan toksisitas logam berat dalam air dapat meningkat. Selain itu, pada pH normal, kandungan atau kelarutan logam berat akan stabil dan berikatan dengan anion membentuk kompleks organologam yang mengendap di dasar perairan.

4.2.3 DO (*Dissolved Oxygen*)

Hasil pengukuran kadar DO menunjukkan nilai berkisar 8 mg/L – 1.1 mg/L. Nilai DO terendah terletak di titik 10 yaitu sebesar 1,1 mg/L dan nilai DO tertinggi berada dititik 9 dan titik 11 yaitu 8 mg/L dan 7.4 mg/L seperti pada Gambar 4.12. Berdasarkan analisis dari hasil pengukuran DO di perairan Badan Air Sungai Opak jika dibandingkan dengan baku mutu PP No 22 Tahun 2021 kadar DO dari titik 1 ke titik 11 masih dalam ambang batas yang telah ditetapkan. Titik 1, titik 7, titik 9, titik 11 termasuk kriteria mutu air kelas I dengan batas minimal 6 mg/L. Kemudian titik 2, titik 3, titik 4, titik 5, titik 6, titik 8, titik 10 termasuk kriteria mutu air kelas III dengan batas minimal 3 mg/L.

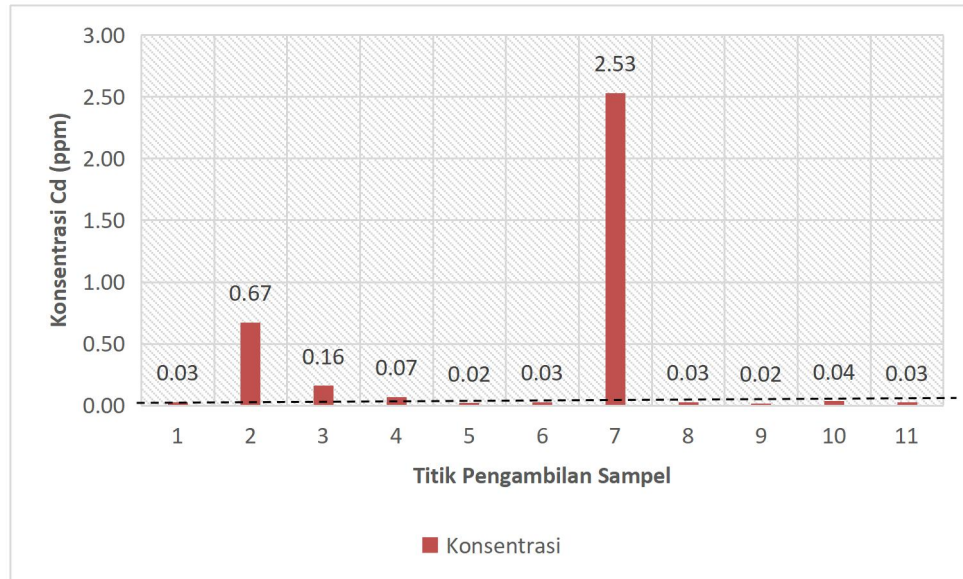


Gambar 4. 3 Hasil Pengukuran DO Pada Badan Air Sungai Opak

Rendahnya nilai DO ini disebabkan masuknya limbah seperti limbah rumah tangga, limbah industri, dan limbah pertanian ke dalam badan air. Tingkat oksigen terlarut yang rendah akan menyebabkan kelarutan logam lebih rendah dan mudah menguap. Rendahnya kadar TSS juga mempengaruhi tinggi nilai oksigen terlarut dan kejernihan (Yulianti, 2019). Selain itu, peningkatan DO pada aliran dapat disebabkan oleh kecepatan aliran yang meningkatkan proses aerasi.

4.3 Kandungan Logam Berat Kadmium Pada Badan Air Sungai Opak

Hasil analisis kandungan kadmium (Cd) pada perairan Badan Air Sungai Opak menunjukkan nilai yang bervariasi pada setiap titik penelitian seperti pada Gambar 4.13. Apabila dibandingkan dengan baku mutu PP No 22 Tahun 2021 konsentrasi Cd dari titik 1 ke titik 11 di atas standar baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 0,01 ppm. Tetapi hal ini tidak sesuai dengan pemafaatan yang dilakukan oleh masyarakat terhadap Badan Air Sungai Opak yang yaitu untuk peruntukan Kelas II.



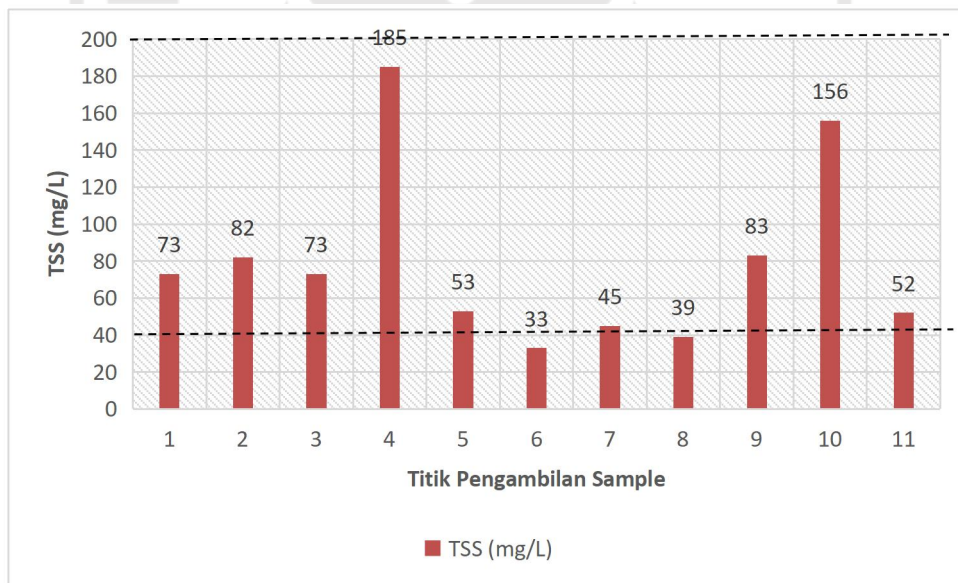
Gambar 4. 4 Hasil Pengukuran Cd Pada Badan Air Sungai Opak

