

TA/TL/2022/1533

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb, Cd, Fe
DAN Mn PADA SUMUR WARGA SEKITAR
TPA PLUMBON BANYUURIP**

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



**SALMA FIRDA
18513025**

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

TUGAS AKHIR
ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb, Cd, Fe
DAN Mn PADA SUMUR WARGA SEKITAR
TPA PLUMBON BANYUURIP

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



SALMA FIRDA
18513025

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

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

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T
NIK. 195130102
Tanggal :



Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng
NIK. 095130403
Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb, Cd, Fe
DAN Mn PADA SUMUR WARGA SEKITAR TPA
PLUMBON BANYUURIP

Telah diterima dan disahkan oleh Dosen Penguji

Hari : Senin

Tanggal : 24 Oktober 2022

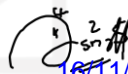
Disusun Oleh :

Salma Firda

18513025

Tim Penguji :

Lutfia Isna Ardhavanti, S.Si., M.Sc

()
16/11/2022

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T

()

Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng

()

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* computer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawan Univiersitas 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, 27 Juli 2022

Yang membuat pernyataan,



Salma Firda

NIM: 18513025

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul, “ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb, Cd, Fe DAN Mn PADA SUMUR WARGA SEKITAR TPA PLUMBON BANYUURIP”. Tak lupa shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya, sahabatnya, dan juga pengikutnya hingga akhir jaman. Semoga kita semua senantiasa berada dalam lindungan Allah SWT, Amin.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana jenjang Pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Selama proses penyusunan skripsi ini, tidak sedikit hambatan, tantangan, dan kesulitan yang penulis hadapi. Namun, penulis tetap bersyukur karena hal tersebut dapat dilalui sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Penulis juga mengungkapkan rasa terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng selaku ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII yang telah membantu dan memberi izin penelitian kepada penulis
2. Luthfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc selaku dosen pembimbing satu yang senantiasa sabar dalam memberikan arahan, bimbingan, nasihat, serta meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini
3. Noviani Ima Wantoputri, S.T.,M.T selaku dosen pembimbing dua yang senantiasa sabar dalam memberikan arahan, bimbingan, nasihat, serta meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini
4. Laboran Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan yang telah banyak membantu dalam proses penelitian di laboratorium

5. Orang tua dan keluarga yang tak henti-hentinya memberikan do'a, dorongan motivasi, dorongan moril maupun materil dan senantiasa melimpahkan kasih sayangnya kepada penulis
6. Teman-teman Teknik Lingkungan 18 yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan do'a, khususnya para sahabat tercinta Wahyu Devi Astuti, Ajeng Aulia Fitri, Ayu Sulistiawati, Farah Herwandari, Anisah Yasmin, dan Almira Clarissa Emeraldine
7. Serta semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu-persatu yang turut membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini secara langsung maupun tidak langsung

Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Namun penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis maupun pembaca pada umumnya sebagaimana diharapkan. Aamin.

Yogyakarta, 15 Agustus 2022

Penulis

ABSTRACT

SALMA FIRDA. *Analysis of Heavy Metal Content of Pb, Cd, Fe and Mn in Residents' Wells Around TPA Plumbon Banyuurip. Supervised by Luthfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc. and Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.*

The Magelang Regency Government did not grant an activity permit at the Banyuurip Landfill because the Banyuurip Landfill did not meet the requirements as a landfill. One of the reasons is that The Banyuurip Landfill is too close to settlements. This study aims to determine the quality of well water based on the parameters of Fe, Mn, Cd, and Pb in the area around the Banyuurip landfill and to determine the correlation between the distance of the landfill and residential areas on the quality of well water. The sampling method used is grab sampling based on SNI 6989.58:2008 with a total of 6 sampling points. Heavy metal testing method used is Atomic Absorption Spectrophotometry based on SNI 6989.4:2009 for Fe test, SNI 6989.6:2009 for Mn test, SNI 6989.16:2009 for Cd test, and SNI 6989.8:2009 for Pb test. The metal distribution map was created using the IDW method with QGIS 3.26 application. The average iron concentration in the well water of residents around the Banyuurip TPA was the highest at point 3 was 0.1375mg/L and the lowest at point 1 was 0.0378 mg/L. The lowest average manganese concentration was at point 5 0.0121 mg/L and the highest at point 4 was 0.0159 mg/L. The highest average cadmium concentration was at point 4 0.0078 mg/L and the lowest was at point 5 0.0028 mg/L. The highest average lead concentration was at point 3 0.0460 mg/L and the lowest was at point 0.0199 mg/L. There was no Fe, Mn, and Pb contamination in the residents' wells except at the resident's well at point 4 there was Cd contamination. The metal concentration that goes up and down indicates that there is no correlation between the distance from the landfill and the quality of the well water of the local residents.

Keywords: *Atomic Absorption Spectrophotometry, Heavy Metal, IDW, Landfill, Well Water*

ABSTRAK

SALMA FIRDA. Analisis Kandungan Logam Berat Pb, Cd, Fe dan Mn pada Sumur Warga Sekitar TPA Plumbon Banyuurip. Dibimbing oleh Luthfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc. dan Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

Pemerintah Kabupaten Magelang tidak memberikan izin kegiatan di TPA Banyuurip dikarenakan TPA Banyuurip tidak memenuhi syarat sebagai TPA. Salah satu yang menyebabkan TPA Banyuurip tidak memenuhi syarat adalah jaraknya dengan pemukiman yang terlalu dekat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air sumur berdasarkan parameter Fe, Mn, Cd, dan Pb pada daerah di sekitar TPA Banyuurip dan mengetahui adanya hubungan antara jarak TPA dengan pemukiman warga terhadap kualitas air sumur. Pengambilan sampel menggunakan metode *grab sampling* berdasarkan SNI 6989.58:2008 dengan jumlah 6 titik sampling. Pengujian logam menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom-Nyala berdasarkan SNI 6989.4:2009 untuk uji Fe, SNI SNI 6989.6:2009 untuk uji Mn, SNI SNI 6989.16:2009 untuk uji Cd, dan SNI SNI 6989.8:2009 untuk uji Pb. Peta persebaran logam dibuat menggunakan metode IDW dengan aplikasi QGIS 3.26. Konsentrasi besi rata-rata pada air sumur warga sekitar TPA Banyuurip tertinggi di titik 3 0,14 mg/L dan terendah di titik 1 0,038 mg/L. Konsentrasi mangan rata-rata terendah pada titik 5 0,0121 mg/L dan tertinggi pada titik 4 0,016 mg/L. Konsentrasi kadmium rata-rata tertinggi pada titik 4 0,0078 mg/L dan terendah pada titik 5 0,0028 mg/L. Konsentrasi timbal rata-rata tertinggi pada titik 3 0,046 mg/L dan terendah pada titik 0,02 mg/L. Tidak ada pencemaran Fe, Mn, dan Pb pada sumur warga kecuali pada sumur warga di titik 4 terdapat pencemaran Cd. Konsentrasi logam yang naik turun mengidentifikasi bahwa tidak ada korelasi antara jarak TPA dengan kualitas air sumur warga.

Kata kunci: Air Sumur, IDW, Logam Berat, TPA, Spektrofotometri Serapan Atom

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).....	5
2.2 Logam Berat	6
2.2.1 Besi (Fe).....	7
2.2.2 Mangan (Mn)	7
2.2.3 Kadmium (Cd)	8
2.2.4 Timbal (Pb)	8
2.3 Baku Mutu Air.....	8
2.4 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)	10
2.5 IDW (<i>Inverse Distance Weighted</i>)	10
2.6 Penelitian Terkait.....	11
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	14
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	15

3.3	Alat dan Bahan	16
3.3.1	Alat.....	16
3.3.2	Bahan.....	18
3.4	Metode Pengambilan dan Pengujian Sampel	18
3.4.1	Metode Pengambilan Sampel.....	18
3.4.2	Metode Pengujian Sampel.....	19
3.5	Analisis Data	21
BAB IV HASIL PENELITIAN		23
4.1	TPA Banyuurip	23
4.2	Sumur Warga Sekitar TPA.....	26
4.3	Analisis Kandungan Logam Berat	32
4.3.1	Logam Besi (Fe).....	32
4.3.2	Logam Mangan (Mn)	34
4.3.3	Logam Kadmium (Cd)	36
4.3.4	Logam Timbal (Pb).....	38
4.4	Persebaran Logam Berat Daerah Sekitar TPA	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		46
5.1	Kesimpulan	46
5.2	Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA		47
LAMPIRAN.....		51

DAFTAR NOTASI

a = intersept garis Y

b = kemiringan atau slope garis Y

C = Konsentrasi sampel terbaca (mg/L)

Fp= Faktor pengenceran

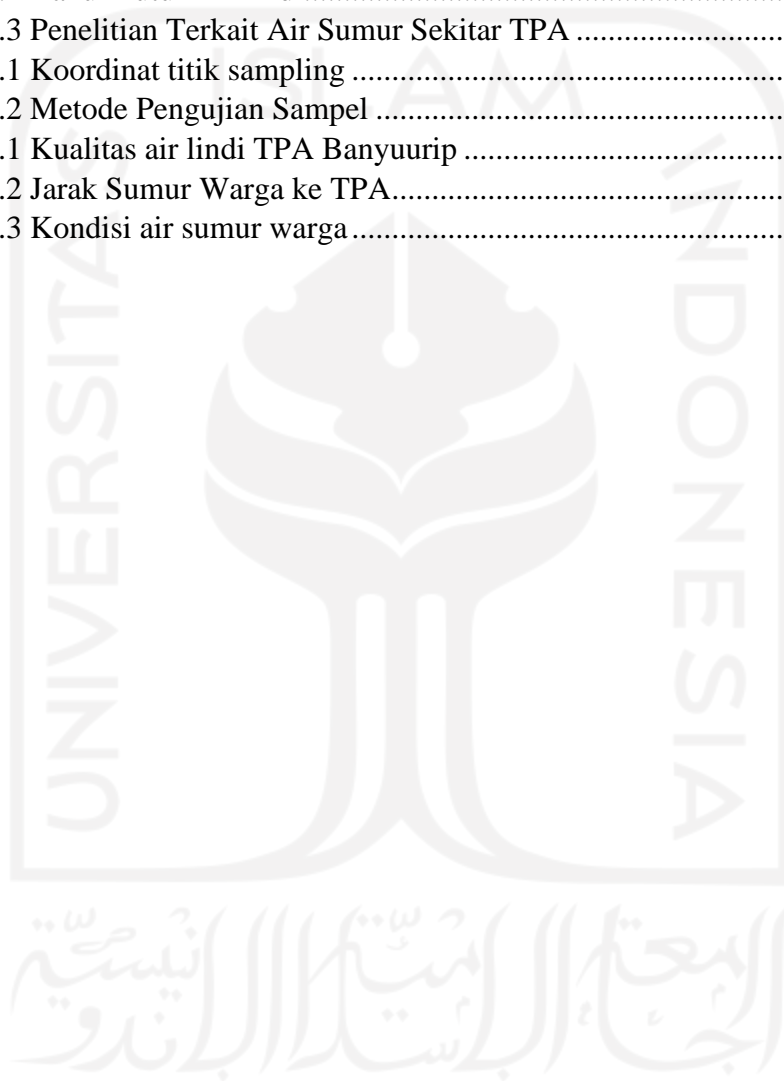
x = konsentrasi

Y = nilai absorbansi



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Sumur.....	9
Tabel 2.2 Baku Mutu Air Lindi.....	10
Tabel 2.3 Penelitian Terkait Air Sumur Sekitar TPA	11
Tabel 3.1 Koordinat titik sampling	15
Tabel 3.2 Metode Pengujian Sampel	20
Tabel 4.1 Kualitas air lindi TPA Banyuurip	26
Tabel 4.2 Jarak Sumur Warga ke TPA.....	26
Tabel 4.3 Kondisi air sumur warga.....	27



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian.....	14
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian.....	16
Gambar 3.3 AAS-nyala Merk GBC.....	17
Gambar 3.4 Prosedur pengambilan sampel air sumur bor.....	19
Gambar 3.5 Prosedur persiapan contoh uji.....	20
Gambar 4.1 Proses Pengolahan Lindi TPA Banyuurip.....	24
Gambar 4.2. Kolam penampungan lindi.....	25
Gambar 4.3 Grafik suhu air sumur.....	28
Gambar 4.4 Grafik pH air sumur.....	29
Gambar 4.5 Grafik konduktivitas air sumur.....	30
Gambar 4.6 Grafik kekeruhan air sumur.....	31
Gambar 4.8 Grafik TDS air sumur.....	32
Gambar 4.9 Grafik kandungan logam Fe pada air sumur.....	34
Gambar 4.10 Grafik kandungan logam Mn pada air sumur.....	36
Gambar 4.11 Kandungan Logam Cd Pada Air Sumur.....	38
Gambar 4.12 Kandungan logam Pb pada air sumur.....	40
Gambar 4.13 Peta Sebaran Logam Besi (Fe).....	41
Gambar 4.14 Peta Sebaran Logam Mangan (Mn).....	42
Gambar 4.15 Peta Sebaran Logam Kadmium (Cd).....	43
Gambar 4.16 Peta Sebaran Logam Timbal (Pb).....	44
Gambar 4.17 Grafik Kandungan Fe, Mn, Cd, dan Pb air sumur.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Peraturan Menteri Kesehatan No 32 Tahun 2017 tentang Parameter Fisik Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air Kepentingan Higiene Sanitasi	51
Lampiran 2 Peraturan Menteri Kesehatan No 32 Tahun 2017 tentang Parameter Kimia Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air Kepentingan Higiene Sanitasi	52
Lampiran 3 Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No. 59 tentang Baku Mutu Lindi	53
Lampiran 4 Data absorbansi larutan standar Fe untuk pengujian air lindi	54
Lampiran 5 Konsentrasi larutan standar besi untuk pengujian air lindi.....	54
Lampiran 6 Data absorbansi larutan standar Fe untuk pengujian air sumur.....	54
Lampiran 7 Konsentrasi larutan standar besi untuk pengujian air sumur.....	55
Lampiran 8 Kandungan logam Fe pada air sumur	55
Lampiran 9 Kandungan logam Fe pada air lindi.....	55
Lampiran 10 Data absorbansi larutan standar Mn untuk pengujian air lindi	56
Lampiran 11 Konsentrasi larutan standar mangan untuk pengujian air lindi	56
Lampiran 12 Data absorbansi larutan standar Mn untuk pengujian air sumur ...	56
Lampiran 13 Konsentrasi larutan standar mangan untuk pengujian air sumur....	57
Lampiran 14 Kandungan logam Mn pada air lindi	57
Lampiran 15 Tabel kandungan logam Mn pada air sumur	57
Lampiran 16 Data absorbansi larutan standar Cd untuk pengujian air lindi.....	58
Lampiran 17 Konsentrasi larutan standar kadmium untuk pengujian air lindi....	58
Lampiran 18 Data absorbansi larutan standar Cd untuk pengujian air sumur	58
Lampiran 19 Konsentrasi larutan standar kadmium untuk pengujian air sumur .	59
Lampiran 20 Kandungan Logam Cd Pada Air Lindi	59
Lampiran 21 Tabel Kandungan Logam Cd Pada Air Sumur	59
Lampiran 22 Data absorbansi larutan standar Pb untuk pengujian air lindi	59
Lampiran 23 Konsentrasi larutan standar timbal untuk pengujian air lindi.....	60
Lampiran 24 Data absorbansi larutan standar Pb untuk pengujian air sumur.....	60
Lampiran 25 Konsentrasi larutan standar timbal untuk pengujian air sumur	60
Lampiran 26 Kandungan logam Pb pada air lindi	60
Lampiran 27 Tabel kandungan logam Pb pada air sumur.....	61

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) Banyuurip merupakan sebuah tempat pembuangan akhir sampah Kota Magelang yang berada di Dusun Plumbon, Desa Banyuurip, Kecamatan Tegalrejo, Kabupaten Magelang. Pemerintah Kabupaten Magelang tidak memberikan izin kegiatan di TPA Banyuurip. Hal tersebut dikarenakan TPA Banyuurip tidak memenuhi syarat sebagai TPA. Salah satu yang menyebabkan TPA Banyuurip tidak memenuhi syarat adalah jaraknya dengan pemukiman yang terlalu dekat. Kondisi eksisting lahan yang digunakan untuk perluasan TPA Banyuurip merupakan tanah tegalan dimana jarak pemukiman terdekat dengan TPA adalah 100 m sedangkan jarak minimal TPA dengan pemukiman adalah 500 m dalam SNI 03-3241-1994 tentang tata cara pemilihan lokasi TPA.

Air lindi yang dihasilkan akibat dari adanya kegiatan pemrosesan di TPA mengandung senyawa organik maupun anorganik. Salah satu kandungan senyawa anorganik pada *leachate* adalah logam berat. *Leachate* yang mengandung logam berat dapat mengalir ke tanah dan menyebabkan pencemaran. Logam berat yang terkandung dalam *leachate* akan bersifat toksik dan terakumulasi pada tubuh manusia dalam jangka waktu yang lama (Suyani, 2015). Komposisi air lindi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis sampah terdeposit, jumlah curah hujan di daerah TPA dan kondisi spesifik tempat pembuangan tersebut (Anilkumar et al., 2015). Air lindi pada umumnya mengandung senyawa-senyawa organik dan anorganik (logam berat) yang tinggi (Fard et al., 2017). Jika logam-logam tersebut masuk ke dalam tubuh manusia, maka akan menimbulkan efek samping yang sangat berbahaya.

Timbunan sampah yang ada di TPA akan menghasilkan leachate atau lindi yang mengandung logam berat. Air lindi tersebut akan diolah di TPA agar tidak

mencemari lingkungan. Namun, air lindi yang dihasilkan di TPA tidak akan masuk ke pengolahan air lindi 100%. Hal tersebut dapat disebabkan oleh kebocoran pada lapisan timbunan sampah sehingga dapat mencemari tanah. Belum ada penelitian lebih lanjut tentang pencemaran logam berat Fe dan Mn di TPA Banyuurip, Kota Magelang. Namun, terdapat penelitian dengan kasus serupa pada TPA Wukisari. Konsentrasi logam besi dan mangan pada TPA Wukisari melebihi baku mutu yang ada. TPA Wukisari menggunakan kolam pengolahan air lindi untuk mengurangi kandungan limbah berbahaya pada air lindi. Namun, pengolahan tersebut masih menghasilkan olahan air lindi yang mengandung besi dan mangan yang tinggi. Adanya kandungan logam Fe dan Mn pada sumber air dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan warga sekitar. Penelitian dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom untuk mengukur konsentrasi logam besi dan mangan pada kualitas air (Negara & Siswoyo, 2009).

