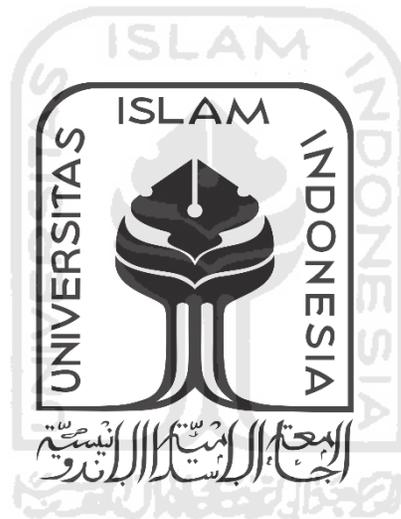


TA/TL/2020/1249

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS *POTENTIAL ECOLOGICAL RISK* (PER)  
BERDASARKAN LOGAM BERAT DALAM SEDIMEN  
DI SUNGAI CODE, YOGYAKARTA**

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



**AHFI KURNIA HASTI**

**16513055**

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

**2020**



## TUGAS AKHIR

# ANALISIS *POTENTIAL ECOLOGICAL RISK* (PER) BERDASARKAN LOGAM BERAT DALAM SEDIMEN DI SUNGAI CODE, YOGYAKARTA

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



**Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T.,M.Eng.**

**NIK: 165131306**

Tanggal: 27 November 2020

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

**NIK : 195130101**

Tanggal: 30 November 2020



Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII**

**Eko Siswovo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.**

**NIK: 025100406**

Tanggal: 30 November 2020



**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS *POTENTIAL ECOLOGICAL RISK* (PER)  
BERDASARKAN LOGAM BERAT DALAM SEDIMEN  
DI SUNGAI CODE, YOGYAKARTA**

**Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji**



**Tim Penguji:**

**Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T.,M.Eng.**

(  )

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

(  )

**Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T..**

(  )



## LEMBAR 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, 28 Oktober 2020

Yang membuat pernyataan,



**Ahfi Kurnia Hasti**

NIM: 16513055

## PRAKATA



### *Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh*

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Analisis *Potential Ecological Risk* (PER) Berdasarkan Kandungan Logam Berat Dalam Sedimen Di Sungai Code, Yogyakarta”**. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

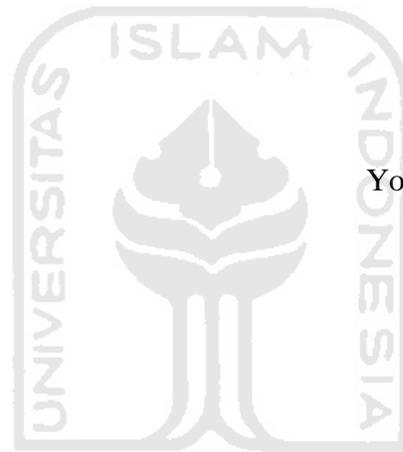
Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu dalam pembuatan laporan tugas akhir ini, yaitu:

1. Kedua orang tua dan kakak penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan sehingga lancar dalam pengerjaan tugas akhir.
2. Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T.,M.Eng, selaku dosen pembimbing I dan Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng, yang telah sabar dan ikhlas dalam mendidik selama ini.
3. Bapak Eko Siswoyo S.T., M.Sc. ES., Ph.D. selaku ketua Program Studi Teknik Lingkungan dan selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Ibu Qorry Nugrahayu, S.T., M.T. selaku koordinator tugas akhir Program Studi Teknik Lingkungan.
5. Rekan-rekan tugas akhir, Fariz, Aggi, Aina, Nauval, Reza yang sudah bersedia membantu dalam kegiatan penelitian ini dalam suka maupun duka.
6. Seluruh Staff Laboratorium Teknik Lingkungan FTSP UII.

7. Sekawan Rental yang selalu siap sedia menyewakan mobil untuk pengambilan sampel air Sungai Code.
8. Semua pihak yang telah bersedia membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Banyaknya kekurangan dalam penelitian ini, dari penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kelengkapan dan kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Semoga menjadi amal dan manfaat bagi khalayak. Amin.

***Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh***



Yogyakarta, 28 Oktober 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ahfi Kurnia Hasti', is placed to the right of the date.

Ahfi Kurnia Hasti



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2019 sampai dengan Maret 2020 dengan tujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Pb, Cu, Cr, Cd, Fe, Mn dan mengetahui tingkat risiko ekologi pada pencemaran logam berat Pb, Cu, Cr, Cd, Fe, Mn pada sedimen di Sungai Code Yogyakarta. Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan pada 6 (enam) *site*. Pengujian logam berat dilakukan menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS) sedangkan penilaian potensi risiko lingkungan menggunakan metode *Potential Ecological Risk* (PER). Hasil Pengujian menunjukkan logam berat di *site* 1 s.d 6 Timbal (Pb) berturut-turut adalah sebesar 10,71 mg/kg ( $\pm 3,18$ ), 11,26 mg/kg ( $\pm 3,95$ ), 12,17 mg/kg ( $\pm 3,76$ ), 14,54 mg/kg ( $\pm 4,75$ ), 16,54 mg/kg ( $\pm 3,71$ ), 13,93 mg/kg ( $\pm 4,39$ ). Besi (Fe) berturut-turut adalah sebesar 1987,6 mg/kg ( $\pm 996,65$ ), 3056,0 mg/kg ( $\pm 348,90$ ), 4690,9 mg/kg ( $\pm 844,83$ ), 3316,2 mg/kg ( $\pm 466,21$ ), 3692,6 mg/kg ( $\pm 782,54$ ), 4220,1 mg/kg ( $\pm 2109,15$ ). Mangan (Mn) berturut-turut adalah sebesar 87,2 mg/kg ( $\pm 33,45$ ), 127,9 mg/kg ( $\pm 31,66$ ), 212,1 mg/kg ( $\pm 24,49$ ), 107,7 mg/kg ( $\pm 20,67$ ), 137,8 mg/kg ( $\pm 57,02$ ), 161,0 mg/kg ( $\pm 64,67$ ). Kromium (Cr) berturut-turut adalah sebesar 1,53 mg/kg ( $\pm 0,68$ ), 2,56 mg/kg ( $\pm 0,72$ ), 2,99 mg/kg ( $\pm 0,82$ ), 3,07 mg/kg ( $\pm 1,00$ ), 8,57 mg/kg ( $\pm 4,89$ ), 4,11 mg/kg ( $\pm 2,09$ ). Tembaga (Cu) berturut-turut adalah sebesar 5,59 mg/kg ( $\pm 0,78$ ), 3,21 mg/kg ( $\pm 0,74$ ), 6,79 mg/kg ( $\pm 0,61$ ), 21,39 mg/kg ( $\pm 8,87$ ), 12,52 mg/kg ( $\pm 6,16$ ), 3,70 mg/kg ( $\pm 1,15$ ). Kadmium (Cd) berada dibawah *Limit Detection*  $< 0,0037$  mg/L. Nilai potensi risiko lingkungan dapat diurutkan dari terbesar sampai terkecil yaitu, Cu (8,2), Pb (4,5), Cr (0,19), Fe (0,08), Mn (0,01). Potensi risiko lingkungan pada parameter logam berat Cu, Pb, Cr, Fe, Mn, Cd masih dalam lingkup batas tingkat rendah yaitu di bawah angka 30 artinya masih berada pada konsentrasi di lingkungan secara alami dan tidak berisiko terhadap lingkungan.

*Kata Kunci : Logam Berat, Sungai Code, Potential Ecological Risk*

## ABSTRACT

This research was conducted from December 2019 to March 2020 with the aim of knowing the heavy metal content of Pb, Cu, Cr, Cd, Fe, Mn and knowing the level of ecological risk of heavy metal pollution Pb, Cu, Cr, Cd, Fe, Mn in sediment in the Code River Yogyakarta. Sampling in this study was conducted at 6 (six) sites. Heavy metal testing was carried out using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS), while the assessment of potential environmental risks used the Potential Ecological Risk (PER) method. The test results showed that heavy metals at sites 1 to 6 Lead (Pb) were 10,71 mg/kg ( $\pm 3,18$ ), 11,26 mg/kg ( $\pm 3,95$ ), 12,17 mg/kg ( $\pm 3,76$ ), 14,54 mg/kg ( $\pm 4,75$ ), 16,54 mg/kg ( $\pm 3,71$ ), 13,93 mg/kg ( $\pm 4,39$ ). Iron (Fe) is 1987,6 mg/kg ( $\pm 996,65$ ), 3056,0 mg/kg ( $\pm 348,90$ ), 4690,9 mg/kg ( $\pm 844,83$ ), 331,6 mg/kg ( $\pm 466,21$ ), 3692,6 mg/kg ( $\pm 782,54$ ), 4220,1 mg/kg ( $\pm 2109,15$ ). Manganese (Mn) is 87,2 mg/kg ( $\pm 33,45$ ), 127,9 mg/kg ( $\pm 31,66$ ), 212,1 mg/kg ( $\pm 24,49$ ), 107,7 mg/kg ( $\pm 20,67$ ), 137,8 mg/kg ( $\pm 57,02$ ), 161,0 mg/kg ( $\pm 64,67$ ). Chromium (Cr) is 1,53 mg/kg ( $\pm 0,68$ ), 2,56 mg/kg ( $\pm 0,72$ ), 2,99 mg / kg ( $\pm 0,82$ ), 3,07 mg/kg ( $\pm 1,00$ ), 8,57 mg/kg ( $\pm 4,89$ ), 4,11 mg/kg ( $\pm 2,09$ ), Copper (Cu) is 5,59 mg/kg ( $\pm 0,78$ ), 3,21 mg/kg ( $\pm 0,74$ ), 6,79 mg/kg ( $\pm 0,61$ ), 21,39 mg/kg ( $\pm 8,87$ ), 12,52 mg/kg ( $\pm 6,16$ ), 3,70 mg/kg ( $\pm 1,15$ ). Cadmium (Cd) is below the Detection Limit  $<0.0037$  mg/L. The value of potential environmental risk can be sorted from largest to smallest, namely, Cu (8,2), Pb (4,5), Cr (0,19), Fe (0,08), Mn (0,01). The potential environmental risk in the heavy metal parameters Cu, Pb, Cr, Fe, Mn, Cd is still within the low level limit, which is below the number 30, which means that it is still at a concentration in the environment naturally and is not at risk to the environment.

*Keywords: Heavy Metal, Code River, Potential Ecological Risk*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## DAFTAR ISI

PRAKATA.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sungai Code.....	6
2.2 Logam Berat.....	7
2.3 Baku Mutu Kualitas Sedimen Pada Sungai.....	8
2.4 <i>Potential Ecological Risk (PER)</i> .....	8
BAB III METODE PENELITIAN.....	9
3.1 Tahap Penelitian.....	10
3.2 Pengambilan Sampel Sedimen.....	11
3.3 Lokasi Sampling dan Wilayah Studi.....	11
3.4 Pengukuran Parameter.....	18
3.5 Analisis Data.....	19
3.5.1 Konsentrasi Logam Berat Setiap <i>Site</i> di Sungai Code.....	19
3.5.2 Konsentrasi Logam Berat Setiap Bulan di Sungai Code.....	19
3.5.3 Konsentrasi Fisika di Sungai Code.....	20

3.5.4 Hubungan Antar Logam Berat.....	20
3.5.5 <i>Potensial Ecological Risk</i> (PER).....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	22
4.1 Konsentrasi Logam Berat Setiap <i>Site</i> di Sungai Code .....	22
4.1.1 Hasil dan Analisis Logam Berat Pb pada Sedime.....	22
4.1.2 Hasil dan Analisis Logam Berat Cd Pada Sedimen .....	23
4.1.3 Hasil dan Analisis Logam Berat Cu Pada Sedimen.....	24
4.1.4 Hasil dan Analisis Logam Berat Cr Pada Sedimen.....	26
4.1.5 Hasil dan Analisis Logam Berat Fe Pada Sedimen.....	27
4.1.6 Hasil dan Analisis Logam Berat Mn Pada Sedimen.....	28
4.2 Konsentrasi Logam Berat Setiap Bulan di Sungai Code.....	29
4.3 Konsentrasi Parameter Fisika di Sungai Code.....	33
4.3.1 Pengaruh Debit Dengan Logam Berat.....	33
4.3.2 Pengaruh <i>Total Solid</i> (TS) Dengan Logam Berat.....	35
4.4 Hubungan Setiap Logam Berat.....	36
4.5 Penilaian Potensi Risiko Lingkungan .....	39
4.5.1 Penilaian Tingkat Polusi Lingkungan .....	39
4.5.2 Penilaian Potensi Risiko Lingkungan .....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	44
5.1 Kesimpulan .....	44
5.2 Saran .....	44
DAFTAR PUSTAKA .....	45



*'Halaman ini sengaja dikosongkan'*



## DAFTAR NOTASI

$C_f^i$  = Tingkat kontaminasi logam berat.

$C^i$  = Konsentrasi logam berat pada sedimen.

$C_n^i$  = Referensi risiko ekologis logam berat.

$E_r^i$  = potensi ekologi indeks risiko.

$T_r^i$  = faktor respon toksisitas berat logam.



*'Halaman ini sengaja dikosongkan'*



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Diskripsi Sampling.....	12
Tabel 3.2 Pedoman Interpretasi Koefisien Korelasi.....	20
Tabel 3.3 Indeks dan tingkat <i>Potential Ecological Risk (PER)</i> .....	21
Tabel 4.1 Desa Curah Hujan Bulanan .....	32
Tabel 4.2 Tabel Korelasi <i>Pearson</i> .....	36
Tabel 4.3 Penilaian Tingkat Risiko Logam Berat Pb.....	40
Tabel 4.4 Penilaian Potensi Risiko Lingkungan.....	41
Tabel 4.5 Data Potensi Risiko Lingkungan Negara Berkembang.....	47



*'Halaman ini sengaja dikosongkan'*



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Potensi Risiko Konsentrasi Logam Berat.....	8
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	10
Gambar 4.1 Timbal (Pb) Per <i>Site</i> .....	22
Gambar 4.2 Kadmium (Cd) Per <i>Site</i> .....	23
Gambar 4.3 Tembaga (Cu) Per <i>Site</i> .....	24
Gambar 4.4 Skema Mekanisme Genesa Endapan Biji Tembaga (Cu).....	25
Gambar 4.5 Kromium (Cr) Per <i>Site</i> .....	26
Gambar 4.6 Besi (Fe) Per <i>Site</i> .....	27
Gambar 4.7 Mangan (Mn) Per <i>Site</i> .....	28
Gambar 4.8 Timbal (Pb) Per Bulan.....	29
Gambar 4.9 Tembaga (Cu) Per Bulan.....	30
Gambar 4.10 Kadmium (Cd) Per Bulan.....	30
Gambar 4.11 Kromium (Cr) Per Bulan.....	31
Gambar 4.12 Besi (Fe) Per Bulan.....	31
Gambar 4.13 Mangan (Mn) Per Bulan.....	32
Gambar 4.14 <i>Total Solid</i> (TS) Per <i>Site</i> .....	35

*'Halaman ini sengaja dikosongkan''*



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : *Data Boxplot*
- Lampiran 2 : *Data Boxplot* Logam Berat
- Lampiran 3 : *Polution Ecological Risk*
- Lampiran 4 : *Data Pengamatan Lapangan*





# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kehidupan di bumi tidak akan berjalan apabila tidak terdapat air sebagai penunjang kehidupan di dalamnya. Salah satu sumber air yang dapat dimanfaatkan oleh manusia adalah sungai. Namun seiring berjalannya waktu, air sungai telah banyak tercemar oleh bermacam-macam limbah dari hasil kegiatan manusia, baik limbah dari kegiatan rumah tangga, kegiatan industri, dan lain sebagainya. Salah satu isu penting yang menarik untuk dikaji yaitu pencemaran logam berat pada air sungai (Anih, 2016).

Penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya yaitu logam berat tidak dapat dihancurkan (*non degradable*) (Desi *et al.* 2017). Logam berat yang ada di perairan lama-kelamaan akan turun dan mengendap di dasar perairan yang akan terakumulasi pada sedimen. Hal tersebut dikarenakan sedimen bergerak bersama dengan aliran air sungai, terdiri dari pasir halus yang didukung oleh air. Apabila akumulasi logam berat di sedimen terangkut kembali ke permukaan air, maka hal ini akan mengakibatkan penurunan kualitas air sungai (Erlanda, 2012). Konsentrasi logam berat pada sedimen sungai cukup tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi logam berat pada air sungai sehingga sedimen menjadi indikator yang penting untuk melihat pencemaran sungai yang diakibatkan logam berat (Wang *et al.* 2014).

Penelitian mengenai penilaian kualitas sedimen terkait dengan kontaminasi logam berat telah banyak dilakukan, sebagai contoh di kota Makassar (Abdul *et al.* 2014) dalam penelitian Analisis Risiko Lingkungan Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Sedimen Air Laut di Wilayah Pesisir Kota Makassar menyebutkan logam berat

merupakan unsur berbahaya di perairan dan perlu dilakukan pemantauan sedimen sebagai indikator pencemaran logam berat karena sifatnya mudah terakumulasi. Hasil menunjukkan konsentrasi Cadmium (Cd) pada sedimen terdeteksi sangat tinggi sebesar 0,573 mg/kg sehingga besar resiko lingkungan yang terjadi di wilayah tersebut.

