

**ANALISIS EFEKTIVITAS *SETTLING POND* DALAM REDUKSI Pb,
Cd, DAN As PADA AIR LIMBAH TAMBANG DI PT. JEMBAYAN
MUARABARA**

Oleh:

ATTHIYAH HANIFAH NABILAH SYADZA

NIM. 18.1101.5034



**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA**

2022

**ANALISIS EFEKTIVITAS *SETTLING POND* DALAM REDUKSI Pb,
Cd, DAN As PADA AIR LIMBAH TAMBANG DI PT. JEMBAYAN
MUARABARA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Pada

Fakultas Kesehatan Masyarakat

Universitas Mulawarman



OLEH :

ATTHIYAH HANIFAH NABILAH SYADZA

NIM. 18.1101.5034

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

UNIVERSITAS MULAWARMAN

SAMARINDA

2022

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza
NIM : 18.1101.5034
Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat
Jurusan : Ilmu Kesehatan Masyarakat
Judul : Analisis Efektivitas Settling Pond dalam Reduksi Pb, Cd,
dan As pada Air Limbah Tambang di PT. Jembayan
Muarabara

Telah Dipertahankan Dihadapan Dewan Penguji dan Dinyatakan Lulus
Pada Tanggal 22 Juni 2022

Pembimbing I



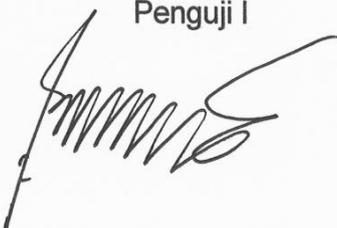
Blego S, S.K.M, M.Kes., Ph.D
NIP. 19770502 200604 1 003

Pembimbing II



Dr. Dwi Ermawati R., ST., MT
NIP. 19760608 200501 2 001

Penguji I



Ratna Yulawati, SKM., M.Epid
NIDN. 1115078101

Penguji II



Vivi Filia Elvira, SKM., M.Kes
NIP. 19910904 202203 2 013

Mengetahui

Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Mulawarman




Iwan M. Ramdan, S.Kp., M.Kes
NIP. 19750907 200501 1 004

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan

1. Karya tulis atau skripsi saya ini adalah asli dan belum pernah ditujukan untuk mendapat gelar akademik (sarjana), baik di Universitas Mulawarman maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis atau skripsi saya ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa dari pihak-pihak lain, kecuali arahan tim pembimbing.
3. Dalam karya tulis atau skripsi saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan atau ketidakberesan dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis atau skripsi ini serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Samarinda, 22 Juni 2022

Yang membuat pernyataan,



Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza

NIM. 18.1101.5034

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI

Sebagai civitas akademik Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza
NIM : 1811015034
Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat
Fakultas : Kesehatan Masyarakat

Dalam pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini menyetujui memberikan izin pihak UPT Perpustakaan Universitas Mulawarman, Hak Bebas Royalti non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas skripsi saya yang berjudul “Analisis Efektivitas Settling Pond dalam Reduksi Pb, Cd, dan As pada Air Limbah Tambang di PT. Jembayan Muarabara” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini mengalih media atau memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), memuat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Samarinda

Tanggal : 22 Juni 2022

Yang Menyatakan,



Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA
2022**

Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza

Analisis Efektivitas Settling Pond dalam Reduksi Pb, Cd, dan As pada Air Limbah Tambang di PT. Jembayan Muarabara (Pembimbing Blego Sedionoto, S.K.M., M.Kes., Ph.D dan Dr. Dwi Ermawati Rahayu, ST., MT.)

ABSTRAK

Penambangan batu bara PT. Jembayan Muarabara di Kabupaten Kutai Kartanegara menghasilkan air limbah tambang atau air asam tambang dimana perlu dilakukan pengolahan air limbah sebelum dibuang ke badan air agar tidak membahayakan ekosistem perairan maupun mencegah dampak negatif terhadap masyarakat sekitar. Air limbah tambang berpotensi mengandung logam berat non-esensial seperti Pb, Cd, dan As yang dapat menimbulkan efek beracun bagi makhluk hidup serta memiliki konsentrasi TSS yang tinggi.

Penelitian ini menganalisis kualitas air limbah tambang pada *settling pond* di *inlet* dan *outlet* untuk melihat efektivitas *settling pond* dalam reduksi logam berat Pb, Cd, dan As serta TSS di Perusahaan Batu Bara PT. Jembayan Muarabara. Jenis penelitian adalah deskriptif analitik dengan pendekatan kuantitatif. Logam berat dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

Penelitian ini menunjukkan proses pengolahan dilakukan dengan pengendapan dan penambahan tawas pada *settling pond* serta air limbah tambang diolah pada 5 kompartemen kolam pengendapan. Kadar logam berat pada seluruh titik dan sampel pengulangan didapatkan di bawah batas deteksi alat yaitu Pb <0,0295, Cd <0,0023, dan As <0,0002. Hasil uji pH didapatkan berkisar pada 6,97-8,05 pada *inlet* & *outlet* serta 3,87 dan 4,47 pada kolam pembubuhan tawas. Nilai reduksi TSS tertinggi didapatkan dengan tingkat efektivitas reduksi sebesar 98,45%.

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa seluruh parameter logam berat, pH, dan TSS pada outlet telah memenuhi standar baku mutu untuk dibuang ke badan air. Saran untuk penelitian selanjutnya untuk dapat menguji kandungan logam berat pada sedimen di kolam penampungan air limbah tambang.

Kata Kunci : Efektivitas *Settling Pond*, Limbah Tambang Batubara, Reduksi Logam Berat

Kepustakaan : 86 (2001-2021)

Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza

The Effectiveness of Settling Pond in Reduction of Pb, Cd, and As in Mining Wastewater PT. Jembayan Muarabara (Supervisor Blego Sedionoto, S.K.M., M.Kes., Ph.D and Dr. Dwi Ermawati Rahayu, ST., MT.)

ABSTRACT

Coal mining PT. Jembayan Muarabara in Kutai Kartanegara produces mine wastewater which needs to be treated before being discharged into water bodies so as not to harm the aquatic ecosystem and prevent negative impacts on the surrounding community. Mining wastewater has the potential to contain non-essential heavy metals such as Pb, Cd, and As which can have toxic effects on living things and have high concentrations of TSS.

This study analyzes the quality of mine wastewater at the settling pond (inlet and outlet) to see the effectiveness of the settling pond in the reduction of heavy metals Pb, Cd, and As also TSS in PT. Jembayan Muarabara. This type of research is descriptive-analytic with a quantitative approach. Heavy metals were analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS).

This study showed that the treatment process is carried out by settling and adding alum to the settling pond as well as mine wastewater is treated in 5 compartments of the settling pond. Heavy metal levels at all points and repeat samples were found below the tool detection limit, namely Pb <0.0295, Cd <0.0023, and As <0.0002. The pH test results were obtained in the range of 6.97-8.05 at the inlet & outlet and 3.87 and 4.47 at the treatment pool. The highest TSS reduction value was obtained with a reduction effectiveness level of 98.45%.

Based on the results of the study, it was concluded that all parameters of heavy metals, pH, and TSS at the outlet had met the quality standards for discharge into water bodies. Suggestions for further research to be able to test the content of heavy metals in sediments in mining wastewater storage ponds.

Keywords : Coal Mine Waste, Effectiveness of Settling Pond, Heavy Metal Reduction

Literature : 86 (2001-2021)

RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza
2. NIM : 1811015034
3. Tempat/Tanggal Lahir : Samarinda, 06 September 2000
4. Jenis Kelamin : Perempuan
5. Agama : Islam
6. Asal SLTA/Akademik : SMA Negeri 2 Samarinda
7. Status Perkawinan : Belum Menikah
8. Alamat Asal : Jl. Gatot Subroto Gg. No. 79 RT. 44 Kel. Pelita, Kec. Samarinda Ilir, Kota Samarinda
9. Alamat Sekarang : Jl. PM. Noor (Komp. Bumi Sempaja Blok AF No. 23) Kel. Sempaja Timur, Kec. Samarinda Utara, Kota Samarinda
10. Email : nabila.syadza06@gmail.com
11. Riwayat Pendidikan :
 1. SD Negeri 011 Samarinda Ilir
 2. SMP Negeri 2 Samarinda
 3. SMA Negeri 2 Samarinda
12. Kegiatan Akademik Luar Kampus
 - A. Praktik Belajar Lapangan di Wilayah Kerja Puskesmas Sempaja, Kelurahan Sempaja Selatan, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda
 - B. Kuliah Kerja Nyata di UMKM Kenalkan.co Kota Samarinda
 - C. Magang di Perusahaan Batu Bara PT. Jembayan Muarabara Kecamatan Tenggarong Seberang Kabupaten Kutai Kartanegara

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhana wa Ta'ala karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam tak lupa dihaturkan kepada junjungan kita, Nabi Besar Muhammad *Shallallahu 'Alaihi wa Sallam*, Para Keluarga, Para Sahabat beserta umatnya yang selalu istiqomah menjalankan sunnahnya hingga akhir zaman.

Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini.

Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Mulawarman, Prof. Dr. H. Masjaya, M.Si.
2. Bapak Dr. Iwan Muhammad Ramdan, S.Kp., M.Kes selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman.
3. Bapak Blego Sedionoto, SKM., M.Kes., Ph.D selaku Ketua Departemen Kesehatan Lingkungan FKM UNMUL, Kaprodi S1 Kesmas, sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr. Dwi Ermawati Rahayu, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penyempurnaan skripsi.
5. Ibu Ratna Yulawati, SKM., M.Epid selaku Dosen Penguji I dan Ibu Vivi Filia Elvira, SKM., M.Kes selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam penyempurnaan skripsi ini.