Keberadaan logam berat di TPA dipengaruhi oleh faktor alami dan faktor buatan. Faktor alami dapat berupa pengikisan dari batu mineral yang berada di sekitar perairan. Sedangkan faktor buatan dapat berasal dari aktivitas manusia yang berupa pembuangan limbah baik itu industri maupun domestik. Logam berat yang dihasilkan oleh lindi dapat mencemari air tanah seperti air sumur. Apabila air tersebut digunakan untuk keperluan sehari-hari maka dapat membahayakan kesehatan (Khoiroh et al., 2020).

Permasalahan yang sering muncul dalam penggunaan air sumur untuk memenuhi kebutuhan air bersih adalah tingginya kandungan Fe dan Mn pada air tanah. Fe dan Mn merupakan logam yang mudah larut di dalam air sehingga keberadaannya sangat sulit untuk dideteksi dengan mata telanjang (Purwono & Karbita, 2013). Mangan (Mn) merupakan salah satu logam yang banyak ditemukan di kulit bumi bersamaan dengan besi (Fe). Warna air dapat berubah menjadi kuning kecoklatan setelah terkena kontak dengan udara akibat adanya kandungan Fe dan Mn dalam air. Selain dapat menimbulkan gangguan kesehatan, Fe dan Mn dapat menimbulkan bau yang tidak sedap dan menimbulkan bercak-bercak kuning pada dinding kamar mandi maupun pakaian (Misa dkk, 2019).

Air lindi yang mengandung logam berat seperti Pb dan Cd merembes masuk ke sumur warga dapat menurunkan kualitas air sumur. Apabila sumur tersebut digunakan untuk keperluan sehari-hari maka akan berbahaya bagi kesehatan manusia. Selain itu, apabila air sumur tersebut digunakan untuk keperluan pertanian, maka dapat mencemari tanah dan terakumulasi di dalam tanaman. Tanaman yang mengandung Pb dan Cd apabila termakan oleh manusia, konsentrasi logam berat tersebut akan bertambah sebagai efek dari proses bioakumulasi (Habibi & Siswoyo, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air sumur berdasarkan parameter Fe, Mn, Cd dan Pb pada daerah di sekitar TPA Banyuurip sehingga diketahui dampak dan cara penanggulangannya. Penelitian ini terbatas pada parameter Fe, Mn, Cd, dan Pb pada pengujian kualitas air sumur warga sekitar TPA Banyuurip. Penelitian dilakukan pada air sumur warga dikarenakan warga masih menggunakan air sumur untuk kegiatan sehari-hari. Adanya kandungan logam berat Fe, Mn, Cd dan Pb yang melebihi baku mutu akan menurunkan kualitas air pada daerah sekitar TPA.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka rumusan masalah dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Apakah terjadi pencemaran logam Fe, Mn, Cd, dan Pb pada air sumur warga?
2. Bagaimana hubungan antara jarak TPA dengan pemukiman warga terhadap kualitas air sumur?

1.3 Tujuan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan tujuan sebagai berikut

1. Menganalisis kualitas air sumur berdasarkan parameter Fe, Mn, Cd, dan Pb pada daerah di sekitar TPA Banyuurip
2. Mengetahui hubungan antara jarak TPA dengan pemukiman warga terhadap kualitas air sumur

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian adalah sebagai berikut

1. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang kualitas air sumur di sumur warga sekitar TPA Banyuurip sehingga diketahui dampak dan cara penanggulangannya
2. Memberikan informasi kepada pemerintah terhadap kualitas air sumur warga sekitar TPA Banyuurip
3. Sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Lokasi penelitian berada di sumur warga sekitar TPA Banyuurip
2. Parameter yang diuji adalah Fe, Mn, Pb, dan Cd dengan parameter lapangan pH, suhu, konduktivitas, kekeruhan, dan TDS
3. Sampel diuji menggunakan alat AAS-nyala di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan UII
4. Peta persebaran logam Fe, Mn, Pb, dan Cd yang telah diuji dibuat menggunakan aplikasi QGIS 3.26
5. Penelitian dilakukan pada saat musim hujan
6. Jarak pengambilan sampel 200-300 meter dari TPA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

Pertumbuhan penduduk akan mempengaruhi peningkatan produksi sampah. Untuk mengatasi masalah tersebut, sistem pengolahan sampah harus direncanakan secara efektif dan efisien agar tidak mengakibatkan akumulasi sampah di tempat pemrosesan akhir (Harjanti & Anggraini, 2020). Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) adalah suatu tempat yang digunakan untuk kegiatan memproses dan mengembalikan sampah ke media di lingkungan. Pembangunan TPA harus memenuhi syarat yang meliputi penyediaan dan pengoperasian yang memperhatikan tentang pemilihan lokasi, kondisi fisik, kemudahan operasi, serta aspek lingkungan dan sosial. Jarak TPA dengan pemukiman warga harus lebih dari 1 km dengan mempertimbangkan pencemaran lindi, kebauan, penyebaran vektor penyakit, serta aspek sosial dan lingkungan (DPU, 2013).

Proses pembusukan sampah akan menghasilkan lindi, yaitu limbah yang berupa cairan yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunansampah sehingga melarutkan dan membilas materi terlarut serta materi organik dari proses dekomposisi biologi (DPU, 2013). Jumlah timbulan sampah yang ada di TPA dapat berpotensi mencemari air tanah akibat adanya air lindi yang keluar dari sampah tersebut (Pinem, 2014). Kualitas lindi yang mencemari tanah dapat bervariasi seiring dengan beragamnya sampah yang dibuang. Daerah dengan curah hujan yang tinggi memiliki potensi pencemaran tanah oleh lindi lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang memiliki curah hujan sedang atau rendah (Puspawati & Haryono, 2018).

Pada umumnya, terdapat kandungan COD dan BOD yang tinggi, TDS, TOC, senyawa nitrogen dan jenis logam berat yang beragam dalam lindi. Logam berat yang biasa ditemukan pada air lindi Cr, Hg, Pb, Cu, Fe, Mn, Zn, dan Cl. Kandungan

logam berat tersebut berasal dari sampah yang masuk ke TPA (Irhamni et al., 2017). Kandungan dalam lindi tersebut apabila masuk ke dalam tanah dapat merusak ekosistem yang ada di dalam tanah serta mengganggu kesehatan lingkungan dan manusia. Lindi akan lebih berbahaya ketika berasal dari sampah yang tercampur dengan limbah B3. Lindi yang berasal dari bahan organik yang tidak terdegradasi secara sempurna mengandung bakteri-bakteri patogen yang dapat mengganggu kesehatan manusia (Puspawati & Haryono, 2018).

Salah satu TPA yang beroperasi di Jawa Tengah adalah TPA Banyuurip. TPA Banyuurip merupakan tempat pembuangan akhir sampah milik Kota Magelang yang berada di Desa Plumbon, Kecamatan Tegalrejo, Kabupaten Magelang. TPA Banyuurip didirikan dan mulai beroperasi pada Tahun 1993 dengan luas TPA keseluruhan 6,8 Ha dengan kapasitas operasi sebesar 1.800.000 m³ dan kolam lindi sebesar 5.000 m³. Dengan kapasitas tersebut TPA Banyuurip diperkirakan digunakan untuk jangka waktu 14 tahun (DKPT, 2013).

2.2 Logam Berat

Logam merupakan zat dengan konduktivitas listrik tinggi, kelenturan, dan kilau yang secara sukarela kehilangan trons pemilu mereka untuk membentuk kation. Distribusi kandungan logam yang ada di atmosfer dipantau oleh sifat logam yang diberikan dan oleh berbagai faktor lingkungan (Rosihan & Husaini, 2017). Menurut Darmono (1995) dalam Agustina (2004), logam dibagi menjadi 2 golongan, yaitu logam berat dan logam ringan. Logam ringan merupakan logam yang mempunyai berat kurang dari 5g setiap cm³ sedangkan logam yang mempunyai berat lebih dari 5g setiap cm³ termasuk dalam logam berat.

Logam berat digolongkan menjadi dua yaitu logam berat esensial dan logam berat tidak esensial. Logam berat esensial merupakan logam yang dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme. Namun, logam tersebut dapat menimbulkan efek racun apabila berada pada jumlah yang berlebihan. Contoh logam esensial adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn, dan lain lain. Logam berat tidak esensial merupakan logam yang keberadaannya belum diketahui manfaatnya dalam tubuh

dan bersifat racun. Contoh logam tidak esensial adalah Hg, Cd, Pb, Cr, dan lain-lain (Irhamni et al., 2017)

Sampah merupakan limbah yang bersifat padat yang terdiri baik dari bahan organik maupun anorganik yang merupakan residu dari aktivitas manusia. Sampah dianggap tidak berguna dan harus dikelola supaya tidak membahayakan kesehatan baik kesehatan lingkungan maupun manusia. Sampah anorganik mengandung berbagai mineral yang diantaranya merupakan logam-logam berat. Logam berat tersebut akan terdekomposisi dan larut seiring terbentuknya lindi dan membentuk satu kesatuan dengan tanah. Logam berat yang sering ditemukan dalam lindi adalah besi, mangan, kadmium, dan timbal (Fatmawinir dkk, 2015).

2.2.1 Besi (Fe)

Menurut Slamet (2004) dalam Febrina & Astrid (2014), kandungan logam berat pada tanah dapat mencemari air tanah dan air permukaan. Pada umumnya besi (Fe) dan mangan (Mn) terkandung dalam tanah secara alamiah yang merupakan mineral tanah yang kemudian didistribusikan dalam berbagai endapan, batuan, air dan makhluk hidup. Adanya kandungan Fe pada air minum dapat menyebabkan rasa mual ketika dikonsumsi. Fe diperlukan oleh tubuh untuk membantu pembentukan hemoglobin ketika berada dalam jumlah yang kecil. Dalam jumlah yang besar, Fe dapat merusak dinding usus sehingga menyebabkan kematian. Besi memiliki banyak dampak positif jika kadar besi tidak melebihi batas ambang yang telah ditetapkan. Akan tetapi jika kadar besi pada perairan melebihi batas ambang yang telah ditentukan, maka senyawa besi tersebut akan bersifat toxic yang akan menyebabkan kerusakan pada radikal bebas. Salah satu faktor yang menyebabkan tingginya kandungan Besi (Fe) adalah pelapukan batuan dasar (Sudarningsih 2021).

2.2.2 Mangan (Mn)

Kandungan Mn berlebih pada air dapat menimbulkan rasa, warna, dan kekeruhan. Mn pada jumlah yang kecil bermanfaat untuk pertumbuhan dan pembentukan jaringan. Namun, jumlah yang besar Mn akan bersifat neurotoksik. Mangan (Mn) merupakan salah satu senyawa yang terdapat pada lingkungan sekitar. Mangan dapat ditemukan dimanapun baik itu di tanah, air, udara dan tubuh

mikroorganisme. Konsentrasi Mangan yang berlebihan pada air dapat menyebabkan keracunan, dapat menyerang saraf otak dan menyebabkan penyakit Parkinson (Rollin and Nogueira, 2019).

2.2.3 Kadmium (Cd)

Logam berat Kadmium (Cd) merupakan salah satu logam yang sukar mengalami proses pelapukan baik secara kimia, fisika, maupun biologi. Logam kadmium dapat terabsorpsi dan terakumulasi secara biologis oleh hewan air walaupun kadarnya sedikit rendah. Hal tersebut dapat menyebabkan terganggunya system jaringan makanan karena terjadinya bioakumulasi dimana logam berat akan terkumpul dan meningkat kadarnya dalam jaringan tubuh organisme. Adanya akumulasi kadmium akan menimbulkan efek apabila daya racun yang dibawa kadmium tidak dapat ditolerir oleh tubuh. Kadmium dapat menyebabkan efek kronis pada ginjal, paru-paru, tulang, darah, jantung, dan reproduksi (Ashar et al., 2014).

2.2.4 Timbal (Pb)

Timbal merupakan salah satu logam yang bersifat toksik terhadap manusia. Timbal dapat berasal dari makanan, minuman, atau inhalasi dari udara, debu yang tercemar Pb, dan kontak melalui kulit, mata, maupun prenatal. Timbal yang terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup dapat menjadi bahan toksik (Widyasari et al., 2013). Apabila paparan timbal melebihi baku mutu, dapat membahayakan kesehatan. Hal tersebut dikarenakan logam tersebut dapat mengganggu system syaraf, menurunkan tingkat kecerdasan, dan mempengaruhi pertumbuhan anak. Timbal dapat mempengaruhi pertumbuhan karena logam ini akan menggantikan kalsium tulang sehingga menyebabkan kelumpuhan (Warsinah dkk, 2015).

2.3 Baku Mutu Air

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Hygiene Sanitasi, air yang dimaksud digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu, air untuk keperluan hygiene sanitasi dapat

digunakan sebagai air baku air minum. Standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk air sebagai hygiene sanitasi meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib maupun parameter tambahan. Parameter wajib harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan perundang-undangan yang berlaku sedangkan parameter tambahan hanya diwajibkan diperiksa apabila kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran. Kadar maksimum dalam air yang diperbolehkan untuk hygiene sanitasi dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Sumur

No	Parameter	Satuan	Baku mutu
1	Suhu	°C	Suhu udara ± 3
2	pH	-	6,5-8,5
3	Kekeruhan	NTU	25
4	TDS	mg/L	1000
5	Besi (Fe)	mg/L	1
6	Mangan (Mn)	mg/L	0,5
7	Kadmium	mg/L	0,005
8	Timbal	mg/L	0,05

Untuk baku mutu lindi yang digunakan adalah Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang perubahan atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah. Baku mutu air limbah merupakan suatu ukuran batas atau kadar dari unsur pencemar dan/atau jumlah dari unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang ke sumber air dari suatu usaha dan/atau kegiatan. Dalam peraturan ini, baku mutu lindi yang digunakan merupakan baku mutu air limbah untuk usaha dan/atau kegiatan yang belum ditetapkan baku mutunya yang dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Baku Mutu Air Lindi

No	Parameter	Satuan	Baku mutu
1	Suhu	°C	38
2	pH	-	6-9
3	Kekeruhan	mg/L	100
4	TDS	mg/L	2000
5	Besi (Fe)	mg/L	5
6	Mangan (Mn)	mg/L	2
7	Kadmium	mg/L	0,05
8	Timbal	mg/L	0,1

2.4 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometer serapan atom adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur kandungan suatu logam dalam sampel baik padatan maupun cairan. Prinsip kerja alat ini adalah atom-atom bebas dari suatu unsur akan menyerap energi radiasi yang bersumber dari lampu katode dengan panjang gelombang tertentu (Sumarno, 2018). Metode spektrofotometri dapat digunakan untuk analisis kualitatif maupun kuantitatif. Analisis kuantitatif digunakan dalam penentuan kadar atau konsentrasi dari suatu zat dalam sampel yang akan dianalisis. Prinsip pengujian menggunakan SSA adalah analit logam dalam nyala udara asetilen akan diubah menjadi bentuk atomnya, menyerap energi radiasi elektromagnetik yang berasal dari lampu katoda dan besarnya serapan berbanding lurus dengan kadar analit.

2.5 IDW (*Inverse Distance Weighted*)

Inverse Distance Weighted (IDW) atau jarak tertimbang terbalik adalah suatu metode interpolasi geostatistik sederhana yang mudah dipahami dan diimplementasikan. Metode ini memberikan hasil yang cukup akurat sehingga digunakan pada berbagai bidang ilmu salah satunya Sistem Informasi Geografis (SIG). Metode IDW memperkirakan nilai-nilai atribut pada titik-titik yang tidak termasuk sampel dengan menggunakan kombinasi linier dari nilai-nilai tersebut

dan ditimbang oleh fungsi terbalik dari jarak titik. Asumsi dari metode ini adalah tingkat korelasi dan kemiripan antar titik yang ditaksir dengan data penaksir adalah proporsional terhadap jarak (Rafi & Anaperta, 2016).