Kondisi serupa di Yogyakarta menurut Badan Lingkungan Hidup Yogyakarta (2016) hasil pemantauan kandungan Pb pada Sungai Code di hulu hingga hilir pada Mei melebihi baku mutu yaitu 0,03 mg/L sedangkan baku mutu yaitu 0,02 mg/L. Menurut Dinas Lingkungan Hidup Yogyakarta (2018) mengenai kondisi hasil analisis status mutu Sungai Code Kota Yogyakarta tahun 2018 adalah cemar sedang. Menurut Reni (2006) dampak negatif apabila logam berat dalam konsentrasi tinggi di dalam lingkungan dapat menghambat laju fotosintesis, merubah bentuk sel, menghambat laju pertumbuhan ekosistem.

*Potential Ecological Risk* (PER) merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk menilai tingkat pencemaran lingkungan (Hakanson, 1980). Metode ini secara luas digunakan untuk menilai kualitas sedimen karena mampu mengevaluasi dampak dari beberapa polutan di lingkungan pada waktu yang sama (Zhang *et al.* 2012). Dengan berbagai penelitian yang di negara yang berbeda tentang analisis logam berat pada sedimen, maka diperlukan analisis lebih lanjut mengenai *Potential Ecological Risk* (PER) pada pencemaran logam berat pada sedimen di sungai khususnya di Indonesia yaitu Sungai Code Kota Yogyakarta.

## 1.2 Perumusan Masalah

1. Berapa konsentrasi logam berat Timbal (Pb), Tembaga (Cu), Krom (Cr), Kadmium (Cd), Besi (Fe), Mangan (Mn) pada sedimen di Sungai Code ?
2. Berapa nilai *Potential Ecological Risk* (PER) pada pencemaran logam berat Timbal (Pb), Tembaga (Cu), Krom (Cr), Kadmium (Cd), Besi (Fe), Mangan (Mn) pada sedimen di Sungai Code?

### 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengevaluasi konsentrasi logam berat Timbal (Pb), Tembaga (Cu), Krom (Cr), Kadmium (Cd), Besi (Fe), Mangan (Mn) pada sedimen di Sungai Code.
2. Mengevaluasi *Potential Ecological Risk* (PER) pada pencemaran logam berat Timbal (Pb), Tembaga (Cu), Krom (Cr), Kadmium (Cd), Besi (Fe), Mangan (Mn) pada sedimen di Sungai Code.

### 1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi Penulis  
Merupakan suatu upaya dan kesempatan menambah pengetahuan serta pengalaman dalam melakukan kegiatan penelitian mengenai kualitas sedimen pada air Sungai Code.
2. Bagi Masyarakat  
Memberikan informasi terkini tentang kandungan logam berat yang terdapat dalam sedimen dan *Potential Ecological Risk* (PER) yang dapat terjadi di Sungai Code.
3. Bagi Pemerintah  
Memberikan bahan acuan pertimbangan atau kajian dalam merumuskan kebijakan dan melakukan pengendalian pencemaran air sungai.

### 1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian parameter logam berat yang terdapat di Sungai Code meliputi Timbal (Pb), Tembaga (Cu), Krom (Cr), Kadmium (Cd), Besi (Fe), dan Mangan (Mn)
2. Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang Sedimen :
  - Besi (Fe) yang mengacu pada SNI 06-6992.7-2004.
  - Mangan (Mn) yang mengacu pada SNI 06-6992.6.2004.
  - Kadmium (Cd) yang mengacu pada SNI 06-6992.4-2004.

- Tembaga (Cu) yang mengacu pada SNI 06-6992.5-2004.
  - Cromium (Cr) yang mengacu pada SNI 06-6992.8.2004.
  - Timbal (Pb) yang mengacu pada SNI 06-6992.3-2004.
3. Pengujian Parameter pendukung :
- Pengukuran *Total Solid* (TS) mengacu pada SNI 6989.26-2016.
4. Musim hujan (bulan Desember 2019 sampai dengan bulan Maret 2020)
5. Pengambilan sampel uji dilakukan sebanyak 6 (enam) kali, yang dimulai pada 30 Desember 2019 hingga 10 Maret 2020.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sungai Code**

Daerah Aliran Sungai (DAS) Code Kota Yogyakarta mempunyai luas 8,34 km<sup>2</sup>. Secara geografis lokasi kajian berada pada koordinat 429850 – 432068 mU dan 9141198 – 9134501 mT. Terdapat 11 kecamatan yang berada pada DAS Sungai Code. Penggunaan lahan dominan di Kota Yogyakarta adalah lahan perumahan dan pertanian (Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta, 2018).

Ariva (2016) dalam penelitian Analisis Kualitas Air Melalui Deteksi Fe pada Sungai Code di Daerah Istimewa Yogyakarta. Kandungan Fe di Perairan pada Sungai Besar di Yogyakarta yaitu Sungai Code adalah 0,32 mg/L, sedangkan baku mutu Fe di perairan yaitu 0,3 mg/L menurut Peraturan KEPMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010.

Penelitian lain Sunardi *et al.* (2008) tentang Uji Perbandingan *Metode Fast Neutron Activation Analysis* (FNAA) dan *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS) Untuk Logam Berat Cu, Cd, Cr, dan Pb Pada Sedimen Di Sungai Code. Hasil analisis sedimen Sungai Code menggunakan FNAA untuk Cu, Cd, Cr, Pb adalah (15.41 - 53.92) ppm, (1.82 - 3.66) ppm, (14.72 - 87.28) ppm, (18.23 - 109.31) ppm, sementara menggunakan metode AAS adalah (13,71 - 51,11) ppm, (1,64 - 3,33) ppm, (12,81 - 86,75) ppm, (15,74 - 105,53) ppm pada masing-masing logam berat.

Selain itu, berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Anjani (2018) tentang Analisis *Water Quality Index* (WQI) Kandungan Logam Berat di Sepanjang Sungai Code Yogyakarta, disebutkan bahwa persebaran logam berat Pb, Cd, Fe, Mn

ada merata di sepanjang sungai code. Hal ini mengidentifikasi bahwa terdapat konsentrasi logam tersebut di Sungai Code.

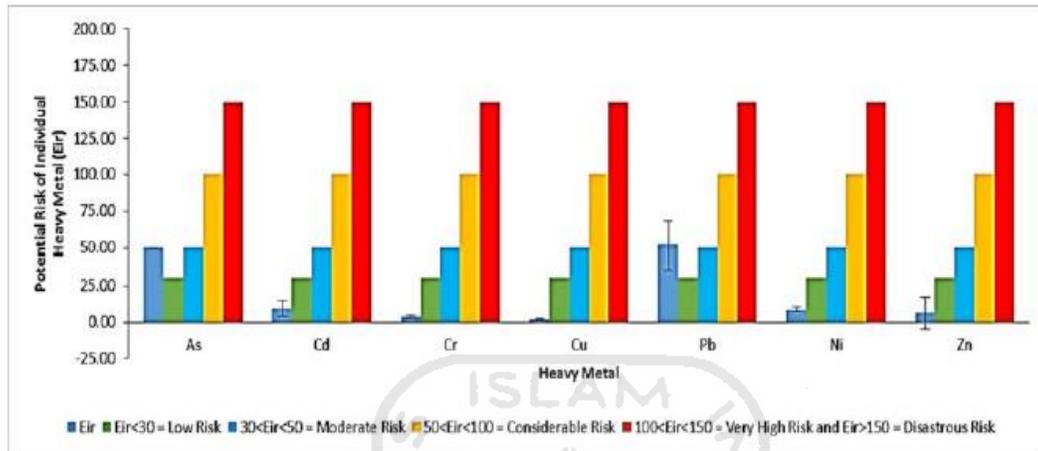
## 2.2 Logam Berat

Logam berat didefinisikan sebagai senyawa logam yang memiliki densitas setidaknya lima kali lebih tinggi dibandingkan dengan air. Logam berat memiliki toksisitas atau bersifat racun, tingkat toksisitas logam berat dipengaruhi beberapa faktor yakni dosis, rute paparan, umur, jenis kelamin, *genetic* atau keturunan dan juga status gizi seseorang (Tchounwou *et al.* 2012). Berdasarkan dari *US Environmental Protection Agency & International Agency for Research on Cancer* menyatakan bahwa senyawa logam berat juga bersifat karsinogenik. Beberapa sifat logam berat lainnya antara lain sulit didegradasi, dapat terakumulasi dalam organisme termasuk ikan dan kerang, dan mudah terakumulasi di dalam sedimen (Palar, 2008).

Logam berat dibagi menjadi dua berdasarkan toksikologinya, yaitu logam berat esensial dan non esensial. Logam berat esensial merupakan logam yang dibutuhkan oleh tubuh manusia namun dalam dosis atau jumlah tertentu, contoh dari logam berat esensial yakni Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan Sn. Sedangkan logam berat non esensial dapat diartikan sebagai logam yang beracun (*toxic metal*). Dikarenakan sifatnya yang beracun maka logam yang termasuk dalam golongan ini memberikan efek yang negatif bagi kesehatan manusia, contoh dari logam ini yakni Pb, Cu, Cd, Sn, Cr (VI) (Direktorat Pengawasan Produk dan Bahan Berbahaya BPOM RI, 2010).

Berdasarkan analisis, urutan *Potential Ecological Risk* (PER) logam berat yang berada di perairan yaitu Timbal (Pb), Arsen (As), Cadmium (Cd), Nikel (Ni), Seng (Zn), Kromium (Cr), Tembaga (Cu). Pb dan As dikategorikan sebagai kriteria risiko ekologi yang cukup tinggi dengan nilai 52,18 dan 50,00. Sementara logam berat lainnya memiliki kriteria *Potential Ecological Risk* (PER) yang rendah (risiko rendah) (Gambar 2.1). Faktor toksisitas untuk keduanya berat logam (Pb / As: 5/10) lebih tinggi dari yang lain, kecuali untuk Cd. Akibatnya, Pb dan As dapat

menyebabkan signifikan efek ekologis pada permukaan sedimen (Effendi *et al.* 2016).



Gambar 2.1. Potensi risiko konsentrasi logam berat ( $E_i^i$ )

### 2.3 Baku Mutu Kualitas Sedimen pada Sungai

Hasil pengukuran logam berat Pb, Cr, Cu, Cd dalam sedimen dibandingkan dengan pedoman mutu sedimen *Canadian Council of Ministers of the Environment* (CCME, 1999) dari Canada, logam berat Fe dibandingkan dengan baku mutu *Sediment Quality Guideline Values for Metals and Associated Levels of Concern to be used in Doing Assessments of Sediment Quality* (2003), sedangkan Mn dibandingkan dengan baku mutu *National Sediment Quality Survey US EPA* (2004) hal tersebut karena Indonesia belum memiliki pedoman mutu untuk sedimen serta dengan di beberapa daerah lainnya. Pedoman ini sangat berguna untuk mengkaji sedimen yang terkontaminasi dengan membandingkan konsentrasi kontaminan sedimen dengan pedoman kualitas yang sesuai. (Wenning dan Ingersoll, 2002)

### 2.4 Potential Ecological Risk (PER)

Indeks *Potential Ecological Risk* (PER) dihitung untuk menilai kontaminasi logam berat dalam sedimen. Persamaan untuk menghitung PER adalah sebagai berikut (G.Suresh *et al.* 2012)

$$C_f^i = \frac{c^i}{c_n^i} \quad C_d = \sum_{i=1}^n C_f^i$$

$$E_r^i = T_r^i \times C_f^i. \quad PER = \sum_{i=1}^n E_r^i$$

Selanjutnya hasil dari hitungan tersebut dapat di klasifikasikan. Berikut dapat digunakan untuk menggambarkan faktor risiko:

- $E_r^i < 40$  dan  $R_i < 90$  risiko ekologis rendah untuk badan air.
- $40 \leq E_r^i < 80$  dan  $90 \leq R_i < 180$  risiko ekologis sedang untuk badan air.
- $80 \leq E_r^i < 160$  dan  $180 \leq R_i < 360$  risiko ekologis yang cukup besar untuk badan air.
- $160 \leq E_r^i < 320$  dan  $R_i \geq 360$  risiko ekologis yang sangat tinggi untuk badan air.
- $E_r^i \geq 320$  memiliki risiko ekologis yang sangat tinggi untuk badan air (tidak ada  $R_i$  untuk tingkat ini)

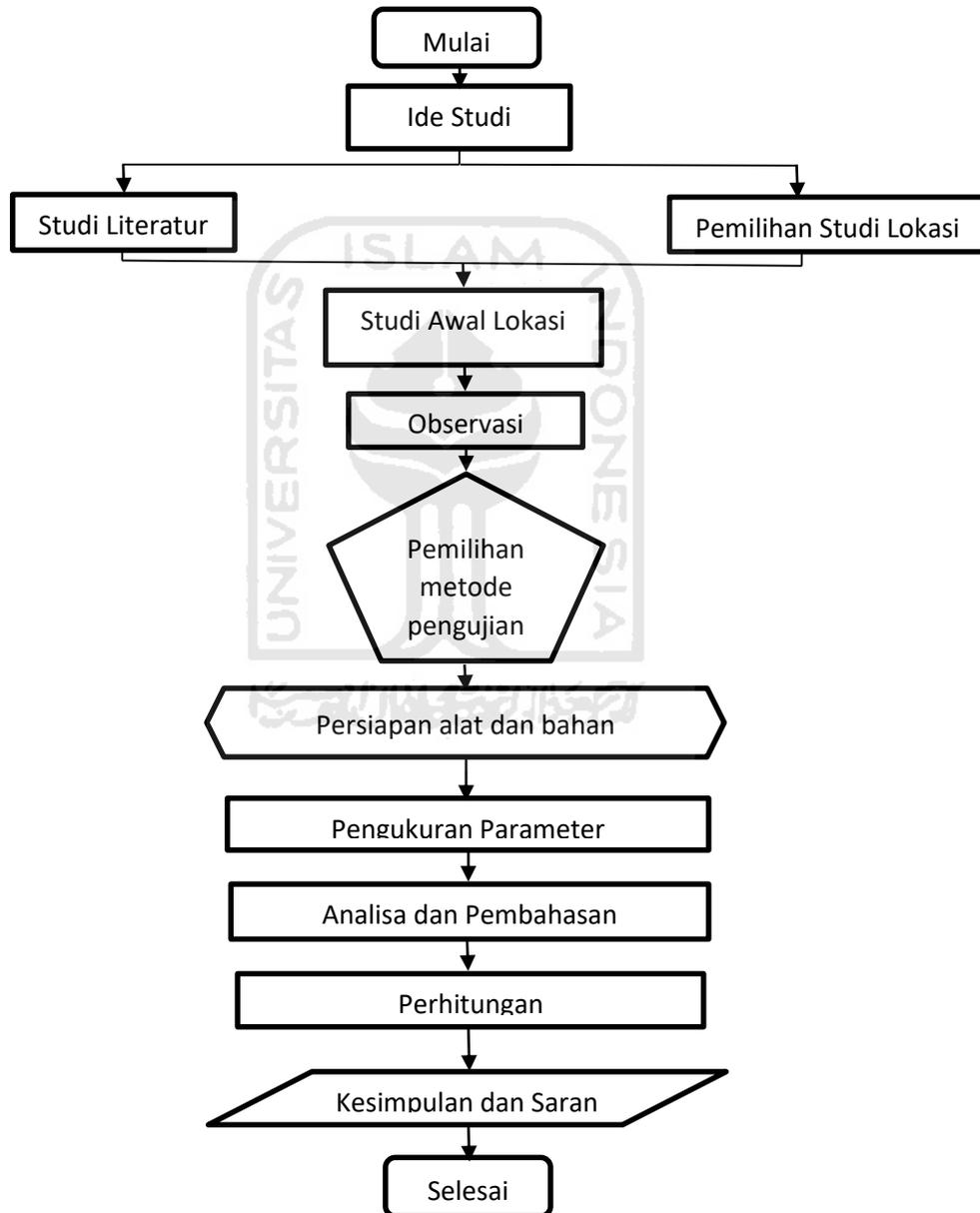


*'Halaman ini sengaja dikosongkan'*

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Tahap Penelitian

Diagram alir dalam proses penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 Skema Penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel dilakukan di enam titik Sungai Code sebanyak 6 (enam) kali yang dilakukan 1 (satu) sampai 2 (dua) kali per bulan, dimulai dari 30 Desember 2019 sampai 10 Maret 2020 untuk melihat variasi kualitas sedimen pada bulan tersebut. Metode pengambilan sampel sedimen yang digunakan adalah *grab sampling*, yaitu metode pengambilan sampel secara langsung pada suatu titik yang dianggap bisa menjadi perwakilan kualitas sungai. Metode pengambilan sampel secara *grab sampling* dipilih karena memiliki kelebihan yaitu lebih mudah dan membutuhkan peralatan yang sederhana dan waktu yang singkat dari pada metode yang lain (USEPA, 2002). Sampel sedimen diambil menggunakan alat bantu sedalam  $\pm 20$  cm dari permukaan. Sedimen diambil pada bagian dipinggir dan tengah kemudian di *mix* dan di saring untuk mengurangi kadar air pada sedimen. Kemudian sampel sedimen dimasukkan ke dalam plastik *Ziplock* kemudian diberi label agar tidak tertukar antara satu sampel dengan sampel yang lain.