6. Ibu Riza Hayati Ifroh, SKM., MKM selaku Dosen Penasehat Akademik yang telah membimbing penulis selama menjalani perkuliahan.
7. Seluruh Dosen serta Staf FKM UNMUL.
8. PT. Jembayan Muarabara khususnya Bapak Luqman Hakim yang telah memberikan izin melakukan penelitian.
9. Ibu Andi Suciani, Bapak Pur, Mas Tinto, serta pihak-pihak yang bersangkutan lainnya yang telah mendampingi penulis selama melakukan penelitian dan memberikan informasi terkait penyelesaian skripsi ini.
10. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Alm. Irwan Fatahuddin, SE dan Ibunda Andi Sitti Asti Suriaty, ST., M.Si yang telah memberikan doa maupun bantuan secara moril maupun materil.
11. Saudara kandung penulis serta keluarga besar yang telah memberikan bantuan dan doa kepada penulis dalam menyelesaikan perkuliahan.
12. Sahabat khususnya Korin, Salsa, Nadhilah, Bekti, dll., teman-teman seperjuangan, rekan-rekan peminatan Kesehatan Lingkungan serta FKM UNMUL Angkatan 2018 yang saling memberikan dukungan untuk menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat yang positif bagi pengembangan ilmu dan bagi siapa saja yang membacanya.

Samarinda, 22 Juni 2022

Penulis,



Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza

NIM. 18.1101.5034

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii
DAFTAR ISTILAH	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.3.1 Tujuan Umum	5
1.3.2 Tujuan Khusus.....	6
1.4. Manfaat	6
1.4.1 Manfaat Bagi Masyarakat	6
1.4.2 Manfaat Bagi Perusahaan.....	6

1.4.3	Manfaat Bagi Instansi Pemerintah	7
1.4.4	Manfaat Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....		8
2.1.	Penelitian Terdahulu	8
2.2.	Industri Batu Bara	12
2.2.1	Definisi Batu Bara	12
2.2.2	Industri Batu bara di Indonesia.....	12
2.2.3	Proses Penambangan Batu Bara.....	13
2.3.	Logam Berat	17
2.3.1	Timbal (Pb)	18
2.3.2	Kadmium (Cd).....	18
2.3.3	Arsen (As).....	19
2.4.	Air Limbah dan Air Limbah Pertambangan	20
2.4.1	Definisi Air Limbah	20
2.4.2	Sumber Air Limbah	22
2.4.3	Karakteristik Air Limbah	23
2.4.4	Tujuan Pengolahan Air Limbah	27
2.4.5	Dampak Buruk Air Limbah Industri.....	28
2.4.6	Tahapan Pengolahan Air Limbah.....	30
2.4.7	Air Limbah Tambang.....	32
2.5.	Kerangka Teori	35
BAB III METODE PENELITIAN.....		36
3.1.	Jenis Penelitian	36
3.2.	Lokasi dan Waktu Penelitian	36
3.2.1	Lokasi	36

3.2.2 Waktu	36
3.3. Objek dan Sampel Penelitian.....	37
3.4. Kerangka Konsep Penelitian	39
3.5. Variabel Penelitian.....	40
3.6. Definisi Operasional.....	40
3.7. Teknik Pengumpulan Data.....	43
3.7.1 Jenis Data.....	43
3.7.2 Sumber Data.....	43
3.7.3 Teknik Pengumpulan Data.....	44
3.8. Langkah-Langkah / Prosedur Penelitian.....	46
3.9. Pengolahan dan Analisis Data.....	50
3.9.1 Teknik Pengolahan Data.....	50
3.9.2 Analisis Data.....	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1. Gambaran Lokasi Penelitian.....	52
4.1.1 Perusahaan Batu Bara PT. Jembayan Muarabara di Kutai Kartanegara	52
4.1.2 <i>Settling Pond</i> dan Air Limbah Tambang PT. Jembayan Muarabara di Kutai Kartanegara	52
4.2. Hasil Penelitian.....	55
4.2.1 Proses Pengolahan Air Limbah Tambang (<i>Settling Pond</i>) di Perusahaan Batu Bara PT. Jembayan Muarabara	55
4.2.2 Hasil Analisis Kualitas Air pada <i>Inlet & Outlet</i>	57
4.2.3 Hasil Analisis Efektivitas	65
4.3. Pembahasan	66

4.3.1	Proses Pengolahan Air Limbah Tambang (<i>Settling Pond</i>) di Perusahaan Batu Bara PT. Jembayan Muarabara	66
4.3.2	Hasil Analisis Kualitas Air pada <i>Inlet & Outlet</i>	68
4.3.3	Hasil Analisis Efektivitas	81
4.4.	Keterbatasan Penelitian	82
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	84
5.1.	Kesimpulan	84
5.2.	Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN	97

DAFTAR TABEL

No	Judul	Hal
Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu.....	8
Tabel 2.2	Standar Baku Mutu Air Limbah.....	34
Tabel 3.1	Jadwal Penelitian.....	37
Tabel 3.2	Definisi Operasional.....	40
Tabel 4.1	Ukuran Settling Pond.....	54
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Timbal (Pb) pada <i>Inlet & Outlet</i>	58
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Timbal (Pb) pada <i>Inlet</i> , Kolam Proses, dan <i>Outlet</i>	58
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Kadmium (Cd) pada <i>Inlet & Outlet</i>	59
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Kadmium (Cd) pada <i>Inlet</i> , Kolam Proses, dan <i>Outlet</i>	59
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Arsen (As) pada <i>Inlet & Outlet</i>	60
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Arsen (As) pada <i>Inlet</i> , Kolam Proses, dan <i>Outlet</i>	60
Tabel 4.8	Hasil Pengujian pH <i>on-site</i> pada <i>Inlet & Outlet</i>	61
Tabel 4.9	Hasil Pengujian pH (<i>on-site</i>) pada <i>Inlet</i> , Kolam Proses, dan <i>Outlet</i>	61
Tabel 4.10	Hasil Pengujian pH (Lab) pada <i>Inlet & Outlet</i>	62
Tabel 4.11	Hasil Pengujian pH (Lab) pada <i>Inlet</i> , Kolam Proses, dan <i>Outlet</i>	62
Tabel 4.12	Hasil Pengukuran Suhu pada <i>Inlet & Outlet</i>	63

Tabel 4.13	Hasil Pengukuran Suhu pada <i>Inlet</i> , Kolam Proses, dan <i>Outlet</i>	63
Tabel 4.14	Hasil Pengujian TSS pada <i>Inlet & Outlet</i>	64
Tabel 4.15	Hasil Pengujian TSS pada <i>Inlet</i> , Kolam Proses, dan <i>Outlet</i>	64
Tabel 4.16	Efektivitas <i>Settling Pond</i> dalam Reduksi TSS.....	65

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Hal
Gambar 2.1	Kerangka Teori.....	35
Gambar 3.1	Kerangka Konsep.....	39
Gambar 3.2	Contoh Pengambilan Sampel dengan Botol secara Langsung (SNI 6989.59:2008)	45
Gambar 3.3	Alur Penelitian.....	50
Gambar 4.1	<i>Layout Settling Pond</i>	54
Gambar 4.2	Bagan Alur Proses pada <i>Settling Pond</i>	57

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Surat Izin Penelitian.....	97
Lampiran 2.	Lembar Observasi <i>Settling Pond</i>	99
Lampiran 3.	Lembar Wawancara.....	100
Lampiran 4.	Berita Acara Pengambilan Sampel/Contoh Uji.....	101
Lampiran 5.	Berita Acara Penyerahan Sampel.....	103
Lampiran 6.	Hasil Uji Laboratorium.....	104
Lampiran 7.	Dokumentasi Pengambilan Sampel.....	112
Lampiran 8.	Dokumentasi Uji Laboratorium.....	114

DAFTAR SINGKATAN

AAS	<i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i>
As	Arsen
BPS	Badan Pusat Statistik
CA	<i>Catchment Area</i>
Cd	<i>Cadmium</i> (Kadmium)
DLH	Dinas Lingkungan Hidup
DLHK	Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan
IUP	Ijin Usaha Pertambangan
JMB	Jembayan Muarabara
Kaltim	Kalimantan Timur
Kukar	Kutai Kartanegara
HDPE	<i>High Density Polyethylene</i>
OB	<i>Overburden</i>
Pb	<i>Plumbum</i> (Timbal)
Perda	Peraturan Daerah
pH	<i>Power of Hydrogen</i>
PP	Peraturan Pemerintah
PT	Perseroan Terbatas
RI	Republik Indonesia
SSA	Spektrofotometri Serapan Atom
SPAL	Sistem Pengolahan Air Limbah
TSS	<i>Total Suspended Solid</i>
UU	Undang-Undang

DAFTAR ISTILAH

CA	<i>Catchment Area</i> atau daerah tangkapan air hujan
<i>Inlet</i>	Aliran air limbah sebelum dilakukan pengolahan
Kolam Proses	Aliran air limbah dari <i>inlet</i> setelah mendapatkan perlakuan berupa pembubuhan tawas
Kompartemen	Bagian terpisah pada kolam pengendapan
<i>Outlet</i>	Aliran air limbah setelah dilakukan pengolahan
PIT	Lokasi Penambangan
<i>Settling Pond</i>	Suatu penyaliran berbentuk kolam yang berfungsi sebagai kolam pengendapan semua air dari areal tambang
<i>Void</i>	Lubang atau ruang kosong

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Logam berat menjadi polutan yang mendapatkan perhatian khusus karena sifat toksik dan karsinogeniknya, bersama dengan efek berbahaya bagi kesehatan manusia (Mehrandish et al., 2019). Logam berat dalam jumlah berlebih dapat menyebabkan keracunan (Järup, 2003; Palar, 2012). Menurut Järup (2003) dalam Adhani & Husaini, (2017) toksisitas logam berat dapat menyerang kesehatan seperti merusak fungsi otak, paru-paru, ginjal, komposisi darah, dan organ penting lainnya. Kontaminasi logam berat pada perairan secara intensif berhubungan dengan pelepasan logam berat oleh limbah industri dan aktivitas manusia (Budhiastuti et al., 2016). Salah satu sumber potensi pencemaran logam berat dapat terjadi pada kegiatan pertambangan seperti pertambangan batu bara.