Hasil pengujian menunjukkan konsentrasi nilai Cd memiliki *range* 0,016 ppm – 2,53 ppm. Konsentrasi di masing-masing titik memiliki nilai yang bervariasi karena perbedaan lokasi dan keadaan lingkungan sekitar titik sampling. Konsentrasi tertinggi berada di titik 2 dan titik 7 sebesar 0,67 ppm dan 2,53 ppm. Area titik 2 adalah area dekat dengan TPA dengan jarak $\pm 0,43$ km dari TPA. Kondisi kolam lindi TPA Piyungan sedang mengalami perbaikan, sehingga air yang dikelola tidak maksimal. Pada area titik 7 aliran sungai dikelilingi oleh lahan pertanian dan adanya industri sebelum titik 7. Pencemaran logam kadmium pada lahan pertanian dapat diakibatkan oleh penggunaan pestisida dan pupuk fosfat anorganik (Fang & Zhu, 2014). Lahan pertanian yang mengandung Cd akan ikut berkontribusi terhadap pencemaran sungai karena adanya saluran irigasi yang mengarah ke sungai terdekat. Adanya industri di sekitar sungai juga dapat mengakibatkan tingginya konsentrasi logam Cd seperti industri sarung tangan kulit yang membutuhkan penggunaan proses pewarnaan dalam pembuatannya. Menurut WHO (2011), Konsentrasi logam Cd dalam air sungai terjadi secara alami di alam dan kemungkinan disebabkan oleh aktivitas manusia. Sumber dari aktivitas manusia adalah pembuangan sampah yang mengandung logam Cd seperti baterai, kabel, bahan pembuatan cat atau limbah elektronik yang dibuang disekitar sungai.

Pada titik lainnya memiliki nilai Cd diatas baku mutu dikarenakan adanya campuran *leachate* pada aliran sungai di beberapa titik. Kemudian adanya *point source* limbah domestik di aliran sungai besar dan disekitar aliran terdapat pertanian yang memungkinkan nilai Cd berada diatas baku mutu.

4.4 Kandungan TSS Pada Badan Air Sungai Opak

Hasil analisis konsentrasi nilai TSS di perairan Badan Air Sungai Opak memiliki rentang 33 mg/L – 185 mg/L seperti pada Gambar 4.14. Konsentrasi tertinggi berada di titik 4 yaitu sebesar 185 mg/L dan konsentrasi terendah berada di titik 6 yaitu sebesar 33 mg/L. Apabila dibandingkan dengan baku mutu PP No 22 Tahun 2021 konsentrasi TSS dari titik 1 ke titik 11 berada di dalam nilai ambang batas yang telah ditetapkan pada kelas I, II, III, IV, dengan baku mutu pada tiap kelas adalah 40 mg/L, 50 mg/L, 100 mg/L dan 400 mg/L. Hal ini sesuai dengan pemafaatan yang dilakukan oleh masyarakat terhadap Badan Air Sungai



Opak.

Gambar 4. 5 Hasil Pengukuran TSS Pada Badan Air Sungai Opak

Konsentrasi TSS tertinggi berada pada titik 4 dan 10. Pada titik 4 dekat dengan pemukiman dan peternakan sehingga masuknya limbah domestik dan limbah peternakan kedalam air sungai dapat mempengaruhi nilai TSS, selain itu jarak TPA ke titik 4 yaitu $\pm 0,86$ km sehingga adanya air lindi juga dapat mempengaruhi tingginya nilai TSS. Pada titik 10 kemungkinan disebabkan oleh peningkatan debit air yang cukup tinggi. Akibatnya, sedimen dasar perairan menjadi teraduk mengakibatkan TSS pada air semakin tinggi (Andara et al., 2014).

Kemudian pengambilan sampel saat musim hujan dapat mengakibatkan tingginya tingkat padatan tersuspensi pada tiap titik sampling. Faktor lainnya adalah perbedaan lebar dan kedalaman masing-masing sungai, sehingga debit aliran di setiap titik juga berbeda. Selain itu, dasar sungai yang berpasir dapat menyebabkan partikel sedimen di dalam air terbawa ke permukaan. Keberadaan TSS tersebut mencegah cahaya masuk kedalam air. Di sisi lain, saat aliran air menurun, mengakibatkan sebagian TSS terendapkan. Semakin kecil laju aliran air maka debit air semakin berkurang juga dapat mempengaruhi penurunan kandungan TSS (Dewa et al., 2016).

4.5 Sebaran Kandungan Cd dan TSS

Peta sebaran logam berat Cd dan TSS pada badan Badan Air Sungai Opak disajikan dalam bentuk peta seperti pada Gambar 4.6. Peta ini menunjukkan besarnya konsentrasi logam berat Cd dan TSS pada Badan Air Sungai Opak disekitar TPA Piyungan. Konsentrasi logam berat Cd berada diatas baku mutu dan TSS berada di dalam ambang batas baku mutu.