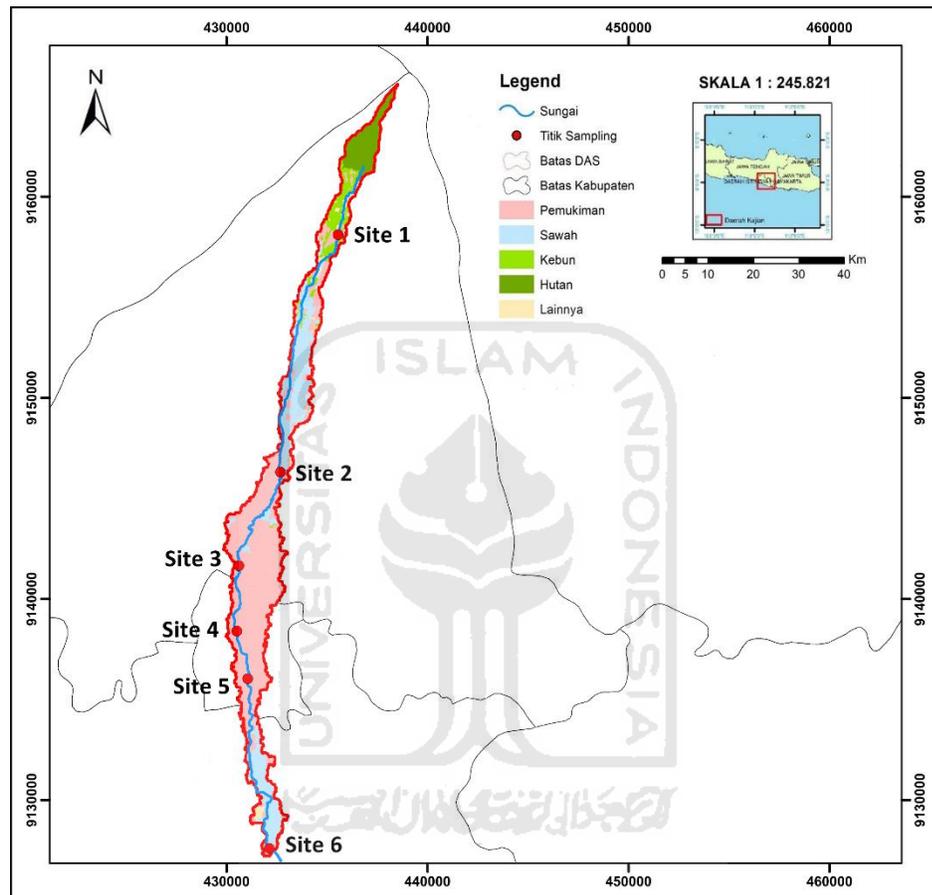
### 3.3 Lokasi Sampling dan Wilayah Studi

Pada penelitian ini lokasi yang dipilih untuk diteliti adalah Sungai Code. Sungai Code terletak di kaki Gunung Merapi yang melintasi Kota Yogyakarta. Penduduk sekitar sering menggunakan sungai tersebut untuk melakukan aktivitas sehari-hari dan dimanfaatkan oleh warga sekitar untuk pengairan persawahan dan air minum. Pengambilan sampel dilakukan pada 6 titik yaitu Jembatan Gantung Boyong, Jembatan Ngentak, Jembatan Pogung, Jembatan Jambu, Jembatan Keparakan Kidul dan Jembatan Kembang Songo. Pengambilan sampel sedimen pada titik tersebut berdasarkan beberapa pertimbangan yaitu:

- a. Akses pengambilan sampel yang memungkinkan
- b. Sumber perairan tercemar, sumber perairan yang dimanfaatkan, serta lokasi masuknya perairan ke waduk atau danau (badan air lainnya).
- c. Faktor keamanan dan keselamatan

- d. Adanya pengaruh lahan seperti wilayah seperti pemukiman, perkebunan dan sawah.

Berdasarkan hasil survey lapangan, berikut adalah deskripsi titik-titik acuan pengambilan sampel yang disajikan dalam.



Gambar 3.2 Peta Lokasi Sampling

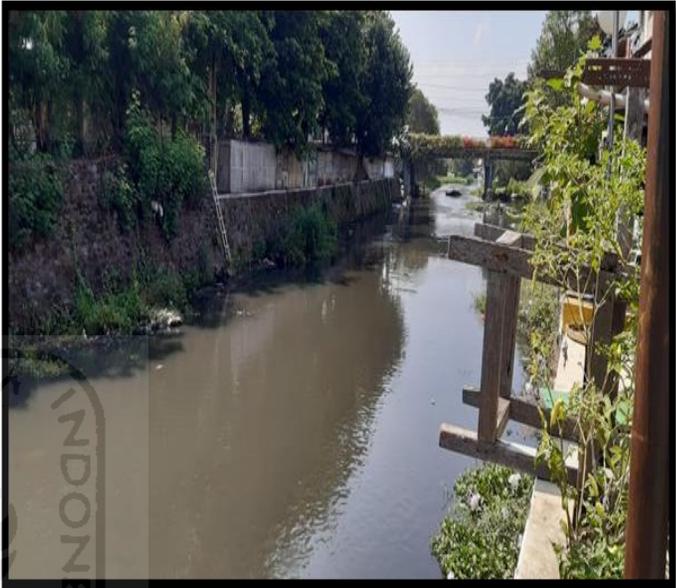
Tabel 3.1 Tabel Diskripsi Lokasi Sampling

No	Nama	Garis Lintang	Garis Bujur	Deskripsi	Gambar
1.	S1	7°36'57.47"S	110°24'56.537"E	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dibawah Jembatan Boyong</li> <li>• Hulu Sungai Code</li> <li>• Aliran air sungai cukup deras</li> <li>• Dasar sungai terdiri dari batuan dengan berbagai macam ukuran serta pasir.</li> <li>• Lebar sungai ± 5,9 m</li> </ul>	

2.	S2	7°43'21.42"S	110°23'21.4"T	<ul style="list-style-type: none"><li>• Berada dibawah Jembatan Ngentak</li><li>• Aliran sungai telah melewati area pemukiman</li><li>• Aliran air cukup deras</li><li>• Sisi kanan dan kiri sungai adalah tebing curam</li><li>• Ada tangga untuk akses turun ke badan sungai</li><li>• Lebar sungai ± 9,4 m</li></ul>	
----	----	--------------	---------------	---	---

3.	S3	7°45'48.08"S	110° 22' 14.23"T	<ul style="list-style-type: none"><li>• Berada di jembatan Pogung</li><li>• Dasar sungai berupa batuan berbagai ukuran serta pasir dan lumpur</li><li>• Sisi kanan dan kiri sungai merupakan pemukiman, dan dekat dengan beberapa hotel serta kampus UGM</li><li>• Ada sampah plastik berupa botol, kemasan plastik.</li><li>• Ada tangga untuk akses turun ke badan sungai.</li><li>• Lebar sungai ± 24,9 m</li></ul>	
----	----	--------------	------------------	--	---

4.	S4	7°47'38.79"S	110° 22' 10.93"T	<ul style="list-style-type: none"><li>• Berada dibawah Jembatan Jambu</li><li>• Aliran air cukup deras</li><li>• Sisi kanan dan kiri sungai merupakan pemukiman</li><li>• Ada pipa effluent dari limbah domestik di sekitar lokasi</li><li>• Tidak ditemukan akses untuk turun ke badan sungai</li><li>• Lebar sungai ± 14,2 m</li></ul>	
----	----	--------------	------------------	--	---

5.	S5	7°48'55.76"S	110° 22' 28.77"T	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aliran air cukup deras</li><li>• Sisi kanan dan kiri merupakan pemukiman</li><li>• Merupakan spot pemancingan warga sekitar</li><li>• Akses menuju badan sungai curam dan berada di bawah jalan raya</li><li>• Lebar sungai ± 22,1 m</li></ul>	
----	----	--------------	------------------	--	---

6.	S6	7°89'29.19"S	110° 38'55.19"	<ul style="list-style-type: none"><li>• Berada dibawah Jembatan Kembang songo</li><li>• Sisi kanan dan kiri sungai merupakan pemukiman, sekolah, kampus dan hotel</li><li>• Akses menuju badan sungai curam</li><li>• Lebar sungai ± 13,1 m</li></ul>	
----	----	--------------	----------------	---	---

### 3.4 Pengukuran Parameter

Pengujian logam berat dilakukan di laboratorium meliputi Besi (Fe) yang mengacu pada SNI 06-6992.7-2004, Mangan (Mn) yang mengacu pada SNI 06-6992.6.2004, Kadmium (Cd) yang mengacu pada SNI 06-6992.4-2004, Tembaga (Cu) yang mengacu pada SNI 06-6992.5-2004, Cromium (Cr) yang mengacu pada SNI 06-6992.8.2004 dan Timbal (Pb) yang mengacu pada SNI 06-6992.3-2004. Pengujian logam berat dilakukan menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS). Parameter pendukung yang diukur dalam penelitian ini yaitu parameter fisika. Parameter fisika yang diukur adalah *Total Solid* (TS). Metode Pengukuran *Total Solid* (TS) mengacu pada SNI 6989.26-2016.

### 3.5 Analisis Data

Pada tahapan ini dilakukan pengolahan data dengan berbagai metode untuk menggambarkan kualitas Sedimen Sungai Code.

#### 3.5.1 Konsentrasi Logam Berat Setiap *Site* di Sungai Code

Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif. Metode ini merupakan analisis yang digunakan untuk mendeskripsikan suatu keadaan atau masalah agar lebih mudah dipahami dengan membandingkan data pada setiap *site* yang telah didapatkan. Konsentrasi logam berat pada sedimen dengan mengacu pada *Canadian Interim Freshwater Sediment Quality Guidelines* (ISQGs) dimana nilai berturut – turut 35 mg/kg, 0.6 mg/kg, 37.3 mg/kg, 35.7 mg/kg untuk Pb, Cd, Cr, Cu. logam berat Fe dibandingkan dengan baku mutu *Sediment Quality Guideline Values for Metals and Associated Levels of Concern to be used in Doing Assessments of Sediment Quality* (2003) dimana nilainya sebesar 20 mg/kg,

sedangkan Mn dibandingkan dengan baku mutu *National Sediment Quality Survey US EPA* (2004) dimana nilainya sebesar 248,77 mg/kg. Hasil dari analisis kandungan logam berat yang diuji di laboratorium adalah data-data yang akan dimasukkan dan disusun ke dalam Microsoft Excel.

### **3.5.2 Konsentrasi Logam Berat Setiap Bulan di Sungai Code**

Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif. Metode ini merupakan analisis yang digunakan untuk mendeskripsikan suatu keadaan atau masalah agar lebih mudah dipahami dengan membandingkan data setiap bulan yang telah didapatkan. Hasil dari analisis kandungan logam berat yang diuji di laboratorium adalah data-data yang akan dimasukkan dan disusun ke dalam Microsoft Excel.

### **3.5.3 Konsentrasi Parameter Fisika di Sungai Code**

Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif. Metode ini merupakan analisis yang digunakan untuk mendeskripsikan suatu keadaan atau masalah agar lebih mudah dipahami dengan membandingkan data debit di setiap *site* dengan data konsentrasi logam berat dan data konsentrasi *Total Solid* (TS) mengacu pada baku mutu PP No 82 Tahun 2001 dengan konsentrasi logam berat agar didapatkan perbandingan konsentrasi setiap parameter tersebut.

### **3.5.4 Hubungan Setiap Logam Berat**

Metode yang digunakan adalah metode korelasi. Metode korelasi digunakan untuk menggambarkan hubungan antar logam berat pada sedimen di Sungai Code. Pengolahan data menggunakan aplikasi yaitu SPSS 25. Data yang di-*input* adalah konsentrasi antar logam berat. Data yang sudah di-*input* kemudian di-*analyze*, lalu pilih *Pearson Correlation*. Setelah itu akan muncul tabel hasil kekuatan

hubungannya dan signifikansinya. Menurut Sugiyono (2013), menentukan menentukan korelasi *Pearson Product Moment* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{(n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2) - (n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)}}$$

Keterangan :

- $r_{xy}$  = Koefisien korelasi *pearson*
- $x_i$  = Variabel indenpenden
- $y_i$  = Variabel dependen
- $n$  = Banyak Sampel

Dari hasil yang diperoleh menggunakan rumus di atas, dapat dilihat tingkat hubungan pengaruh variabel  $x$  dan  $y$ . Nilai  $r$  dapat bervariasi dari -1 hingga +1 yang dapat ditulis menjadi  $-1 \leq r \leq +1$ . Tiga alternatif dari perhitungan tersebut, yaitu :

1. Bila  $r = 0$  atau mendekati 0, maka korelasi antar variabel sangat lemah atau bahkan tidak ada hubungan sama sekali.
2. Bila  $r = +1$  atau mendekati +1, maka hubungan korelasi antar variabel adalah kuat dan searah, dikatakan positif.
3. Bila  $r = -1$  atau mendekati -1, maka korelasi antar variabel kuat dan berlawanan arah, dikatakan negatif. Sebagai pedoman, dapat dilihat tabel berikut:

Tabel 3.2 Pedoman untuk Memberikan Interpretasi Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Lemah
0,20 – 0,399	Lemah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Sumber: Sugiyono (2013:250)

### 3.5.5 *Potensial Ecological Risk (PER)*

Indeks *Potensial Ecological Risk* (PER) dihitung untuk menilai kontaminasi logam berat dalam sedimen. Persamaan untuk menghitung PER adalah sebagai berikut.

$$C_f^i = \frac{C^i}{C_n^i} \quad C_d = \sum_{i=1}^n C_f^i$$

$$E_r^i = T_r^i \times C_f^i, \quad PER = \sum_{i=1}^n E_r^i$$

Dimana  $C_f^i$  adalah tingkat kontaminasi logam berat,  $C^i$  adalah konsentrasi logam berat pada sedimen.  $C_n^i$  adalah referensi risiko ekologis logam berat dimana pada musim hujan Cd = 0,272 mg/kg, Cr = 90 mg/kg, Cu = 13 mg/kg, Pb = 18,2 mg/kg (Hakanson, 1980). Jumlah dari  $C_f^i$  merupakan mewakili tingkat logam berat ( $C_d$ ) di lingkungan.  $E_r^i$  adalah potensi ekologi indeks risiko.  $T_r^i$  adalah faktor respon toksisitas berat logam dimana Cd = 30, Cr = 2, Cu = 5, Pb = 5. PER adalah indeks risiko ekologis potensial yang merupakan jumlah dari  $E_r^i$  (G.Suresh *et al.* 2012).

Tabel 3.3 Indeks dan tingkat *Potential Ecological Risk (PER)*

	Tingkat Polusi	RI	Kelas Risiko	Tingkat Risiko
$E_r^i < 30$	Slight	RI < 40	A	Slight
$30 < E_r^i < 60$	Medium	$40 < RI < 80$	B	Medium
$60 < E_r^i < 120$	Strong	$80 < RI < 160$	C	Strong
$120 < E_r^i < 240$	Very Strong	$160 < RI < 320$	D	Very Strong
$E_r^i > 240$	Extremely Strong	RI > 320	-	-

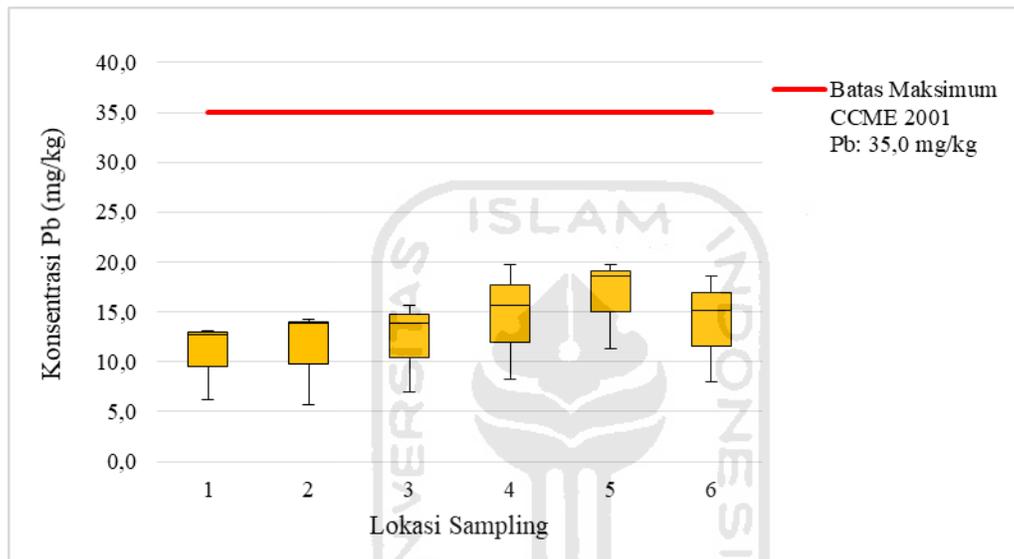
Sumber : X. Jiang, 2014

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Konsentrasi Logam Berat Setiap *Site* di Sungai Code