Negara Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki banyak kekayaan alam berupa endapan batu bara. Endapan itu paling banyak ditemukan di cekungan-cekungan besar seperti Aceh, Sumatera Selatan, Kalimantan Timur, dan Kalimantan Selatan (Arif, 2014). Kabupaten Kutai Kartanegara merupakan wilayah di Kalimantan Timur (Kaltim) yang paling tinggi dalam memproduksi batu bara yakni mencapai 65,11 juta ton dari total produksi perusahaan pemegang Izin Usaha Pertambangan (IUP) Kaltim pada 2017 yang mencapai 86.793.656 ton (BPS Kaltim, 2022; Dinas Pertambangan dan Energi Prov. Kaltim, 2018). Tingginya jumlah produksi batu bara akan selaras dengan limbah yang dihasilkan yang berpotensi

menimbulkan pencemaran lingkungan dan berdampak pada kesehatan masyarakat baik secara langsung maupun tidak langsung.

Limbah dari pertambangan batu bara yang banyak dihasilkan salah satunya ialah limbah cair dari hasil proses produksi batu bara dimana disebut air limbah tambang atau air asam tambang. Air tersebut terbentuk sebagai hasil oksidasi dari mineral sulfida tertentu yang terkandung dalam batuan, yang bereaksi dengan oksigen di udara pada lingkungan berair (Gautama, 2007). Air limbah pertambangan batu bara bersumber dari mata air disekitaran area tambang dan air limpasan hujan yang bercampur dengan lapisan *overburden* (OB) saat adanya kegiatan penambangan batu bara (Harahap, 2017).

Air limbah tambang berpotensi mengandung logam berat yang dapat mengalir ke sungai, danau atau rawa dan dapat merusak kondisi ekosistem yang ada di sungai atau lingkungan sekitar seperti biota perairan dan tanah dimana menyebabkan penurunan kualitas lingkungan khususnya air untuk keperluan manusia dan makhluk hidup lainnya. Air asam tambang dicirikan dengan rendahnya pH dan tingginya senyawa logam berat tertentu seperti kadmium (Cd) (L. Hidayat, 2017). Pada beberapa penelitian terdahulu, ditemukan kandungan kadmium dan timbal pada air limbah kolam bekas tambang maupun air limbah cuci batu bara. Logam berat lain yang berpotensi ditemui pada air limbah tambang ialah arsen alami di alam yang ditemukan pada beberapa tipe batu yakni batuan beku, batuan sedimen, dan batu bara. Menurut Darmono (2006), danau bekas galian tambang batu bara mengandung logam berat seperti arsen, merkuri, kadmium, dan timbal.

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang beracun bagi manusia. Timbal dapat masuk ke tubuh manusia melalui air yang terkontaminasi dengan timbal. Keracunan timbal biasanya diakibatkan oleh terjadinya akumulasi logam berat tersebut di dalam tubuh manusia yang akan menyebabkan penyakit anemia, kerusakan susunan saraf pusat dan ginjal (Ridhowati, 2013). Kadmium ialah logam yang bersifat kronis dan pada manusia biasanya terakumulasi dalam ginjal. Keracunan kadmium akan menimbulkan muntah, mual, diare, dan kejang perut (Noor et al., 2020). Sedangkan keracunan arsen dapat menunjukkan gejala tanda-tanda radang lambung dan usus yang parah dan sakit perut diikuti rasa mual, muntah, hingga diare (Nurhayati, 2009).

Maka dari itu, untuk mengurangi dampak negatif limbah hasil dari aktivitas produksi batu bara maupun mencegah pencemaran lingkungan ke badan air perlu adanya pengolahan terhadap air limbah tambang yang dihasilkan. Pengolahan air limbah tambang bertujuan untuk menghindari dampak air asam batuan terhadap kualitas badan air permukaan terdekat serta terhadap kualitas tanah. Air permukaan dari berbagai lokasi kegiatan penambangan dan pengolahan batu bara dialirkan ke sistem pengendali berupa kolam pengendap (*settling pond*) untuk diproses dipantau sebelum dialirkan ke badan air. Proses perawatan, pengolahan, dan rehabilitasi diterapkan secara rutin pada kolam-kolam pengendapan yang bertujuan untuk meningkatkan nilai pH air, ataupun perawatan kolam rutin dengan menggunakan kapal keruk, merupakan beberapa metode yang selama ini diterapkan (Maharani et al., 2019).

Berdasarkan penelitian oleh Kurniawan et al. (2015) menunjukkan bahwa perusahaan batu bara PT. TBS pada *inlet* dan *outlet* ditemukan kandungan logam berat Pb masing-masing 3,93 mg/L dan 2,88 mg/L dimana telah melebihi nilai baku mutu yang ditetapkan. Penelitian tersebut menunjukkan pengolahan limbah yang diterapkan oleh PT. TBS tergolong kurang efisien dalam mengurangi kandungan logam Pb sebelum dibuang ke lingkungan dengan persentase <50%. Penelitian lainnya oleh Rukmana et al. (2012) pada PT. TBS bahwa ditemukan kandungan Cd dari kolam penampungan limbah cair hasil pencucian batu bara pada *inlet* sebesar 1,980 mg/L dan *outlet* 0,120 mg/L dimana telah melebihi nilai baku mutu yang ditetapkan. Berdasarkan penelitian tersebut, pengolahan limbah pada PT. TBS dengan metoda menggunakan dolomit sebagai adsorben efisien untuk mengurangi kadar Cd dengan nilai persentase pengurangan 93,939%.

PT. Jembayan Muarabara menjadi lokasi dalam penelitian ini. PT. Jembayan Muarabara salah satu perusahaan yang bergerak dibidang industri pertambangan batu bara yang terletak di Kalimantan Timur tepatnya di Kutai Kartanegara dengan luas wilayah kuasa penambangan 6.907 ha. Perusahaan ini telah beraktivitas sejak sekitar tahun 2002. Sepanjang tahun 2017, PT. Jembayan Muarabara memproduksi 4,18 juta ton batu bara. Selain produk utama berupa batu bara, PT. Jembayan Muarabara juga menghasilkan air limbah tambang yang dapat menimbulkan dampak negatif sebagaimana dipaparkan di atas apabila tidak dilakukan pengolahan secara efektif sebelum dibuang ke badan air.

Berdasarkan studi pendahuluan, PT. Jembayan Muarabara telah rutin melaksanakan pemantauan kualitas air limbah sebelum dibuang ke badan

air dengan menguji parameter pH, TSS, Fe, dan Mn. Parameter Pb, Cd, dan As tidak dilakukan pemantauan dan berdasarkan penelitian terdahulu dan referensi yang telah dikemukakan di atas bahwa logam berat tersebut berpotensi terkandung pada air limbah tambang batu bara serta memiliki toksisitas lebih tinggi terhadap kesehatan masyarakat melalui badan air.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian di industri pertambangan batu bara di Kutai Kartanegara terkait kualitas air limbah tambang dan analisis efektivitas *settling pond* dalam reduksi logam berat Pb, Cd, dan As pada air limbah tambang di PT. Jembayan Muarabara.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut: “Bagaimana kualitas air limbah tambang, sistem pengolahan air limbah tambang berupa *settling pond*, dan efektivitas *settling pond* dalam reduksi logam berat Pb, Cd, dan As di Perusahaan Batu Bara PT. Jembayan Muarabara”

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan menganalisis kualitas air limbah tambang, sistem pengolahan air limbah tambang berupa *settling pond*, dan efektivitas *settling pond* dalam reduksi logam berat Pb, Cd, dan As di Perusahaan Batu Bara PT. Jembayan Muarabara.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui proses sistem pengolahan air limbah tambang berupa *settling pond* di Perusahaan Batu Bara PT. Jembayan Muarabara.
2. Menganalisis kualitas air limbah sebelum pengolahan (*inlet*) berupa pengukuran parameter fisika yaitu suhu dan TSS serta parameter kimia yaitu pH serta logam berat Pb, Cd, dan As.
3. Menganalisis kualitas air limbah sesudah pengolahan (*outlet*) berupa parameter fisika yaitu suhu dan TSS serta parameter kimia yaitu pH serta logam berat Pb, Cd, dan As.
4. Menganalisis efektivitas *settling pond* dalam mereduksi logam berat Pb, Cd, dan As.

1.4. Manfaat

1.4.1 Manfaat Bagi Masyarakat

Masyarakat sekitar perusahaan dapat mengetahui efektivitas hasil pengolahan air limbah tambang batu bara dari PT. Jembayan Muarabara dan bagaimana kualitas air limbah sebelum dan setelah dilakukan pengolahan.

1.4.2 Manfaat Bagi Perusahaan

Sebagai bahan masukan bagi perusahaan batu bara mengenai air limbah tambang dan prosesnya, sehingga perusahaan dapat menerapkan pengolahan air limbah yang lebih efektif (apabila diketahui hasil pengolahan limbah kurang efektif) dalam pengendalian pencemaran lingkungan.

1.4.3 Manfaat Bagi Instansi Pemerintah

Sebagai informasi serta masukan bagi Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Timur dan Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kabupaten Kutai Kartanegara dalam pengawasan sistem pengolahan air limbah tambang yang dilaksanakan oleh perusahaan.