Profil penyebaran logam berat Cd dan TSS pada Badan Air Sungai Opak di sekitar TPA Piyungan memiliki nilai konsentrasi yang bervariasi. Sebaran Cd tertinggi berada di titik 7. Berdasarkan peta sebaran logam berat menunjukkan bahwa logam berat Cd pada titik 7 berasal dari akumulasi aliran air sungai sebelumnya yang sudah terkontaminasi dengan *effluent* air lindi TPA Piyungan, limbah domestik pemukiman, penggunaan pestisida dan pupuk fosfat anorganik pada lahan pertanian, dan adanya industri sarung tangan sebelum area titik 7. Hal ini sejalan dengan Hal ini sejalan dengan penelitian Andriati dan Budi (2010) menunjukkan daerah tercemar pada permukiman maupun industri meningkat sebesar empat kali lipat daripada daerah penelitian bagian penutup lahan lain pada ketiga tingkatan pencemaran yang lain. Selain itu, suhu yang tinggi juga juga menurunkan laju adsorpsi terhadap partikel yang dapat melarutkan senyawa logam berat dalam air (Afriansyah, 2009).

Konsentrasi Cd rendah berada di titik 3 disebabkan aliran air sungai tersebut merupakan aliran yang jauh dari pemukiman. Sedangkan pada titik 1, titik 9, titik 11 juga merupakan aliran dengan konsentrasi rendah karena aliran sungai jauh

dari TPA Piyungan yaitu $\pm 1,57$ km; $\pm 1,55$ km; $\pm 1,68$ km, tetapi dekat dengan pemukiman padat penduduk dan terdapat *point source* di daerah aliran sungai.

Kelarutan logam dipengaruhi dapat dipengaruhi oleh oksigen terlarut. Pada titik 3, titik 4, titik 8, dan titik 10 memiliki nilai DO sebesar 1,2 mg/L; 1,2 mg/L; 2,4 mg/L; 1,1 mg/L. Apabila DO rendah maka nilai logam berat Cd juga rendah yaitu sebesar 0,016 ppm; 0,070 ppm; 0,030 ppm; 0,036 ppm. Penelitian Rachamingrum (2015) menyampaikan bahwa tingkat oksigen terlarut yang rendah akan menyebabkan kelarutan logam lebih rendah dan mudah mengendap. Hal ini karena logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen, sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air (Harahap, 1991). Pengendapan logam berat dalam air disebabkan oleh adanya anion karbonat hidroksil dan klorida (Hutagalung, 1984).

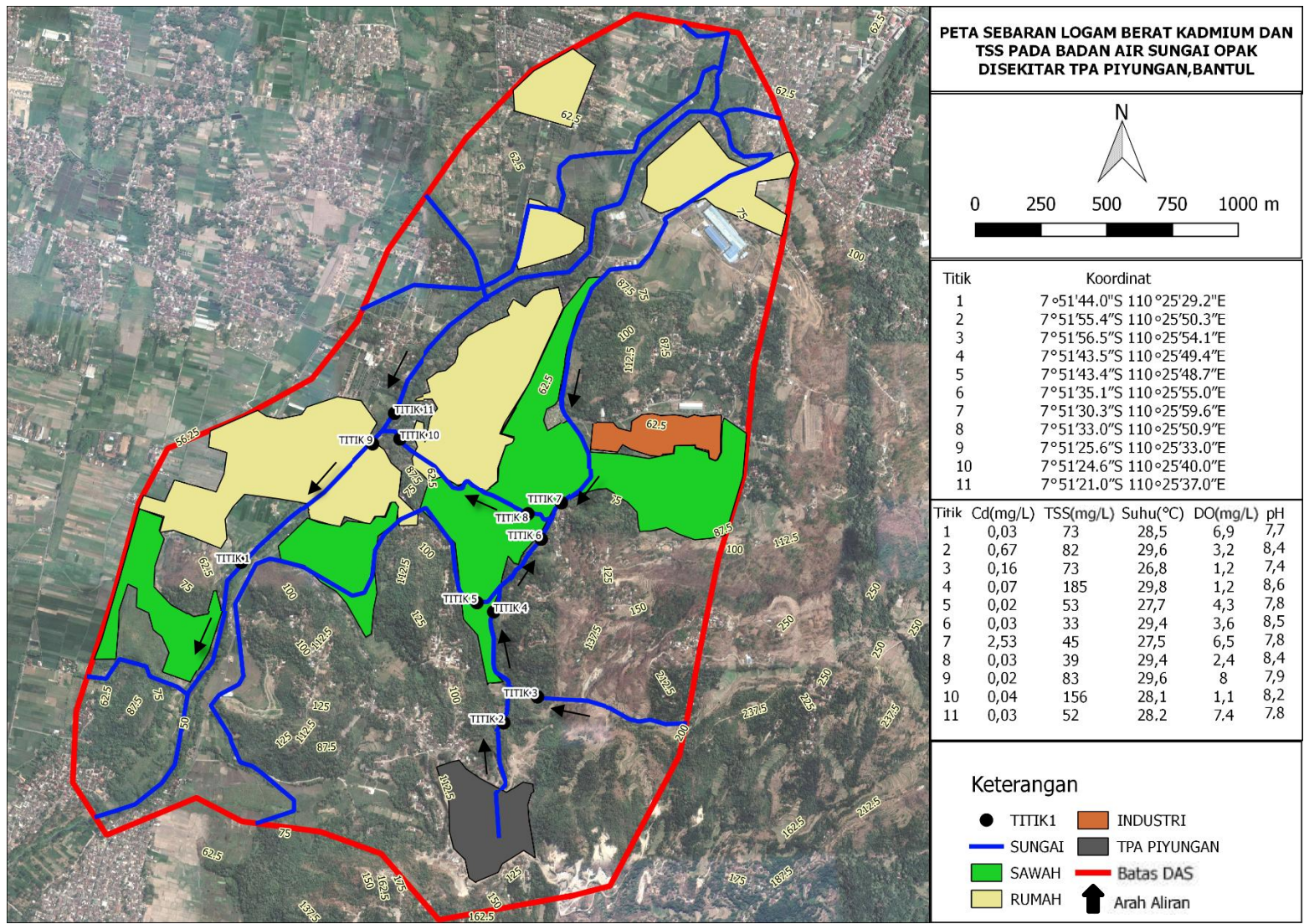
Profil penyebaran TSS tertinggi berada di titik 4 diakibatkan adanya air lindi dan limbah domestik masuk ke aliran sungai dengan jarak dari TPA ke titik 4 yaitu $\pm 0,86$ km. Selain itu disebabkan arus yang cukup tinggi. Akibatnya, sedimen dasar perairan menjadi teraduk mengakibatkan TSS pada air semakin tinggi (Andara et al., 2014). Proses pengambilan sampel yang diambil saat musim hujan mengakibatkan air keruh dan debit sungai yang meningkat.