##### 4.1.1 Hasil dan Analisis Logam Berat Pb pada Sedimen

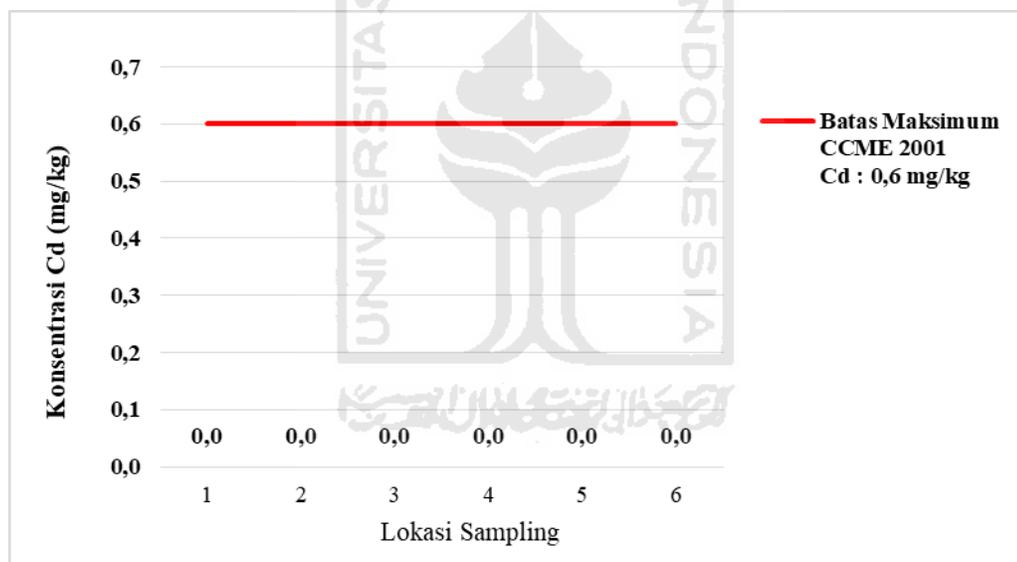


Gambar 4.1 Timbal (Pb) Per *Site*

Gambar di atas merupakan konsentrasi Timbal (Pb) per *site* di sepanjang Sungai Code Yogyakarta. Konsentrasi Timbal (Pb) yang diperoleh berkisar antara 6,22 mg/kg sampai dengan 19,69 mg/kg. Berdasarkan peraturan CCME 2001, konsentrasi Timbal (Pb) dalam sedimen pada sungai yang diperbolehkan sebesar 35,0 mg/kg. Pada gambar diatas dapat terlihat bahwa konsentrasi Timbal (Pb) di setiap *site* masih dibawah batas maksimum yang telah ditentukan. Adapun tingginya konsentrasi Timbal (Pb) di *site* 5 karena kondisi lingkungan yang berada di perkotaan, pemukiman padat penduduk dan industri di sekitar sungai. Menurut (Soedomo, 2009) aktivitas manusia yang menghasilkan bahan – bahan pencemar Timbal (Pb) antara lain pembuangan limbah industri maupun limbah rumah tangga. Menurut (Made, 2009) limbah rumah tangga yang menghasilkan Timbal (Pb) seperti dari buangan

kemasan untuk memasak dan penyajian makanan (kertas koran dan majalah. Menurut (Novita *et al.* 2012) industri yang berpotensi sebagai sumber pencemaran Timbal (Pb) adalah industri yang memakai Pb sebagai bahan baku maupun bahan penambah, misalnya industri pengecoran logam karena terjadinya migrasi logam berat Timbal (Pb) dari bahan penambahan pengecoran logam yang dibuang sembarangan disekitar sungai. Sedangkan menurut Dinas Lingkungan Hidup Yogyakarta (2018) mengenai Kajian Beban Pencemaran Sungai Code pada *site* 5 terdapat sumber pencemar industri yaitu industri pengencer triplek. Diduga limbah industri Pengencer Triplek tersebut masuk ke dalam perairan akan dapat terjadi peningkatan konsentrasi logam berat Timbal (Pb) di Sungai Code.

#### 4.1.2 Hasil dan Analisis Logam Berat Cd Pada Sedimen

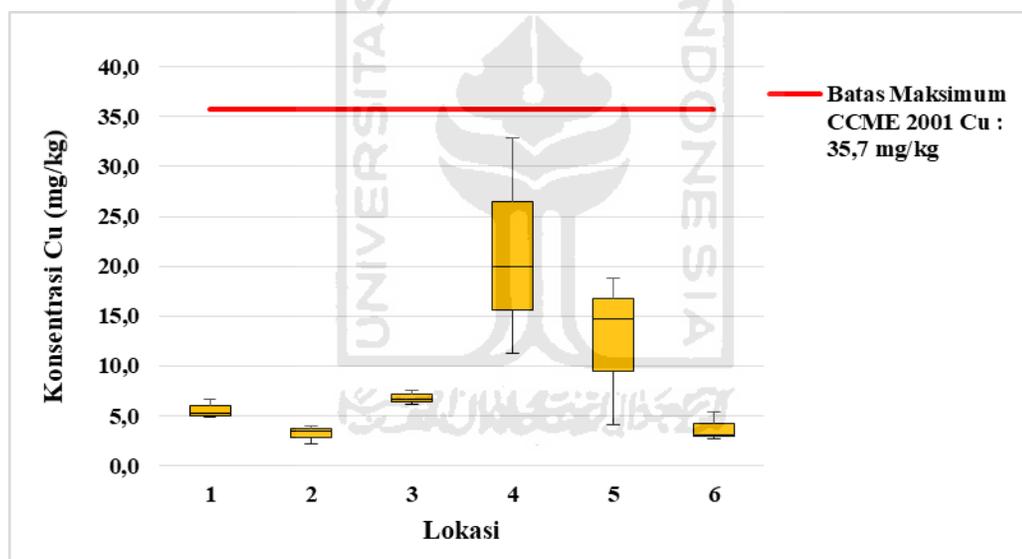


Gambar 4.2 Kadmium (Cd) Per *Site*

Gambar di atas merupakan diagram konsentrasi Kadmium (Cd) per *site* di sepanjang Sungai Code Yogyakarta. Berdasarkan peraturan CCME 2001, konsentrasi Kadmium (Cd) dalam sedimen pada sungai yang diperbolehkan sebesar 0,6 mg/kg. Adapun dari gambar konsentrasi Kadmium (Cd) pada sedimen tidak terdeteksi keberadaanya di semua *site* penelitian karena berada dibawah *Limit Detection* yaitu < 0,0037 mg/L. Menurut (Rieza *et al.* 2015) dalam kondisi normal, konsentrasi

Kadmium (Cd) dalam sedimen jumlahnya sangat sedikit karena keberadaan kadmium (Cd) dalam sedimen umumnya berasal dari aktivitas antropogenik, hal ini ditunjukkan dengan rendahnya konsentrasi Kadmium (Cd). Menurut (Siti, 2016) kecepatan arus sungai yang deras dan faktor musim penghujan saat pengambilan sampel dapat mempengaruhi sebaran tinggi rendahnya konsentrasi logam berat semakin cepat arus sungai maka konsentrasi logam berat akan rendah sedangkan semakin lambat arus sungai maka konsentrasi logam berat semakin tinggi dan akan mengendap pada sedimen. Oleh karena itu diduga konsentrasi Kadmium (Cd) dalam sedimen di perairan sangat rendah dan dengan ditambah faktor lingkungan yang terjadi yaitu pengambilan sampel di musim penghujan.

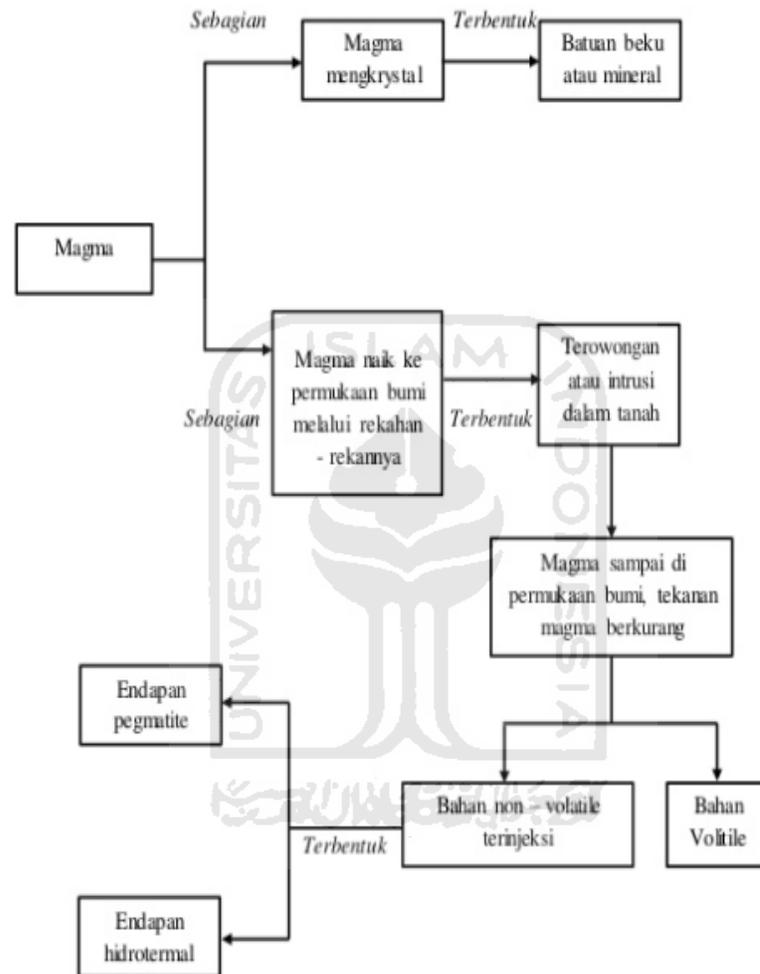
#### 4.1.3 Hasil dan Analisis Logam Berat Cu Pada Sedimen



Gambar 4.3 Tembaga (Cu) Per *Site*

Gambar di atas merupakan konsentrasi Tembaga (Cu) per *site* di sepanjang Sungai Code Yogyakarta. Konsentrasi Tembaga (Cu) yang diperoleh berkisar antara 2,20 mg/kg sampai dengan 32,86 mg/kg. Berdasarkan peraturan CCME 2001, konsentrasi Tembaga (Cu) dalam sedimen pada sungai yang diperbolehkan sebesar 35,7 mg/kg. Pada gambar diatas dapat terlihat bahwa konsentrasi Tembaga (Cu) di setiap *site* masih dibawah batas maksimum yang telah ditentukan. Pada gambar di

atas dapat terlihat bahwa konsentrasi Tembaga (Cu) pada *site* 1 lebih tinggi dari pada *site* 2. Menurut (Anna *et al.* 2012) sumber Tembaga (Cu) bisa terjadi karena adanya proses endapan bijih tembaga yaitu suatu proses yang berhubungan langsung dengan intrusi magma gunung berapi. Berikut prosesnya dapat dilihat pada gambar 4.4.

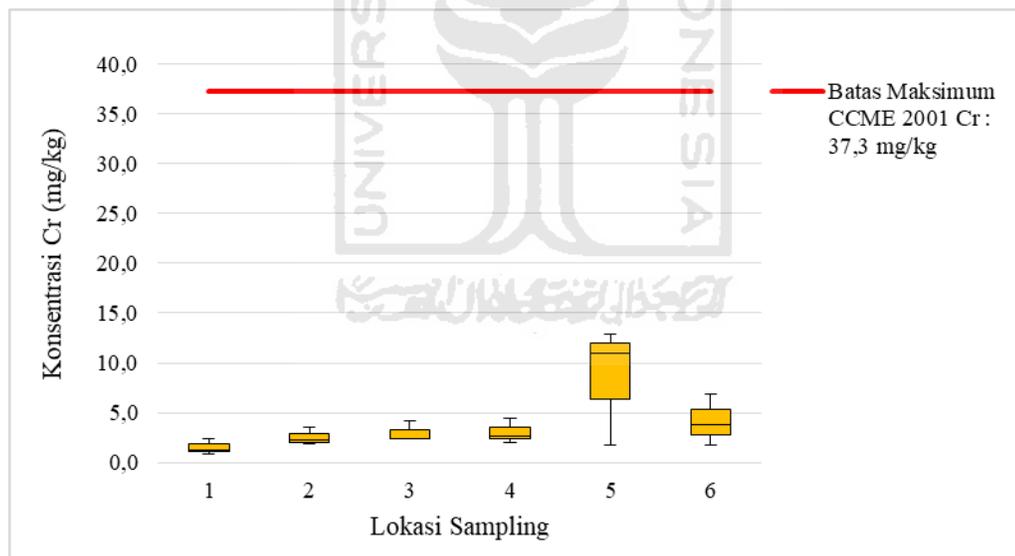


Gambar 4.4 Skema Mekanisme Endapan Biji Tembaga (Cu)

Sesuai studi literatur tersebut jika dibandingkan dengan lokasi penelitian dilapangan yakni konsentrasi *site* 1 lebih tinggi dari pada *site* 2 karena pada lokasi *site* 1 berada di hulu yang berdekatan dengan gunung merapi, Sleman DIY. Dalam skema diatas sebagian magma yang dihasilkan akan naik ke permukaan bumi melalui rekahan-rekahan yang akan terbentuk terowongan atau intrusi dalam tanah. Magma yang sampai dipermukaan tekanannya akan berkurang dan masuk ke dalam sungai

membentuk suatu endapan. Kenaikan konsentrasi logam berat Tembaga (Cu) juga terjadi pada *site* 4. Tingginya konsentrasi pada *site* 4 disebabkan kondisi lingkungan yang didominasi oleh daerah perkotaan, industri. Menurut (Anazawa *et al.* 2004) meningkatnya konsentrasi logam berat Tembaga (Cu) disebabkan oleh masuknya limbah industri seperti industri baja, industri elektroplating, industri tekstil ke dalam perairan. Oleh karena itu, tingginya konsentrasi pada *site* 4 diduga dapat disebabkan oleh masukan limbah dari industri pembuatan piala pada proses galvanisasi yang berjarak sekitar 100 m dari titik lokasi pengambilan sampel. Menurut (Yoyok, 2016) dalam proses galvanisasi adalah proses pemberian lapisan pelindung untuk besi atau tembaga yang bertujuan untuk melindungi dari karat. Sesuai dengan literatur tersebut maka proses galvanisasi akan menghasilkan migrasi logam berat Tembaga (Cu) yang dibuang sembarangan disekitar sungai.

#### 4.1.4 Hasil dan Analisis Logam Berat Cr Pada Sedimen

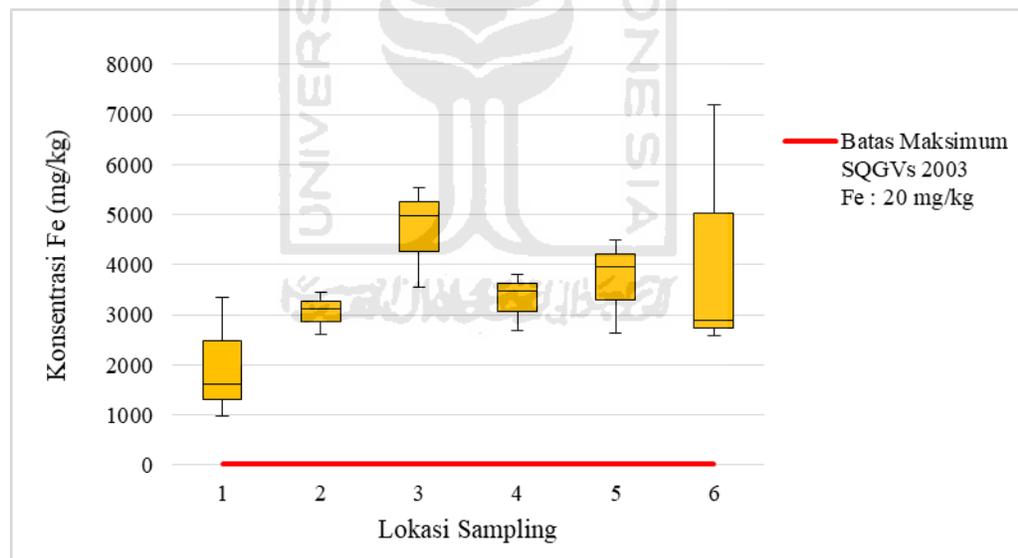


Gambar 4.5 Kromium (Cr) Per *Site*

Gambar di atas merupakan konsentrasi Kromium (Cr) per *site* di sepanjang Sungai Code Yogyakarta. Konsentrasi Kromium (Cr) yang diperoleh berkisar antara 0,84 mg/kg sampai dengan 12,94 mg/kg. Berdasarkan peraturan CCME 2001, konsentrasi Kromium (Cr) dalam sedimen pada sungai yang diperbolehkan sebesar

37,3 mg/kg. Pada gambar diatas dapat terlihat bahwa konsentrasi Kromium (Cr) di setiap *site* masih dibawah batas maksimum yang telah ditentukan. Pada gambar diatas dapat terlihat bahwa tingginya konsentrasi Kromium (Cr) di *site* 5 disebabkan karena kondisi lingkungan yang berada di perkotaan dan pemukiman padat penduduk dan industri di sekitar sungai. Meningkatnya konsentrasi logam berat Kromium (Cr) disebabkan oleh masuknya limbah industri penyamakan kulit ke dalam perairan. Pada industri penyamakan kulit penggunaan kromium dimanfaatkan untuk membatu proses pengolahan produksi (Raharjho *et al.* 2017). Sesuai studi literatur tersebut jika dibandingkan dengan lokasi penelitian dilapangan, tingginya konsentrasi pada *site* 5 kemungkinan dapat disebabkan oleh adanya masukan limbah dari industri penyamakan kulit yang berjarak sekitar 200 m dari dari titik lokasi pengambilan sampel.