1.4.4 Manfaat Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

1. Menambah penelitian pada bidang minat aplikasi Kesehatan Lingkungan.
2. Dapat digunakan sebagai sumber informasi maupun referensi untuk pengembangan penelitian yang terkait dimasa yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang menjadi acuan dan berhubungan dengan penelitian pada air limbah tambang batu bara ialah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti dan Tahun	Judul	Variabel Penelitian	Metode Penelitian	Hasil
1.	Fadhli Kurniawan, T. Abu Hanifah, dan Subardi Bali (2015)	Analisis Logam (Fe, Pb), Nitrat (NO ₃), dan Sulfida (S ²⁻) pada Limbah Tambang Batu bara PT. Tri Bakti Sarimas di Desa Pangkalan Kuansing	Variabel Independen : Instalasi Pengelolaan Air Limbah PT. TBS Variabel Dependen : Logam (Fe, Pb), Nitrat (NO ₃), dan Sulfida (SO ²⁻) pada Limbah Tambang Batu bara	Metode yang digunakan ialah pengambilan sampel pada 4 stasiun. Penentuan logam Fe dan Pb dilakukan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), sementara kandungan sulfida dan nitrat ditentukan menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam berat Fe pada <i>inlet</i> , kolam penampungan, outlet dan sumur penduduk masing-masing adalah 8,85 mg/L; 8,26 mg/L; 7,07 mg/L; 6,76 mg/L, kandungan logam Pb masing-masing adalah 3,93 mg/L; 3,25 mg/L; 2,88 mg/L; 2,93 mg/L, kandungan nitrat masing-masing adalah 0,19 mg/L; 0,17 mg/L; 0,16 mg/L; 0,13 mg/L dan kandungan sulfida masing-masing adalah 1,23 mg/L; 0,73

					mg/L; 0,51 mg/L; 0,03 mg/L.
					Pengolahan limbah pada PT. TBS menggunakan dolomit sebagai adsorben tergolong kurang efisien untuk logam Fe, Pb, anion nitrat dan sulfida karena persentase pengurangan rata-rata yang diperoleh <50%.
2.	Rukmana T, Itnawati, dan Anita S (2013)	Analisis Logam (Mn, Cd), Sianida dan Nitrit pada Limbah Cair Tambang Batu bara PT. Tri Bakti Sarimas (TBS) di Pangkalan Kuansing	Variabel Independen : Instalasi Pengelolaan Air Limbah PT. TBS Variabel Dependen : Logam (Mn, Cd), Sianida, dan Nitrit pada Limbah Tambang Batu bara	Metode yang digunakan ialah pengambilan sampel pada 2 titik (<i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i>). Sampel yang telah diambil di uji pH dan Total Suspended Solid (TSS).	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar logam berat mangan, kadmium, pada <i>inlet</i> kolam penampungan limbah pencucian batu bara masing-masing adalah 7,952; dan 1,980 mg/L dan pada <i>outlet</i> 3,333; dan 0,120 mg/L.
					Pengolahan limbah pada PT. TBS dengan metoda menggunakan dolomit sebagai absorben sangat efisien untuk mengurangi kadar Cd dengan nilai persentase

						pengurangan 93,939%.
3.	Kiswanto, Heru Susanto, dan Sudarno (2018)	Karakteristik Air Asam Batu Bekas Tambang PT. Bukit Asam (PTBA)	Variabel Independen : Instalasi Pengelolaan Air Limbah PT. TBS Variabel Dependen : pH, TSS, Fe, Mn, dan Cd	Metode yang digunakan dalam penelitian terdiri dari pekerjaan lapangan dan pekerjaan laboratorium. Pekerjaan lapangan dilakukan dengan pengambilan air asam yang berasal dari kolam bekas tambang batu bara. Dalam penelitian ini parameter yang diukur pH, TSS, Fe, Mn dan Cd dilakukan di laboratorium Tenik Lingkungan Universitas Diponegoro.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa air asam tambang batu bara di kolam bekas tambang dari hasil karakterisasi memiliki kandungan TSS yang sangat tinggi, yaitu mencapai 111534 mg/L, selain itu, nilai pH masih diatas baku mutu. Untuk kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) tertinggi pada air asam tambang masing-masing sebesar 9,46 mg/L dan 2,276 mg/L. Sedangkan untuk kandungan Cd tidak lebih dari baku mutu yang ditetapkan yakni kadar tertinggi sebesar 0,011 mg/L.	
4.	Husna Nadhira Awfiyaa, Riyanto Haribowo, dan Tri Budi Prayogo (2020)	Evaluasi Pengelolaan Limbah Cair Tambang Batubara dengan Teknologi <i>Settling Pond</i> PT. Bahari Cakrawala Sebuku di	Variabel Independen : <i>Settling Pond</i> Variabel Dependen : TSS, Fe, Mn, Cd, dan pH	Metode yang digunakan ialah metode survei dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air limbah pada <i>outlet settling pond</i> lubang tambang untuk parameter TSS, Fe, Mn, Cd dan pH secara	

2.2. Industri Batu Bara

2.2.1 Definisi Batu Bara

Batu bara merupakan salah satu sumber energi di dunia. Batu bara adalah campuran yang sangat kompleks dari zat kimia organik yang mengandung karbon, oksigen, dan hidrogen dalam sebuah rantai karbon (Arif, 2014). Menurut UU No. 3 Tahun 2020 tentang Perubahan Atas Undang-Undang No. 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batu Bara, batu bara merupakan endapan senyawa organik karbonan yang terbentuk secara alamiah dari sisa tumbuh-tumbuhan. Sumber referensi lainnya menyebutkan bahwa batu bara adalah batuan sedimen hitam atau hitam kecoklatan yang mudah terbakar dengan jumlah karbon dan hidrokarbon yang tinggi. Batu bara digolongkan sebagai sumber energi tak terbarukan karena membutuhkan waktu jutaan tahun untuk terbentuk. Batu bara mengandung energi yang disimpan oleh tumbuhan yang hidup ratusan juta tahun yang lalu di hutan rawa (U.S. Energy Information Administration, 2020).

2.2.2 Industri Batu bara di Indonesia

Pertumbuhan konsumsi batu bara Indonesia rata-rata meningkat sebesar 9% per tahun, sejalan dengan semakin naiknya kontribusi batu bara di dalam negeri untuk mengurangi ketergantungan pada Bahan Bakar Minyak (BBM). Konsumen batu bara lokal terbesar adalah untuk pembangkit tenaga listrik (PLTU) yaitu lebih dari 20 juta ton per tahun, diikuti oleh industri semen yang

mengonsumsi batu bara sebesar 4,2 juta ton per tahun, serta industri lainnya sebesar 1,1 juta ton per tahun (Azwari & Suprpto, 2016).

2.2.3 Proses Penambangan Batu Bara

1. *Land Clearing*

Land clearing dapat diartikan sebagai suatu aktivitas pembersihan lahan tambang batu bara dari material hutan yang meliputi pepohonan, hutan belukar sampai alang-alang. Umumnya kegiatan penambangan batu bara selalu diawali dengan pembersihan lahan konsesi yang akan ditambang. Variabel yang mempengaruhi pekerjaan *land clearing* yaitu jenis pepohonan yang tumbuh, kondisi dan daya dukung tanah, topografi hujan dan juga perubahan cuaca.

2. Pengupasan Tanah Pucuk (*Top Soil*)

Pengupasan dan pemindahan tanah pucuk adalah untuk menyelamatkan tanah tersebut agar tidak rusak sehingga masih mempunyai unsur tanah yang masih asli, sehingga tanah pucuk ini dapat digunakan dan ditanami kembali untuk kegiatan reklamasi. Tanah pucuk yang dikupas tersebut akan dipindahkan ke tempat penyimpanan sementara atau langsung dipindahkan ke timbunan.

3. Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (*Stripping Overburden*) dan *Parting*

Pertambangan batu bara dengan sistem tambang terbuka, pengupasan lapisan tanah penutup merupakan kegiatan yang mutlak harus dikerjakan pada pertambangan. Kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup ditentukan oleh rencana target

produksi, semakin baik rancangan pada pengupasan lapisan tanah penutup maka rencana target produksi semakin baik. Mencapai target produksi yang baik dalam mewujudkannya diperlukan metode dan alat yang mendukung pengupasan lapisan tanah penutup.

4. Penimbunan Tanah Penutup (*Overburden Removal*)

Tanah penutup dapat ditimbun dengan dua cara yaitu backfilling dan penimbunan langsung. Tanah penutup yang akan dijadikan material backfilling biasanya akan ditimbun ke penimbunan sementara pada saat tambang baru dibuka.

5. *Coal Cleaning*

Sebelum melakukan penambangan terlebih dahulu dilakukan kegiatan *coal cleaning*. Kegiatan *coal cleaning* ini adalah untuk membersihkan pengotor yang berasal dari permukaan batu bara berupa material sisa tanah penutup yang masih tertinggal sedikit, serta pengotor lain yang berupa agen pengendapan (air permukaan, air hujan, longsoran). Hasil kegiatan *coal cleaning* ini adalah lapisan batu bara yang bersih dan berkualitas.

6. Penambangan Batu Bara (*Coal Getting*)

Setelah melakukan proses *coal cleaning* dan lapisan batu bara terbuka, selanjutnya melakukan proses *Coal Getting*. *Coal getting* merupakan proses pengambilan batu bara dari pembersihan (*cleaning*) sampai pengisian (*loading*) batu bara ke alat angkut untuk kemudian di angkut ke tempat penampungan (*stockpile*).

7. Pengangkutan Batu Bara (*Coal Hauling*)

Setelah dilakukan kegiatan coal getting, kegiatan lanjutan adalah pengangkutan batu bara (*coal hauling*) dari lokasi tambang (pit) menuju stockpile atau langsung ke unit pengolahan.

8. ROM Stock

1) Stocking di ROM Tambang

ROM (*Run of Mine*) tambang digunakan tempat *rehandling* batu bara dari pit, untuk selanjutnya diangkut menggunakan *truck hauling* ke fasilitas *coal crushing*.

2) Stocking di ROM Produksi

ROM produksi digunakan sebagai stock cadangan untuk menjaga kontinuitas proses produksi (*crushing*) dan mengantisipasi adanya gangguan proses hauling batu bara dari tambang.

9. *Crushing*

Crushing adalah proses pemecahan batu bara dari ukuran besar menjadi ukuran kecil.