Dari hasil konsentrasi TSS pada titik penelitian selaras dengan penelitian Rachamingrum (2015) kadar TSS dalam air dapat mempengaruhi keberadaan logam berat di perairan. Kadar TSS yang tinggi dapat menyebabkan nilai konsentrasi logam berat menurun. Rata-rata hasil konsentrasi pada tiap titik penelitian yang mempunyai kadar TSS tinggi memiliki kadar logam berat yang lebih rendah. Karena, TSS mempengaruhi proses adsorpsi logam berat terlarut. Logam berat yang teradsorpsi oleh partikel tersuspensi bergerak ke dasar perairan, sehingga mengurangi kandungan logam di dalam air atau menjadi lebih rendah (Rachmaningrum et al., 2015). Kandungan TSS juga berkaitan erat dengan kejernihan air sungai. Semakin rendah kandungan TSS, maka semakin tinggi nilai oksigen terlarut dan kejernihan (Yulianti, 2019).

Dari peta sebaran menunjukkan bahwa hampir seluruh parameter telah memenuhi baku mutu air sungai. Kondisi air lindi yang mencapai aliran Badan

Air Sungai Opak tidak semua berpengaruh terhadap kadar Badan Air Sungai Opak. Faktor kondisi lingkungan sekitar (aktifitas manusia, pertanian, industri) serta pengenceran dan penambahan volume air dari beberapa aliran yang dialami oleh lindi selama perjalanan menuju aliran Badan Air Sungai Opak menjadi hal penting untuk diperhatikan





Gambar 4. 6 Peta Sebaran Logam Kadmium dan TSS





"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan konsentrasi logam berat Cd pada badan Badan Air Sungai Opak berkisar 0.016-2.53 ppm. Konsentrasi TSS pada Badan Air Sungai Opak berkisar 33 mg/L – 85 mg/L.
2. Berdasarkan gambar sebaran terdapat logam berat Cd dan TSS yang tersebar pada Badan Air Sungai Opak yang melebihi baku mutu di dominasi di titik 2, titik 3, titik 4, titik 7, dan titik 10 yang merupakan daerah dekat dengan sumber pencemar yaitu TPA Piyungan, pemukiman, industri serta pertanian.
3. Pesebaran logam berat Cd dan TSS di daerah badan Badan Air Sungai Opak tidak semua dipengaruhi oleh aktifitas TPA Piyungan. Adanya aktifitas masyarakat seperti pertanian dan industri serta pengenceran dari aliran sungai lainnya perlu diperhatikan. Selain itu dapat juga disebabkan saat proses pengambilan sampel yang diambil saat musim hujan mengakibatkan air keruh dan debit sungai yang meningkat.
4. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 konsentrasi Cd pada Badan Air Sungai Opak berada diatas standar baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 0.01 ppm. Sedangkan konsentrasi TSS pada badan Badan Air Sungai Opak berada di dalam nilai baku mutu yang telah di tetapkan pada kelas I, II, III, IV, dengan baku mutu pada tiap kelas adalah 40 mg/L, 50 mg/L, 100 mg/L dan 400 mg/L

5.2 Saran

1. Adanya pengelolaan alternatif dari TPA yang lebih baik selama masa perbaikan kolam lindi.
2. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan analisis berkelanjutan mengenai ketoksikan berdasarkan logam Cd yg melebihi standar baku mutu.

3. Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber informasi lebih lanjut terkait daerah aliran sungai yang berpengaruh dan berdampak sebagai sumber pencemaran di perairan Badan Air Sungai Opak sekitar TPA Piyungan.
4. Diharapkan untuk mengkaji lebih banyak sumber dan referensi berkaitan dengan pencemaran logam berat Cd dan TSS pada air permukaan di sekitar TPA sehingga hasil penelitian lebih baik lagi.