#### 4.1.5 Hasil dan Analisis Logam Berat Fe Pada Sedimen

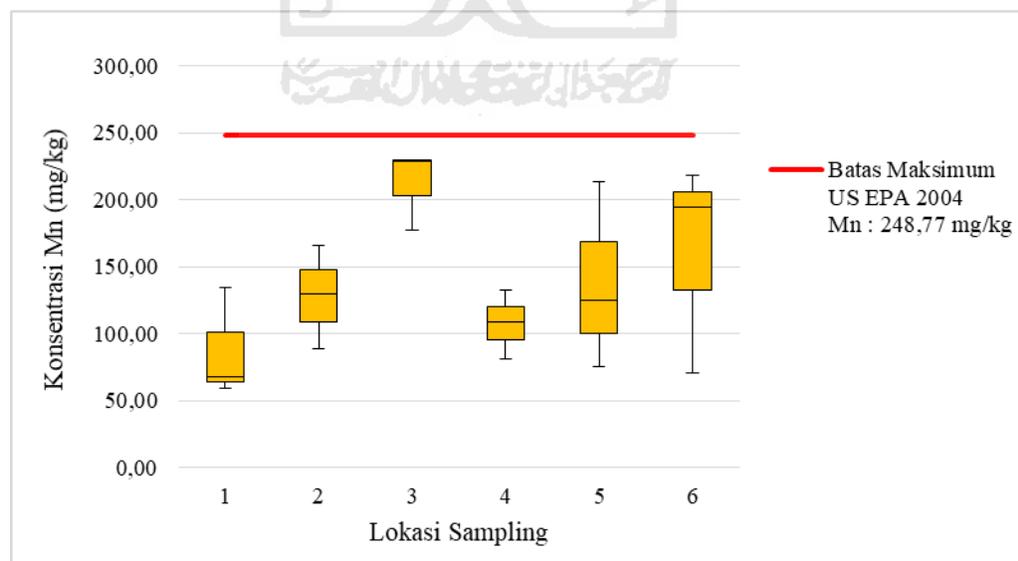


Gambar 4.6 Besi (Fe) Per *Site*

Gambar di atas merupakan konsentrasi Besi (Fe) per *site* di sepanjang Sungai Code Yogyakarta. Konsentrasi Besi (Fe) yang diperoleh berkisar antara 992,09 mg/kg sampai dengan 7197,89 mg/kg. Berdasarkan peraturan SQGVs 2003, konsentrasi Besi (Fe) dalam sedimen pada sungai yang diperbolehkan sebesar 20 mg/kg. Pada

gambar diatas dapat terlihat bahwa konsentrasi Besi (Fe) di setiap *site* telah melebihi batas maksimum yang telah ditentukan. Pada gambar diatas dapat terlihat bahwa konsentrasi Besi (Fe) tertinggi pada *site* 3 dan konsentrasi Besi (Fe) terendah pada *site* 1. Menurut (Kiamah *et al.* 2018) Kandungan Besi (Fe) di perairan dapat berasal dari larutan batu-batuan yang mengandung senyawa Besi (Fe) seperti pirit. Dalam buangan limbah industri kandungan Besi (Fe) berasal dari korosi pipa-pipa air mineral logam hasil elektro kimia yang terjadi pada perubahan air yang mengandung padatan larut yang dapat mempercepat terjadinya korosi. Menurut (Pratama, 2012) secara normal konsentrasi logam berat Besi (Fe) pada sedimen lebih tinggi dari pada Besi (Fe) di perairan. Hal ini, disamping karena keberadaan logam Besi (Fe) tersebut secara alami terkonsentrasi dalam batuan sedimen dan sifat sedimen yang lebih stabil. Oleh karena itu, tingginya konsentrasi Besi (Fe) pada *site* 3 yang berada di daerah padat penduduk, pertokoan, ruko, industri diduga dapat disebabkan oleh limbah rumah tangga yang mengandung besi seperti alat-alat elektronik, air yang mengandung logam berat Besi (Fe) dan buangan dari limbah industri serta didukung keberadaan logam Besi (Fe) secara alami dalam batuan sedimen.

#### 4.1.6 Hasil dan Analisis Logam Berat Mn Pada Sedimen

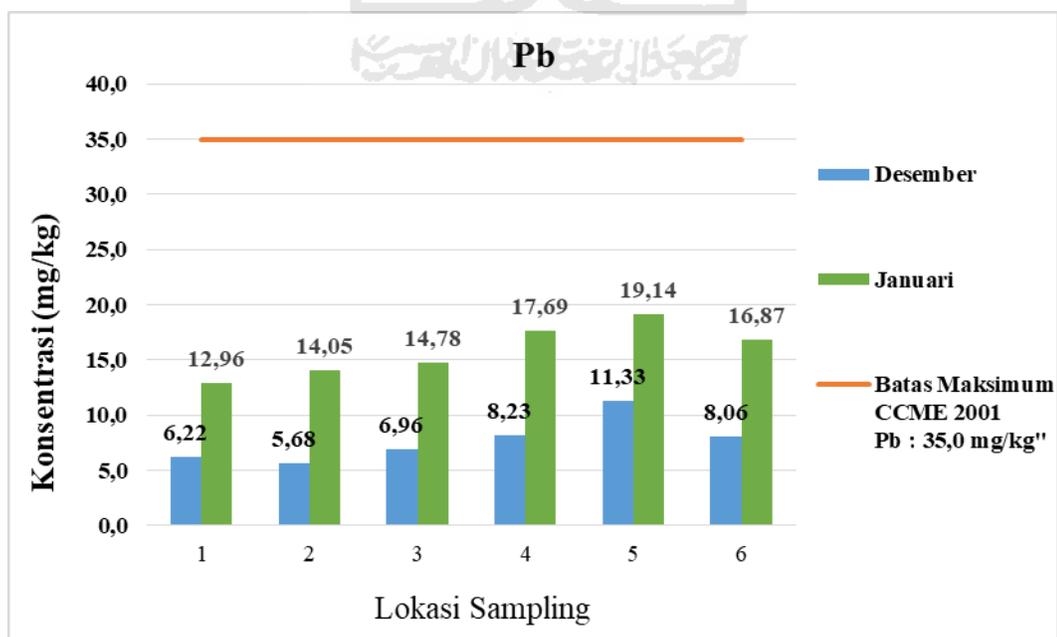


Gambar 4.7 Mangan (Mn) Per Site

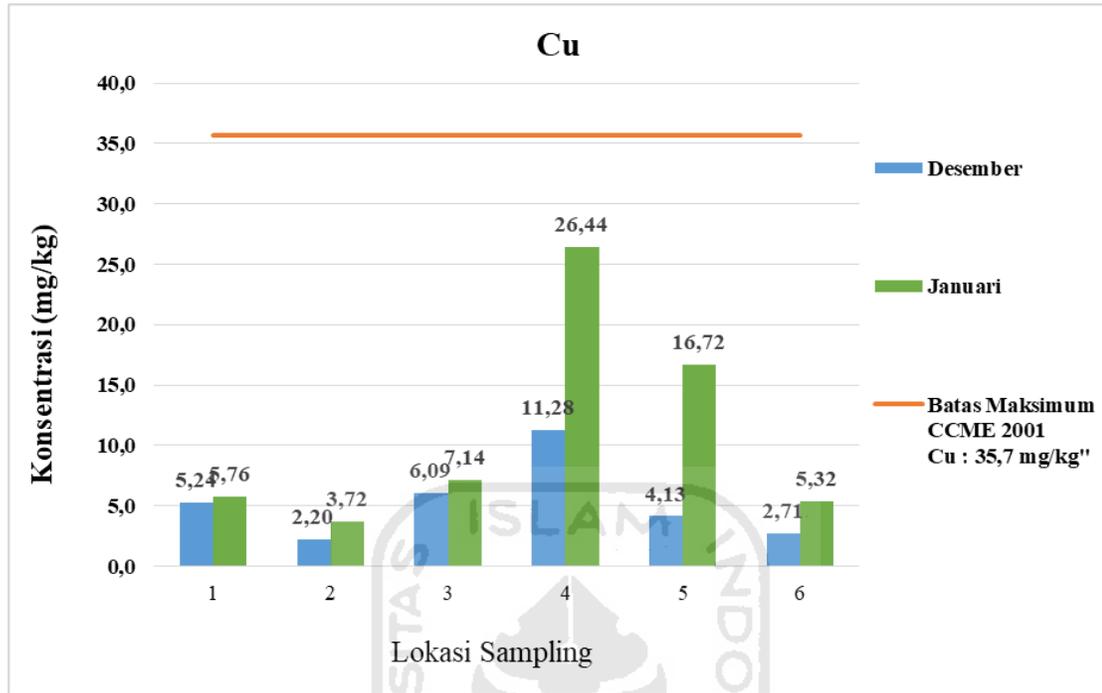
Gambar di atas merupakan konsentrasi Mangan (Mn) per *site* di sepanjang Sungai Code Yogyakarta. Konsentrasi Mangan (Mn) yang diperoleh berkisar antara 59,511 mg/kg sampai dengan 230,11 mg/kg. Berdasarkan peraturan US EPA 2004, konsentrasi Mangan (Mn) dalam sedimen pada sungai yang diperbolehkan sebesar 248,77 mg/kg. Pada gambar diatas dapat terlihat bahwa konsentrasi Mangan (Mn) di setiap *site* masih dibawah batas maksimum yang telah ditentukan. Pada gambar diatas dapat terlihat bahwa konsentrasi Mangan (Mn) tertinggi pada *site* 3 dan konsentrasi Mangan (Mn) terendah pada site 1. Secara alami pencemaran Mangan (Mn) di perairan terjadi karena pengikisan batuan atau karena aktivitas penduduk sekitar sungai (Idris, 2001). Pencemaran mangan juga terjadi karena bahan aktif di dalam batu baterai yang dibuang buang ke pesisir ataupun sungai (Palar, 2004). Tingginya konsentrasi pada *site* 3 diduga disebabkan karena aktivitas warga yakni penggalian pasir sungai yang menyebabkan terangkatnya Mangan (Mn) ke permukaan, yang kemudian mengalir terbawa arus sungai dan terakumulasi pada sedimen.

#### 4.2 Konsentrasi Logam Berat Setiap Bulan di Sungai Code

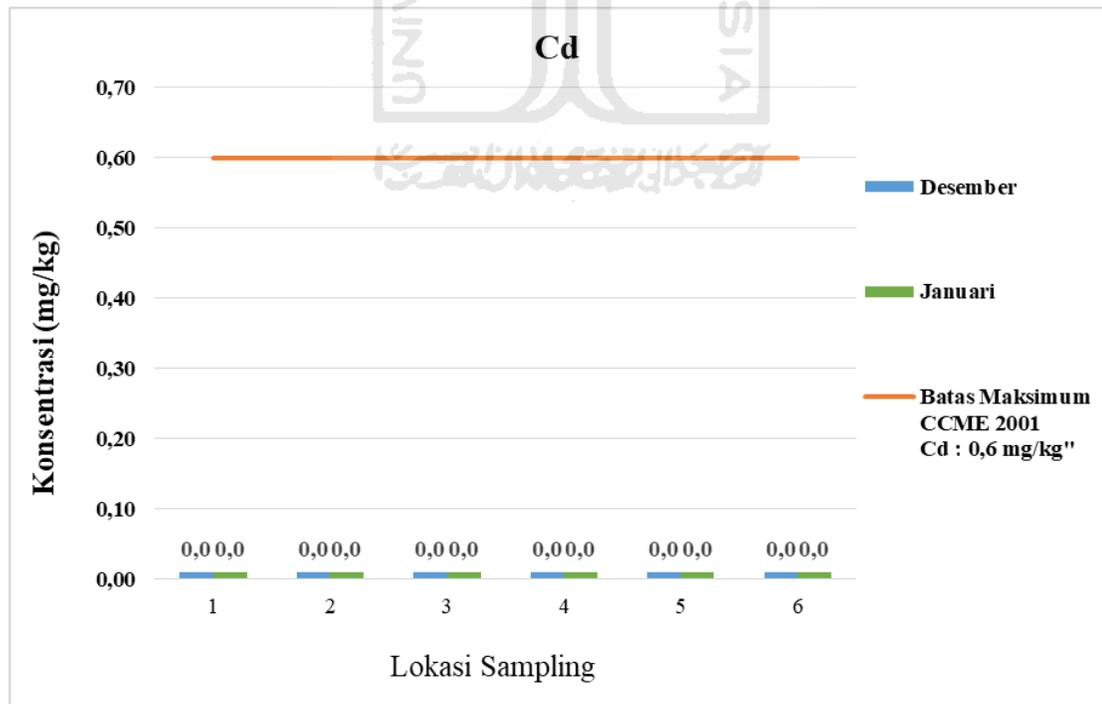
Gambar di bawah merupakan grafik konsentrasi logam berat Pb, Cu, Cr, Cd, Fe, Mn per bulan di sepanjang Sungai Code Yogyakarta