2.6 Penelitian Terkait

Beberapa penelitian mengenai analisis kandungan logam berat terhadap air sumur warga sekitar TPA yang sudah dilakukan sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.3 Penelitian Terkait Air Sumur Sekitar TPA

No	Peneliti	Judul	Hasil
1	Ermawati (2014)	Zonasi Pencemaran Air Tanah Oleh Air Lindi Dari Tempat Pembuangan Akhir Sampah Banyuurip Magelang	Berdasarkan analisis potensi pencemaran air tanah dengan metode LeGrand, daerah sekitar TPA Banyuurip termasuk dalam kategori sulit tercemar dan sangat sulit tercemar. Hasil pengujian di laboratorium menyatakan bahwa parameter air lindi yang melebihi baku mutu adalah TDS, nitrat, nitrit, dan klorin sedangkan parameter air tanah yang melebihi baku mutu adalah pH, klorida, natrium, kadmium, timbal, dan total koliform. Penduduk yang menggunakan air tanah di sekitar TPA tidak mengalami gangguan secara langsung, namun ditemukannya

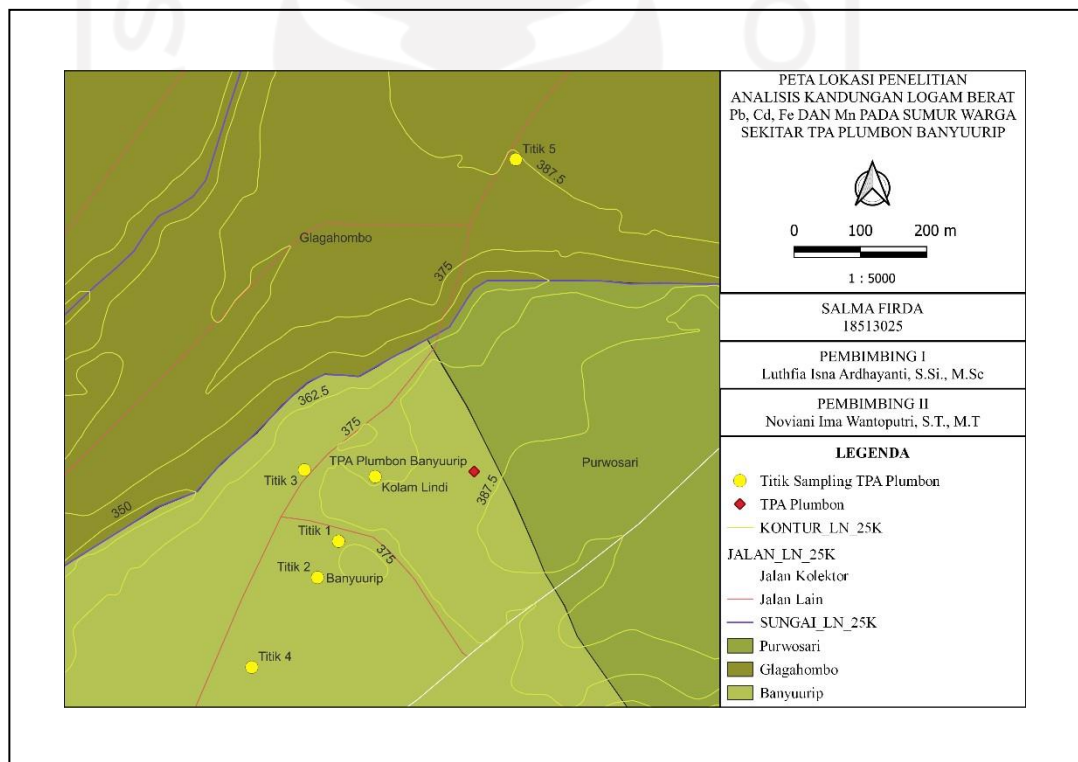
			kandungan kadmium dan timbal yang melebihi baku mutu dapat membahayakan kesehatan apabila diakumulasi oleh tubuh.
2	Yuliati (1999)	Hubungan Antara Jarak Tempat Pembuangan Akhir Sampah Ke Sumur Gali dengan Kandungan Mangan dan Besi pada Air Sumur Gali di Desa Banyuurip Kecamatan Tegalrejo	Dari hasil uji statistik yang dihasilkan tidak ada hubungan antara jarak TPA ke sumur gali dengan kandungan mangan dan besi
3	Khoiroh et al (2020)	Hubungan Jarak dan Permeabilitas Tanah Terhadap Kadar Timbah (Pb) dan Kadmium (Cd) Air Sumur Gali Warga di TPA Kaliori Kabupaten Banyumas	Logam berat yang dihasilkan oleh air lindi TPA menjadi salah satu penyebab pencemaran air tanah. Lindian meresap dengan mekanisme permeabilitas tanah ke dalam tanah. Hasil uji laboratorium menyatakan kandungan Pb dan Cd masih di bawah ambang batas baku mutu berdasarkan Permenkes RI No 32 Tahun 2017. Penelitian ini menyatakan tidak ada hubungan jarak dan permeabilitas tanah terhadap Pb dan Cd pada air sumur Gali warga sekitar TPA Kaliori Kabupaten Banyumas

4	Imaduddin et al. (2020)	Studi Literatur Penyebaran Logam Berat pada Air Permukaan dan Air Tanah di Sekitar TPA Batu Layang Pontianak	Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Batu Layang berjarak sangat dekat dengan pemukiman warga sekitar $\pm 300\text{m}$ sehingga dikhawatirkan mencemari air tanah yang digunakan sebagai sumber air oleh masyarakat. Berdasarkan hasil literatur jurnal dapat ditarik kesimpulan bahwa pencemaran logam berat terutama Pb, Cd, dan Mn bisa mempengaruhi kondisi airtanah dan air permukaan di sekitar TPA. Sebaran lindi harus diatasi supaya tidak mencemari daerah sekitar TPA.
---	-------------------------	--	---

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Banyuurip dan Glagahombo, Kecamatan Tegalrejo, Kabupaten Magelang sebagai tempat pengambilan sampel air tanah dan air lindi serta Laboratorium Kualitas Air UII sebagai tempat pengujian sampel. Penelitian dilaksanakan mulai dari 15 Maret – 30 Juni 2022. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian

TPA Banyuurip berada di lokasi yang dekat dengan pemukiman dimana masih banyak penduduk yang menggunakan air tanah untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Alasan pengambilan titik sampling pada Gambar 3.1 sebagai lokasi sampling yaitu berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ermawati (2014), terjadi

pencemaran kadmium dan timbal pada air sumur warga sekitar TPA Banyuurip. Pencemaran tersebut berasal dari pencemaran air lindi karena searah dengan aliran air tanah. Kemudian pada penelitian Zaman (2007), konsentrasi lindi untuk parameter besi dan mangan melebihi baku mutu dimana konsentrasi besi pada air lindi sebesar 5,74 mg/L dan mangan sebesar 4,36 mg/L. Hal tersebut dapat disebabkan oleh pengolahan air limbah yang tidak optimal.

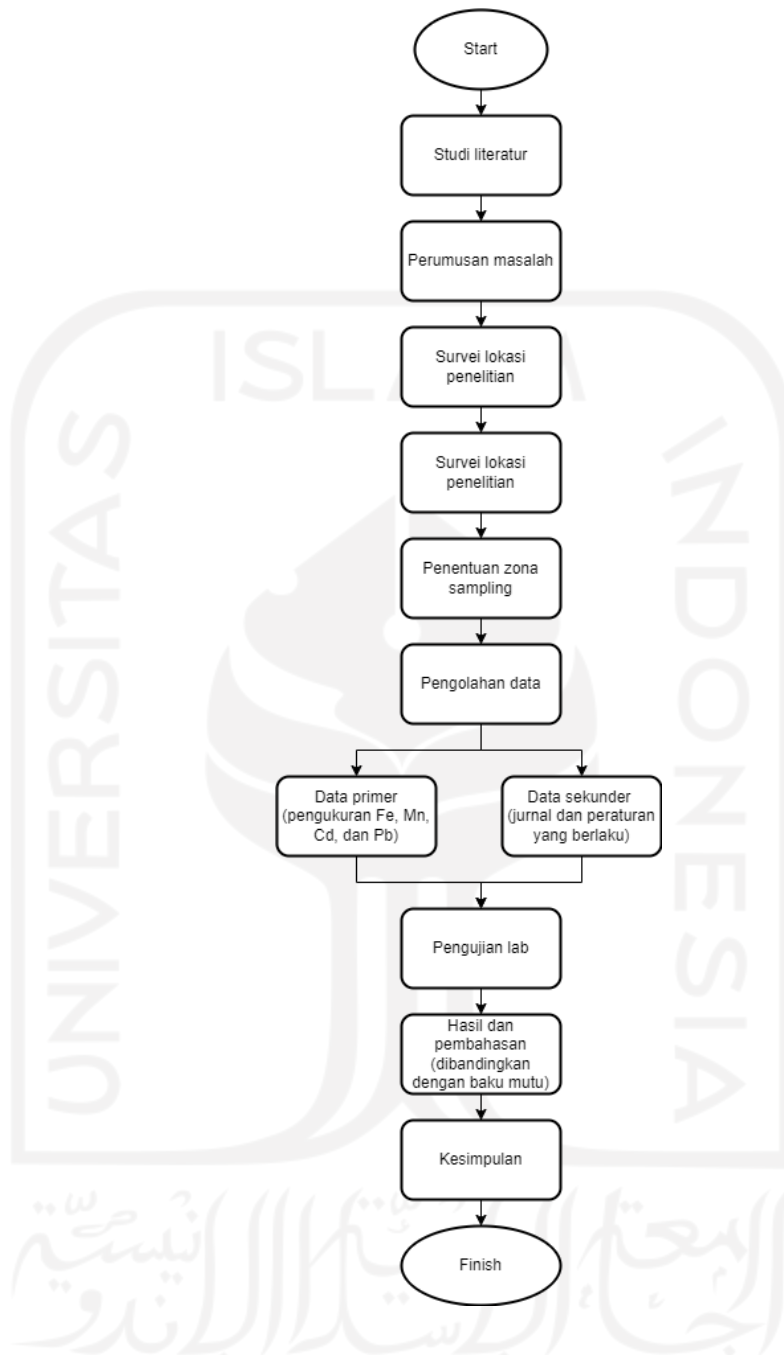
Koordinat titik sampling pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1. Pengambilan sampel air lindi pada kolam lindi ditujukan untuk mengetahui konsentrasi besi, mangan, kadmium, dan timbal pada air lindi pada TPA Banyuurip. Kemudian sampel air tanah diambil dari sumur penduduk sekitar TPABanyuurip untuk mengetahui konsentrasi besi, mangan, kadmium, dan timbal pada air sumur dimana penduduk masih menggunakan air tersebut untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Titik sampling 1-4 berada di hilir mengikuti aliran air tanah yang mengalir dari daratan yang lebih tinggi ke daratan yang lebih rendah sedangkan titik 5 di hulu dan tidak mengikuti aliran air tanah.

Tabel 3.1 Koordinat titik sampling

No	Titik Sampling	S	E
1	Kolam Lindi	7°28'15.02"S	110°14'40.10"E
2	Titik 1	7°28'18.21"S	110°14'37.49"E
3	Titik 2	7°28'19.99"S	110°14'36.45"E
4	Titik 3	7°28'14.69"S	110°14'35.81"E
5	Titik 4	7°28'24.41"S	110°14'33.21"E
6	Titik 5	7°27'59.41"S	110°14'46.22"E

3.2 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini, tahapan penelitian digambarkan dengan diagram alir. Diagram alir menunjukkan tahapan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

3.3 Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dimana pada pelaksanaannya terdapat alat dan bahan sebagai berikut

3.3.1 Alat

Alat yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut

3.3.1.1 Alat Sampling

Alat sampling yang digunakan pada penelitian ini sesuai dengan SNI 6989.58-2008 sebagai berikut

- a. Multimeter (pH, konduktivitas, suhu, kekeruhan, dan TDS)
- b. Kertas lakmus universal
- c. Pipet tetes
- d. GPS
- e. Wadah contoh uji : botol plastic (polyethylene) atau botol kaca
- f. Ice box

3.3.1.2 Alat Pengujian

Alat pengujian yang digunakan untuk uji Fe, Mn, Pb dan Cd di laboratorium adalah sebagai berikut

- a. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)-nyala



Gambar 3.3 AAS-nyala Merk GBC

- b. Lampu katoda berongga (*Hollow Cathode Lamp*, HCL)
- c. Gelas piala
- d. Pipet volumetric
- e. Labu ukur

- f. Erlenmeyer
- g. Corong gelas
- h. Pemanas listrik
- i. Saringan membrane dengan ukuran pori 0,45 μm
- j. Labu semprot

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampel air sumur warga dan bahan pengawetan sesuai dengan SNI 6989.58- 2008 tentang metode pengambilan contoh air tanah yaitu HNO_3 . Untuk bahan uji Fe, Mn, Pb dan Cd di laboratorium adalah sebagai berikut

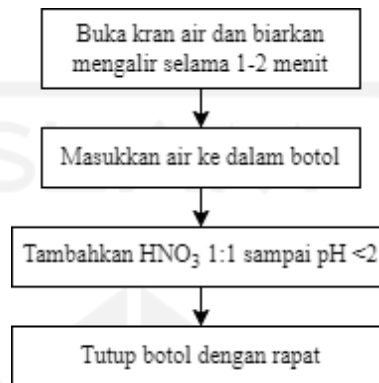
- a. Air bebas mineral
- b. Asam nitrat (HNO_3) pekat p.a
- c. Larutan standar Fe, Mn, Pb, dan Cd
- d. Gas asetilen
- e. Udara tekan

3.4 Metode Pengambilan dan Pengujian Sampel

3.4.1 Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *grab sampling*. Metode penentuan titik sampling dan pengambilan contoh air sumur dilakukan sesuai dengan SNI 6989.58 - 2008. Titik sampling berada di sumur warga sekitar TPA Banyuurip dengan memperhatikan pola arah aliran air tanah sebanyak 5 titik. Setiap titik diambil 2 sampel air dengan total 10 sampel. Selain itu diambil sampel air lindi pada 1 titik karena hanya diperkenankan mengambil di outlet kolam lindi pada bagian permukaan. Sampel air sumur yang diambil merupakan air dari sumur bor. Prosedur pengambilan sampel air sumur bor disajikan pada Gambar 3.4. Sampel air diambil dari kran yang sebelumnya telah dibiarkan mengalir selama 1-2 menit dengan tujuan untuk menghindari air sumur terkontaminasi oleh pipa maupun ujung kran yang kotor. Selanjutnya air dimasukkan ke dalam botol 1 liter yang sebelumnya sudah dibilas menggunakan air dari kran tersebut. Setelah air

dimasukkan ke dalam botol, ditambahkan HNO_3 menggunakan pipet tetes sampai $\text{pH} < 2$. Selanjutnya botol ditutup rapat dan dimasukkan dalam *ice box*.



Gambar 3.4 Prosedur pengambilan sampel air sumur bor

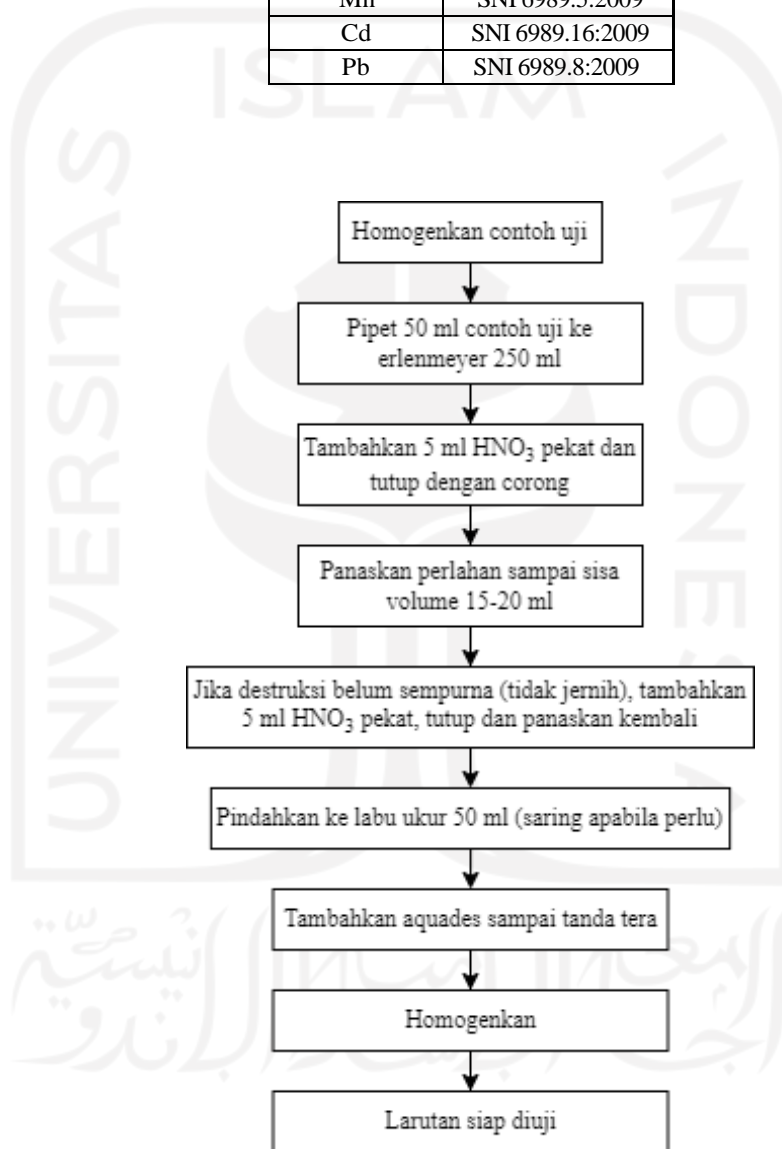
3.4.2 Metode Pengujian Sampel

Pengujian sampel dilakukan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) nyala dengan panjang gelombang tertentu. Pengujian sampel dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang dapat dilihat pada Tabel 3.1. Prinsip pengujian ini adalah analit logam dalam nyala udara asetilen diubah menjadi bentuk atomnya, menyerap energi radiasi elektromagnetik yang berasal dari lampu katoda dan besarnya serapan berbanding lurus dengan kadar analit. Persiapan contoh uji dilakukan dengan metode destruksi basah menggunakan HNO_3 . Digunakannya HNO_3 sebagai agen pengoksidasi utama ditujukan untuk melarutkan logam (Hidayati et al., 2014). Prosedur persiapan contoh uji dapat dilihat pada Gambar 3.5. Contoh uji dihomogenkan dan diambil 50 ml kemudian dimasukkan ke dalam erlenmyer. Setelah itu dilakukan destruksi dengan menambahkan HNO_3 dan ditutup menggunakan corong kemudian dipanaskan dengan suhu 100°C sampai volume berkurang menjadi 15-20 ml. Apabila destruksi belum sempurna yang ditandai dengan sampel tidak jernih, maka ditambahkan HNO_3 lagi kemudian tutup dengan dan panaskan kembali. Selanjutnya sampel disaring menggunakan kertas saring dengan ukuran pori $0,45 \mu\text{m}$ dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml

kemudian ditambahkan aquades sampai tanda tera. Setelah itu, contoh uji dihomogenkan dan siap diuji.

Tabel 3.2 Metode Pengujian Sampel

Parameter	Metode
Fe	SNI 6989.4:2009
Mn	SNI 6989.5:2009
Cd	SNI 6989.16:2009
Pb	SNI 6989.8:2009



Gambar 3.5 Prosedur persiapan contoh uji

3.5 Analisis Data

Pada penelitian ini, metode yang digunakan dalam analisis data adalah analisis regresi linier. Linieritas merupakan kemampuan suatu metode analisis dalam memberikan respon proporsional pada konsentrasi analit dalam sampel. Pengujian linieritas dengan cara perlakuan matematik dilakukan melalui persamaan garis lurus dengan metode kuadrat terkecil antara hasil analisis terhadap konsentrasi analit. Besarnya konsentrasi analit dapat diketahui melalui persamaan garis regresi berikut

$$Y = bX + a$$

Dimana

Y = nilai absorbansi

a = intersept garis Y

b = kemiringan atau slope garis Y

x = konsentrasi

Nilai a menunjukkan kepekaan terhadap analisis dari instrumen. Linieritas dapat menunjukkan ketelitian seorang analis dalam mengerjakan suatu analisis metode yang ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi, nilai keberterimaan bahwa garis regresi linier jika nilai koefisien determinasi sebesar $> 0,997$ (Setyawan, 2018). Adapun konsentrasi logam dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\text{Konsentrasi logam (mg/L)} = C \times Fp$$

Dimana

C = Konsentrasi sampel terbaca (mg/L)

Fp= Faktor pengenceran

Konsentrasi logam yang sudah diketahui akan dibandingkan dengan baku mutu. Baku mutu yang digunakan adalah Peraturan Menteri Kesehatan No 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Hygiene Sanitasi dan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang perubahan atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah. Selanjutnya konsentrasi logam dianalisis persebarannya menggunakan metode IDW (*Inverse Distance Weighted*). Metode IDW merupakan salah satu metode interpolasi yang digunakan untuk menaksir suatu nilai pada lokasi yang tidak termasuk sampel berdasarkan data disekitarnya (Purnomo, 2018). Peta persebaran metode IDW dibuat langsung menggunakan aplikasi QGIS 3.26.