10. *Stockpile*

Stockpile batu bara adalah tempat penumpukan atau bahan yang ditumpuk untuk diambil, diolah, dipasarkan atau dimanfaatkan kemudian. *Stockpile* berfungsi sebagai penyangga antara pengiriman dan proses, sebagai stok strategis terhadap gangguan yang bersifat jangka pendek atau jangka panjang. *Stockpile* juga berfungsi sebagai proses homogenisasi dan atau

pencampuran batu bara untuk menyiapkan kualitas yang dipersyaratkan.

11. Preparasi

Preparasi pada batu bara merupakan operasi persiapan yang dilakukan untuk mereduksi ukuran butir dengan tujuan untuk memenuhi ukuran sesuai dengan penggunaannya. Reduksi ukuran butir biasanya dilakukan dengan alat peremuk yang antara lain alat *crusher* atau *grinder* (Nursanto et al., 2015).

12. *Coal Barging*

Barging adalah proses pemindahan batu bara dari stockpile menuju *barge* (tongkang) menggunakan *barge loader conveyor* ataupun menggunakan unit *dump* truk.

13. *Transshipment* Batu Bara

Transshipment adalah proses pemindahan batu bara dari kapal tongkang ke kapal besar (MotherVessel).

14. Rehabilitasi Tanah dan Reklamasi

Kegiatan reklamasi dan pascatambang adalah suatu rangkaian yang tidak dapat dipisahkan dalam kegiatan pertambangan. Reklamasi merupakan kegiatan yang dilakukan sepanjang tahapan usaha pertambangan untuk menata, memulihkan, dan memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi kembali sesuai peruntukannya.

2.3. Logam Berat

Berdasarkan ilmu kimia, istilah logam berat memiliki arti yaitu untuk logam transisi dengan nomor atom lebih besar dari 20 dan berat jenis lebih besar dari 5 g/cm^3 (Duffus, 2002). Sedangkan pada ilmu biologi, logam berat merupakan unsur logam yang dapat bersifat racun bagi tanaman dan hewan meskipun dalam konsentrasi sangat rendah. Contoh logam berat adalah merkuri (Hg), kadmium (Cd), arsen (As), kromium (Cr), talium (Tl), dan timbal (Pb) (Handayanto et al., 2017).

Menurut Vouk (1986) dalam Badan POM RI (2010) bahwa terdapat 80 jenis dari 109 unsur kimia di muka bumi ini yang telah teridentifikasi sebagai logam berat. Logam berat dari sudut pandang toksikologi terbagi atas logam berat esensial dan logam berat non esensial.

Logam berat esensial merupakan logam yang dibutuhkan oleh makhluk hidup dalam membantu proses fisiologi dengan jalan enzim atau pembentukan organ dari makhluk hidup yang bersangkutan dalam jumlah tertentu, namun apabila dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek keracunan, sebagai contoh yakni Zn, Cu, Fe, Co, Mn, dan Se.

Sedangkan logam berat non-esensial ialah logam beracun yang keberadaannya dalam tubuh makhluk hidup masih belum diketahui manfaatnya dan bahkan sangat berbahaya hingga dapat menyebabkan keracunan (toksik) pada manusia diantaranya ialah timbal (Pb), kadmium (Cd), dan arsenik (As) (Adhani & Husaini, 2017). Jenis ini dapat menimbulkan efek merugikan untuk kesehatan manusia sehingga sering disebut sebagai logam beracun. Senyawa ini tidak dapat rusak di alam dan tidak berubah menjadi bentuk lain.

2.3.1 Timbal (Pb)

Timbal atau Pb merupakan kelompok IV dan periode 6 dari logam dalam tabel periodic unsur kimia dengan nomor atom 82, berat atom 207,2 g/mol, berat jenis 11,4 g/cm³, titik leleh 327,4°C, dan titik didih 1725°C. secara alami, timbal berwarna abu kelabu, dan biasanya ditemukan sebagai mineral yang berkombinasi dengan unsur-unsur lain, seperti belerang (pada PbS, PbSO₄), atau oksigen (PbCO₃) (Handayanto et al., 2017).

Timbal sifatnya lunak dan berwarna coklat kehitaman, serta mudah dimurnikan dari pertambangan. Senyawa ini banyak ditemukan dalam pertambangan seluruh dunia (Titin, 2010). Efek keracunan timbal kronis terjadi sebagai akibat paparan timbal yang terakumulasi pada kurun waktu bulanan hingga tahunan. Efek keracunan timbal kronis biasanya menimbulkan gejala yang tidak spesifik pada hampir semua sistem tubuh (Adhani & Husaini, 2017).

2.3.2 Kadmium (Cd)

Kadmium atau Cd terletak di ujung baris kedua unsur transisi dengan nomor atom 48, berat atom 112,4 g/mol, berat jenis 8,65 g/cm³, titik leleh 320,9°C, dan titik didih 765°C. Bersama dengan Hg dan Pb, Cd adalah satu dari tiga besar logam berat beracun dan tidak diketahui fungsinya secara biologis. Dalam bentuk senyawa, Cd berada sebagai divalent Cd (II) ion (Handayanto et al., 2017).

Kadmium dilepaskan ke lingkungan melalui kegiatan alam seperti letusan gunung berapi, pelapukan, transportasi sungai dan beberapa aktivitas manusia seperti pertambangan. Kadmium dapat

menyebabkan intoksikasi baik yang akut dan kronis (Chakraborty et al., 2013). Kadmium dan senyawanya sangat larut dalam air dibandingkan dengan logam lain. Bioavailabilitas mereka sangat tinggi dan karena itu cenderung bioakumulasi.

2.3.3 Arsen (As)

Arsen merupakan logam pada tabel periodic unsur kimia berada pada periode 4. Logam ini umumnya dijumpai pada berbagai mineral, terutama sebagai As_2O_3 , dan dapat diperoleh dari pengolahan bijih tambang yang mengandung Cu, Pb, Zn, Ag, dan Au. Arsen juga dijumpai dalam abu pembakaran batu bara. Arsen memiliki sifat sebagai berikut: nomor atom 33, berat atom 74,92 g/mol, berat jenis 5,72 g/cm³, titik leleh 817°C, dan titik didih 613°C, serta dapat dijumpai dalam berbagai status oksidatif (-III, 0, +III, +V).

Arsen merupakan salah satu unsur paling beracun dan dijumpai dalam tanah, air, dan udara. Secara alami arsen dihasilkan dari letusan gunung vulkanik yang dapat melepaskan sekitar 3000 ton setiap tahun. Meskipun demikian aktivitas manusialah yang diduga bertanggung jawab atas pelepasan arsen lebih dari 80.000 ton tiap tahun karena pembakaran bahan bakar dari fosil dan berbagai kegiatan industri. Arsen banyak ditemukan di dalam air tanah, terbagi dalam dua bentuk, yaitu bentuk tereduksi, terbentuk dalam kondisi anaerobik, sering disebut arsenit. Serta arsenat adalah bentuk teroksidasi yang terjadi pada kondisi aerobik (Titin, 2010).

2.4. Air Limbah dan Air Limbah Pertambangan

2.4.1 Definisi Air Limbah

Air limbah merupakan cairan yang dihasilkan dari proses produksi. Air limbah ini umumnya akan dikumpulkan terlebih dahulu kemudian akan mengalami proses pengolahan ataupun kadangkala langsung dibuang ke perairan atau lingkungan. Pembuangan air limbah langsung ke lingkungan akan sangat membahayakan karena kemungkinan adanya bahan-bahan berbahaya dan beracun ataupun kandungan limbah yang ada tidak mampu dicerna oleh mikroorganisme yang ada di lingkungan (N. Hidayat, 2016).

Air limbah pada dasarnya adalah air yang mengandung banyak polutan. Polutan inilah yang menjadikan air tersebut dapat atau tidak digunakan untuk berbagai keperluan. Polutan dalam air limbah dapat dikelompokkan dalam (N. Hidayat, 2016):

1. Substansi terlarut yang mencakup bahan organik mudah dirombak dan sulit dirombak serta bahan anorganik.
2. Koloid. Koloid banyak yang berupa bahan organik ataupun anorganik yang membentuk partikel kecil ataupun minyak yang berupa tetesan dan tidak terendapkan.
3. Padatan tersuspensi mencakup partikel organik dan anorganik. Partikel organik misalnya mikroorganisme dan sisa-sisa makanan sedangkan partikel anorganik misalnya pasir, lempung, mineral, dan sebagainya.

Menurut Mulia (2005), air limbah industri umumnya terjadi sebagai akibat adanya pemakaian air dalam proses produksi. Di industri, air umumnya memiliki beberapa fungsi berikut:

1. Sebagai air pendingin, untuk memindahkan panas yang terjadi dari proses industri.
2. Untuk mentransportasikan produk atau bahan baku.
3. Sebagai air proses, misalnya sebagai umpan boiler, pada pabrik minuman.
4. Untuk mencuci dan membilas produk dan/atau Gedung serta instalasi.

Baku mutu untuk limbah cair industri di Indonesia ditetapkan melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Baku mutu untuk limbah cair industri ditetapkan berdasarkan kemampuan teknologi yang secara umum digunakan untuk mengolah limbah cair industri dan/atau daya tampung lingkungan di area industri, untuk mencapai konsentrasi dan/atau beban pencemaran tertinggi.

Air limbah pada industri khususnya industri pertambangan merupakan salah satu sumber limbah yang sangat berpengaruh terhadap kualitas lingkungan. Meskipun hal ini telah disadari oleh pihak terkait, namun hingga saat ini masih banyak air limbah industri yang belum memenuhi baku mutu dibuang ke sungai, danau, rawa, dan lahan. Hal ini dapat menimbulkan permasalahan lingkungan yang berakibat negatif bagi ekosistem dan kehidupan makhluk hidup (N.H. & Himma, 2018).