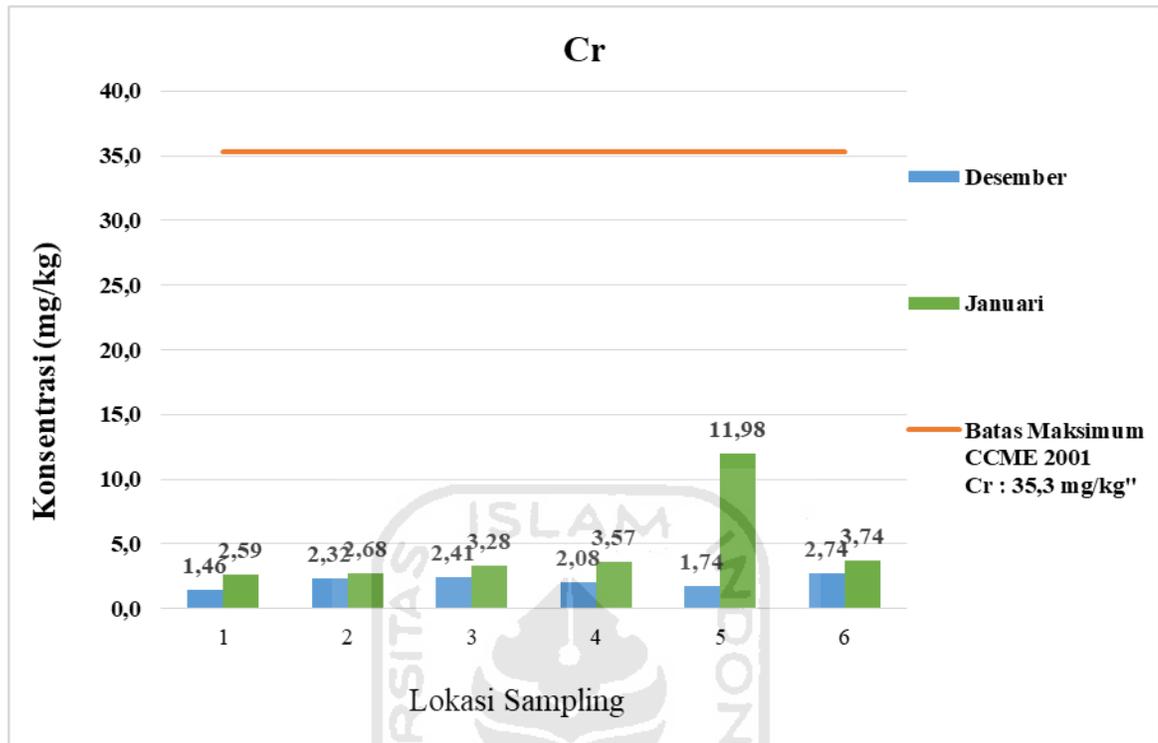
Gambar 4.8 Timbal (Pb) Per Bulan



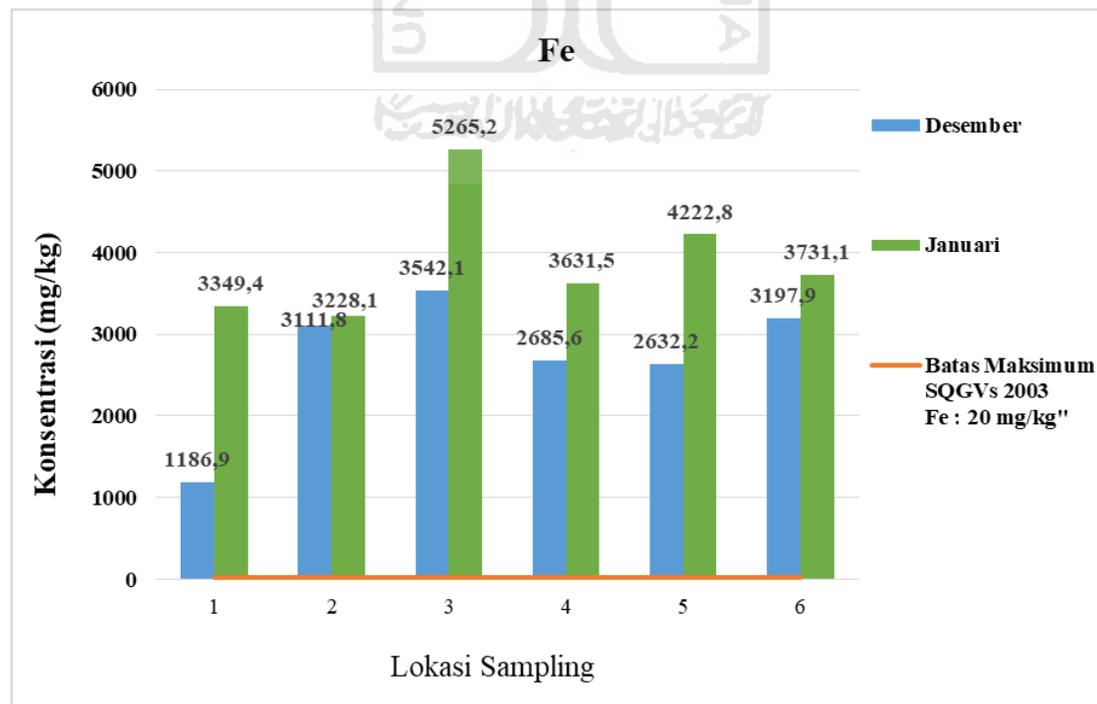
Gambar 4.9 Tembaga (Cu) Per Bulan



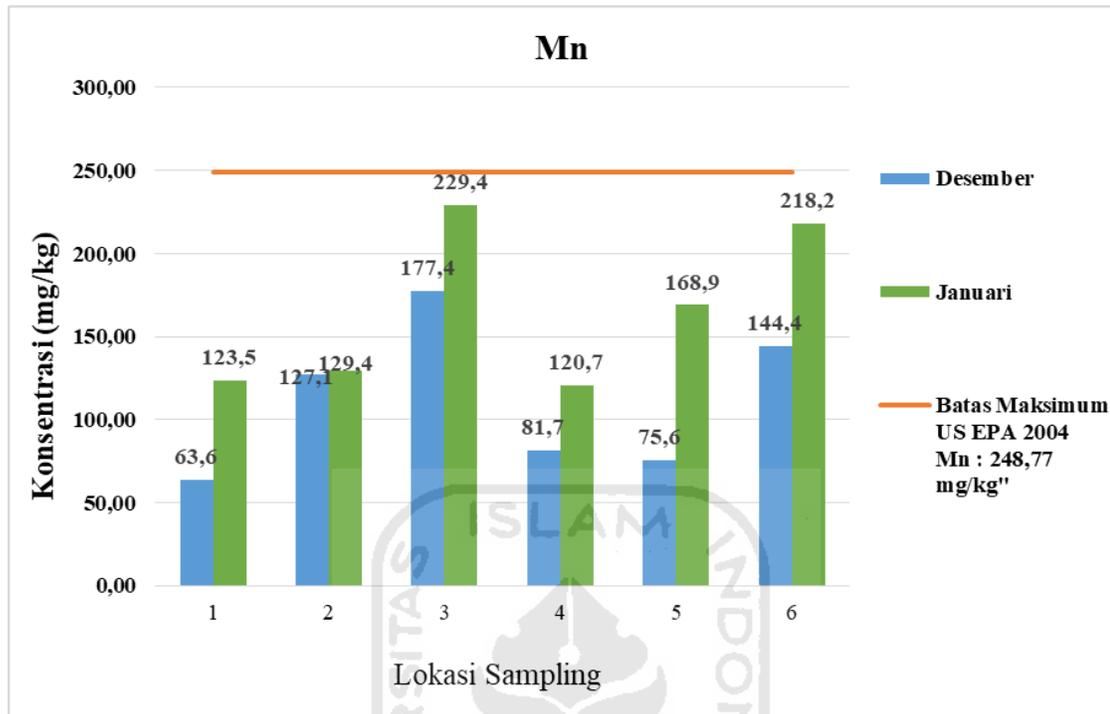
Gambar 4.10 Kadmium (Cd) Per Bulan



Gambar 4.11 Kromium (Cr) Per Bulan



Gambar 4.12 Besi (Fe) Per Bulan



Gambar 4.13 Mangan (Mn) Per Bulan

Dari gambar diatas bahwa rata-rata pada bulan Januari konsentrasi logam berat Pb, Cu, Cr, Cd, Fe, Mn lebih tinggi dibandingkan dengan bulan Desember. Pada gambar diatas nilai konsentrasi pada bulan Desember lebih rendah dari pada bulan Januari, hal ini diakibatkan dalam pengambilan sampel sedimen pada bulan Desember intensitas hujan lebih tinggi dari pada bulan Januari. Hal tersebut didukung dengan data informasi curah hujan bulanan dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Yogyakarta.

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Bulanan

DATA CURAH HUJAN			
Periode	Curah Hujan (mm)	Periode	Curah Hujan (mm)
Desember-2019	13,1	Januari-2020	7,51

Hal ini didukung dengan adanya pernyataan (Sheftiana *et al.* 2017) menjelaskan bahwa perubahan konsentrasi logam berat dalam sedimen dapat disebabkan oleh intensitas curah hujan yang terjadi karena semakin tinggi curah hujan maka konsentrasi logam berat rendah dan sebaliknya semakin rendah curah hujan maka konsentrasi logam berat tinggi. Dilihat dari hasil tersebut konsentrasi logam berat mengalami peningkatan di bulan januari karena curah hujan yang rendah di bulan januari mengakibatkan pengendapan antara sedimen dan air.

### **4.3 Konsentrasi Parameter Fisika di Sungai Code**

#### **4.3.1 Pengaruh Debit Dengan Logam Berat**

Berdasarkan (Putri, 2014) Timbal (Pb) merupakan logam lunak kebiruan atau kelabu keperakan yang secara alami terdapat di kerak bumi sekitar 12,5 mg/kg dan berasal dari berbagai kegiatan manusia sedangkan Kromium (Cr) secara alami berada di kerak bumi sekitar 100 mg/kg. Logam berat Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) yang berada di perairan akan terbawa oleh arus yang kemudian tenggelam ke dasar perairan dan akan terakumulasi dalam sedimen. Arus dan gelombang merupakan salah satu faktor yang menentukan arah dan sebaran sedimen. Kontaminasi dari logam berat Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) dalam sedimen akan bertahan selama kurun waktu yang lama.

Menurut (Yudo, 2006) konsentrasi logam berat yang tinggi dapat juga terjadi karena adanya perubahan jumlah penduduk, perubahan kegiatan di sepanjang DAS dan juga karena perubahan peruntukkan lahan. Oleh karena itu, tingginya konsentrasi Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) pada *site* 5 diduga karena adanya akumulasi logam berat Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) pada sedimen selama kurun waktu yang lama dan didukung dengan masuknya kontaminasi limbah dari aktivitas kegiatan manusia seperti membuang limbah baterai ke dalam sungai dan limbah industri di sekitar titik pengambilan sampel.

Konsentrasi tertinggi pada logam berat Besi (Fe) dan konsentrasi logam berat Mangan (Mn) terjadi pada *site* 3. Menurut (Kiamah *et al.* 2018) Kandungan Besi (Fe)

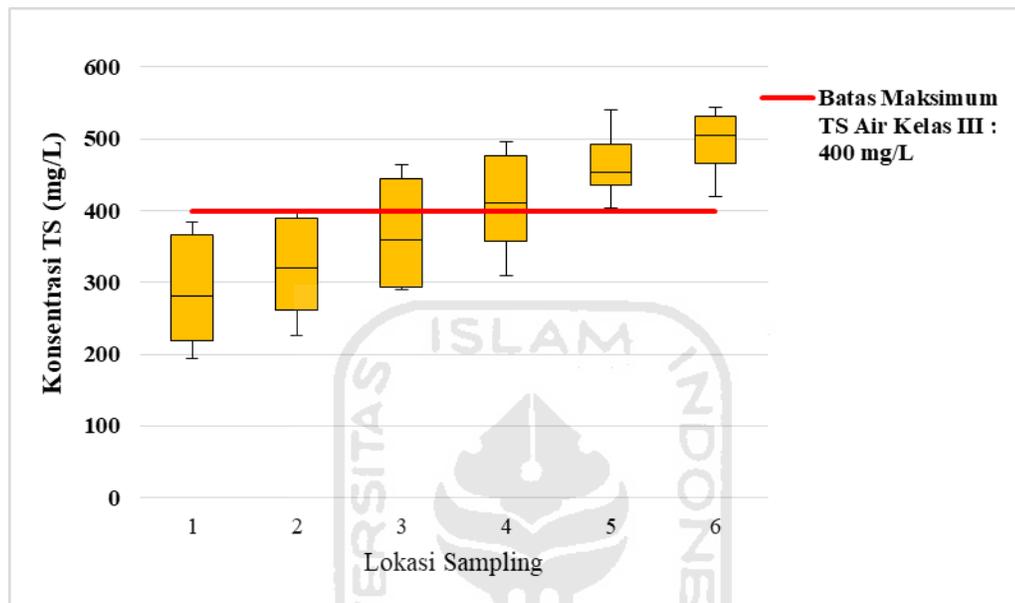
di perairan dapat berasal dari larutan batu-batuan yang mengandung senyawa Besi (Fe) seperti pirit sedangkan pencemaran Mangan (Mn) secara alami di perairan terjadi karena pengikisan batuan atau karena aktivitas penduduk sekitar sungai yang terjadi yaitu pengerukan pasir dan batuan di dasar sungai. Oleh karena itu, tingginya konsentrasi Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada *site* 3 diduga karena adanya faktor lain dari aktivitas penduduk sekitar yaitu penggalian pasir sungai yang menyebabkan konsentrasi Besi (Fe) dan Mangan (Mn) yang kemudian mengalir terbawa arus sungai dari *site* 1 dan 2 yang akan terakumulasi pada sedimen serta ditambahkan limbah rumah tangga yang mengandung Besi (Fe) dan Mangan (Mn).

Pada Logam berat Tembaga (Cu) konsentrasi tertinggi pada logam berat terjadi pada *site* 4. Jika dilihat dari data debit kenaikan juga terjadi dari *site* 4 sebesar  $2,50 \text{ m}^3/\text{s}$ . Menurut (Jesica *et al.* 2018) kenaikan logam berat akibat proses pelapukan batuan dapat meningkatkan konsentrasi logam tembaga (Cu) karena tingginya debit. Batuan yang ada di sungai akan tergerus oleh debit aliran sungai yang tinggi yang akan mengendap pada sedimen. Sumber lain logam berat Tembaga (Cu) Menurut (Anazawa *et al.* 2004) adalah karena masuknya limbah industri seperti industri baja, industri elektroplating, industri tekstil ke dalam perairan. Oleh karena itu tingginya konsentrasi Tembaga (Cu) pada *site* 4 diduga terjadi karena adanya proses pelapukan batuan dan masukan dari limbah disekitar sungai serta polutan yang mengandung Tembaga (Cu) yang kemudian mengalir terbawa arus sungai dari *site* 1, 2, 3 kemudian terakumulasi pada sedimen.

Pada logam berat Kadmium (Cd) pada sedimen tidak terdeteksi keberadaannya di semua *site* penelitian. Menurut (Rieza *et al.* 2015) dalam kondisi normal, konsentrasi Kadmium (Cd) dalam sedimen jumlahnya sangat sedikit karena umumnya berasal dari aktivitas antropogenik, hal ini ditunjukkan dengan rendahnya konsentrasi Kadmium (Cd) dan dengan ditambah faktor lingkungan yang terjadi yaitu pengambilan sampel di musim penghujan. Hal ini berlawanan jika dibandingkan dengan debit, dimana semakin tinggi debit sungai akan semakin tinggi pula konsentrasi logam berat karena banyaknya material – material yang terbawa arus

sungai yang mengendap pada sedimen. Jadi rendahnya rendahnya konsentrasi Kadmium (Cd) diduga karena adanya faktor lain yaitu berasal dari aktivitas antropogenik.

#### 4.3.2 Pengaruh *Total Solid* (TS) Dengan Logam Berat



Gambar 4.14 *Total Solid* (TS) Per Site

Gambar diatas merupakan konsentrasi *Total Solid* (TS) per site di sepanjang Sungai Code Yogyakarta. Konsentrasi *Total Solid* (TS) yang diperoleh berkisar antara 193 mg/L sampai dengan 543 mg/L. Berdasarkan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 20 tahun 2008, batas maksimum *Total Solid* (TS) yang diperbolehkan pada sungai dengan kategori III adalah 400 mg/L. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diketahui bahwa konsentrasi *Total Solid* (TS) di site 3,4,5 dan 6 telah melebihi batas maksimum yang telah ditentukan. Dari gambar diatas terlihat konsentrasi *Total Solid* (TS) mengalami fase kenaikan. Menurut (Zulfikar *et al.* 2017) sebaran *Total Solid* (TS) pada sedimen dipengaruhi oleh pasang surut, angin, dan arus. Kecepatan aliran sungai mempengaruhi laju transport sedimen. Kenaikan volume debit dari 0,10 m<sup>3</sup>/s yang terukur juga ikut meningkat sampai 4,25 m<sup>3</sup>/s. Menurut (Faya *et al.* 2019) juga berpendapat tingginya konsentrasi *Total Solid* (TS)

dapat terjadi akibat adanya aktivitas manusia yaitu material dari aktivitas manusia dapat masuk ke perairan dan mengendap pada sedimen. Jika dibandingkan dengan data debit pada *site* 6 terjadi penurunan sedangkan pada data *Total Solid* (TS) di *site* 6 mengalami kenaikan hal tersebut karena pada *site* 6 merupakan lokasi yang didominasi dengan pemukiman padat penduduk serta adanya lahan pertanian. Oleh karena itu, tingginya konsentrasi pada *site* 6 diduga karena adanya penambahan material yang masuk pada perairan dari aktivitas penduduk dari pertanian yang mengalir ke sungai di sekitar lokasi pengambilan sampel.

#### 4.4 Hubungan Setiap Logam Berat

Pada analisis hubungan antar logam berat menggunakan metode *pearson* yang dianalisis menggunakan SPSS 25. Analisis ini digunakan untuk mencari korelasi antar logam berat dalam sedimen. Menurut (Mattjik *et al.* 2000), koefisien korelasi adalah koefisien untuk menggambarkan tingkat keeratan hubungan antar 2 dua data atau lebih. Dua variabel dikatakan berkorelasi apabila salah satu variabel mempengaruhi variabel lainnya. Data yang dikorelasikan adalah data dari setiap logam berat dalam sedimen di Sungai Code Yogyakarta. Hasil korelasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Tabel Korelasi *Pearson*

Koefisien Korelasi (r)					
Variabel	Pb	Fe	Mn	Cr	Cu
Pb	1	-0,08	-0,09	-0,16	-0,19
Fe	-0,08	1	<b>0,92</b>	0,37	0,01
Mn	-0,09	0,92	1	0,18	0,28
Cr	-0,16	0,37	0,18	1	0,22
Cu	-0,19	0,01	0,28	0,22	1

Berdasarkan analisis korelasi *pearson* didapatkan bahwa hubungan antara Timbal (Pb) dengan Besi (Fe), Mangan (Mn), Kromium (Cr), dan Tembaga (Cu)

berturut-turut adalah : -0,08, -0,09, -0,16, -0,19. Dari tabel diatas terlihat bahwa korelasi Timbal (Pb) terhadap Besi (Fe) sebesar -0,08 yang artinya tingkat hubungannya sangat lemah dan berlawanan arah. Menurut (Lilik *et al.* 2019) Timbal (Pb) merupakan elemen yang terdapat pada grup IVA dan termasuk logam berat non essensial, sementara Besi (Fe) terdapat pada grup VIII B di tabel periodik dan termasuk essensial. Menurut (Effendi, 2003) Timbal (Pb) pada perairan ditemukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi sedangkan Besi (Fe) secara umum bersifat sukar larut pada perairan. Oleh karena itu, hubungan antara logam berat Timbal (Pb) dengan Besi (Fe) memiliki tingkat korelasi yang sangat lemah. Untuk logam berat Mangan (Mn) mempunyai korelasi sebesar -0,09 yang artinya tingkat hubungannya sangat lemah dan berlawanan arah. Menurut (Effendi, 2003) Mangan (Mn) adalah logam yang memiliki karakteristik serupa dengan Besi (Fe). Oleh karena itu, hubungan antara logam berat Timbal (Pb) dengan Mangan (Mn) memiliki tingkat korelasi yang sangat lemah. Untuk logam berat Kromium (Cr) mempunyai korelasi sebesar -0,16 yang artinya tingkat hubungannya sangat lemah dan berlawanan arah. Menurut (Effendi, 2003) Kromium (Cr) termasuk unsur yang jarang ditemukan pada perairan. Kromium (Cr) merupakan elemen yang terdapat pada grup VI B dan termasuk logam berat essensial. Oleh karena itu, hubungan antara logam berat Timbal (Pb) dengan Kromium (Cr) memiliki tingkat korelasi yang sangat lemah. Untuk logam berat Tembaga (Cu) mempunyai korelasi sebesar -0,19 yang artinya tingkat hubungannya sangat lemah dan berlawanan arah. Menurut (Effendi, 2003) Tembaga (Cu) merupakan pada grup I B di tabel periodik dan termasuk essensial. Garam-garam tembaga seperti tembaga karbonat, tembaga hidroksida, dan tembaga sulfida bersifat tidak mudah larut dalam air. Oleh karena itu, hubungan antara logam berat Timbal (Pb) dengan Tembaga (Cu) memiliki tingkat korelasi yang sangat lemah

Berdasarkan analisis korelasi *pearson* didapatkan bahwa hubungan antara Besi (Fe) dengan Mangan (Mn), Kromium (Cr), dan Tembaga (Cu) berturut-turut adalah: 0,92, 0,37, 0,01. Dari tabel diatas terlihat bahwa korelasi Besi (Fe) terhadap Mangan (Mn) sebesar 0,92 yang artinya tingkat hubungannya sangat kuat dan searah.