BAB IV

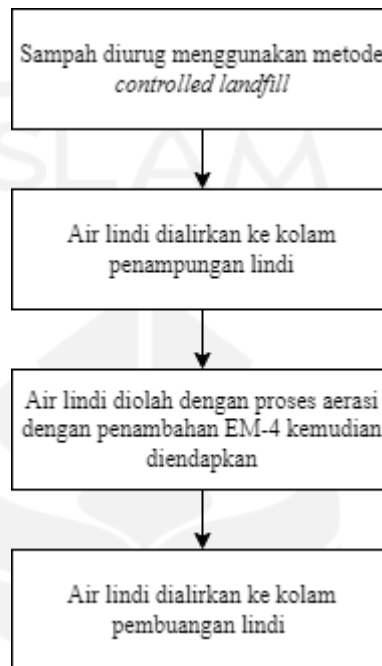
HASIL PENELITIAN

4.1 TPA Banyuurip

Kota Magelang merupakan salah satu kota yang ada di Jawa Tengah dengan jumlah penduduk sebanyak 121.610 jiwa pada tahun 2021. Jumlah penduduk tahun 2021 mengalami peningkatan sebesar 0,07% dari tahun 2020. Pada tahun 2021, Kota Magelang memiliki kepadatan penduduk sebesar 6.559 jiwa/km² dengan kepadatan penduduk tertinggi di kecamatan Magelang Tengah (BPS, 2022). Timbulan sampah yang dihasilkan Kota Magelang pada tahun 2021 sebesar 105,692 m³/hari (DLH, 2022). Komposisi sampah pada permukiman Kota Magelang pada tahun 2016 yaitu 54,97% organik dan 43,03% anorganik. Adapun sampah organik terdiri dari 12,65% sampah daun, 40,18% sisa makanan, dan 2,14% merupakan ranting kayu. Untuk sampah anorganik meliputi 10,37% kertas, 16,31% plastic, 2,23% logam, 2,86% kaca/keramik, 2,27% karet/kulit, 2,54% kain, serta 8,47% lain-lain (Widodo & Firdaus, 2018). Keterbatasan lahan di Kota Magelang menyebabkan Kota Magelang tidak mempunyai TPA yang berlokasi di Kota Magelang. Oleh karena itu, TPA dibangun di luar wilayah Kota Magelang yaitu di Desa Banyuurip, Kecamatan Tegalrejo, Kabupaten Magelang.

TPA Banyuurip merupakan salah satu TPA yang beroperasi di wilayah Jawa Tengah tepatnya di Kecamatan Tegalrejo, Kabupaten Magelang. TPA Banyuurip hanya memiliki umur operasional sampai tahun 2015 dan saat ini hanya dilakukan pengurangan sampah yang masuk ke TPA (Dewi, 2017). Rancangan awal TPA Banyuurip ini menggunakan metode *sanitary landfill*, namun seiring dengan berjalannya waktu TPA Banyuurip beralih ke metode *open dumping*. Pada Tahun 2010, TPA Banyuurip beralih ke metode *controlled landfill* dimana sampah akan diurug oleh tanah setelah mencapai ketinggian 1 meter. TPA Banyuurip cukup memiliki fasilitas proteksi yang memadai yaitu adanya karpet kerikil, drainase,

instalasi pengolahan air lindi, kolam penampungan lindi, sumur pantau, dan ventilasi gas. Proses pengolahan lindi dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Proses Pengolahan Lindi TPA Banyuurip

Pengolahan lindi di TPA Banyuurip dilakukan dengan proses aerasi dimana air lindi dialirkan ke dalam bak penampungan lindi sebanyak 7 bak yang di desain berkelok-kelok. Proses ini dilakukan untuk meningkatkan kadar oksigen sehingga dapat mengikat zat terlarut yang terkandung dalam lindi yang kemudian akan mengendap pada dasar bak penampungan yang dikenal sebagai proses sedimentasi. Air lindi pada kolam penampung ditambahkan EM-4 kemudian diendapkan. Pada saat pengambilan sampel, kolam penampungan lindi terlihat luber kemungkinan disebabkan oleh musim hujan. Kolam penampungan lindi dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Kolam penampungan lindi

Air lindi yang telah dinetralkan kemudian akan dialirkan ke kolam pembuangan lindi atau kolam resapan. Hasil pembuangan air lindi di TPA Banyuurip tidak dibuang ke sungai, namun dibiarkan menghilang dengan sendirinya secara alami. Air lindi tersebut mengalami penguapan dan meresap ke dalam tanah. Air lindi yang dibiarkan meresap ke dalam tanah masih belum diketahui apakah mengandung zat-zat berbahaya atau tidak. Kandungan zat yang berbahaya tersebut dapat menyebabkan tercemarnya air tanah.

Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah, baku mutu lindi termasuk ke dalam baku mutu air limbah untuk usaha dan/atau kegiatan yang belum ditetapkan baku mutunya. Berdasarkan Tabel 4.1, seluruh parameter memenuhi baku mutu. Untuk parameter kekeruhan menggunakan satuan NTU pada saat pengukuran dimana 1 mg/L sama dengan 3 NTU sehingga apabila dikonversikan konsentrasi kekeruhan air lindi menjadi 54,67 mg/L yang mana masih memenuhi baku mutu. Kualitas air lindi TPA Banyuurip dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kualitas air lindi TPA Banyuurip

Parameter	Lindi
suhu (°C)	29,39
pH	7,72
Konduktivitas (mS/cm)	1,95
Kekeruhan (NTU)	164
TDS (g/L)	1,16

Pengambilan sampel air hanya diperkenankan pada 1 titik pada permukaan air lindi di outlet kolam lindi sehingga menyebabkan konsentrasi sampel lindi yang diambil tidak merata dan kurang akurat pada saat pengujian sampel. Selain itu, terjadi hujan satu hari sebelum pengambilan sampel di TPA Banyuurip menyebabkan terjadinya pengenceran pada air lindi.

4.2 Sumur Warga Sekitar TPA

Dalam kegiatan sehari-hari, warga sekitar TPA Banyuurip masih menggunakan air sumur untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih. Pada penelitian ini, air sumur diambil secara acak dengan jarak 200-500 km dari TPA ke sumur warga karena ada sebagian warga yang sudah menggunakan PAM karena air sumurnya kering. Setiap rumah memiliki sumur bor masing-masing untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Lahan pada lokasi sampling merupakan lahan dengan penduduk yang padat. Kegiatan sampling dilakukan selama 2 hari yaitu pada 31 Mei 2022 dan 1 Juni 2022. Pada saat pengambilan sampel cuaca cerah namun pada hari sebelumnya terjadi hujan. Jarak sumur dari TPA dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Jarak Sumur Warga ke TPA

Titik Sampling	Jarak ke TPA (m)
Titik 1	±226
Titik2	±252
Titik 3	±284
Titik 4	±444
Titik 5	±487

Berdasarkan kondisi geologi, TPA Banyuurip berada pada lokasi formasi batuan gunung api tak terpisahkan. Formasi batuan ini terdiri dari breksi, lava, lapilli dan tuf. Kondisi litogi tersebut memiliki kemampuan lambat dalam infiltrasi

sehingga pencemar sulit untuk meresap. Menurut Todd (2005), air tanah merupakan sumber penting air bersih yang ada di dunia yang menempati seluruh rongga dalam strata geologi. Kondisi geohidrologi pada daerah sekitar TPA Banyuurip adalah akuifer dengan aliran air yang melalui celahan dan ruang antar butir pada sekitar lereng gunung api dengan karakteristik produktivitas tinggi, penyebarannya yang luas, dan kedalaman air tanah yang beragam. Kedalaman air tanah pada sekitar lokasi TPA Banyuurip kurang dari 15 sampai 20 meter. Semakin dalam muka air tanah maka akan zat pencemar akan semakin sulit mencapai air tanah (Ermawati, 2014).

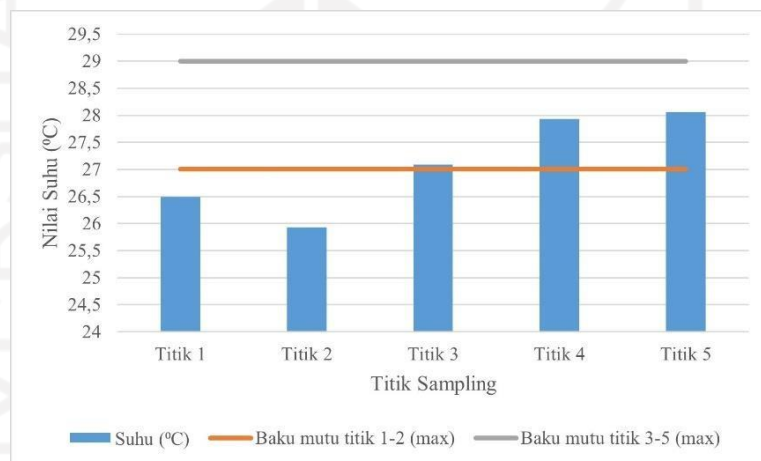
Tanah pada lokasi TPA termasuk ke dalam latosol coklat dimana solum pada tanah ini dalam, memiliki tekstur lempung, dan memiliki drainase yang baik. Tekstur tanah lempung menyebabkan air sulit meresap ke dalam tanah. Lempung dalam tanah berperan alami sebagai perangkap alami polutan dalam tanah melalui proses adsorpsi atau pertukaran ion. Keunggulan lempung sebagai adsorben terdapat pada sifatnya yang memiliki luas permukaan spesifik tinggi, stabil secara kimia maupun mekanik, struktur permukaan yang bervariasi serta kapasitas pertukaran ion yang tinggi. Lempung memiliki kemampuan untuk melakukan adsorpsi logam berat Pb dan Cd pada air (Muhdarina et al, 2010). Lempung alam memiliki kelemahan yaitu struktur lapisannya yang mudah rusak dan porositasnya yang dapat hilang apabila mengalami pemanasan pada suhu tinggi. Hal tersebut dapat menyebabkan masuknya pencemar ke dalam tanah (Sari et al, 2014).

Tabel 4.3 Kondisi air sumur warga

Parameter	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5
suhu (°C)	26,49	25,93	27,09	27,93	28,06
pH	6,65	7,17	6,58	6,96	6,71
Konduktivitas (mS/cm)	0,602	0,545	0,832	0,576	0,214
Kekeruhan (NTU)	0,73	9,82	6,14	8,71	3,09
TDS (g/L)	0,385	0,349	0,533	0,369	0,139

Tabel 4.3 menunjukkan kondisi air sumur warga sekitar TPA Banyuurip berdasarkan parameter lapangan. Suhu sangat berpengaruh dalam kelarutan senyawa logam berat. Suhu yang tinggi menyebabkan senyawa logam berat larut dalam air (Sukoasih & Widiyanto, 2017). Suhu di Tegalrejo pada saat melakukan

sampling pada hari ke-1 tanggal 31 Mei 2022 yaitu 24 °C. Pada hari ke-1 dilakukan pengambilan sampel air sumur pada titik 1 dan 2. Pada titik 1 suhu air sumur sebesar 26,49 °C dan titik 2 sebesar 25,93 °C. Pada sampling hari ke-2 tanggal 1 Juni 2022 dilakukan pengambilan air sumur pada titik 3,4, dan 5 dimana pada saat itu suhu udara di Tegalrejo adalah 26°C. Pada titik 3 suhu air sumur sebesar 27,09 °C, titik 4 sebesar 27,93 °C dan titik 5 sebesar 28,06 °C. Berdasarkan PMK No 32 Tahun 2017 tentang hygiene sanitasi, suhu air masih memenuhi baku mutu dimana kadar maksimal untuk suhu air adalah suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$. Grafik suhu air sumur dapat dilihat pada Gambar 4.3.

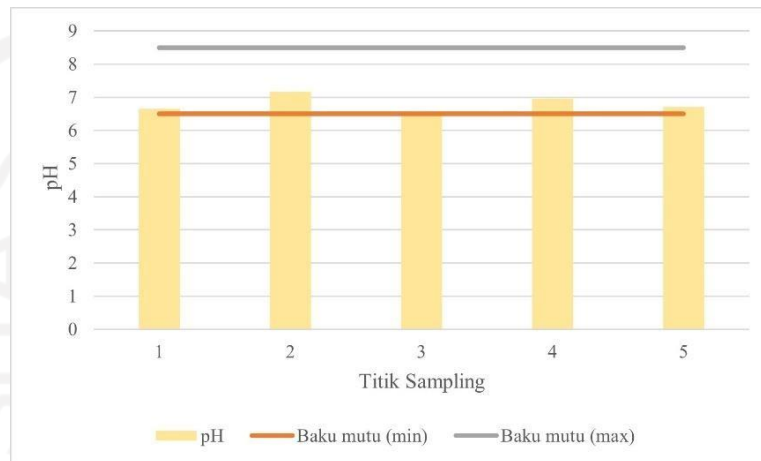


Gambar 4.3 Grafik suhu air sumur

Tinggi rendahnya pH dalam air dapat mempengaruhi kelarutan logam berat. pH yang cenderung rendah atau bersifat asam menyebabkan kelarutan logam berat lebih tinggi dibandingkan pada saat pH basa. pH yang rendah atau bersifat asam menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Kondisi pH yang mendekati normal sekitar 7-8 menyebabkan kelarutan logam berat cenderung stabil dan akan berikatan dengan anion membentuk organologam yang mengendap di dasar perairan (Sukoasih & Widiyanto, 2017).

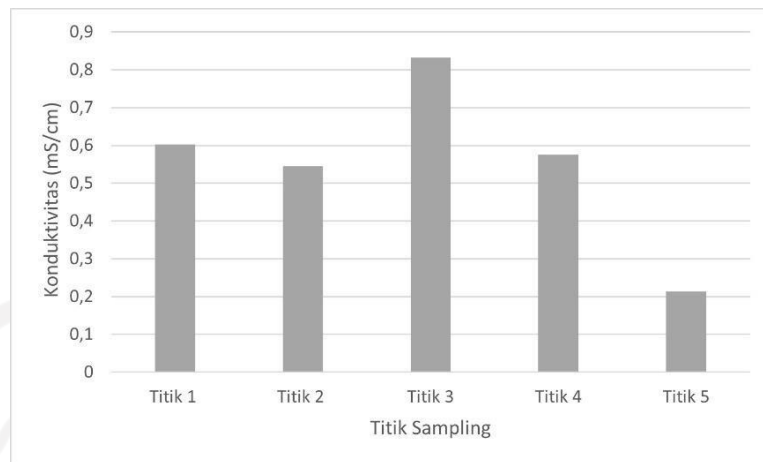
Air yang bersifat asam dapat menyebabkan korosi pada pipa sedangkan air yang bersifat basa dapat menyebabkan kerak pada pipa (Talan et al, 2021). Pada titik 1 pH air sumur sebesar 6,65, titik 2 7,17, titik 3 6,58, titik 4 6,96 dan titik 5

6,71. Berdasarkan PMK No 32 Tahun 2017 tentang hygiene sanitasi, untuk parameter pH masih memenuhi baku mutu dimana kadar maksimal untuk pH adalah 6,5-8,5. Grafik pH air sumur pada setiap titik dapat dilihat pada Gambar 4.4



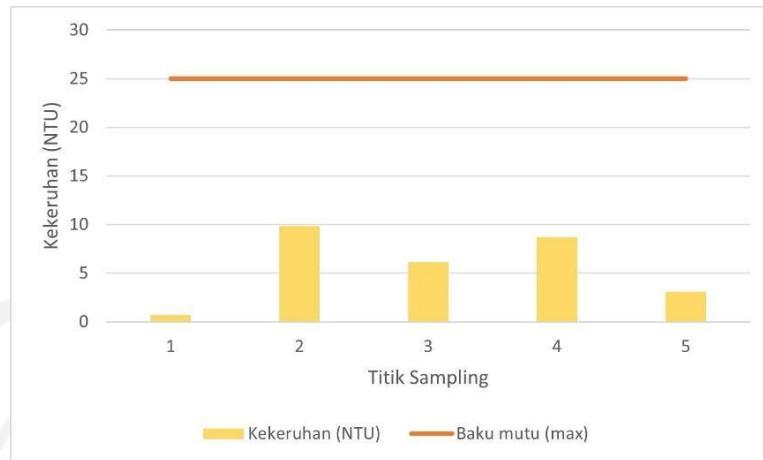
Gambar 4.4 Grafik pH air sumur

Konduktivitas merupakan suatu kemampuan larutan dalam menghantarkan arus listrik. Kemampuan air dalam melewati aliran listrik secara langsung berkaitan dengan konsentrasi ion di dalam air. Ion-ion yang berada dalam air berasal dari garam terlarut dan senyawa anorganik (Wardani, 2015). Larutan asam, basa, dan garam merupakan penghantar listrik yang baik. Semakin banyak garam yang terlarut dalam air maka akan semakin tinggi pula nilai konduktivitasnya. Semakin tinggi konduktivitas maka akan semakin buruk kualitas airnya (Nicola, 2015). Adapun nilai konduktivitas air sumur pada titik 1 sebesar 0,60 mS/cm, titik 2 0,55 mS/cm, titik 3 0,83 mS/cm, titik 4 0,58 mS/cm, dan titik 5 0,21 mS/cm. Batasbaku mutu konduktivitas tidak terdapat dalam baku mutu yang digunakan pada semua sampel. Grafik konduktivitas air sumur pada tiap titik dapat dilihat pada Gambar 4.5.