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiansyah, T. (2019). Analisis Hubungan Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air Parameter Logam Berat (Fe, Mn, Cd, Pb) di Sepanjang Daerah Aliran Badan Air Sungai Opak, Yogyakarta.
- Afriansyah, A. (2009). Konsentrasi Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu) Dalam Air, Seston, Kerand dan Fraksinasinya Dalam Sedimen di Perairan Delta Berau, Kalimantan Timur. *Ilmu Kelautan*, 2(Cd), 103.
- Andara, D. R., Haeruddin, & Suryanto, A. (2014). *Kandungan Total Padatan Tersuspensi, Biochemical Oxygen Demand Dan Chemical Oxygen Demand Serta Indeks Pencemaran Sungai Klampisan Di Kawasan Industri Candi, Semarang*. 3, 177–187.
- Baloch, S., Kazi, T. G., Baig, J. A., Afridi, H. I., & Arain, M. B. (2020). Occupational Exposure Of Lead And Cadmium On Adolescent And Adult Workers Of Battery Recycling And Welding Workshops: Adverse Impact On Health. *Science of the Total Environment*, 720, 137549. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137549>
- Dewa, C., Susanawati, L. D., & Widiatmono, B. R. (2016). Daya Tampung Sungai Gede Akibat Pencemaran Limbah Cair Industri Tepung Singkong di Kecamatan Ngadiluwih Kabupaten Kediri. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 35–43.
- Fang, B., & Zhu, X. (2014). High Content Of Five Heavy Metals In Four Fruits: Evidence From A Case Study Of Pujiang County, Zhejiang Province, China. *Food Control*, 39(1), 62–67. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.10.039>
- Fatmawinir, Suyani, H., & Alif, A. (2015). Analisis Sebaran Logam Berat Pada Aliran Air Dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Air Dingin. *Jurnal Riset Kimia*, 8(2), 101. <https://doi.org/10.25077/jrk.v8i2.224>
- Hanisa, E., Nugraha, W. D., & Sarminingsih, A. (2017). Penentuan Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode Indeks kualitas Air – National Sanitation Foundation (IKA-NSF) Sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan (Studi Kasus : Sungai Gelis , Kabupaten Kudus , Jawa Tengah). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 1–15.

- Harahap, S. 1991. Tingkat Pencemaran Air Kali Cakung Ditinjau dari Sifat Fisika-Kimia Khususnya Logam Berat dan Keanekaragaman Jenis Hewan Benthos Makro. IPB.
- Hutagalung, H.P. 1991. Pencemaran Laut Oleh Logam Berat. Dalam Status. Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya. P30- LIPI. Jakarta. 45-59.
- Kawano, S., Nakagawa, H., Okumura, Y., dan Tsujikawa, K., 1984. "A Mortality Study of Patients with Itai-itai Disease". *Environmental Research* 40: 98-102.
- Kartikasari, I. B. (2020). *Pengujian Toksisitas Lindi Instalasi Pengolahan Lindi TPA Piyungan pada Daphnia sp . dengan Whole Effluent Toxicity*. 18(2), 297–304. <https://doi.org/10.14710/jil.18.2.297-304>
- Pratiwi, D. Y. (2020). Dampak Pencemaran Logam Berat (Timbal, Tembaga, Merkuri, Kadmium, Krom) terhadap Organisme Perairan dan Kesehatan Manusia. *Jurnal Akuatek*, 1(1), 59–65.
- Rachmaningrum, M., Wardhani, E., & Pharmawati, K. (2015). Konsentrasi Logam Berat Kadmium (Cd) pada Perairan Sungai Citarum Hulu Segmen Dayeuhkolot-Nanjung. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Februari*, 3(1), 1–11.
- SEPA. (2002). *Scottish Environment Protection Agency Framework for Risk Assessment for Landfill Sites The Geological Barrier , Mineral Layer and the Leachate Sealing and Drainage System August 2002* (Issue August).
- Setiyono, & Yudo, S. (2008). Dampak Pencemaran Lingkungan Akibat Limbah Industri Pengolahan Ikan Di Muncar (Studi Kasus Kawasan Industri Pengolahan Ikan Di Muncar – Banyuwangi). *Jai*, 4(1), 69–80.
- Sismanto, & Hartantyo, E. (2005). *Distribution Of Leachate Polution In The Final Disposal Of Piyungan , Bantul , Yogyakarta ,.*
- Siswoyo, E., & Habibi, G. F. (2018). *Sebaran Logam Berat Kadmium (Cd) Dan Timbal (Pb) Pada Air Sungai Dan Sumur Di Daerah Sekitar Tempat*. 8(1), 1–6. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.1.1-6>
- Wiharyanto, O., & Bagus Priyambada, I. (2008). Pola Penyebaran Limpasan Logam Lindi TPA Jatibarang Pada Air Sungai Kreo. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 4(1), 56–61.

<https://doi.org/10.14710/presipitasi.v4i1.56-61>

Yulianti, D. A. (2019). Kadar Total Suspended Solid pada Air Sungai Nguneng Sebelum dan Sesudah Tercemar Limbah Cair Tahu. *Jurusan Analisis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Semarang Jl. Jaringan Laboratorium Medis, 01(01)*, 16–21.





LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil *In Situ*

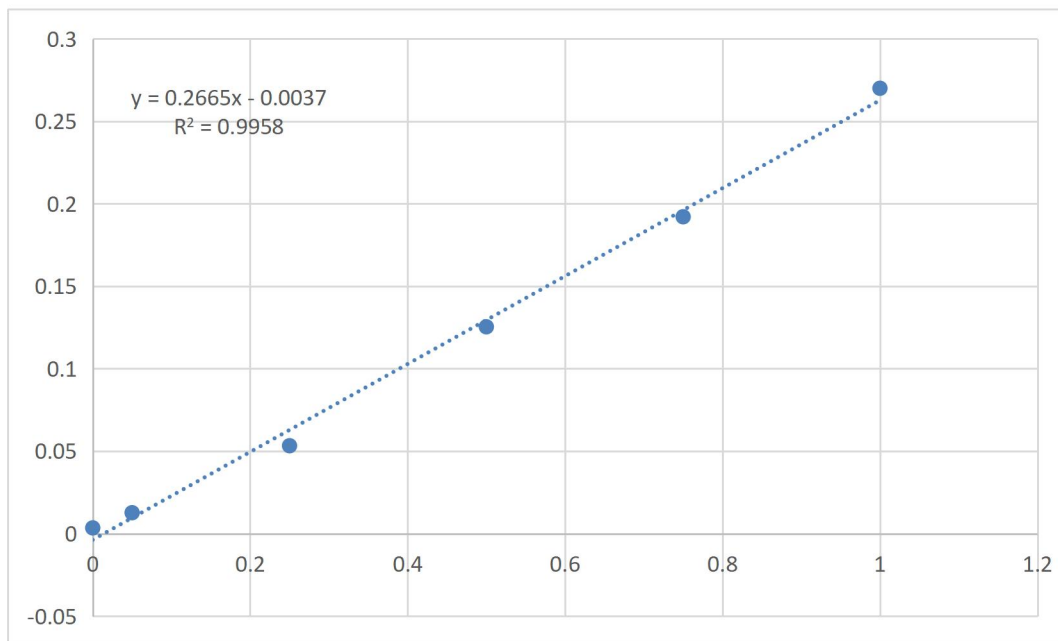
TITIK	DO (ppm)	pH awal	Suhu
titik 1	11,6	7,77	28,5
titik 2	3,2	8,41	29,6
titik 3	1,2	7,37	26,8
titik 4	1,2	8,55	29,8
titik 5	4,3	7,76	27,7
titik 6	3,6	8,5	29,4
titik 7	6,5	7,79	27,5
titik 8	2,4	8,44	29,4
titik 9	8	7,86	29,6
titik 10	1,1	8,2	28,1
titik 11	11,6	7,82	28,2

Lampiran 2 Data Hasil Penelitian Laboratorium

1. Logam Cd

- Kurva Kalibrasi Larutan Standar

Sample Label	conc (x)	abs (y)
Table Blank	0	0,0035
Standar 1	0,05	0,0127
Standar 2	0,25	0,0533
Standar 3	0,5	0,1254
Standar 4	0,75	0,1921
Standar 5	1	0,27



Lampiran 1. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Logam Kadmium



- Perhitungan konsentrasi logam Cd

Titik	Abs	Konsentrasi (ppm)	fp	Konsentrasi akhir (ppm)
1	0,004	0,03		0,03
2	0,1758	0,67		0,67
3	0,0391	0,16		0,16
4	0,015	0,07		0,07
5	0,0019	0,02		0,02
6	0,004	0,03		0,03
7	0,1312	0,51	5	2,53
8	0,0042	0,03		0,03
9	0,001	0,02		0,02
10	0,0058	0,04		0,04
11	0,0032	0,03		0,03

$$\text{Konsentrasi Cd titik 1} = \frac{(\text{absorbansi sampel} - \text{intersept})}{\text{Slope}}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi Cd titik 1} &= \frac{(0,004 - (-0,003749449))}{0,266469291} \\ &= 0,03 \text{ ppm} \end{aligned}$$

$$\text{Konsentrasi Cd titik 7} = \frac{(\text{absorbansi sampel} - \text{intersept})}{\text{Slope}} \times Fp$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi Cd titik 7} &= \frac{(0,051 - (-0,003749449))}{0,266469291} \times 5 \\ &= 2,53 \text{ ppm} \end{aligned}$$

2. TSS

- Perhitungan Konsentrasi TSS

Titik Sampling	Wo (gr)	W1 (gr)	Wo (mg)	W1 (mg)	TSS (mg/L)
1	1,084	1,091	1084,1	1091,4	73
2	0,243	0,251	242,7	250,9	82
3	1,064	1,071	1063,6	1070,9	73
4	0,243	0,261	242,7	261,2	185
5	1,280	1,285	1279,6	1284,9	53
6	0,247	0,250	247,1	250,4	33
7	1,079	1,084	1079,3	1083,8	45
8	0,244	0,248	243,8	247,7	39
9	1,268	1,276	1268	1276,3	83
10	0,247	0,263	247,4	263	156
11	1,273	1,278	1272,7	1277,9	52

$$\begin{aligned} TSS \text{ titik 1} &= \frac{(W1 - Wo)}{V} \times 100 \\ TSS \text{ titik 1} &= \frac{(1091,4 \text{ mg} - 1084,1 \text{ mg})}{100 \text{ ml}} \times 100 \\ &= 73 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Lampiran 3 Keadaan Kolam Lindi TPA Piyungan, Bantul



Lampiran 3. Kondisi Perbaikan Kolam Lindi TPA Piyungand dan terdapat genangan air lindi maupun *point source* air lindi

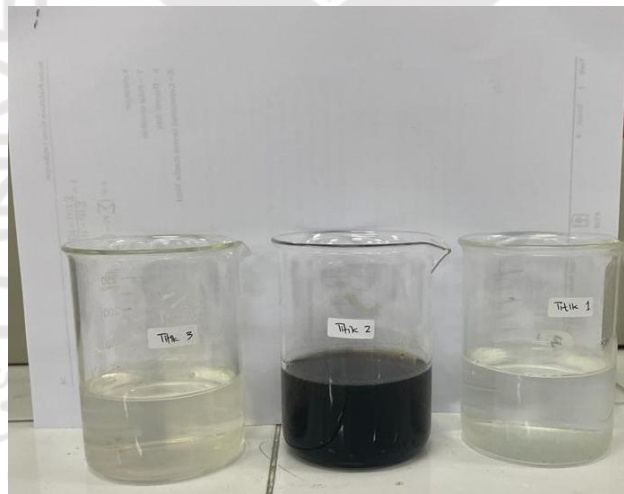


Lampiran 3. Kondisi Kolam Lindi lama yang sudah dikuras dan sedang tidak beroperasi