Menurut (Effendi, 2003) Besi (Fe) terdapat pada grup VIII B di tabel periodik dan termasuk essential. Mangan (Mn) terdapat pada grup VII B di tabel periodik dan sama seperti Besi (Fe) yaitu termasuk logam berat essential. Besi (Fe) dan Mangan (Mn) merupakan logam berat yang memiliki karakteristik yang serupa. Oleh karena itu, hubungan antara logam berat Besi (Fe) dengan Mangan (Mn) memiliki tingkat korelasi yang sangat kuat. Untuk logam berat Kromium (Cr) mempunyai korelasi sebesar 0,37 yang artinya tingkat hubungannya lemah dan searah. Menurut (Effendi, 2003) Kromium (Cr) termasuk unsur yang jarang ditemukan pada perairan. Kromium (Cr) merupakan elemen yang terdapat pada grup VI B dan termasuk logam berat essential. Oleh karena itu, hubungan antara logam berat Besi (Fe) dengan Kromium (Cr) memiliki tingkat korelasi yang lemah. Untuk logam berat Tembaga (Cu) mempunyai korelasi sebesar 0,01 yang artinya tingkat hubungannya sangat lemah dan searah. Menurut (Effendi, 2003) Tembaga (Cu) merupakan pada grup I B di tabel periodik dan termasuk essential. Garam-garam tembaga seperti tembaga karbonat, tembaga hidroksida, dan tembaga sulfida bersifat tidak mudah larut dalam air. Oleh karena itu, hubungan antara logam berat Besi (Fe) dengan Tembaga (Cu) memiliki tingkat korelasi yang sangat lemah.

Berdasarkan analisis korelasi *pearson* didapatkan bahwa hubungan antara Mangan (Mn) dengan Kromium (Cr), dan Tembaga (Cu) berturut-turut adalah : 0,18, 0,28. Dari tabel diatas terlihat bahwa korelasi Mangan (Mn) terhadap Kromium (Cr) sebesar 0,18 yang artinya tingkat hubungannya sangat lemah dan searah. Sedangkan korelasi Mangan (Mn) terhadap Tembaga (Cu) sebesar 0,28 yang artinya tingkat hubungannya lemah dan searah. Menurut (Effendi, 2003) dari logam berat Mangan (Mn), Kromium (Cr), dan Tembaga (Cu) memiliki karakteristik yang berbeda. Oleh karena itu, hubungan antara logam berat Mangan (Mn) dengan Kromium (Cr), dan Tembaga (Cu) memiliki tingkat korelasi yang sangat lemah.

Berdasarkan analisis korelasi *pearson* didapatkan bahwa hubungan antara Tembaga (Cu) dengan Kromium (Cr) adalah 0,22 yang artinya tingkat hubungannya lemah dan searah. Menurut (Effendi, 2003) dari logam berat Kromium (Cr) dan

Tembaga (Cu) memiliki karakteristik yang berbeda. Oleh karena itu, hubungan antara logam berat dan Tembaga (Cu) dengan Kromium (Cr), memiliki tingkat korelasi yang lemah.



Dari tabel korelasi *pearson* diatas dapat disimpulkan yang mempunyai nilai korelasi sangat kuat adalah Besi (Fe) dengan Mangan (Mn) sebesar 0,92 dan korelasi yang sangat lemah adalah Timbal (Pb) terhadap Besi (Fe) sebesar -0,08.

#### 4.5 Penilaian Potensi Risiko Lingkungan

##### 4.5.1. Penilaian Potensi Risiko Lingkungan

Dapat dilihat pada Tabel 4.4 menggunakan metode PERI untuk menilai potensi risiko lingkungan.

Tabel 4.4 Penilaian Potensi Risiko Lingkungan

Logam Berat	Rata - rata Konsentrasi (mg/kg)	Konsentrasi Min (mg/kg)	Konsentrasi Max (mg/kg)	Eir Rata-rata	Eir Min	Eir Max
Pb	13,19	11,26	16,54	3,624	2,944	4,544
Fe	3493,87	1987,58	4690,85	0,064	0,036	0,085
Mn	138,96	87,16	212,07	0,008	0,005	0,012
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	3,80	1,53	8,57	0,085	0,034	0,190
Cu	8,87	3,21	21,39	3,410	1,236	8,225
<b>Rata – rata</b>				<b>1,198</b>	<b>4,255</b>	<b>13,057</b>

Berdasarkan Tabel 4.4 penilaian potensi risiko lingkungan, nilai rata-rata setiap parameter logam berat masih berada dibawah angka 30. Konsentrasi logam berat pada lokasi penelitian Sungai Code dengan nilai konsentrasi rata-rata seluruh parameter yang dianalisis RI kelas risiko A sebesar 1,198 dengan tingkat *slight*. Nilai konsentrasi maksimum logam berat memiliki nilai RI sebesar 13,057 dengan tingkat risiko *slight* kelas risiko A artinya masih berada pada konsentrasi di lingkungan secara alami dan tidak berisiko terhadap lingkungan (X Jiang, 2014). Berdasarkan hitungan pada Tabel 4.4 dapat diurutkan parameter logam berat yang memiliki nilai indeks dari terbesar sampai terkecil yaitu, Cu, Pb, Cr, Fe, Mn, Cd. Hal tersebut dapat disimpulkan pada lokasi penelitian Sungai Code masih berada pada konsentrasi di lingkungan secara alami dan tidak berisiko terhadap lingkungan.

Tabel 4.5 Data Potensi Risiko Lingkungan Negara Berkembang

No	Nama Sungai	Eir	Tingkat Resiko	Refensi
1	Laguna, Philipina	41,02	Medium	Pradit <i>et al.</i> (2010)
2	Veeranam, India	125,19	Medium	Suresh <i>et al.</i> (2012)
3	Manchar, Pakistan	87,1	Medium	Arain <i>et al.</i> (2014)

Jika dibandingkan dengan data potensi risiko lingkungan Tabel 4.5 di berbagai negara berkembang lokasi penelitian di Sungai Code, Indonesia mempunyai angka terkecil dari pada negara lainnya yaitu dibawah angka 30 dengan tingkat *slight*.

*'Halaman ini sengaja dikosongkan'*



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian Analisis *Potential Ecological Risk* (PER) Berdasarkan Logam Berat Dalam Sedimen Di Sungai Code Yogyakarta, adalah sebagai berikut :

1. Hasil Pengujian menunjukkan logam berat di *site* 1 s.d 6 Timbal (Pb) berturut-turut adalah sebesar 10,71 mg/kg ( $\pm 3,18$ ), 11,26 mg/kg ( $\pm 3,95$ ), 12,17 mg/kg ( $\pm 3,76$ ), 14,54 mg/kg ( $\pm 4,75$ ), 16,54 mg/kg ( $\pm 3,71$ ), 13,93 mg/kg ( $\pm 4,39$ ). Besi (Fe) berturut-turut adalah sebesar 1987,6 mg/kg ( $\pm 996,65$ ), 3056,0 mg/kg ( $\pm 348,90$ ), 4690,9 mg/kg ( $\pm 844,83$ ), 3316,2 mg/kg ( $\pm 466,21$ ), 3692,6 mg/kg ( $\pm 782,54$ ), 4220,1 mg/kg ( $\pm 2109,15$ ). Mangan (Mn) berturut-turut adalah sebesar 87,2 mg/kg ( $\pm 33,45$ ), 127,9 mg/kg ( $\pm 31,66$ ), 212,1 mg/kg ( $\pm 24,49$ ), 107,7 mg/kg ( $\pm 20,67$ ), 137,8 mg/kg ( $\pm 57,02$ ), 161,0 mg/kg ( $\pm 64,67$ ). Kromium (Cr) berturut-turut adalah sebesar 1,53 mg/kg ( $\pm 0,68$ ), 2,56 mg/kg ( $\pm 0,72$ ), 2,99 mg/kg ( $\pm 0,82$ ), 3,07 mg/kg ( $\pm 1,00$ ), 8,57 mg/kg ( $\pm 4,89$ ), 4,11 mg/kg ( $\pm 2,09$ ), Tembaga (Cu) berturut-turut adalah sebesar 5,59 mg/kg ( $\pm 0,78$ ), 3,21 mg/kg ( $\pm 0,74$ ), 6,79 mg/kg ( $\pm 0,61$ ), 21,39 mg/kg ( $\pm 8,87$ ), 12,52 mg/kg ( $\pm 6,16$ ), 3,70 mg/kg ( $\pm 1,15$ ). Kadmium (Cd) berada dibawah *Limit Detection*  $< 0,0037$  mg/L.
2. Berdasarkan penilaian potensi risiko lingkungan dapat diurutkan parameter logam berat dari terbesar sampai terkecil yaitu Cu (8,2), Pb (4,5), Cr (0,19), Fe (0,08), Mn (0,01). Potensi risiko lingkungan pada parameter logam berat Cu, Pb, Cr, Fe, Mn masih dalam lingkup batas tingkat rendah yaitu di bawah angka 30 artinya masih berada pada konsentrasi di lingkungan secara alami dan tidak berisiko terhadap lingkungan.

## 5.2 Saran

1. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai pencemaran logam berat di Sungai Code Yogyakarta mengingat Sungai Code menjadi sungai yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat luas untuk memberikan informasi lebih mengenai tingkat pencemaran logam berat di sungai.
2. Pengujian sampel harus dilakukan dengan benar sesuai petunjuk dan standar yang berlaku agar mendapatkan hasil yang baik. Untuk penelitian berikutnya diharapkan dapat mencari data yang lengkap serta penambahan titik sampling disetiap input yang masuk ke badan sungai guna menambah keakuratan data.
3. Untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai pentingnya menjaga kualitas air sungai, maka perlu adanya sosialisasi kepada masyarakat tentang pola hidup yang baik dan sehat sehingga diharapkan nantinya masyarakat menjadi lebih peka terhadap kesehatan lingkungan sungai dan tidak mencemari sungai dengan membuang pencemar ke badan air.

*'Halaman ini sengaja dikosongkan'*



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul. W., Anwar. D., Anwar M., (2014). **Analisis Risiko Lingkungan Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Sedimen Air Laut di Wilayah Pesisir Kota Makassar.** Universitas Hasannudin
- Ahmad. A., Eko. K., (2017). **Pola Sebaran TSS Di Teluk Jakarta.** Universitas Indonesia
- Anih, S. (2016). **Persepsi Masyarakat Dalam Pemanfaatan Air Bersih.** Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR RI
- Anjani, M., (2018). **Analisis Water Quality Index Kandungan Logam Berat Di Sepanjang Sungai Code Yogyakarta.** Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Arain, M., Kazi, T., (2014). **Speciation Of Heavy Metals In Surface Sediments From Lake Taihu.** *J Hazard Mater.*
- Ariva, S., (2016). **Analisis Kualitas Air Melalui Deteksi Fe pada Sungai di Daerah Istimewa Yogyakarta.** Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Desi, W., Sofyatuddin, K., Nurfadillah, N., (2017). **Analisis Logam Pb, Mn, Cu, dan Cr Pada Sedimen Di Pelabuhan Jetty Meulaboh, Aceh Barat.** *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah.*
- Direktorat Pengawasan Produk dan Bahan Berbahaya BPOM RI, (2010).
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta, (2018). **Laporan Kualitas Air Sungai Januari – Desember 2018.** Yogyakarta
- Effendi, H. (2003). **Telaah Kualitas Air.** Kanisius. Yogyakarta
- Effendi H. Kawaroe M., Dea, (2016). **Ecological Risk Assessment of Heavy Metal Pollution in Surface Sediment of Mahakam Delta, East Kalimantan.** *Department of Marine Science and Teknologi.*
- Erlanda, E., (2012). **Kajian Sedimentasi Pada Sumber Air Baku PDAM Kota Pontianak.** Pontianak.

- Faya, M., La, O., (2019) **Sebaran Total Suspended Solid (TTS) Permukaan Di Perairan Desa Wawatu Kabupaten Konawe**. Universitas Halu Oleo
- G. Suresh., P. Sutharsan., V. Ramasamy., R. Venkatachalapaty., (2012). **Ecotoxicol Environ. Saf** 84
- Hakanson, L., (1980). **An Ecological Risk Index For Aquatic Pollution Control. A Sedimentological approach**. *Water Res.*
- Jessica, O., Ratna, S., Pience. (2018). **Kehadiran Logam- Logam Berat (Pb, Cd, Zn) Pada Air dan Sedimen Sunagi Lowatag**. UNSRAT Manado
- Liu, Y., Yuke, P., Dongmei, Y., Qian, Y., dan Lin, X., (2015). **Assessment of Heavy Metal Enrichment, Bioavailability, and Controlling Factor in Sedimen in Taihu Lake, China**. *Soil and Sediment Contamination*.
- Lilik, M., Sri, Y., Aulia, S., **Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) Dan Besi (Fe) Dalam Sedimen Dasar dan Keterkaitan dengan Karbon Organik**. Universitas Diponegoro. Semarang
- Made, A. (2009). **Bahaya Logam Berat Pada Makanan**. UI Press, Jakarta.
- Palar, H. (2008). **Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat**. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Pradit, S., Wattakayon, G. (2010). **Distribution Of Trace Elements In Sediments and Biota Of Songkhla Lake**. *Water Air Soil Pollution*.
- Putri, Z., Sri., Y. (2014). **Studi Sebaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dalam Air dan Sedimen di Sungai Manyar Gresik**. *Jurnal Oseanografi*
- Reny, P., (2006). **Logam Dalam Ekosistem**. Peneliti pada Pusat Riset Perikanan Tangkap. Jakarta.
- Satmoko., Y. (2006). **Kondisi Pencemaran Logam Berat di Perairan DKI Jakarta**. Pusat Teknologi Lingkungan-BPPT
- Sheftiana U.S., A. Sarminingsih., W.D Nugraha., (2017). **Penentuan Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode Indeks Pencemaran sebagai Pengendalian**

**Kualitas Lingkungan (Studi Kasus: Sungai Gelis, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah).** *Jurnal Teknik Lingkungan*

- Sunardi, S., Supriyanto, C., (2008). **Comparison Test Of FNAA And AAS Method For Cu, Cd, Cr, And Pb Analysis Of Code River Sediment (Indonesia).** *National Nuclear Energi Agency.* Yogyakarta
- Tchounwou B. P., Yedjou G. C., Patlolla K. A, and Sutton J. D. (2012). **Heavy Metal Toxicity and the Environment. Molecular, Clinical and Environmental Toxicology, Experientia Supplementum.** Vol. 101.
- Wang, J., Sun, Q., Yi, L., Yin, X., Wang, A., Li, Y., (2014). **Spatial Variation Environmental Assasment and Source Identificationon Heavy Metal in Sedimentof The Yangtze River Estuary.** *Marine Pollution Bulletin,* Vol 64.
- Wenning RJ, Ingersoll CG. (2002). **Summary of the SETAC Pellston Workshop on use of sediment quality guidelines and related tools for the assessment of contaminated sediments: Executive summary booklet.** *Pensacola (FL).*
- Zhang, Y., Hu, X., Yu, T. (2012). **Distribution and Risk Assessment of Metals in Sediments Taihu Lake, China.** *Bull Environ Contam Toxicol.* Vol 89.