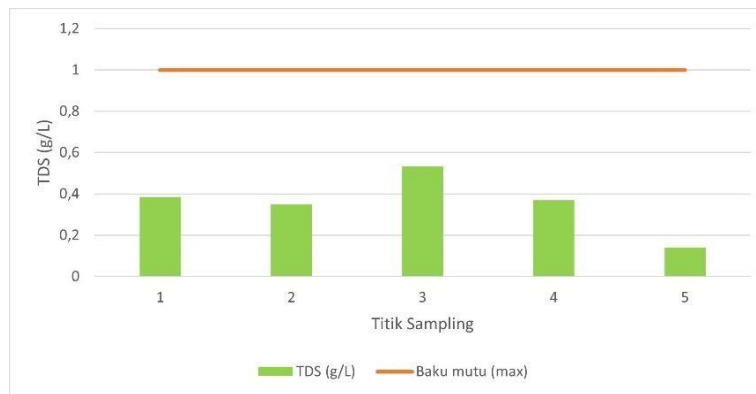
Gambar 4.5 Grafik konduktivitas air sumur

Kekeruhan dapat disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi baik organik maupun nonorganik. Zat organik dapat berasal dari pelapukan tanaman dan hewan. Padatan tersuspensi yang terbawa aliran air akan mempengaruhi jumlah kadar TSS (*Total Suspended Solid*). Kadar TSS yang tinggi akan menyebabkan penurunan pada kualitas air. Kekeruhan pada titik 1 sebesar 0,73 NTU, titik 2 9,82 NTU, titik 3 6,14 NTU, titik 4 8,71 NTU, dan titik 5 3,09 NTU. Berdasarkan PMK No 32 Tahun 2017 tentang hygiene sanitasi, kekeruhan masih memenuhi baku mutu dimana kadar maksimal untuk kekeruhan adalah 25 NTU. Tingginya kekeruhan pada titik 2 dan 4 dapat disebabkan kotoran hewan yang berada di sekitar sumur dan limbah rumah tangga yang terbawa aliran air. Padatan tersuspensi berupa partikel partikel yang dibawa oleh aliran air akan mempengaruhi kadar TSS yang berdampak pada penurunan kualitas air (Talan et al, 2021). Grafik kekeruhan air sumur pada tiap titik dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik kekeruhan air sumur

TDS (*Total Dissolved Solid*) merupakan jumlah zat yang terlarut dalam air. TDS yang tinggi dapat meninggalkan endapan pada peralatan rumah tangga dan pipa air. TDS pada titik 1 sebesar 0,39 g/L, titik 2 0,35 g/L, titik 3 0,53 g/L, titik 4 0,37 g/L, dan titik 5 0,14 g/L. Grafik TDS air sumur pada tiap titik dapat dilihat pada Gambar 4.8. Berdasarkan PMK No 32 Tahun 2017, untuk kadar maksimal TDS yaitu 1000 mg/L atau 1 g/L sehingga TDS air sumur warga masih memenuhi baku mutu. Tingginya TDS pada air sumur dapat disebabkan oleh adanya buangan limbah rumah tangga. Lokasi air sumur warga jaraknya berdekatan langsung dengan pemukiman penduduk yang padat. Tinggi rendahnya TDS pada tiap sampel berbeda-beda tergantung pada jenis benda padat kecil yang terlarut dalam air. (Talan et al, 2021).



Gambar 4.8 Grafik TDS air sumur

4.3 Analisis Kandungan Logam Berat

Analisa kandungan logam berat pada sampel diuji menggunakan AAS-nyala dengan panjang gelombang tertentu. Sampel yang diuji merupakan hasil dari pemekatan.

4.3.1 Logam Besi (Fe)

Pembuatan kurva kalibrasi untuk pengujian air lindi menggunakan larutan standar besi dengan konsentrasi 0,05; 0,1; 0,3; 0,6; 1 dan 1,5 ppm. Deret standar kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala dengan panjang gelombang 248,3 nm. Kurva kalibrasi standar besi (Fe) merupakan hubungan linier antara konsentrasi dari standar besi dengan serapan yang diperoleh dari respon instrument AAS-nya.

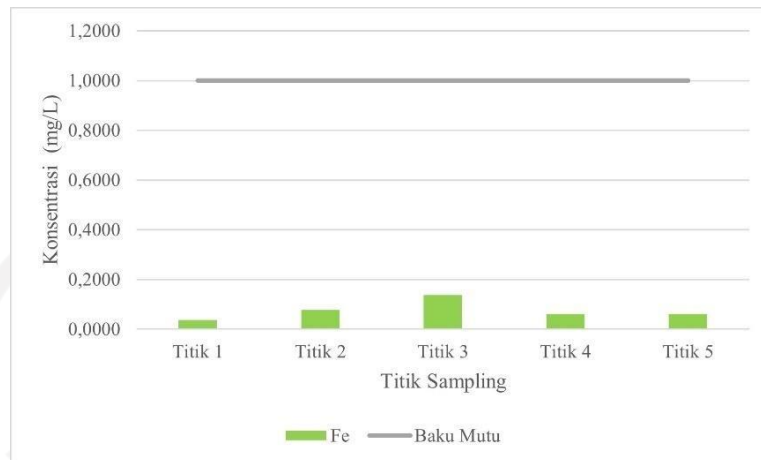
Semakin besar konsentrasi maka semakin besar serapan yang diperoleh. Linieritas pada kurva kalibrasi yang didapat oleh standar besi untuk pengujian air lindi adalah $y = 0,0516x - 0,0019$ dengan regresi sebesar 0,9994. Menurut EPA, nilai regresi yang baik untuk pengujian logam yaitu lebih tinggi atau sama dengan 0,0995. Jadi nilai regresi pada kurva kalibrasi standar besi untuk pengujian air lindi dapat dikatakan baik karena lebih besar dari 0,995. Dari pengujian air lindi menggunakan AAS-nyala didapatkan konsentrasi besi rata-rata yaitu 0,86 mg/L. Berdasarkan Perda Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012, air lindi TPA Banyuurip untuk parameter besi masih memenuhi baku mutu.

Kadar Fe pada air lindi hasil pengujian di lab berbeda dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Zaman (2007) dimana kadar Fe pada air lindi melebihi baku mutu. Kadar Fe yang tinggi dapat terlihat dari warna lindi yang hitam coklat kepekatan (Irhamni et al., 2017). Tingginya kadar besi pada air lindi diduga disebabkan karena adanya akumulasi dari hasil dekomposisi sampah organik dan sampah anorganik yang tertimbun di TPA (Karamina et al., 2021). Sampah yang menghasilkan besi dapat berasal dari limbah alat-alat yang berbahan dasar besi (Imaduddin et al., 2020).

Pembuatan kurva kalibrasi untuk pengujian air sumur menggunakan larutan standar besi dengan konsentrasi 0,05; 0,1; 0,3; 0,6; 1 dan 1,5 ppm. Deret standar kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala dengan panjang gelombang 248,3 nm. Kurva kalibrasi standar besi (Fe) merupakan hubungan linier antara konsentrasi dari standar besi untuk pengujian air sumur dengan serapan yang diperoleh dari respon instrument AAS-nya.

Semakin besar konsentrasi maka semakin besar serapan yang diperoleh. Linieritas pada kurva kalibrasi yang didapat oleh standar besi untuk pengujian air sumur adalah $y = 0,0661x + 0,0021$ dengan regresi sebesar 0,9984. Nilai regresi pada kurva kalibrasi standar besi untuk pengujian air sumur dapat dikatakan baik karena lebih besar dari 0,995. Dari pengujian air sumur menggunakan AAS-nyala didapatkan konsentrasi besi rata-rata pada titik 1 0,039 mg/L, titik 2 0,078 mg/L, titik 3 0,14 mg/L, titik 4 0,061 mg/L, titik 5 0,061 mg/L yang dapat dilihat pada Gambar 4.9.

Berdasarkan PMK No 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk keperluan hygiene sanitasi, baik dari titik 1-5 masih memenuhi baku mutu besi yaitu maksimum 1 mg/L. Tingginya kandungan Fe yang terdapat pada sampel diduga karena adanya faktor alami seperti jenis tanah dan batuan yang menyusun wilayah tersebut (Aisyah, 2017). Namun pada sumur warga sekitar TPA Banyuurip konsentrasi besi cenderung rendah. Rendahnya kandungan besi tersebut menunjukkan bahwa kandungan bahan organik pada sampel tersebut rendah (Ermawati, 2014).



Gambar 4.9 Grafik kandungan logam Fe pada air sumur

4.3.2 Logam Mangan (Mn)

Pembuatan kurva kalibrasi untuk pengujian air lindi menggunakan larutan standar mangan dengan konsentrasi 0,05; 0,1; 0,3; 0,6; 1 dan 1,5 ppm. Deret standar kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala dengan panjang gelombang 279,5 nm. Kurva kalibrasi standar mangan (Mn) merupakan hubungan linier antara konsentrasi dari standar mangan dengan serapan yang diperoleh dari respon instrument AAS-nya.

Semakin besar konsentrasi maka semakin besar serapan yang diperoleh. Linieritas pada kurva kalibrasi yang didapat oleh standar mangan untuk pengujian air lindi adalah $y = 0,1456x + 0,0061$ dengan regresi sebesar 0,9980. Menurut EPA, nilai regresi yang baik untuk pengujian logam yaitu lebih tinggi atau sama dengan 0,0995. Jadi, nilai regresi pada kurva kalibrasi standar mangan untuk pengujian air lindi dapat dikatakan baik karena lebih besar dari 0,995. Dari pengujian air lindi menggunakan AAS-nyala didapatkan konsentrasi mangan rata-rata yaitu 0,27 mg/L. Berdasarkan baku mutu lindi yang digunakan, air lindi TPA Banyuurip berdasarkan parameter mangan masih memenuhi baku mutu.

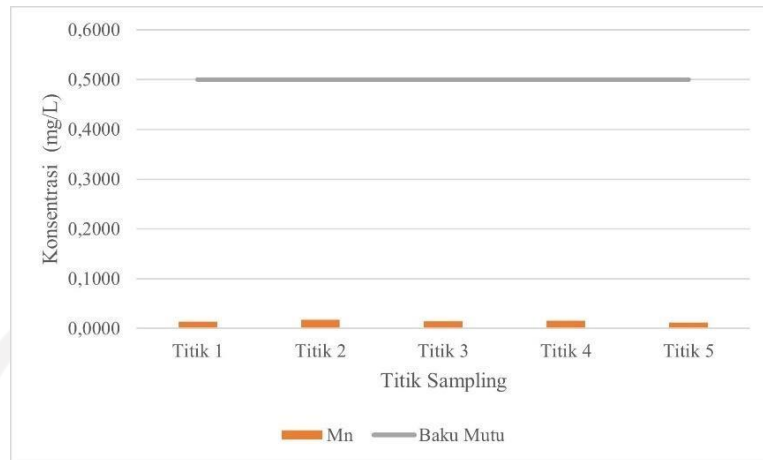
Kadar Mn pada air lindi hasil pengujian di lab berbeda dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Zaman (2007) dimana kadar Mn pada air lindi melebihi baku mutu. Air yang mengandung mangan (Mn) berlebih dapat dilihat

dari warna yang coklat atau ungu kehitaman, kekeruhan, dan menimbulkan rasa (Fauziah dalam Febrina & Astrid, 2014). Mangan dapat ditemukan secara alami di kerak bumi. Selain itu, mangan juga digunakan dalam industri baja, baterai, gelas, keramik, dan cat (Effendi dalam Ermawati, 2014).

Pembuatan kurva kalibrasi untuk pengujian air sumur menggunakan larutan standar mangan dengan konsentrasi 0; 0,05; 0,1; 0,3; 0,6; 1 dan 1,5 ppm. Deret standar kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala dengan panjang gelombang 279,5 nm. Kurva kalibrasi standar mangan merupakan hubungan linier antara konsentrasi dari standar mangan untuk pengujian air sumur dengan serapan yang diperoleh dari respon instrument AAS-nya.

Semakin besar konsentrasi maka semakin besar serapan yang diperoleh. Linieritas pada kurva kalibrasi yang didapat oleh standar mangan untuk pengujian air sumur adalah $y = 0,1958x - 0,0036$ dengan regresi sebesar 0,9991. Nilai regresi pada kurva kalibrasi standar mangan untuk pengujian air sumur dapat dikatakan baik karena lebih besar dari 0,995. Dari pengujian air sumur menggunakan AAS-nyala didapatkan konsentrasi mangan rata-rata pada titik 1 0,014 mg/L, titik 2 0,018 mg/L, titik 3 0,015 mg/L, titik 4 0,016 mg/L, titik 5 0,012 mg/L yang dapat dilihat pada Gambar 4.10.

Berdasarkan PMK No 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk keperluan hygiene sanitasi, baik dari titik 1-5 masih memenuhi baku mutu mangan yaitu maksimum 0,5 mg/L. Sama halnya seperti besi, tingginya mangan juga diduga karena adanya faktor alami seperti jenis tanah dan batuan yang menyusun wilayah tersebut. Tinggi rendahnya kadar Mn juga dipengaruhi oleh kandungan oksigen dalam air. Kandungan oksigen yang sedikit menyebabkan unsur Mn terendap dan merubah warna air (Aisyah, 2017).



Gambar 4.10 Grafik kandungan logam Mn pada air sumur

4.3.3 Logam Kadmium (Cd)

Pembuatan kurva kalibrasi untuk pengujian air lindi menggunakan larutan standar kadmium dengan konsentrasi 0,05; 0,1; 0,3; 0,6; 1 dan 1,5 ppm. Deret standar kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala dengan panjang gelombang 228,8 nm. Kurva kalibrasi standar kadmium (Cd) merupakan hubungan linier antara konsentrasi dari standar kadmium dengan serapan yang diperoleh dari respon instrument AAS-nya.

Semakin besar konsentrasi maka semakin besar serapan yang diperoleh. Linieritas pada kurva kalibrasi yang didapat oleh standar kadmium untuk pengujian air lindi adalah $y = 0,2003x + 0,0047$ dengan regresi sebesar 0,9999. Menurut EPA, nilai regresi yang baik untuk pengujian logam yaitu lebih tinggi atau sama dengan 0,0995. Jadi nilai regresi pada kurva kalibrasi standar kadmium untuk pengujian air lindi dapat dikatakan baik karena lebih besar dari 0,995. Dari pengujian air lindi menggunakan AAS-nyala didapatkan konsentrasi kadmium rata-rata yaitu 0,0082 mg/L.

Berdasarkan baku mutu lindi yang digunakan, TPA Banyuurip masih memenuhi baku mutu untuk kadmium yaitu maksimum 0,1 mg/L. Kandungan Cd pada air lindi hasil pengujian di lab berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Ermawati (2014) yaitu sebesar 0,033 di inlet dan 0,013 di outlet. Hal tersebut dapat dikarenakan oleh adanya hujan sehari sebelum pengambilan sampel sehingga

terjadi pengenceran air lindi. Adanya kandungan kadmium di TPA dapat berasal dari limbah baterai dan peralatan elektronik yang mengandung kadmium (Imaduddin et al., 2020).

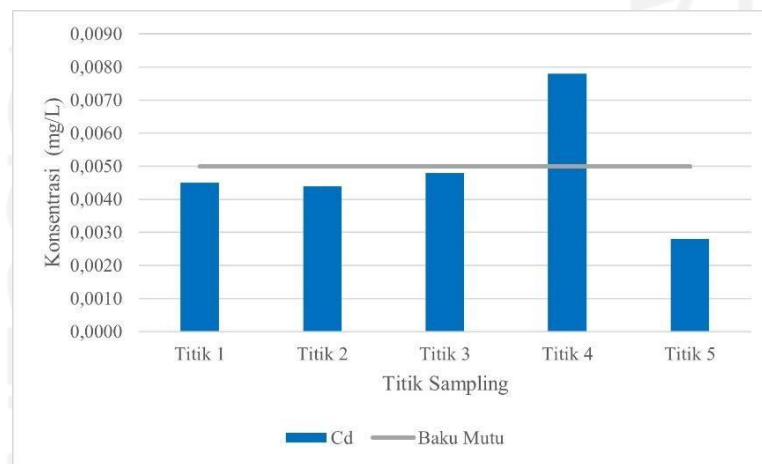
Pembuatan kurva kalibrasi untuk pengujian air sumur menggunakan larutan standar kadmium dengan konsentrasi 0; 0,05; 0,1; 0,3; 0,6 dan 1 ppm. Deret standar kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala dengan panjang gelombang 228,8 nm. Kurva kalibrasi standar kadmium merupakan hubungan linier antara konsentrasi dari standar kadmium untuk pengujian air sumur dengan serapan yang diperoleh dari respon instrument AAS-nya.

Semakin besar konsentrasi maka semakin besar serapan yang diperoleh. Linieritas pada kurva kalibrasi yang didapat oleh standar kadmium untuk pengujian air sumur adalah $y = 0,2853x - 0,0007$ dengan regresi sebesar 1,0000. Nilai regresi pada kurva kalibrasi standar kadmium untuk pengujian air sumur dapat dikatakan baik karena lebih besar dari 0,995. Dari pengujian air sumur menggunakan AAS-nyala didapatkan konsentrasi kadmium rata-rata pada titik 1 0,0045 mg/L, titik 2 0,0044 mg/L, titik 3 0,0048 mg/L, titik 4 0,0078 mg/L, titik 5 0,0028 mg/L yang dapat dilihat pada Gambar 4.11. Berdasarkan PMK No 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk keperluan hygiene sanitasi, baik dari titik 1,2,3 dan 5 masih memenuhi baku mutu kadmium yaitu maksimum 0,005 mg/L sedangkan pada titik 4 tidak memenuhi baku mutu.

Kandungan kadmium yang cenderung tinggi diduga terjadi karena adanya rembesan air lindi TPA ke dalam aliran tanah. Hal tersebut dapat dilihat pada lokasi sumur yang berada di hilir TPA dimana konsentrasi Cd pada titik 1-3 cenderung tinggi namun masih memenuhi baku mutu sedangkan titik 4 melebihi baku mutu. Perbedaan kondisi tiap titik dapat mempengaruhi konsentrasi kadmium seperti adanya timbunan sampah yang mengandung logam Cd yang dekat dengan sumur penduduk, curah hujan, dan kedalaman air tanah.

Desa Banyuurip memiliki struktur tanah lempung dimana kontaminan dapat mengalir cepat pada tanah yang retak. Keretakan tersebut menyebabkan tanah lempung mengadsorpsi kontaminan apabila struktur lapisnya rusak dan

porositasnya hilang. Kontaminan Cd akan terakumulasi pada tanah lempung dalam jangka waktu yang lama sehingga menyebabkan pencemaran. Adanya curah hujan menyebabkan lindi mudah terbawa aliran air tanah. Kadmium bersifat kumulatif dan toksik bagi manusia. Kadmium secara alami dapat ditemukan di kerak bumi bersamaan dengan zinc yang banyak digunakan dalam industry metalurgi, pelapisan logam, pigmen, baterai, peralatan elektronik, dan lain-lain (Effendi, 2003).