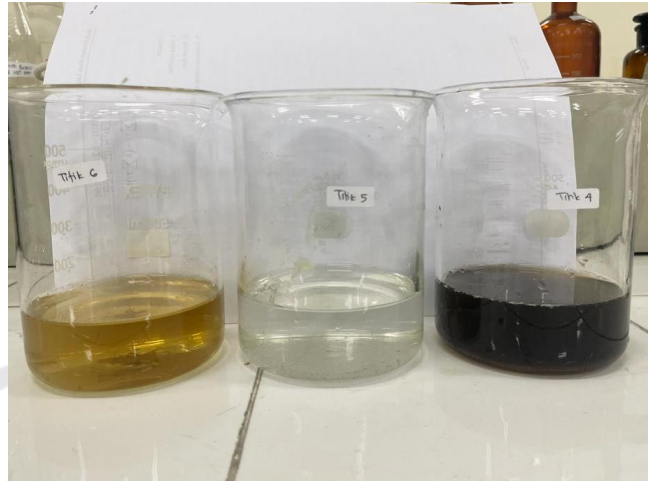


Lampiran 3. *Effluent* dari kolam lindi masuk ke Badan Air Sungai Opak

Lampiran 4 Sampel Air Sungai



Lampiran 4. Sample air sungai pada titik 1, titik 2, titik 3



Lampiran 4. Sample air sungai pada titik 4, titik 5, titik 6



Lampiran 4. Sample air sungai pada titik 7, titik 8, titik 9

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية
الاندونيسية



Lampiran 4. Sample air sungai pada titik 10, titik 11



Lampiran 5. 12 Sample Glassing-masing titik yang sudah disaring dan akan dilakukan pengukuran dengan AAS



Lampiran 5. Larutan baku Kadmium dengan konsentrasi 0,05 ppm; 0,25 ppm; 0,5 ppm; 0,75 ppm; 1 ppm yang akan dilakukan pengukuran dengan AAS

Results File

D:\GBC AAS\2022\Mhs16. Cd.res

Analysis

Filename

C:\Program Files\GBC Avanta Ver 2.02\Analysis1.anl

Element

Cd,

Date

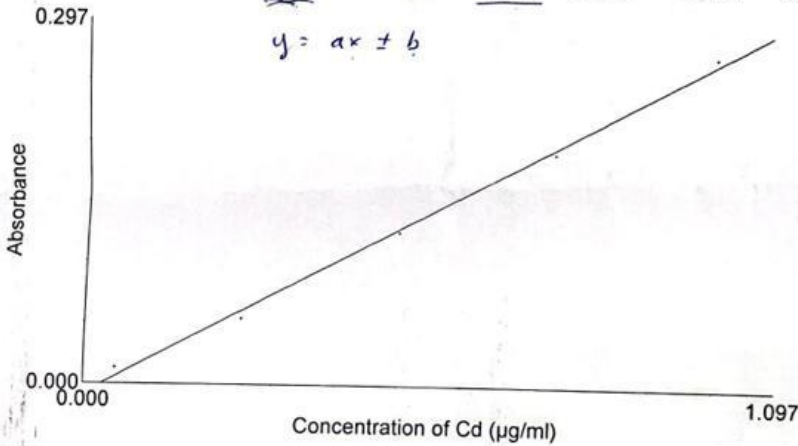
Wed Mar 02 09:18:01 2022

Full Calibration

Calibration Mode

Linear Least Squares Max Error : 0.0275 R² : 0.9965 R : 0.9982
Conc = 0.0311 + 3.6641 * Abs

Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates		
Cal Blank	-----	4.89	0.0035	0.0036	0.0036	0.0033
Standard 1	0.050	18.52	0.0127	0.0147	0.0132	0.0101
Standard 2	0.250	2.34	0.0533	0.0533	0.0521	0.0546
Standard 3	0.500	1.86	0.1254	0.1233	0.1249	0.1279
Standard 4	0.750	1.72	0.1921	0.1885	0.1950	0.1928
Standard 5	1.000	0.50	0.2700	0.2687	0.2714	0.2700



Sample Label	Conc. (µg/ml)	%RSD	Mean Abs.	Replicates		
Titik 1	0.046	14.34	0.0040	0.0046	0.0038	0.0035
Titik 2	0.675	0.58	0.1758	0.1747	0.1767	0.1760
Titik 3	0.174	2.09	0.0391	0.0393	0.0398	0.0382
Titik 4	0.086	6.35	0.0150	0.0140	0.0159	0.0150
Titik 5	0.038	HIGH	0.0019	0.0021	0.0012	0.0024
Titik 6	0.046	18.24	0.0040	0.0036	0.0035	0.0048
Titik 7	0.046	11.90	0.0042	0.0042	0.0037	0.0047
Titik 8	0.035	HIGH	0.0010	0.0006	0.0013	0.0010
Titik 9	0.052	HIGH	0.0058	0.0053	0.0041	0.0079
Titik 10	0.043	HIGH	0.0032	0.0021	0.0036	0.0039
Titik 11	0.512	1.86	0.1312	0.1333	0.1285	0.1317