2.4.2 Sumber Air Limbah

Menurut Kusnoputranto (2002), air limbah berasal dari berbagai sumber, secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut:

1. Air buangan yang bersumber dari rumah tangga (*domestic wastes water*), yaitu air limbah yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah ini terdiri dari ekskreta (tinja dan air seni), air bekas cucian dapur dan kamar mandi, dan umumnya terdiri dari bahan-bahan organik.
2. Air buangan industri (*industrial wastes water*), yang berasal dari berbagai jenis industri akibat proses produksi. Zat-zat yang terkandung di dalamnya sangat bervariasi sesuai dengan bahan baku yang dipakai oleh masing-masing industri, antara lain: nitrogen, sulfida, amoniak, lemak, garam-garam, zat pewarna, mineral, logam berat, zat pelarut, dan sebagainya. Oleh sebab itu, pengolahan jenis air limbah ini, agar tidak menimbulkan polusi lingkungan menjadi lebih rumit.
3. Air buangan kotapraja (*municipal wastes water*), yaitu air buangan yang berasal dari daerah: perkantoran, perdagangan, hotel, restoran, tempat-tempat umum, tempat-tempat ibadah, dan sebagainya. Pada umumnya zat-zat yang terkandung dalam jenis air limbah ini sama dengan air limbah rumah tangga.

Pada air limbah usaha dan atau kegiatan pertambangan batu bara, sumber air limbah berasal dari kegiatan penambangan batu bara

yang meliputi penggalian, pengangkutan, dan penimbunan baik pada tambang terbuka maupun tambang bawah tanah.

2.4.3 Karakteristik Air Limbah

Karakteristik air limbah dapat dibedakan menjadi 3 yaitu karakteristik fisik, karakteristik kimia, dan karakteristik biologi.

1. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisika air limbah yang perlu diketahui adalah *total solid*, bau, temperatur, warna, dan *turbidity*.

1) TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS atau total padatan tersuspensi adalah segala macam zat padat dari padatan total yang tertahan pada saringan dengan ukuran partikel maksimum 2,0 μm dan dapat mengendap (Widyaningsih, 2011). Kekeruhan air erat sekali hubungannya dengan nilai TSS karena kekeruhan pada air salah satunya memang disebabkan oleh adanya kandungan zat padat tersuspensi. Menurut Nasution (2008) TSS terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, sebagai contoh tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan lain-lain.

2) Bau

Bau yang berasal dari dalam air dapat langsung berasal dari bahan-bahan buangan atau air limbah dari kegiatan industri atau dapat pula berasal dari hasil degradasi bahan buangan oleh mikroba yang hidup di dalam air (Diaz, 2008). Mikroba di dalam air akan mengubah bahan buangan organik

terutama gugus protein secara degradasi menjadi bahan yang mudah menguap dan berbau. Menurut Rao & Mamtha (2004), air normal yang dapat digunakan untuk kehidupan umumnya tidak berbau, tidak berwarna, dan berasa, selanjutnya dikatakan adanya rasa pada air pada umumnya diikuti dengan perubahan pH air.

3) Warna

Air limbah pada umumnya berwarna coklat muda keabu-abuan. Namun, dengan bertambahnya waktu dalam sistem pengumpulan dan berkembangnya kondisi anaerobic, warna air limbah berubah dari abu-abu menjadi abu-abu gelap dan pada akhirnya hitam. Ketika warna air limbah menjadi hitam, air limbah tersebut dalam kondisi tercemar. Jika senyawa organik yang ada mulai pecah oleh aktivitas bakteri dan adanya oksigen terlarut direduksi menjadi nol, maka warna biasanya berubah menjadi semakin gelap. Standar warna sebagai perbandingan untuk contoh air adalah standar Pt-Co, dan satuan warna yang digunakan adalah satuan Hazen. Untuk air minum warnanya tidak boleh lebih dari 50 satuan Hazen (Sitorus et al., 2021).

4) Suhu

Suhu dari air adalah parameter penting karena berpengaruh terhadap reaksi kimia dan laju reaksi, kehidupan dalam air, dan keberlangsungan air untuk hal yang bermanfaat. Temperatur ini memengaruhi konsentrasi oksigen terlarut di

dalam air. Air yang baik mempunyai temperatur normal 8°C dari suhu kamar 27°C . Semakin tinggi temperatur air ($>27^{\circ}\text{C}$) maka kandungan oksigen dalam air berkurang atau sebaliknya. Peningkatan laju reaksi biokimia bersamaan dengan peningkatan suhu akan menurunkan jumlah oksigen yang tersedia pada air.

5) Kekeruhan

Kekeruhan menunjukkan sifat optis air yang membatasi pencahayaan kedalam air. Kekeruhan terjadi karena adanya zat-zat koloid yang melayang dan zat-zat organik, jasad renik, lumpur, tanah, dan benda-benda lain yang melayang (Sitorus et al., 2021).

2. Karakteristik Kimia

1) pH

Derajat keasaman atau yang dikenal dengan pH juga merupakan parameter yang harus dipenuhi sebelum membuang limbah ke sumber air agar tidak membahayakan. Power of Hydrogen (pH) merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan (Tamim & Tumpu, 2021). Organisme memiliki batas toleransi yang berbeda terhadap keasaman. Skala pH berkisar antara 1-14. Nilai pH 1-7 termasuk dalam kategori asam, pH 7-14 termasuk kondisi basa, dan pH 7 adalah kondisi netral (Wardhana, 2004).

Idealnya air limbah tambang memiliki pH netral berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 02 Tahun 2011 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air antara 6-9. Air dengan pH dibawah 6 akan bersifat asam dan berbahaya bagi lingkungan dan sebaliknya juga jika air memiliki pH di atas 9 akan memiliki kadar basa yang tinggi juga akan memberikan dampak yang buruk untuk lingkungan.

2) Besi dan Magnesium

Besi dan magnesium yang teroksidasi dalam air berwarna kecoklatan dan tidak larut mengakibatkan penggunaan air menjadi terbatas. Air tidak dapat lagi dipergunakan untuk air rumah tangga, cucian dan air industri. Kedua macam bahan ini berasal dari larutan batu-batuan yang mengandung senyawa Fe atau Mn seperti Pyrit, Hematit, Mangan, dan lain-lain (Ginting, 2007).

3) Logam Berat

Logam berat pada umumnya adalah metal-metal seperti opper, selter pada kadmium, air raksa, timbal, kromium, besi, dan nikel. Metal lain yang juga termasuk metal berat adalah arsen, selenium, cobalt, mangan, dan aluminium.

Kadmium ditemukan dalam buangan tekstil, elektro plating pabrik-pabrik kimia. Kromium dijumpai dalam dua bentuk yaitu krom bervalensi enam ditemukan pada buangan, pabrik aluminium, cat sedangkan krom trivalen ditemukan pada pabrik

tekstil, industri gelas dan industri keramik. Plumbum terdapat dalam buangan pabrik baterai, pencelupan dan cat. Logam-logam ini dalam konsentrasi tertentu membahayakan bagi manusia (Ginting, 2007).

3. Karakteristik Biologi

Secara umum beberapa mikroorganisme penting dalam air limbah dan air permukaan antara lain bakteri, jamur, protozoa dan algae. Mereka berperan penting dalam proses dekomposisi atau stabilisasi organik matter.

2.4.4 Tujuan Pengolahan Air Limbah

Limbah yang dihasilkan harus memenuhi standar baku mutu limbah dan sesuai dengan baku mutu lingkungan yang berlaku bagi kondisi lingkungan dimana kegiatan industri sedang berlangsung. Maka dari itu, itu setiap parameter harus tersedia nilainya sebelum masuk sistem pengolahan dan setelah limbah keluar sistem pengolahan harus ditetapkan nilai-nilai parameter yang harus dicapai. Artinya harus ditetapkan kualitas limbah sebelum dan sesudah limbah diolah dan apakah limbah ini memenuhi syarat baku mutu (Ginting, 2007).

Air limbah sebelum dilepas ke pembuangan akhir harus menjalani pengolahan terlebih dahulu dan diperlukan rencana pengelolaan yang baik untuk dapat melaksanakan pengolahan air limbah yang efektif. Disamping itu, pengelolaan air limbah penting dilakukan agar air limbah yang mengandung banyak mikroorganisme patogen dan menimbulkan bau dapat diolah agar saat dibuang tidak

mencemari badan air maupun dari segi estetikanya dan sesuai dengan baku mutu. Menurut Chandra (2006), adapun tujuan dari pengelolaan air limbah itu sendiri, antara lain:

1. Mencegah pencemaran pada sumber air rumah tangga.
2. Melindungi hewan dan tanaman yang hidup di dalam air.
3. Menghindari pencemaran tanah permukaan.
4. Menghilangkan tempat berkembangbiaknya bibit dan vektor penyakit.

Tujuan utama pengolahan air limbah ialah untuk mengurangi kandungan bahan pencemar terutama senyawa organik, padatan tersuspensi, mikroba patogen, dan senyawa organik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme alami. Tujuan pengolahan air limbah lainnya antara lain (Wulandari, 2014):

1. Mengurangi dan menghilangkan pengaruh buruk limbah cair bagi kesehatan manusia dan lingkungannya.
2. Meningkatkan mutu lingkungan hidup melalui pengolahan, pembuangan dan atau pemanfaatan limbah cair untuk kepentingan hidup manusia dan lingkungannya.

2.4.5 Dampak Buruk Air Limbah Industri

Air limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak buruk bagi makhluk hidup dan lingkungannya. Menurut Mulia (2005), beberapa dampak buruk tersebut adalah sebagai berikut:

1. Gangguan Kesehatan

Air limbah dapat mengandung bibit penyakit yang dapat menimbulkan penyakit bawaan air (*waterborne disease*). Selain itu

di dalam air limbah mungkin juga terdapat zat-zat berbahaya dan beracun yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi makhluk hidup yang mengkonsumsinya. Adakalanya air limbah yang tidak dikelola dengan baik juga dapat menjadi sarang vektor penyakit (misalnya nyamuk, lalat, kecoa, dan lain-lain).