Gambar 4.11 Kandungan Logam Cd Pada Air Sumur

4.3.4 Logam Timbal (Pb)

Pembuatan kurva kalibrasi untuk pengujian air lindi menggunakan larutan standar timbal dengan konsentrasi 0,05; 0,1; 0,3; 1 dan 1,5 ppm. Deret standar kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala dengan panjang gelombang 283,3 nm. Kurva kalibrasi standar timbal (Pb) merupakan hubungan linier antara konsentrasi dari standar timbal dengan serapan yang diperoleh dari respon instrument AAS-nya.

Semakin besar konsentrasi maka semakin besar serapan yang diperoleh. Linieritas pada kurva kalibrasi yang didapat oleh standar timbal untuk pengujian air lindi adalah $y = 0,0333x + 0,0035$ dengan regresi sebesar 0,9955. Menurut EPA, nilai regresi yang baik untuk pengujian logam yaitu lebih tinggi atau sama dengan 0,0995. Jadi nilai regresi pada kurva kalibrasi standar timbal untuk pengujian air

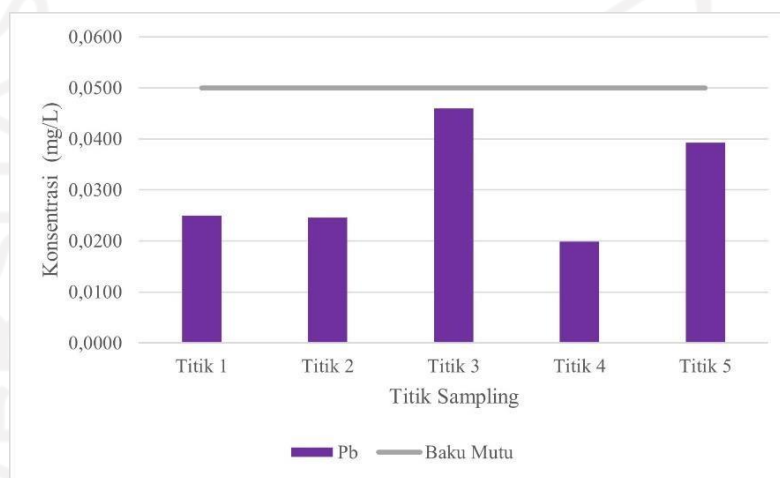
lindi dapat dikatakan baik karena lebih besar dari 0,995. Dari pengujian air lindi menggunakan AAS-nyala didapatkan konsentrasi timbal rata-rata yaitu 0,041 mg/L. Berdasarkan baku mutu lindi, air lindi TPA banyuurip berdasarkan parameter Pb masih memenuhi baku mutu. Hasil pengujian di lab berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Ermawati (2014) dimana kandungan Pb pada air lindi di outlet sebesar 0,024 mg/L dan 0,021 di outlet. Hal tersebut diduga karena perbedaan jumlah komposisi sampah yang tertimbun di TPA serta pada pengambilan sampel lindi hanya dilakukan pada permukaan air di outlet kolam pengolahan lindi sehingga sampel lindi yang digunakan kurang bagus. Adanya kandungan timbal di TPA dapat berasal dari limbah yang mengandung timbal seperti cat, kaleng, dan baterai (Imaduddin et al., 2020).

Pembuatan kurva kalibrasi untuk pengujian air sumur menggunakan larutan standar timbal dengan konsentrasi 0,05; 0,3; 0,6; 1 dan 1,5 ppm. Deret standar kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala dengan panjang gelombang 283,3 nm. Kurva kalibrasi standar timbal merupakan hubungan linier antara konsentrasi dari standar timbal untuk pengujian air sumur dengan serapan yang diperoleh dari respon instrument AAS-nya.

Semakin besar konsentrasi maka semakin besar serapan yang diperoleh. Linieritas pada kurva kalibrasi yang didapat oleh standar kadmium untuk pengujian air sumur adalah $y = 0,0416x - 0,0014$ dengan regresi sebesar 0,9990. Nilai regresi pada kurva kalibrasi standar timbal untuk pengujian air sumur dapat dikatakan baik karena lebih besar dari 0,995. Dari pengujian air sumur menggunakan AAS-nyala didapatkan konsentrasi timbal rata-rata pada titik 1 sebesar 0,025 mg/L, titik 2 sebesar 0,025 mg/L, titik 3 sebesar 0,046 mg/L, titik 4 sebesar 0,02 mg/L, titik 5 sebesar 0,039 mg/L yang dapat dilihat pada Gambar 4.12. Berdasarkan PMK No 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk keperluan hygiene sanitasi, baik dari titik 1-5 masih memenuhi baku mutu timbal yaitu maksimum 0,05 mg/L namun pada titik 3 dan 5 cenderung tinggi mendekati baku mutu.

Tingginya Pb pada titik 3 diduga karena adanya akumulasi rembesan Pb dari air lindi TPA sedangkan pada titik 5 tingginya Pb kemungkinan bukan dari TPA

sebab titik 5 berada di hulu dan tidak mengikuti aliran air tanah. Tingginya kadar Pb dapat disebabkan oleh suhu dan pH. Suhu yang tinggi dan pH yang rendah menyebabkan kelarutan logam lebih tinggi. Selain itu, adanya curah hujan menyebabkan lindi mudah terbawa oleh aliran air tanah. Perbedaan konsentrasi tiap titik juga disebabkan oleh perbedaan jumlah timbunan sampah, curah hujan, dan kedalaman air tanah.



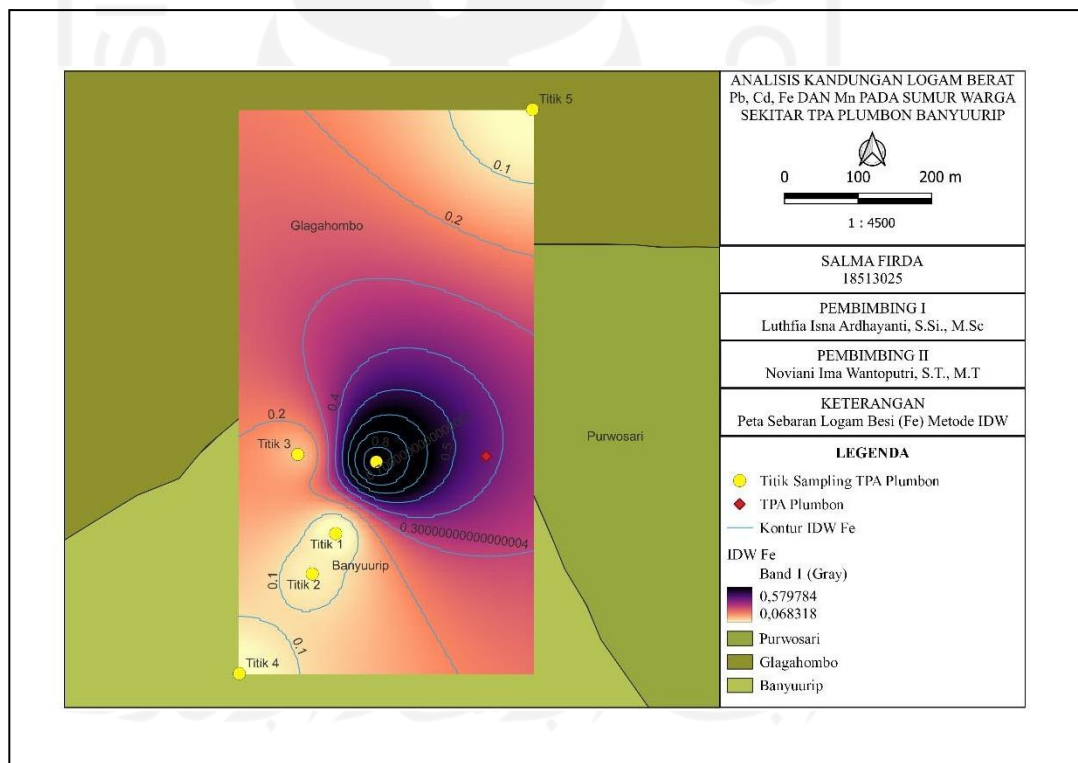
Gambar 4.12 Kandungan logam Pb pada air sumur

4.4 Persebaran Logam Berat Daerah Sekitar TPA

Proses penimbunan sampah terus-menerus TPA dapat menghasilkan pencemar berupa air lindi. Lindi dapat mencemari air permukaan maupun air tanah yang digunakan oleh penduduk sekitar sebagai sumber air. Hal tersebut disebabkan adanya infiltrasi air hujan yang masuk ke dalam timbunan sampah. Air lindi tersebut mengandung bahan-bahan organik dan logam berat (Imaduddin et al., 2020).

Profil persebaran logam berat Fe, Mn, Cd, dan Pb di daerah sekitar TPA Banyuurip disajikan dalam bentuk peta yang dibuat langsung menggunakan aplikasi QGIS 3.26 dengan metode IDW (*Inverse Distance Weighted*). Data yang dibutuhkan pada pembuatan peta persebaran logam merupakan konsentrasi logam dari hasil pengujian sampel setiap titik.

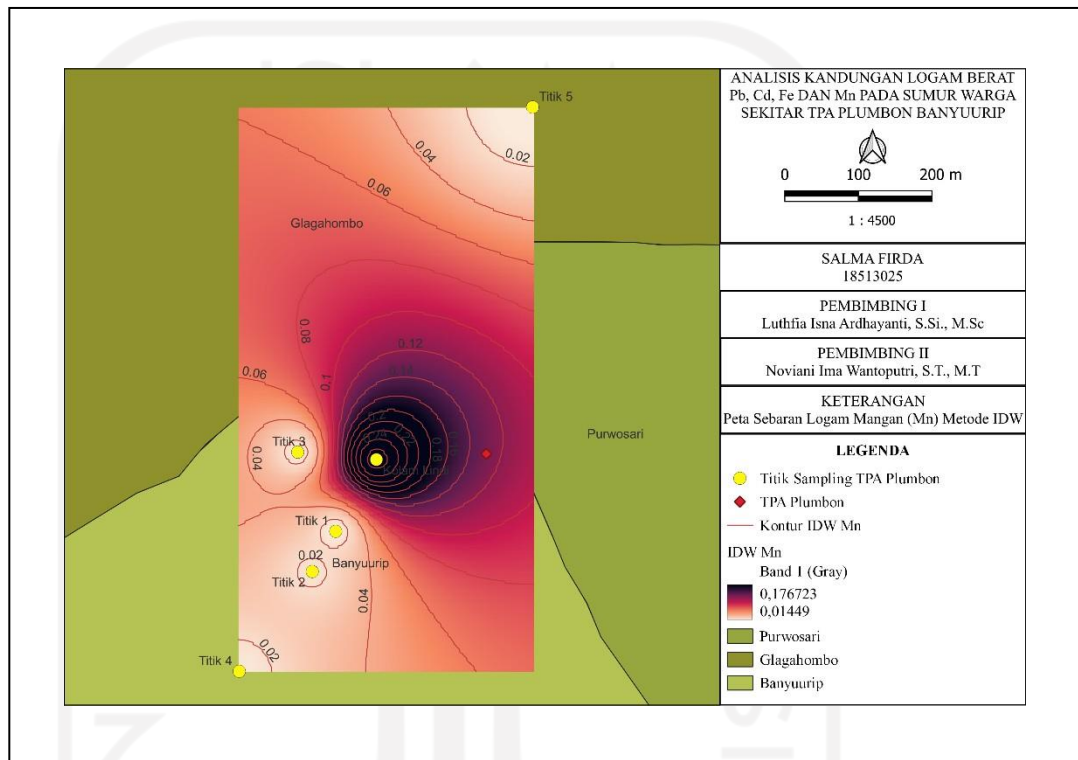
Pada Gambar 4.13 dapat dilihat persebaran logam besi (Fe) hasil estimasi IDW menggunakan QGIS. Pada gambar 22 terlihat skala *filled contour* yang menunjukkan nilai kadar besi dari warna gelap ke terang. Kadar besi terendah ditunjukkan dengan warna putih sedangkan kadar tertinggi ditunjukkan dengan warna hitam dengan nilai skala 0,579784-0,068318. Daerah dengan kadar Fe tertinggi berada pada kolam lindi. Untuk daerah sekitar TPA dimana warga masih menggunakan air sumur sebagai sumber air untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, kadar Fe tertinggi berada pada titik 3 dimana pada titik tersebut menunjukkan warna paling terang sedangkan untuk kadar Fe tertinggi pada air sumur berada pada titik 3 dimana pada titik tersebut menunjukkan warna agak gelap daripada titik 1-5.



Gambar 4.13 Peta Sebaran Logam Besi (Fe)

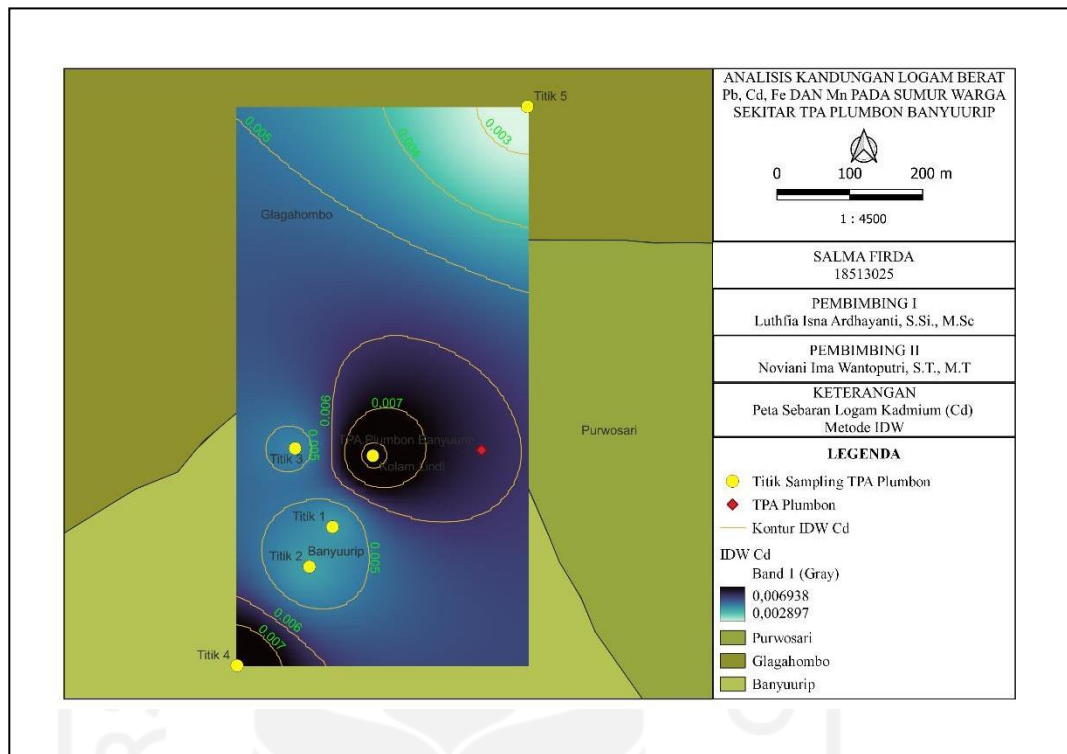
Untuk peta persebaran mangan (Mn) dengan menggunakan metode IDW dapat dilihat pada Gambar 4.14. Terlihat skala *filled contour* yang menunjukkan nilai kadar mangan dari warna tergelap ke terang dengan skala 0,176723-0,01449. Pada

peta, kadar Mn tertinggi ditunjukkan dengan warna hitam pada titik kolam lindi. Untuk kadar Mn pada air sumur hampir sama pada titik 1-5 karena berada pada garis kontur 0,2.



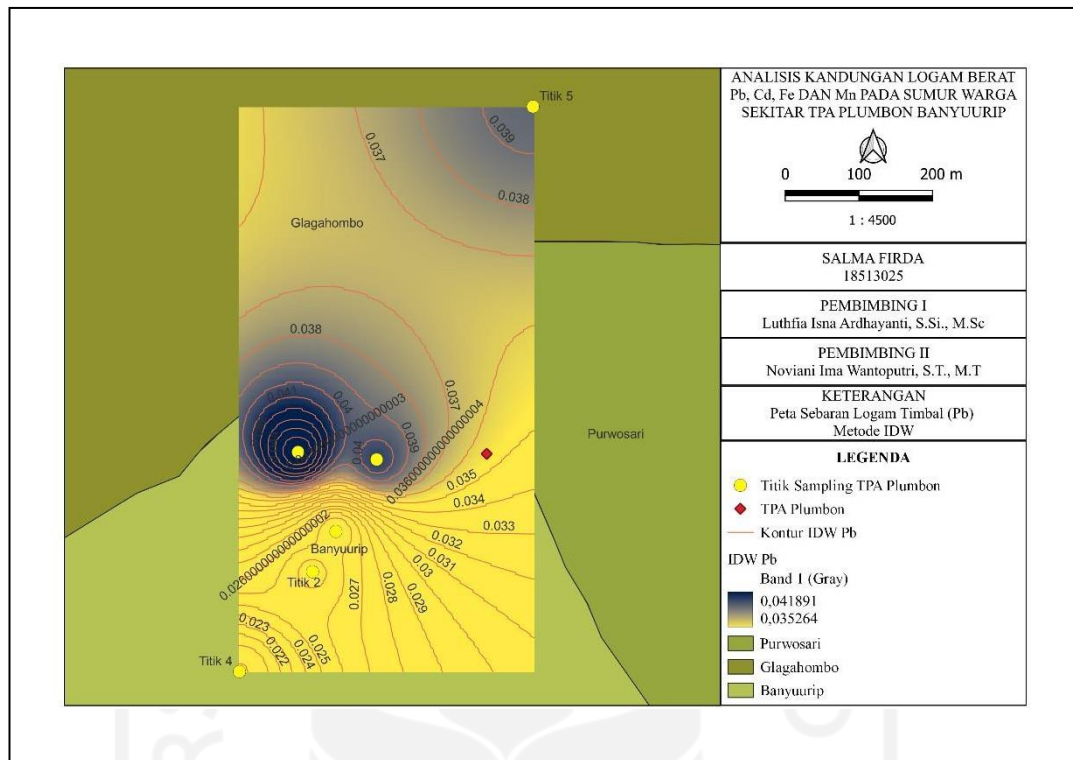
Gambar 4.14 Peta Sebaran Logam Mangan (Mn)

Pada Gambar 4.15 terdapat peta persebaran logam kadmium (Cd) terlihat *filled contour* yang menunjukkan nilai kadar kadmium dari warna tergelap ke terang dengan skala 0,006938-0,002897. Pada peta, kadar Cd tertinggi ditunjukkan dengan warna tergelap yaitu hitam pada titik kolam lindi. Pada air sumur warga sekitar, kadar Cd tertinggi terdapat pada titik 4 dimana warna yang ditunjukkan mendekati sama dengan titik sampling kolam lindi. Sedangkan kadar Cd terendah terdapat pada titik 5 dimana pada titik tersebut menunjukkan warna paling terang.