*'Halaman ini sengaja dikosongkan'*



## LAMPIRAN

**Lampiran 1 : Data *Boxplot* TS**

Site	TS					
	Desember	Januari I	Januari II	Februari I	Februari II	Maret I
S1	193	213	233	330	378	383
S2	227	267	260	374	398	395
S3	296	289	293	421	453	463
S4	387	347	310	433	491	497
S5	433	403	443	462	503	540
S6	420	457	490	518	537	543
TS						
Statistic	S1	S2	S3	S4	S5	S6
MIN	193	227	289	310	403	420
Q1	218	262	294	357	436	465
Q2	282	321	359	410	453	504
Q3	366	390	445	477	493	532
MAX	383	398	463	497	540	543
Differences						
Differences	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Q1	218,33	261,67	294,08	356,67	435,58	465,00
Q2-Q1	63,33	58,83	64,75	53,33	17,08	39,05
Q3-Q2	84,08	69,58	86,50	66,58	40,33	27,98
Q1-MIN	25,00	35,00	5,08	46,67	32,25	45,00
MAX-Q3	17,58	7,58	18,00	20,08	47,00	11,31
BM	400	400	400	400	400	400

**Lampiran 2 : Data *Boxplot* Logam Berat**

**Timbal (Pb)**

Site	Timbal (Pb)		
	Desember	Januari I	Januari II
S1	6,222	13,144	12,778
S2	5,678	13,867	14,233
S3	6,956	15,689	13,867
S4	8,233	19,689	15,689
S5	11,333	18,600	19,689
S6	8,056	15,144	18,600

Timbal (Pb)						
Statistic	S1	S2	S3	S4	S5	S6
MIN	6,222	5,678	6,956	8,233	11,333	8,056
Q1	9,500	9,772	10,411	11,961	14,967	11,600
Q2	12,778	13,867	13,867	15,689	18,600	15,144
Q3	12,961	14,050	14,778	17,689	19,144	16,872
MAX	13,144	14,233	15,689	19,689	19,689	18,600
Differencces	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Q1	9,500	9,772	10,411	11,961	14,967	11,600
Q2-Q1	3,278	4,094	3,456	3,728	3,633	3,544
Q3-Q2	0,183	0,183	0,911	2,000	0,544	1,728
Q1-MIN	3,278	4,094	3,456	3,728	3,633	3,544
MAX-Q3	0,183	0,183	0,911	2,000	0,544	1,728
BM	35	35	35	35	35	35

**Besi (Fe)**

Site	Besi (Fe)		
	Desember	Januari I	Januari II
S1	3349,4	1621,2	992,1
S2	3111,8	3452,7	2603,5
S3	3542,1	4980,8	5549,7
S4	2685,6	3464,9	3798,1
S5	2632,2	3948,4	4497,1
S6	7197,9	2879,9	2582,4

Besi (Fe)						
Statistic	S1	S2	S3	S4	S5	S6
MIN	992,089	2603,511	3542,111	2685,556	2632,222	2582,400
Q1	1306,644	2857,644	4261,444	3075,222	3290,333	2731,133
Q2	1621,200	3111,778	4980,778	3464,889	3948,444	2879,867
Q3	2485,322	3282,222	5265,222	3631,500	4222,778	5038,878
MAX	3349,444	3452,667	5549,667	3798,111	4497,111	7197,889
Differences	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Q1	1306,644	2857,644	4261,444	3075,222	3290,333	2731,133
Q2-Q1	314,556	254,133	719,333	389,667	658,111	148,733
Q3-Q2	864,122	170,444	284,444	166,611	274,333	2159,011
Q1-MIN	314,556	254,133	719,333	389,667	658,111	148,733
MAX-Q3	864,122	170,444	284,444	166,611	274,333	2159,011
BM	20	20	20	20	20	20







**Lampiran 3 : Pollution Ecological Risk**

**Data Tingkat Polusi Lingkungan**

No	Lokasi	Pb						Tingkat Polusi
		Ci	Cin	Cif	Tir	Eir		
1	S1	10,71	18,2	0,589	5	2,944	Slight	
2	S2	11,26	18,2	0,619	5	3,093	Slight	
3	S3	12,17	18,2	0,669	5	3,344	Slight	
4	S4	14,54	18,2	0,799	5	3,994	Slight	
5	S5	16,54	18,2	0,909	5	4,544	Slight	
6	S6	13,93	18,2	0,766	5	3,828	Slight	
Rata-rata						3,624	Slight	
No	Lokasi	Cu						Tingkat Polusi
		Ci	Cin	Cif	Tir	Eir		
1	S1	5,59	13	0,430	5	2,150	Slight	
2	S2	3,21	13	0,247	5	1,236	Slight	
3	S3	6,79	13	0,522	5	2,611	Slight	
4	S4	21,39	13	1,645	5	8,225	Slight	
5	S5	12,52	13	0,963	5	4,816	Slight	
6	S6	3,70	13	0,285	5	1,425	Slight	
Rata-rata						3,410	Slight	
No	Lokasi	Cr						Tingkat Polusi
		Ci	Cin	Cif	Tir	Eir		
1	S1	1,53	90	0,017	2	0,034	Slight	
2	S2	2,56	90	0,028	2	0,057	Slight	
3	S3	2,99	90	0,033	2	0,066	Slight	
4	S4	3,07	90	0,034	2	0,068	Slight	
5	S5	8,57	90	0,095	2	0,190	Slight	
6	S6	4,11	90	0,046	2	0,091	Slight	
Rata-rata						0,085	Slight	

No	Lokasi	Cd					
		Ci	Cin	Cif	Tir	Eir	Tingkat Polusi
1	S1	0,00	0,272	0,000	30	0,000	Slight
2	S2	0,00	0,272	0,000	30	0,000	Slight
3	S3	0,00	0,272	0,000	30	0,000	Slight
4	S4	0,00	0,272	0,000	30	0,000	Slight
5	S5	0,00	0,272	0,000	30	0,000	Slight
6	S6	0,00	0,272	0,000	30	0,000	Slight
Rata-rata						0,000	Slight
No	Lokasi	Fe					
		Ci	Cin	Cif	Tir	Eir	Tingkat Polusi
1	S1	1987,58	55000	0,036	1	0,036	Slight
2	S2	3055,99	55000	0,056	1	0,056	Slight
3	S3	4690,85	55000	0,085	1	0,085	Slight
4	S4	3316,19	55000	0,060	1	0,060	Slight
5	S5	3692,59	55000	0,067	1	0,067	Slight
6	S6	4220,05	55000	0,077	1	0,077	Slight
Rata-rata						0,064	Slight
No	Lokasi	Mn					
		Ci	Cin	Cif	Tir	Eir	Tingkat Polusi
1	S1	87,16	18000	0,005	1	0,005	Slight
2	S2	127,95	18000	0,007	1	0,007	Slight
3	S3	212,07	18000	0,012	1	0,012	Slight
4	S4	107,70	18000	0,006	1	0,006	Slight
5	S5	137,81	18000	0,008	1	0,008	Slight
6	S6	161,04	18000	0,009	1	0,009	Slight
Rata-rata						0,008	Slight

### Data Tingkat Risiko Lingkungan

Logam Berat	Rata - rata Konsentrasi (mg/kg)	Konsentrasi Min (mg/kg)	Konsentrasi Max (mg/kg)	Eir Rata-rata	Eir Min	Eir Max
Pb	13,19	11,26	16,54	3,624	2,944	4,544
Fe	3493,87	1987,58	4690,85	0,064	0,036	0,085
Mn	138,96	87,16	212,07	0,008	0,005	0,012
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	3,80	1,53	8,57	0,085	0,034	0,190
Cu	8,87	3,21	21,39	3,410	1,236	8,225
Rata - rata				1,198	4,255	13,057

## Lampiran 4 : Data Pengamatan Lapangan

### Tanggal 30 – 31 Desember 2019

Desember I																							
Tanggal	Waktu	Cuaca	Site	Lebar (m)	Kedalaman (m)			Kecepatan (m/s)			Debit (m <sup>3</sup> /s)	pH	BM Kelas III	BM Kelas III	T (°C)	BM Kelas III	BM Kelas III	TDS (mg/L)	BM Kelas III	EC (µS/cm)	BM Gol. D	DO (mg/L)	BM Kelas III
					h1	h2	h3	v1	v2	v3													
30/12/2019	10.30	Mendung	S1	5,82	0,20	0,30	0,25	0,00	0,09	0,11	0,10	7,6	6	9	24,8	22	28	147	1000	187	2.250	5,98	4
30/12/2019	12.50	Mendung	S2	9,40	0,26	0,25	0,50	0,13	0,03	0,04	0,21	7,5	6	9	26	22	28	188	1000	239	2.250	5,43	4
30/12/2019	15.00	Gerimis	S3	25	0,42	0,32	0,33	0,06	0,12	0,11	0,86	7,7	6	9	27	22	28	231	1000	267	2.250	5,37	4
31/12/2019	11.00	Berawan	S4	14,20	0,28	0,32	0,24	0,43	0,15	0,35	1,23	7,5	6	9	29	22	28	293	1000	390	2.250	4,32	4
31/12/2019	12.45	Cerah	S5	22	0,30	0,24	0,26	0,42	0,34	0,31	2,09	7,4	6	9	30,5	22	28	335	1000	412	2.250	4,21	4
31/12/2019	14.45	Mendung	S6	13	0,28	0,37	0,40	0,20	0,13	0,11	0,67	7,1	6	9	29	22	28	290	1000	366	2.250	4,34	4

### Tanggal 16 Januari 2020

Januari I																							
Tanggal	Waktu	Cuaca	Site	Lebar (m)	Kedalaman (m)			Kecepatan (m/s)			Debit (m <sup>3</sup> /s)	pH	BM Kelas III	BM Kelas III	T (°C)	BM Kelas III	BM Kelas III	TDS (mg/L)	BM Kelas III	EC (µS/cm)	BM Gol. D	DO (mg/L)	BM Kelas III
					h1	h2	h3	v1	v2	v3													
16/01/2020	09.19	Berawan	S1	5,78	0,11	0,35	0,21	0,00	0,16	0,13	0,12	7,4	6	9	25	22	28	152	1000	195	2.250	5,86	4
16/01/2020	10.33	Mendung	S2	9,28	0,36	0,43	0,34	0,11	0,09	0,10	0,35	7,3	6	9	27	22	28	193	1000	252	2.250	5,38	4
16/01/2020	11.50	Cerah	S3	24,80	0,32	0,25	0,27	0,05	0,10	0,08	0,53	7,6	6	9	27,7	22	28	219	1000	256	2.250	5,47	4
16/01/2020	13.24	Cerah	S4	14	0,20	0,28	0,22	0,40	0,32	0,38	1,20	7,5	6	9	30,1	22	28	281	1000	361	2.250	4,39	4
16/01/2020	14.30	Cerah	S5	21,85	0,45	0,40	0,33	0,25	0,27	0,40	2,64	7,3	6	9	31,8	22	28	320	1000	397	2.250	4,28	4
16/01/2020	15.29	Cerah	S6	13,10	0,26	0,34	0,38	0,24	0,11	0,15	0,71	7,0	6	9	30	22	28	265	1000	341	2.250	4,49	4

### Tanggal 29 Januari 2020

Januari II																							
Tanggal	Waktu	Cuaca	Site	Lebar (m)	Kedalaman (m)			Kecepatan (m/s)			Debit (m <sup>3</sup> /s)	pH	BM Kelas III	BM Kelas III	T (°C)	BM Kelas III	BM Kelas III	TDS (mg/L)	BM Kelas III	EC (µS/cm)	BM Gol D	DO (mg/L)	BM Kelas III
					h1	h2	h3	v1	v2	v3													
29/01/2020	17.10	Mendung	S1	5,85	0,14	0,36	0,25	0,00	0,15	0,14	0,14	7,5	6	9	24,5	22	28	130	1000	176	2.250	5,83	4
29/01/2020	16.05	Mendung	S2	9,32	0,33	0,48	0,36	0,10	0,07	0,11	0,34	7,4	6	9	26,5	22	28	172	1000	245	2.250	5,45	4
29/01/2020	15.10	Berawan	S3	24,50	0,29	0,22	0,26	0,08	0,12	0,09	0,61	7,7	6	9	27,2	22	28	226	1000	288	2.250	5,31	4
29/01/2020	10.30	Cerah	S4	14,10	0,22	0,30	0,20	0,38	0,35	0,39	1,26	7,6	6	9	29,3	22	28	288	1000	376	2.250	4,27	4
29/01/2020	11.45	Cerah	S5	22,15	0,41	0,42	0,30	0,28	0,26	0,42	2,67	7,3	6	9	31,4	22	28	331	1000	407	2.250	4,23	4
29/01/2020	12.34	Cerah	S6	13	0,23	0,30	0,34	0,25	0,20	0,12	0,72	7,2	6	9	29,6	22	28	278	1000	352	2.250	4,36	4

### Tanggal 13 Februari 2020

Februari I																							
Tanggal	Waktu	Cuaca	Site	Lebar (m)	Kedalaman (m)			Kecepatan (m/s)			Debit (m <sup>3</sup> /s)	pH	BM Kelas III	BM Kelas III	T (°C)	BM Kelas III	BM Kelas III	TDS (mg/L)	BM Kelas III	EC (µS/cm)	BM Gol D	DO (mg/L)	BM Kelas III
					h1	h2	h3	v1	v2	v3													
13/01/2020	14.50	Berawan	S1	5,90	0,21	0,35	0,29	0,01	0,16	0,13	0,17	7,6	6	9	24,3	22	28	113	1000	160	2.250	5,90	4
13/01/2020	14.00	Berawan	S2	9,43	0,35	0,50	0,40	0,11	0,10	0,12	0,43	7,5	6	9	26,2	22	28	165	1000	230	2.250	5,51	4
13/01/2020	13.10	Mendung	S3	25	0,27	0,20	0,24	0,09	0,13	0,10	0,63	7,7	6	9	27	22	28	233	1000	297	2.250	5,42	4
13/01/2020	09.10	Cerah	S4	14,20	0,21	0,27	0,18	0,40	0,38	0,42	1,25	7,6	6	9	27,3	22	28	268	1000	347	2.250	4,67	4
13/01/2020	09.55	Cerah	S5	22,10	0,38	0,40	0,30	0,33	0,31	0,40	2,76	7,5	6	9	29,5	22	28	310	1000	401	2.250	4,51	4
13/01/2020	11.00	Cerah	S6	13,10	0,21	0,28	0,31	0,28	0,24	0,14	0,77	7,3	6	9	28,5	22	28	258	1000	334	2.250	4,75	4

### Tanggal 26 Februari 2020

Februari II																							
Tanggal	Waktu	Cuaca	Site	Lebar (m)	Kedalaman (m)			Kecepatan (m/s)			Debit (m <sup>3</sup> /s)	pH	BM Kelas III	BM Kelas III	T (°C)	BM Kelas III	BM Kelas III	TDS (mg/L)	BM Kelas III	EC (µS/cm)	BM Gol D	DO (mg/L)	BM Kelas III
					h1	h2	h3	v1	v2	v3													
26/02/2020	07.20	Cerah	S1	5,90	0,28	0,37	0,31	0,08	0,19	0,17	0,28	7,5	6	9	24	22	28	119	1000	177	2.250	5,98	4
26/02/2020	07.55	Cerah	S2	9,50	0,39	0,53	0,44	0,21	0,20	0,23	0,92	7,4	6	9	26	22	28	159	1000	221	2.250	5,62	4
26/02/2020	08.30	Cerah	S3	25	0,29	0,24	0,26	0,14	0,19	0,16	1,08	7,5	6	9	26,7	22	28	250	1000	305	2.250	5,50	4
26/02/2020	09.00	Cerah	S4	14,23	0,35	0,39	0,29	0,47	0,44	0,46	2,23	7,7	6	9	27	22	28	279	1000	363	2.250	4,90	4
26/02/2020	09.30	Cerah	S5	22,15	0,45	0,49	0,40	0,39	0,40	0,43	4,02	7,6	6	9	28,2	22	28	338	1000	437	2.250	4,63	4
26/02/2020	10.00	Cerah	S6	13,14	0,35	0,40	0,42	0,33	0,29	0,22	1,43	7,2	6	9	27,3	22	28	273	1000	350	2.250	4,81	4

**Tanggal 10 Maret 2020**

Maret I																							
Tanggal	Waktu	Cunca	Sire	Lebar (m)	Kedalaman (m)			Kecepatan (m/s)			Debit (m <sup>3</sup> /s)	pH	BM Kelas III	BM Kelas III	T (°C)	BM Kelas III	BM Kelas III	TDS (mg/L)	BM Kelas III	EC (µS/cm)	BM Gol D	DO (mg/L)	BM Kelas III
					h1	h2	h3	v1	v2	v3													
10/03/2020	06.40	Cerah	S1	5.91	0,22	0,40	0,33	0,09	0,21	0,18	0,30	7,8	6	9	23,7	22	28	121	1000	184	2.250	6,03	4
10/03/2020	07.35	Cerah	S2	9.54	0,44	0,58	0,48	0,07	0,22	0,25	0,86	7,6	6	9	25,5	22	28	173	1000	242	2.250	5,73	4
10/03/2020	08.10	Cerah	S3	25	0,31	0,29	0,30	0,16	0,21	0,17	1,35	7,6	6	9	26,2	22	28	267	1000	319	2.250	5,62	4
10/03/2020	08.45	Cerah	S4	14.25	0,37	0,41	0,33	0,49	0,45	0,48	2,50	7,7	6	9	27	22	28	291	1000	381	2.250	5,04	4
10/03/2020	09.20	Cerah	S5	22.20	0,47	0,50	0,42	0,40	0,41	0,43	4,25	7,5	6	9	27,9	22	28	351	1000	452	2.250	4,73	4
10/03/2020	10.05	Cerah	S6	13.18	0,40	0,43	0,47	0,37	0,34	0,28	1,88	7,4	6	9	27,2	22	28	280	1000	368	2.250	4,94	4





*"Halaman ini sengaja dikosongkan"*

## RIWAYAT HIDUP

Penulis Tugas Akhir ini bersama Ahfi Kurnia Hasti. Lahir di Kota Demak, Provinsi Jawa Tengah pada tanggal 24 Mei 1999. Penulis merupakan anak ke 3 (tiga) dari 3 (tiga) bersaudara dari pasangan Bapak Agus Chanafi dan Ibu Tuti Subandiyah. E-mail : [kurnia.ahfi@gmail.com](mailto:kurnia.ahfi@gmail.com) dan [16513055@students.uui.ac.id](mailto:16513055@students.uui.ac.id). Pendidikan sekolah dasar ditempuh di SDN 03 Kota Demak. Pendidikan sekolah menengah pertama ditempuh di MTsN 1 Kota Kudus. Pendidikan sekolah menengah atas ditempuh di MAN 2 Kota Kudus. Pada tahun 2016 penulis diterima di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Kota Yogyakarta