2. Penurunan Kualitas Lingkungan

Air limbah yang dibuang langsung ke air permukaan (misalnya: sungai dan danau) dapat mengakibatkan pencemaran air permukaan tersebut. Adakalanya, air limbah juga merembes ke dalam tanah, sehingga menyebabkan pencemaran air tanah. Bila air tanah tercemar, maka kualitasnya akan menurun sehingga tidak dapat lagi digunakan sesuai peruntukannya.

3. Gangguan terhadap Keindahan

Adakalanya air limbah mengandung polutan yang tidak mengganggu kesehatan dan ekosistem, tetapi mengganggu keindahan. Kadang-kadang air limbah dapat juga mengandung bahan-bahan yang bila terurai menghasilkan gas-gas yang berbau. Bila air limbah jenis ini mencemari badan air, maka dapat menimbulkan gangguan keindahan pada badan air tersebut.

4. Gangguan terhadap Kerusakan Benda

Air limbah dapat mengandung zat-zat yang dapat dikonversi oleh bakteri anaerobik menjadi gas yang agresif seperti H_2S . Gas ini dapat mempercepat proses perkaratan pada benda yang terbuat dari besi (misalnya pipa saluran air limbah) dan buangan air kotor lainnya. Dengan cepat rusaknya air tersebut maka biaya

pemeliharaannya akan semakin besar juga, yang berarti akan menimbulkan kerugian material. Untuk menghindari terjadinya gangguan–gangguan di atas, air limbah yang dialirkan ke lingkungan harus memenuhi ketentuan seperti yang disebutkan dalam baku mutu air limbah.

2.4.6 Tahapan Pengolahan Air Limbah

Proses pengolahan limbah cair pada umumnya dibagi menjadi empat kelompok, yaitu (Soeparman & Suparmin, 2002):

1. Pengolahan Pendahuluan

Pengolahan pendahuluan digunakan untuk memisahkan padatan kasar, mengurangi ukuran padatan, memisahkan lemak/minyak, dan proses menyetarakan fluktuasi aliran limbah pada bak penampung. Pada tahap ini, dapat dilakukan penjarangan berupa padatan terapung atau melayang yang ikut bersama air.

Unit yang terdapat dalam pengolahan pendahuluan:

- 1) Saringan (*bar screen/bar rocks*)
- 2) Pencacah (*communitor*)
- 3) Bak penangkap pasir (*gift chamber*)
- 4) Penangkap lemak dan minyak (*skinner and grease trap*)
- 5) Bak penyetaraan (*equalization basin*)

2. Pengolahan Tahap Pertama

Pengolahan tahap pertama bertujuan untuk mengurangi kandungan padatan tersuspensi melalui proses pengendapan (*sedimentation*). Pada proses pengendapan, partikel padat dibiarkan dibiarkan mengendap ke dasar tangki. Bahan kimia

biasanya ditambahkan untuk menetralisasi dan meningkatkan kemampuan pengurangan padatan tersuspensi. BOD dapat mencapai 35% sedangkan TSS berkurang sampai 60%. Pengurangan BOD dan padatan pada tahap awal ini selanjutnya akan mengurangi beban pengolahan tahap kedua.

3. Pengolahan Tahap Kedua

Pengolahan tahap kedua berupa aplikasi proses biologis yang bertujuan untuk mengurangi zat organik melalui mekanisme oksidasi biologis. Proses biologis yang dipilih didasarkan atas pertimbangan kuantitas limbah cair yang masuk unit pengolahan, kemampuan pengurangan zat organik yang ada pada limbah tersebut, serta tersedianya lahan. Pada unit ini diperkirakan terjadi pengurangan kandungan BOD dalam rentang 35-95% bergantung pada kapasitas unit pengolahnya. Pengolahan tahap kedua yang menggunakan *high-rate treatment* mampu menurunkan BOD dengan efisiensi berkisar 50-85%. Unit yang biasa digunakan pada pengolahan tahap kedua berupa saringan tetes (*trickling filters*), unit lumpur aktif, dan kolam stabilisasi.

4. Pengolahan Tahap Ketiga atau Pengolahan Lanjutan

Beberapa standar efluen membutuhkan pengolahan tahap ketiga ataupun pengolahan tahap lanjutan untuk menghilangkan kontaminan tertentu ataupun menyiapkan limbah cair tersebut untuk pemanfaatan kembali. Pengolahan pada tahap ini lebih difungsikan sebagai upaya peningkatan kualitas limbah cair dari

pengolahan tahap kedua agar dapat dibuang ke badan air penerima dan penggunaan kembali efluen tersebut.

Pengolahan tahap ketiga, disamping masih dibutuhkan untuk menurunkan kandungan BOD, juga dimaksudkan untuk menghilangkan senyawa fosfor dengan bahan kimia sebagai koagulan, menghilangkan senyawa nitrogen melalui proses *ammonia stripping* menggunakan udara ataupun nitrifikasi denitrifikasi dengan memanfaatkan reaktor biologis, menghilangkan sisa bahan organik dan senyawa penyebab warna melalui proses absorpsi menggunakan karbon aktif, menghilangkan padatan terlarut melalui proses pertukaran ion, osmosis balik, maupun elektrodialisis.

2.4.7 Air Limbah Tambang

Air limbah tambang batu bara merupakan air limbah yang dihasilkan dari kegiatan penambangan dan pengolahan batu bara. Air limbah tambang dapat berasal dari proses penambangan batu bara, penimbunan di *stockpile*, maupun dari proses pencucian batu bara. Pencemar pada air limbah batu bara dapat berupa suhu, nilai pH, kandungan logam dan total padatan tersuspensi.

Air limbah tambang juga sering disebut dengan air asam tambang. Air asam terbentuk sebagai hasil dari reaksi mineral sulfida yang teroksidasi disertai adanya air. Adapun proses terbentuknya air asam tambang melibatkan tiga komponen, yaitu mineral sulfida, oksigen dan air (Novianti et al., 2017). Menurut Gautama (2014) air asam tambang adalah air yang mempunyai sifat asam yang terbentuk

di lokasi penambangan dengan pH yang rendah ($\text{pH}=3-4$) sebagai akibat dari dibukanya suatu potensi keasaman batuan di lokasi tambang sehingga menimbulkan permasalahan terhadap kualitas air dan tanah, dimana pembentukan air asam tambang ini dipengaruhi oleh 3 faktor utama yaitu air, oksigen, dan batuan yang mengandung mineral-mineral sulfida seperti pirit, kalkopirit, markasit, dll. Namun, tidak semua air asam tambang memiliki pH rendah, kadang pH nya mendekati netral tetapi mengandung konsentrasi padatan tersuspensi tinggi.

Aliran air asam apabila memasuki badan air akan menyebabkan turunnya pH, sehingga menjadi lingkungan yang tidak layak untuk dihuni oleh ikan dan sejenisnya. Apabila air asam tambang tersebut mencemari air tanah maupun aliran air sungai dimana masyarakat memanfaatkan air tersebut maka dapat mengganggu kesehatan masyarakat sekitar, diantaranya dapat menimbulkan penyakit diare maupun penyakit lainnya yang berhubungan dengan pencernaan. Sedangkan air asam tambang juga dapat mempercepat proses pengkaratan pada peralatan tambang, sehingga perlu penanganan agar pengaruh yang ditimbulkan dari asam tersebut tidak merusak peralatan tambang. Selain itu pengolahan air limbah tambang juga perlu dilakukan agar tidak merusak kualitas air sesuai standar baku mutu yang berlaku sebelum dibuang ke badan air. Di Provinsi Kalimantan Timur, peraturan terkait standar baku mutu air limbah kegiatan penambangan batu bara diatur

pada Perda Provinsi Kaltim No. 02 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air sebagai berikut.