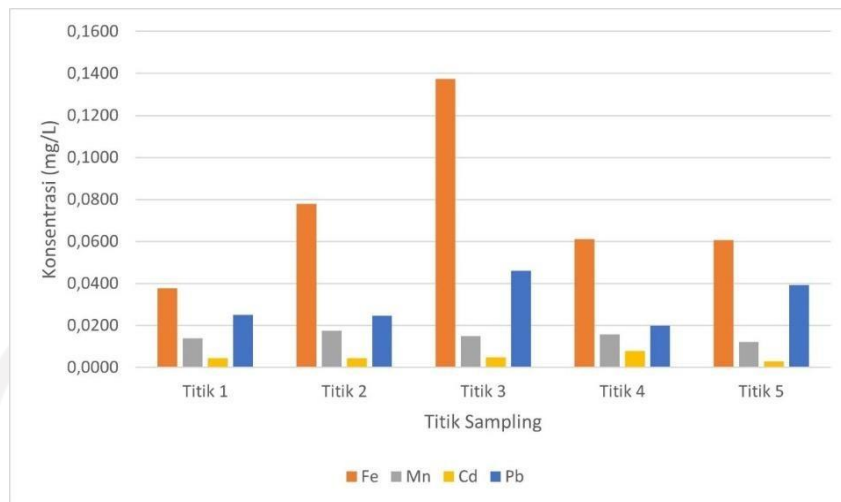
Gambar 4.15 Peta Sebaran Logam Kadmium (Cd)

Untuk persebaran logam timbal (Pb) dapat dilihat pada gambar 4.16 dimana terlihat *filled contour* yang menunjukkan nilai kadar besi dari warna tergelap ke terang dengan skala 0,041891-0,035264. Warna tergelap yaitu biru tua menunjukkan kadar tertinggi Pb pada titik kolam lindi. Untuk kandungan tertinggi pada air sumur warga terdapat pada titik 3 dan 5 dimana warna yang ditunjukkan hampir sama dengan titik pada kolam lindi. Sedangkan untuk kadar terendah terlihat pada titik 4.

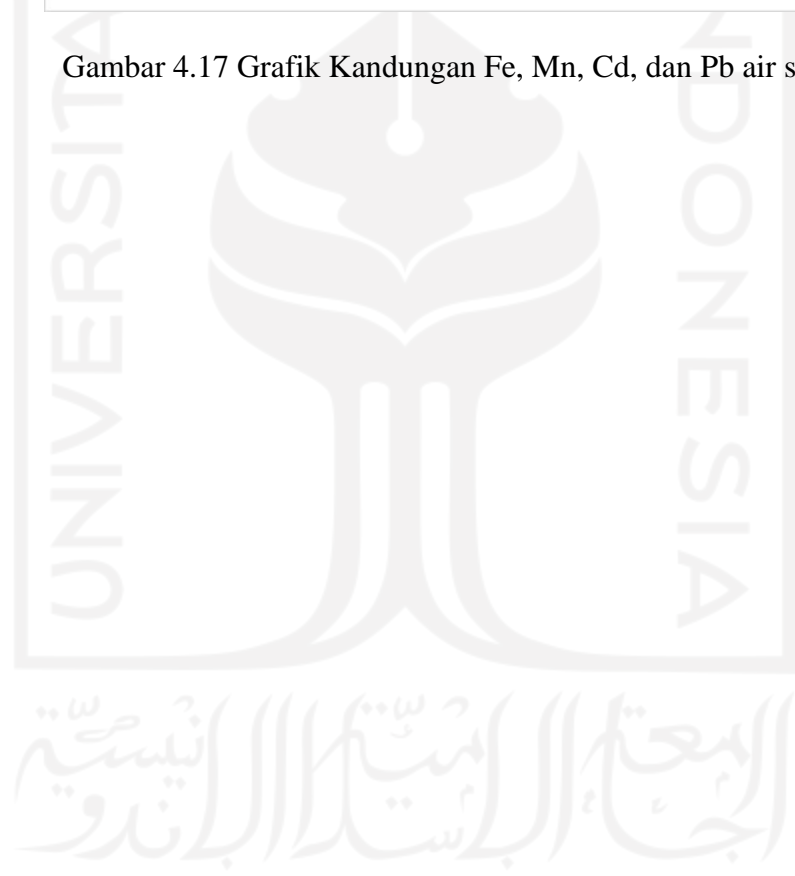


Gambar 4.16 Peta Sebaran Logam Timbal (Pb)

Berdasarkan SNI 03-3241-1994 tentang tata cara pemilihan lokasi TPA, jarak minimal TPA dengan pemukiman adalah 500 m. Namun pada TPA Banyuurip, jarak pemukiman dengan TPA <100 meter. Semakin jauh kegiatan TPA, maka kualitas air tanah semakin baik (Septia, 2018). Namun pada penelitian ini, dapat dilihat pada peta sebaran logam dan Gambar 4.17 konsentrasi air sumur warga naik turun. Hal tersebut diduga karena adanya faktor alami seperti kontur, jenis tanah dan batuan yang menyusun wilayah tersebut serta infiltrasi air hujan yang menyebabkan kontaminan terbawa oleh aliran air tanah. Desa Banyuurip dan sekitarnya memiliki daerah resapan air dimana komposisi tanah pada daerah tersebut merupakan tanah lempung. Daerah tanah lempung dapat digunakan sebagai daerah tangkapan air untuk daerah yang ada di bawahnya. Hal tersebut berpengaruh terhadap kualitas air di sekitar TPA Banyuurip dan badan air yang melewati TPA Banyuurip. Oleh sebab itu pada penelitian ini tidak ada korelasi antara jarak TPA dengan kualitas air sumur warga sekitar TPA Banyuurip.



Gambar 4.17 Grafik Kandungan Fe, Mn, Cd, dan Pb air sumur



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Tidak ada pencemaran Fe, Mn, dan Pb pada sumur warga kecuali pada sumur warga di titik 4 terdapat pencemaran Cd. Konsentrasi besi rata-rata pada air sumur warga sekitar TPA Banyuurip tertinggi di titik 3 0,14 mg/L dan terendah di titik 1 0,038 mg/L. Konsentrasi mangan rata-rata terendah pada titik 5 0,012 mg/L dan tertinggi pada titik 4 0,016 mg/L. Konsentrasi kadmium rata-rata tertinggi pada titik 4 0,0078 mg/L dan terendah pada titik 5 0,0028 mg/L. Konsentrasi timbal rata-rata tertinggi pada titik 3 0,046 mg/L dan terendah pada titik 0,02 mg/L.
2. Tidak ada hubungan jarak TPA dengan kualitas air sumur

5.2 Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengujian kualitas air dengan memperhatikan faktor cuaca, kualitas kesehatan lingkungan dan masyarakat
2. Peneliti selanjutnya diharapkan mempersiapkan diri dalam setiap proses penelitian sehingga dapat dilaksanakan dengan baik dan ditunjang wawancara dengan sumber yang kompeten.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, T. (2014). Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan Dan Dampaknya Pada Kesehatan. *Teknobuga*, 1(1), 53–65.
- Aisyah, A. N. (2017). Analisis Dan Identifikasi Status Mutu Air Tanah Di Kota Singkawang Studi Kasus Kecamatan Singkawang Utara. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 5(1), 1–10.
- Anilkumar, A., Sukumaran, D., & Vincent, S. G. T. (2015). Effect of Municipal Solid Waste Leachate on Ground Water Quality of Thiruvananthapuram District, Kerala, India. *Applied Ecology and Environmental Sciences*, 3(5), 151-157.
- Ashar, Y. K., Naria, E., & Dharma, S. (2014). Analisis Kandungan Kadmium (Cd) dalam Udang Windu (*Penaeus monodon*) yang Berada di Tambak Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kelurahan Terjun Kota Medan tahun 2014. *Lingkungan Dan Keselamatan Kerja*, 3(3), 1–10.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). Cara Uji Besi (Fe) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala. SNI 6989.4:2009. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). Cara Uji Mangan (Mn) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala. SNI 6989.5:2009. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). Cara Uji Timbal (Pb) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala. SNI 6989.8:2009. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). Cara Uji Kadmium (Cd) secara
- Departemen Pekerjaan Umum. (2013). *Persyaratan Teknis Penyediaan Pengoperasian, Penutupan atau Rehabilitasi TPA*. Retrieved from <http://birohukum.pu.go.id/uploads/DPU/2013/Lamp3-PermenPU03-2013.pdf>
- Dewi, R. P. (2017). Studi Potensi Pemanfaatan Sampah Organik TPA Banyuurip Tegalrejo sebagai Salah Satu Sumber Energi. *Jurnal Teknik Mesin*, 06(3).
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Cetakan Kelima. Yogyakarta : Kanisius.
- Ermawati, R. (2014). Zonasi Pencemaran Air Tanah Oleh Air Lindi dari Tempat Pembuangan Akhir Banyuurip Magelang. *Undergraduate thesis*. UGM

- Fard, M.P., Mahvi, A. H., Asgari, A., & Moradnia, M. (2017). Heavy metals monitoring in leachate from landfill site of Qazvin, Iran. *Archives of Hygiene Sciences*, 6(1), 44-48.
- Febrina, A., & Astrid, A. (2014). Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Jurnal Teknologi*, 7(1), 36–44.
- Habibi, G.F., & Siswoyo, E. (2018). Sebaran Logam Berat Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) pada Air Sungai dan Sumur di Daerah Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Wukisari Gunung Kidul, Yogyakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. 8(1) : 1-6.
- Harjanti, I. M., & Anggraini, P. (2020). Pengelolaan Sampah Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jatibarang, Kota Semarang. *Planologi*, 17(2), 185–197.
- Hidayati, E. N., Alauhdin, M., & Prasetya, A. T. (2014). Perbandingan Metode Destruksi Pada Analisis Pb Dalam Rambut Dengan AAS. *J. Chem. Sci*, 3(1).
- Imaduddin, A., Jati, D. R., & Sulastri, A. (2020). Studi Literatur Penyebaran Logam Berat Pada Air Permukaan Dan Air Tanah Di Sekitar TPA Batu Layang Pontianak Ahmad. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 13(1), 101–106.
- Irhamni, Setiaty, P., Edison, P., & Wirsal, H. (2017). Serapan logam berat esensial dan non esensial pada air lindi TPA Kota Banda Aceh dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan. *Serambi Engineering*, 2(3), 134–140.
- Karamina, H., Murti, A. trisna, & Mujoko, T. (2021). Kandungan Logam Berat Fe, Cu, Zn, Pb, Co, Br pada Air Lindi di Tiga Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Dadaprejo, Kota Batu, Dau dan Supit Urang, Kabupaten Malang. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendikia*, 6(2), 51–57.
- Khoiroh, S. A., Firdasut, M., & Budiono, Z. (2020). Hubungan Jarak dan Permeabiliitas Tanah dengan Kadar Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Air Sumur Warga di Sekitar TPA Kaliori Kecamatan Kalibogor Kabupaten Banyumas. *Buletin Keslingmas*, 39(1), 23–30.
- Magelang, Kabupaten. *Banyu Urip Tidak Memenuhi Syarat Sebagai TPA*. <https://www.magelangkab.go.id/home/detail/banyu-urip-tidak-memenuhi-syarat-sebagai-tpa/1018>. Diakses tanggal 25 April 2021
- Misa, A., Duka, R. S., Layuk, S., & Kawatu, Y. T. (2019). Hubungan Kedalaman Sumur Bor Dengan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Di Kelurahan Malendeng Kecamatan Paal 2 Kota Manado. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(1), 62-68.

- Muhdarina, M., Mohammad, A. W., & Muchtar, A. (2010). Prospektif Lempung Alam Cengar Sebagai Adsorben Polutan Anorganik Di Dalam Air: Kajian Kinetika Adsorpsi Kation Co (II). *Reaktor*, 13(2), 81-88.
- Negara, N. ., & Siswoyo, E. (2009). *Studi Penyebaran Konsentrasi Logam (Fe) dan Mangan (Mn) dari Lindi TPA Wukisari Gunung Kidul*. September 2015, 46–67.
- Nicola, F. (2015). *Hubungan Antara Konduktivitas, TDS (Total Dissolved Solid) dan TSS (Total Suspended Solid) dengan Kadar Fe²⁺ dan Fe Total Pada Air Sumur Gali*.
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang perubahan atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air Kepentingan Higiene Sanitasi
- Purwono & Karbito. (2013). Pengolahan Air Sumur Gali Menggunakan Saringan Pasir Bertekanan (Pressure Sand Filter) untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) (Studi Kasus di Desa Banjar Negro Kecamatan Wonosobo Tanggamus). *Jurnal Kesehatan Lingkungan PoltekkesKemenkes Tanjungkarang*, 4(1), 305–314
- Purnomo, H. (2018). Aplikasi Metode Interpolasi Inverse Distance Weighting Dalam Penaksiran Sumberdaya Laterit Nikel (Studi kasus di Blok R, Kabupaten Konawe-Sulawesi Tenggara). *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, 10(1), 49.
- Puspawati, C & Haryono, P. (2018). *Penyehatan Tanah*. Jakarta : Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan Edisi Tahun 2018.
- Rafi, I. I., & Anaperta, Y. M. (2016). Pemetaan Sebaran Bijih Besi Berdasarkan Kualitas Dengan Metode Inverse Distance Weigthed (IDW) Di Daerah Jorong Pulakek Koto Baru Kabupaten Solok Selatan. *Jurnal Bina Tambang*, 6(2), 220–230.
- Rosihan, A., & Husaini, H. (2017). *Logam Berat Sekitar Manusia*. Banjarmasin : Lambung Mangkurat University Press
- Sari, R. A., Muhdarina, M., & Nurhayati, N. (2014). *Adsorpsi Kation Pb (II) pada Lempung Cengar Teraktivasi Asam Sulfat: Pengaruh Waktu Kontak* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Septia, Windry. (2018). Identifikasi Kualitas Air Tanah Dangkal di Sekitar TPA Sungai raya. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 6.

- Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – nyala. SNI 6989.16:2009. Jakarta.
- Sukoasih, A., & Widiyanto, T. (2017). Hubungan Antara Suhu, Ph Dan Berbagai Variasi Jarak Dengan Kadar Timbal (Pb) Pada Badan Air Sungai Rompang Dan Air Sumur Gali Industri Batik Sokaraja Tengah Tahun 2016. *Buletin Keslingmas*, 36(4), 360-368.
- Suyani, H., & Alif, A. (2015). Analisis Sebaran Logam Berat Pada Aliran Air Dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Air Dingin. *Jurnal Riset* Agustina, T., & Teknik, F. (2014). Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan Dan Dampaknya Pada Kesehatan. *Teknobuga*, 1(1), 53–65.
- Talan, T. M., Nitsae, M., & Mauboy, R. S. (2021). Uji Kualitas Air Pada Sumber Air Sumur Bor di Desa Baumata Timur Kecamatan Taebenu Kabupaten Kupang. *Indigenous Biologi: Jurnal Pendidikan Dan Sains Biologi*, 4(2), 46-56.
- Wardani, A. K. (2015). Teknologi Deionisasi untuk Produksi Air Murni. *Jurnal Teknologi Penghilangan Ion untuk Produksi Air Murni*, 1-10.
- Widodo, S., & Firdaus, N. A. (2018). Studi Timbulan Dan Komposisi Sampah Rumah Tangga Kota Magelang. *Jurnal Georafflesia*, 3(2), 74–80.
- Widyasari, N., Moelyaningrum, A. D., & Pujiati, R. S. (2013). Analisis Potensi Pencemaran Timbal (Pb) Pada Tanah, Air Lindi, dan Air Tanah (Sumur Monitoring) di TPA Pakusari Kabupaten Jember. *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa 2013*, 1–8.
- Zaman, Nuruz. (2007). *Pola Persebaran Pencemaran Air Tanah Di Sekitar TPA Ditinjau Dari Parameter Amonia Bebas, Besi Total Dan Mangan Total (Studi Kasus TPA Banyu Urip Kabupaten Magelang)*. Semarang: Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Peraturan Menteri Kesehatan No 32 Tahun 2017 tentang Parameter Fisik Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air Kepentingan Higienitas

BAB II STANDAR BAKU MUTU KESEHATAN LINGKUNGAN

Air Untuk Keperluan Higienitas

Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk media Air untuk Keperluan Higienitas meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia yang dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan parameter yang harus diperiksa secara berkala sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan, sedangkan parameter tambahan hanya diwajibkan untuk diperiksa jika kondisi geohidrologi mengindikasikan adanya potensi pencemaran berkaitan dengan parameter tambahan. Air untuk Keperluan Higienitas tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu Air untuk Keperluan Higienitas dapat digunakan sebagai air baku air minum.

Tabel 1 berisi daftar parameter wajib untuk parameter fisik yang harus diperiksa untuk keperluan higienitas.

Tabel 1. Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higienitas

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Kekeruhan	NTU	25
2.	Warna	TCU	50
3.	Zat padat terlarut (<i>Total Dissolved Solid</i>)	mg/l	1000
4.	Suhu	°C	suhu udara ± 3
5.	Rasa		tidak berasa
6.	Bau		tidak berbau

Tabel 2 berisi daftar parameter wajib untuk parameter biologi yang harus diperiksa untuk keperluan higienitas yang meliputi *total coliform* dan *escherichia coli* dengan satuan/unit *colony forming unit* dalam 100 ml sampel air.

Lampiran 2 Peraturan Menteri Kesehatan No 32 Tahun 2017 tentang Parameter Kimia Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air Kepentingan Higiene Sanitasi

-11-

Tabel 2. Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Total coliform	CFU/100ml	50
2.	E. coli	CFU/100ml	0

Tabel 3 berisi daftar parameter kimia yang harus diperiksa untuk keperluan higiene sanitasi yang meliputi 10 parameter wajib dan 10 parameter tambahan. Parameter tambahan ditetapkan oleh pemerintah daerah kabupaten/kota dan otoritas pelabuhan/bandar udara.