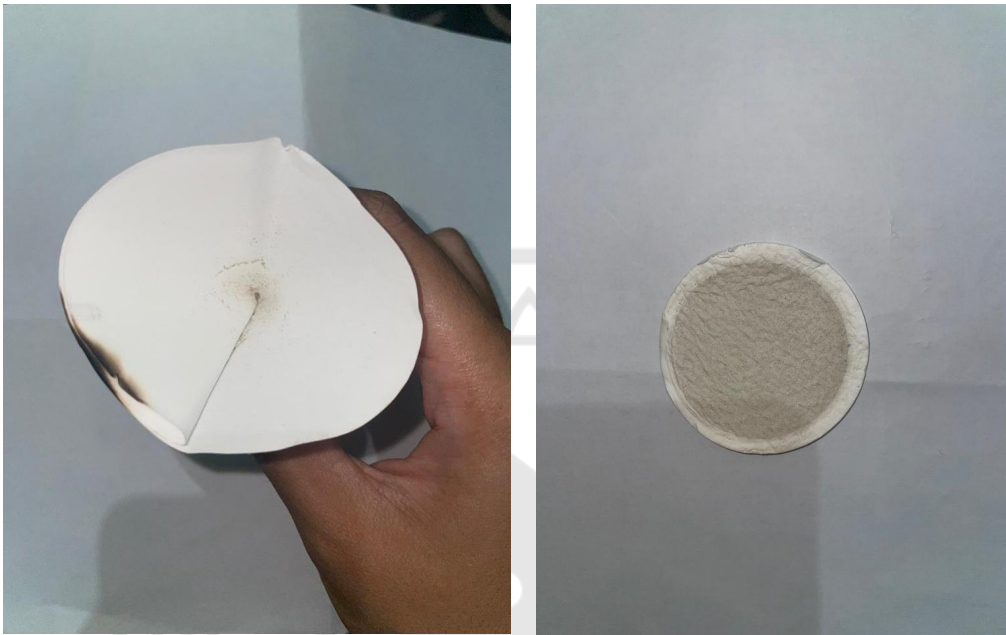
Handwritten circled numbers: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

fp 5

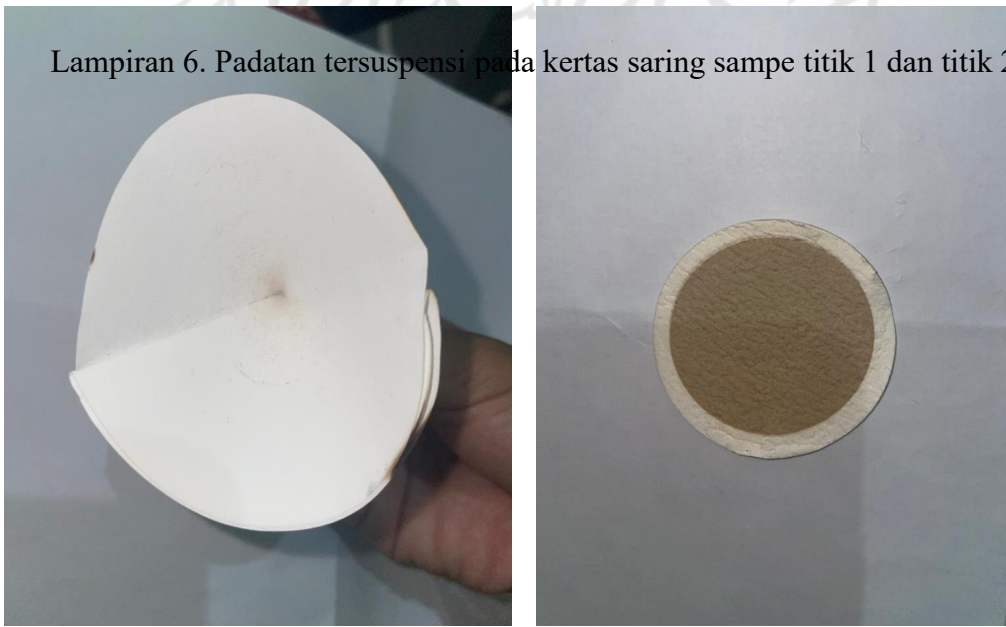
CS Scanned with CamScanner

Lampiran 5. Hasil pengukuran masing-masing titik menggunakan AAS

Lampiran 6 Pengukuran TSS

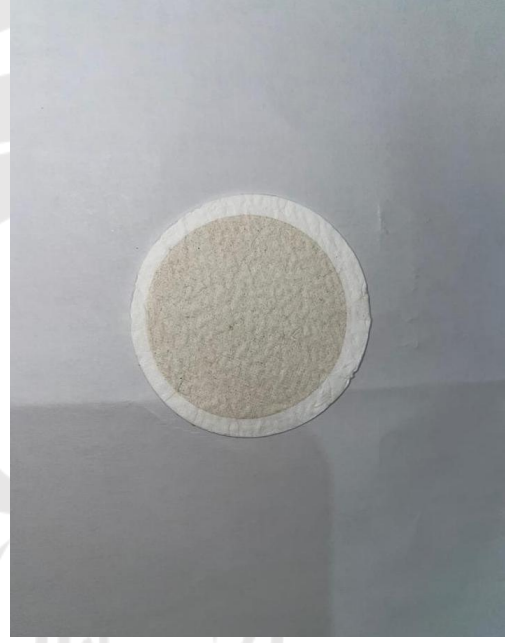


Lampiran 6. Padatan tersuspensi pada kertas saring sampe titik 1 dan titik 2





Lampiran 6. Padatan tersuspensi pada kertas saring sampe titik 5 dan titik 6



Lampiran 6. Padatan tersuspensi pada kertas saring sampe titik 7 dan titik 8



Lampiran 6. Padatan tersuspensi pada kertas saring sampe titik 9 dan titik 10



Lampiran 6. Padatan tersuspensi pada kertas saring sampe titik 11



“Halaman ini sengaja dikosongkan”