Tabel 3. Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Wajib			
1.	pH	mg/l	6,5 - 8,5
2.	Besi	mg/l	1
3.	Fluorida	mg/l	1,5
4.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500
5.	Mangan	mg/l	0,5
6.	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7.	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
8.	Sianida	mg/l	0,1
9.	Deterjen	mg/l	0,05
10.	Pestisida total	mg/l	0,1
Tambahan			
1.	Air raksa	mg/l	0,001
2.	Arsen	mg/l	0,05
3.	Kadmium	mg/l	0,005
4.	Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
5.	Selenium	mg/l	0,01
6.	Seng	mg/l	15
7.	Sulfat	mg/l	400
8.	Timbal	mg/l	0,05

Lampiran 3 Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No. 59
tentang Baku Mutu Lindi

LAMPIRAN IX
PERATURAN DAERAH PROVINSI JAWA TENGAH
NOMOR 5 TAHUN 2012
TENTANG
PERUBAHAN ATAS PERATURAN DAERAH
PROVINSI JAWA TENGAH NOMOR 10 TAHUN 2004
TENTANG BAKU MUTU AIR LIMBAH

BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK USAHA DAN/ATAU KEGIATAN
YANG BELUM DITETAPKAN BAKU MUTUNYA

NO	PARAMETER	SATUAN	GOLONGAN BAKU MUTU AIR LIMBAH	
			I	II
	FISIKA			
1.	Temperatur	°C	38	38
2.	TDS	mg/L	2.000	4.000
3.	TSS	mg/L	100	200
	KIMIA			
1.	pH		6,0-9,0	
2.	Besi terlarut (Fe)	mg/L	5	10
3.	Mangan terlarut (Mn)	mg/L	2	5
4.	Barium (Ba)	mg/L	2	3
5.	Tembaga (Cu)	mg/L	2	3
6.	Seng (Zn)	mg/L	5	10
7.	Khrom heksavalen (Cr ⁶⁺)	mg/L	0,1	0,5
8.	Khrom total (Cr)	mg/L	0,5	1
9.	Kadmium (Cd)	mg/L	0,05	0,10
10.	Raksa (Hg)	mg/L	0,002	0,005
11.	Timbal (Pb)	mg/L	0,1	1
12.	Timah (Sn)	mg/L	2	3
13.	Arsen (As)	mg/L	0,1	0,5
14.	Selenium (Se)	mg/L	0,05	0,5
15.	Nikel (Ni)	mg/L	0,2	0,5
16.	Kobalt (Co)	mg/L	0,4	0,6
17.	Sianida (CN)	mg/L	0,05	0,5
18.	Sulfida (H ₂ S)	mg/L	0,05	0,1
19.	Flourida (F)	mg/L	2	3
20.	Klorin bebas (Cl ₂)	mg/L	1	2
21.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/L	20	30
22.	Nitrit (NO ₂ -N)	mg/L	1	3
23.	BOD ₅	mg/L	50	100
24.	COD	mg/L	100	250
25.	MBAS	mg/L	5	10
26.	Fenol	mg/L	0,5	1
27.	Minyak nabati	mg/L	5	10
28.	Minyak mineral	mg/L	10	50
29.	Radioaktifitas	-	-	-

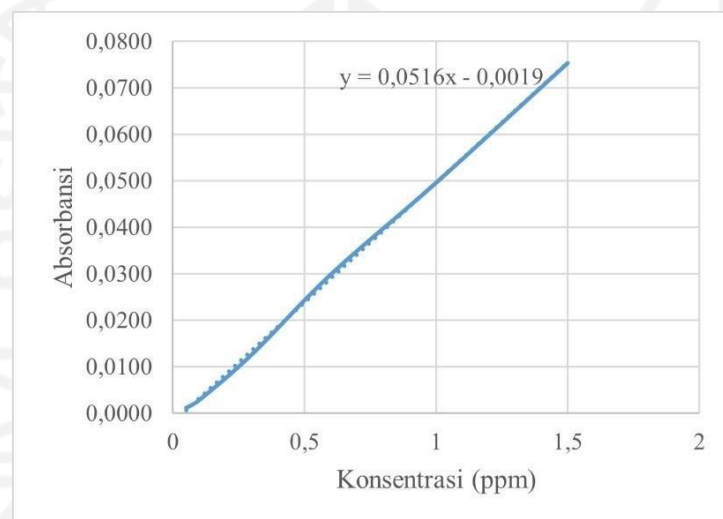
Catatan :

1. Untuk memenuhi baku mutu air limbah tersebut, kadar parameter limbah tidak diperbolehkan dicapai dengan cara pengenceran menggunakan air yang secara langsung diambil dari sumber air;
2. Kadar radioaktif mengikuti peraturan yang berlaku;

Lampiran 4 Data absorbansi larutan standar Fe untuk pengujian air lindi

C std (ppm)	Abs
0,05	0,0012
0,1	0,0029
0,3	0,0127
0,6	0,0299
1	0,0496
1,5	0,0753

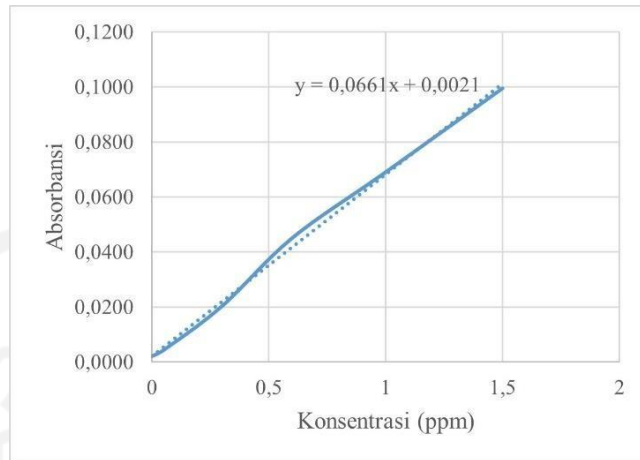
Lampiran 5 Konsentrasi larutan standar besi untuk pengujian air lindi



Lampiran 6 Data absorbansi larutan standar Fe untuk pengujian air sumur

C std (ppm)	Abs
0,05	0,0012
0,1	0,0029
0,3	0,0127
0,6	0,0299
1	0,0496
1,5	0,0753

Lampiran 7 Konsentrasi larutan standar besi untuk pengujian air sumur



Lampiran 8 Kandungan logam Fe pada air sumur

Kode	Abs	Fp	C (mg/L)	Rata-rata (mg/L)	Keterangan
Sampel 1	0,0088	0,41	0,0417	0,0378	titik 1
Sampel 2	0,0074	0,42	0,0338		
Sampel 3	0,0124	0,4	0,0625	0,0779	titik 2
Sampel 4	0,0158	0,45	0,0934		
Sampel 5	0,0164	0,42	0,0910	0,1375	titik 3
Sampel 6	0,0285	0,46	0,1839		
Sampel 7	0,0093	0,48	0,0524	0,0612	titik 4
Sampel 8	0,0117	0,48	0,0699		
Sampel 9	0,0168	0,4	0,0891	0,0606	titik 5
Sampel 10	0,0067	0,46	0,0322		

Contoh perhitungan :

Sampel 1

$$Y = 0,0661x + 0,0021$$

$$0,0088 = 0,0661x + 0,0021$$

$$X = (0,0088 - 0,0021)/0,0661$$

$$= 0,1014 \text{ mg/L}$$

$$\text{Kadar} = C \times Fp = 0,1014 \times 0,41 = 0,041 \text{ mg/L}$$

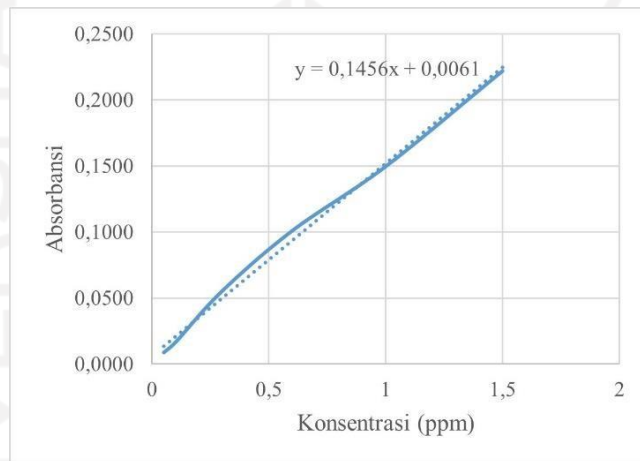
Lampiran 9 Kandungan logam Fe pada air lindi

Kode	Abs	Fp	C (mg/L)	Rata-rata (mg/L)	Keterangan
Sampel 1	0,0105	4	0,9625	0,8578	Lindi
Sampel 2	0,0078	4	0,7530		

Lampiran 10 Data absorbansi larutan standar Mn untuk pengujian air lindi

C std (ppm)	Abs
0,05	0,0088
0,1	0,0165
0,3	0,0554
0,6	0,1011
1	0,1498
1,5	0,2221

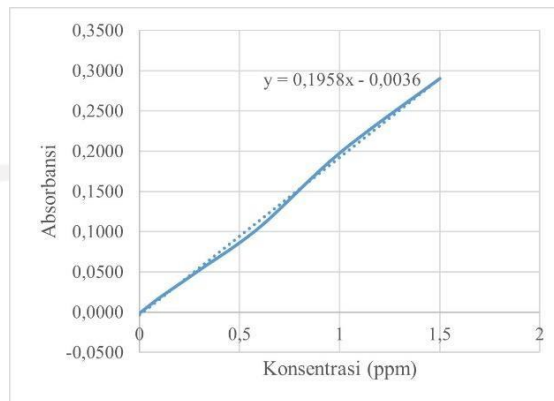
Lampiran 11 Konsentrasi larutan standar mangan untuk pengujian air lindi



Lampiran 12 Data absorbansi larutan standar Mn untuk pengujian air sumur

C std (ppm)	Abs
0	-0,0015
0,05	0,0082
0,1	0,0178
0,3	0,0522
0,6	0,1054
1	0,1978
1,5	0,2903

Lampiran 13 Konsentrasi larutan standar mangan untuk pengujian air sumur



Lampiran 14 Kandungan logam Mn pada air lindi

Kode	Abs	Fp	C (mg/L)	Rata-rata (mg/L)	Keterangan
Sampel 1	0,1088	0,4	0,2820	0,2691	Lindi
Sampel 2	0,0994	0,4	0,2562		

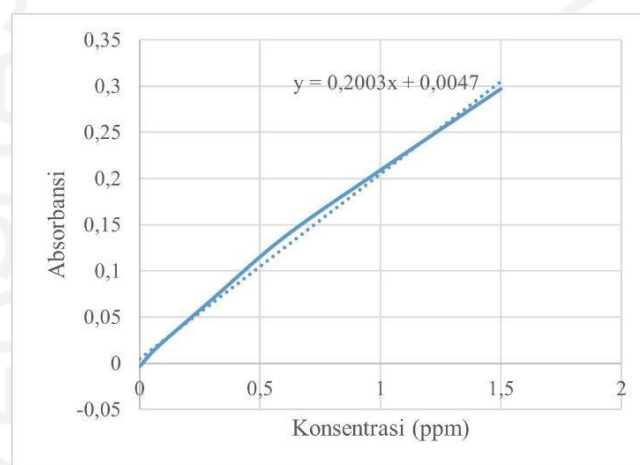
Lampiran 15 Tabel kandungan logam Mn pada air sumur

Kode	Abs	Fp	C (mg/L)	Rata-rata (mg/L)	Keterangan
Sampel 1	0,0031	0,41	0,0156	0,0139	titik 1
Sampel 2	0,0014	0,42	0,0123		
Sampel 3	0,0041	0,4	0,0172	0,0176	titik 2
Sampel 4	0,0035	0,45	0,0180		
Sampel 5	0,0023	0,42	0,0142	0,0150	titik 3
Sampel 6	0,0024	0,46	0,0158		
Sampel 7	0,0028	0,48	0,0175	0,0159	titik 4
Sampel 8	0,0015	0,48	0,0143		
Sampel 9	0,0025	0,4	0,0140	0,0121	titik 5
Sampel 10	0,0000	0,46	0,0102		

Lampiran 16 Data absorbansi larutan standar Cd untuk pengujian air lindi

C std (ppm)	Abs
0	-0,0035
0,05	0,0117
0,1	0,0239
0,3	0,0691
0,6	0,1366
1	0,2091
1,5	0,2970

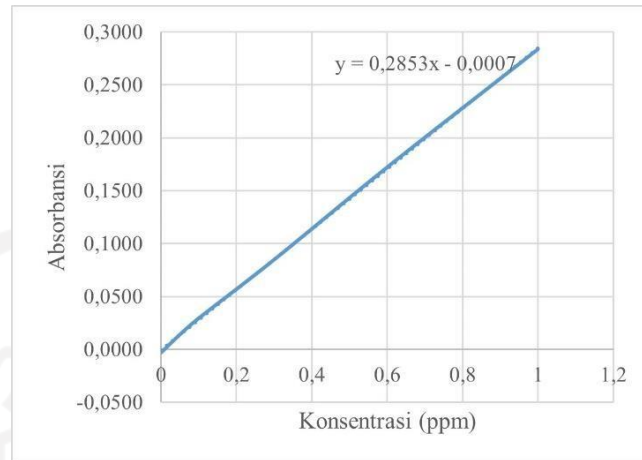
Lampiran 17 Konsentrasi larutan standar kadmium untuk pengujian air lindi



Lampiran 18 Data absorbansi larutan standar Cd untuk pengujian air sumur

C std (ppm)	Abs
0	-0,0031
0,05	0,0140
0,1	0,0294
0,3	0,0847
0,6	0,1720
1	0,2835

Lampiran 19 Konsentrasi larutan standar kadmium untuk pengujian air sumur



Lampiran 20 Kandungan Logam Cd Pada Air Lindi

Kode	Abs	Fp	C (mg/L)	Rata-rata (mg/L)	Keterangan
Sampel 1	0,0050	0,4	0,0084	0,0082	Lindi
Sampel 2	0,0048	0,4	0,0080		

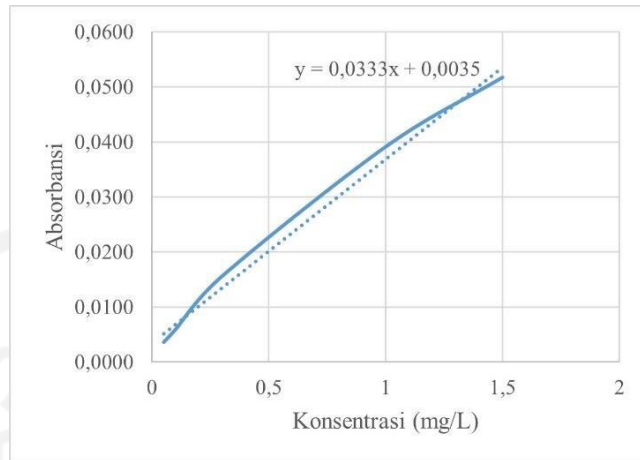
Lampiran 21 Tabel Kandungan Logam Cd Pada Air Sumur

Kode	Abs	Fp	C (mg/L)	Rata-rata (mg/L)	Keterangan
Sampel 1	0,0038	0,41	0,0049	0,0045	titik 1
Sampel 2	0,0032	0,42	0,0042		
Sampel 3	0,0037	0,4	0,0047	0,0044	titik 2
Sampel 4	0,0030	0,45	0,0041		
Sampel 5	0,0039	0,42	0,0052	0,0048	titik 3
Sampel 6	0,0031	0,46	0,0044		
Sampel 7	0,0029	0,48	0,0042	0,0078	titik 4
Sampel 8	0,0071	0,48	0,0113		
Sampel 9	0,0020	0,4	0,0023	0,0028	titik 5
Sampel 10	0,0025	0,46	0,0034		

Lampiran 22 Data absorbansi larutan standar Pb untuk pengujian air lindi

C std (ppm)	Abs
0,05	0,0036
0,1	0,0059
0,3	0,0156
1	0,0391
1,5	0,0517

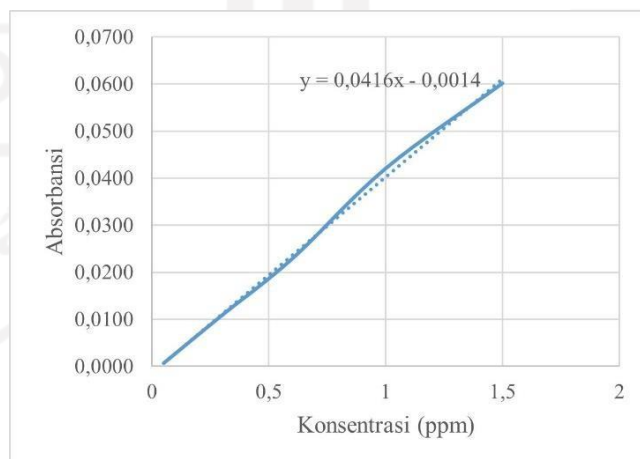
Lampiran 23 Konsentrasi larutan standar timbal untuk pengujian air lindi



Lampiran 24 Data absorbansi larutan standar Pb untuk pengujian air sumur

C std (ppm)	Abs
0,05	0,0007
0,3	0,0109
0,6	0,0229
1	0,0421
1,5	0,0602

Lampiran 25 Konsentrasi larutan standar timbal untuk pengujian air sumur



Lampiran 26 Kandungan logam Pb pada air lindi

Kode	Abs	Fp	C (mg/L)	Rata-rata (mg/L)	Keterangan
Sampel 1	0,0073	0,4	0,0454	0,0406	Lindi
Sampel 2	0,0065	0,4	0,0358		

Lampiran 27 Tabel kandungan logam Pb pada air sumur

Kode	Abs	Fp	C (mg/L)	Rata-rata (mg/L)	Keterangan
Sampel 1	0,0022	0,41	0,0352	0,0240	titik 1
Sampel 2	-0,0001	0,42	0,0129		
Sampel 3	0,0022	0,4	0,0343	0,0235	titik 2
Sampel 4	-0,0002	0,45	0,0127		
Sampel 5	0,0035	0,42	0,0492	0,0460	titik 3
Sampel 6	0,0025	0,46	0,0428		
Sampel 7	-0,0008	0,48	0,0066	0,0153	titik 4
Sampel 8	0,0007	0,48	0,0239		
Sampel 9	0,0042	0,4	0,0535	0,0393	titik 5
Sampel 10	0,0009	0,46	0,0251		