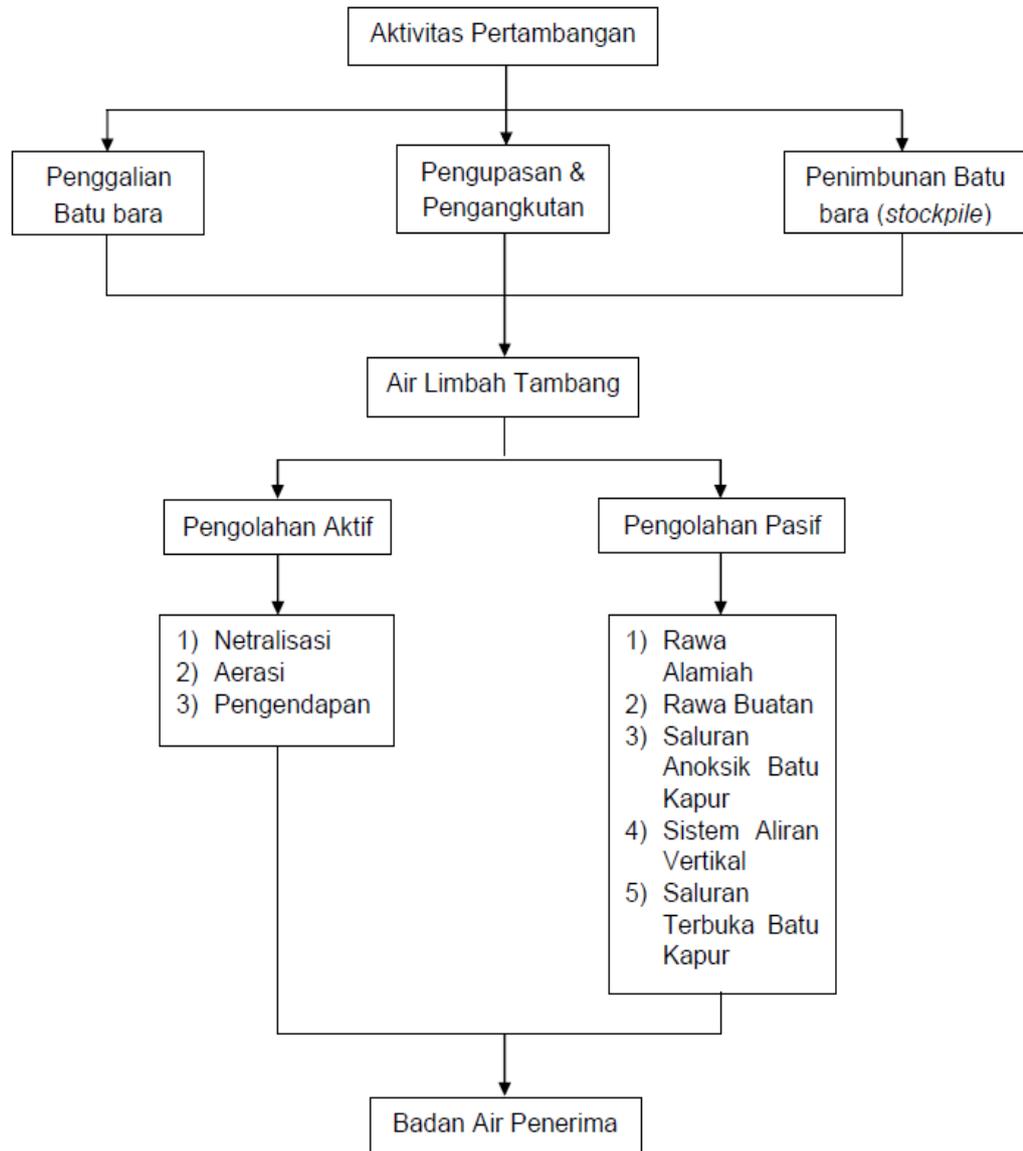
Tabel 2.2 Standar Baku Mutu Air Limbah

No.	Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
1.	TSS	300
2.	Besi Total (Fe)	7
3.	Mangan Total (Mn)	4
4.	pH	6,0 – 9,0

Secara umum, pengolahan air limbah tambang terdiri atas dua metode yaitu metode pengolahan aktif dan metode pasif. Menurut Said (2014), proses yang digunakan dalam teknologi pengolahan aktif antara lain netralisasi, aerasi, dan pengendapan. Netralisasi adalah proses penambahan bahan kimia untuk menetralkan pH air asam tambang agar proses penghilangan besi di air dapat berjalan dengan baik. Proses aerasi ialah penambahan oksigen dalam air asam tambang agar besi yang terdapat dalam air asam tambang bereaksi dengan oksigen, selanjutnya Fe akan dipisahkan melalui proses pengendapan. Sedangkan pada teknologi pengolahan secara pasif, air diolah tanpa menggunakan bahan kimia dan hanya menggunakan proses kimia dan biologi yang terjadi di alam. Adapun beberapa teknologi pengolahan pasif untuk air asam tambang yang dapat digunakan adalah rawa alamiah (*natural wetland*), rawa buatan (*constructed wetland*), saluran anoksik batu kapur (*anoxic limestone drain*), sistem aliran vertikal (*vertical flow system*), dan saluran terbuka batu kapur (*open limestone channel*).

2.5. Kerangka Teori

Berdasarkan landasan teori yang telah disusun, maka teori mengenai pengolahan air limbah tambang adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Kerangka Teori

Sumber:

Modifikasi dari Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang (Said, 2014).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah deskriptif analitik dengan pendekatan kuantitatif yaitu untuk mengetahui gambaran tentang kolam pengendapan atau *settling pond* dan mengetahui efektivitas *settling pond* menggunakan rumus efektivitas Metcalf dan Eddy tahun 2003.

Adapun gambaran terkait *settling pond* dan efektivitas ditinjau dalam mengolah air limbah tambang dengan mengukur kualitas air limbah tambang sebelum (*inlet*) dan sesudah (*outlet*) pengolahan air limbah serta membandingkan hasil sesudah pengolahan air limbah (*outlet*) dengan Perda Provinsi Kaltim No. 02 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air bagian Baku Mutu Air Limbah untuk Kegiatan Pertambangan Batu Bara sebagai standar untuk parameter pH dan TSS.

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

3.2.1 Lokasi

Penelitian ini dilakukan dengan observasi, wawancara, dan mengambil sampel pada *settling pond* pengolahan air limbah tambang pada *inlet* dan *outlet* di Perusahaan Batu Bara PT. Jembayan Muarabara di Kutai Kartanegara.

3.2.2 Waktu

Waktu penelitian dilakukan sejak bulan Maret hingga Juni tahun 2022. Adapun jadwal dan tahapan penelitian sebagai berikut:

Tabel 3.1 Jadwal dan Tahapan Penelitian

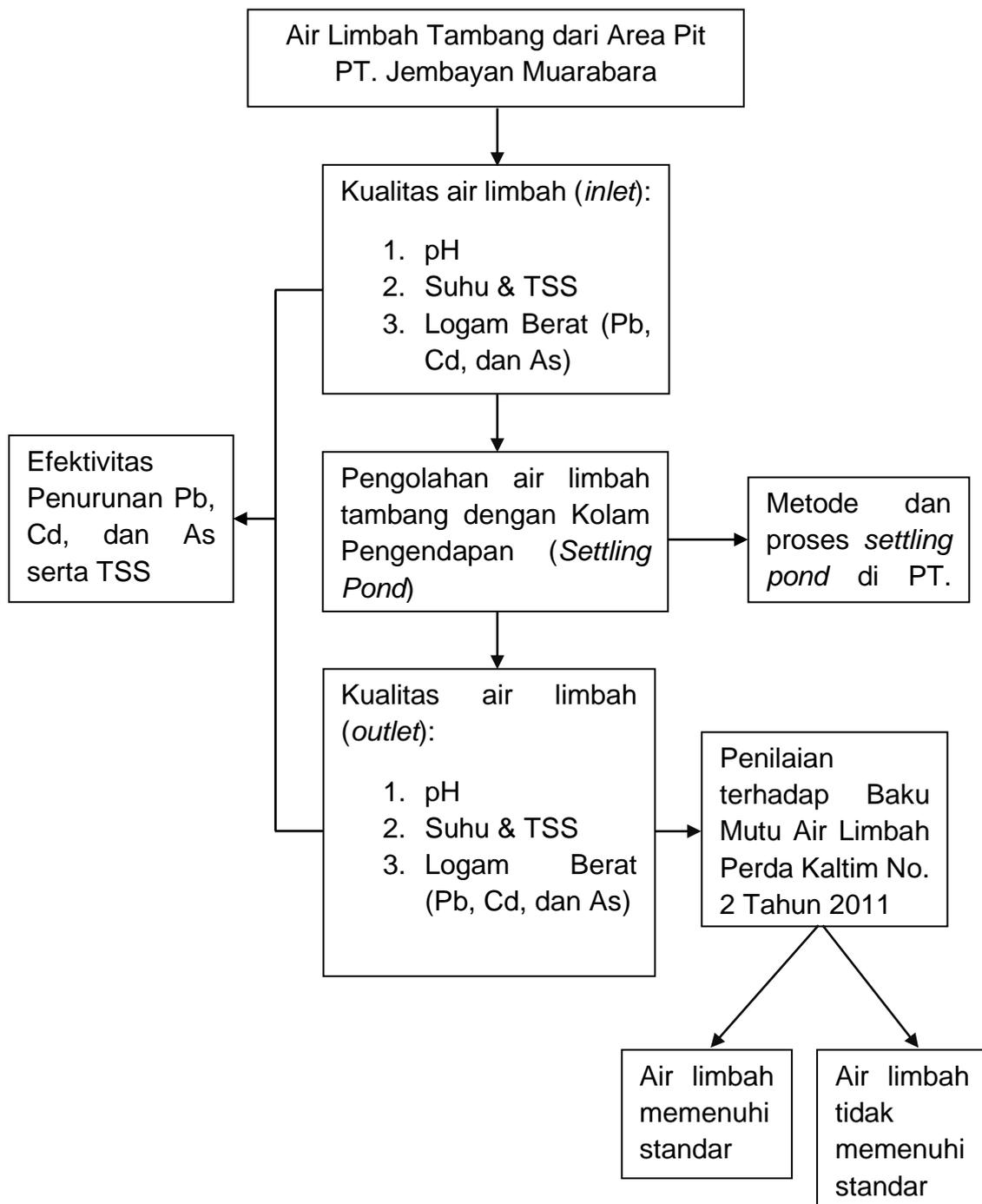
No	Tahapan Penelitian	Tahun 2022																			
		Maret					April				Mei				Juni						
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5		
1.	Tahap Persiapan																				
	Persiapan alat dan bahan penelitian																				
	Koordinasi laboratorium																				
	Koordinasi bersama pihak lokasi penelitian																				
2.	Tahap Pelaksanaan																				
	Observasi dan wawancara																				
	Pengambilan sampel																				
	Pengujian sampel di laboratorium																				
	Analisis data hasil pengukuran																				
3.	Tahap Penyusunan Laporan																				
	Penyusunan hasil penelitian dan laporan																				
	Pelaksanaan ujian skripsi																				

3.3. Objek dan Sampel Penelitian

Adapun yang menjadi objek penelitian pada penelitian ini adalah sistem pengolahan air limbah tambang yaitu kolam pengendapan atau

settling pond di PT. Jembayan Muarabara. Serta adapun sampel penelitian yaitu air limbah tambang sebelum pengolahan (*inlet*), sesudah pemberian tawas (kolam proses), dan sesudah pengolahan (*outlet*) serta petugas penanggung jawab menangani terkait *settling pond* pada Perusahaan Batu Bara PT. Jembayan Muarabara sebagai subjek penelitian.

3.4. Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 3.1 Kerangka Konsep

Berdasarkan kerangka konseptual di atas, penelitian ini ingin menganalisis kualitas air limbah tambang dengan mengukur parameter pH, Suhu, TSS, Pb, Cd, dan As dari *inlet* dan *outlet*. Hasil dari *inlet* dan *outlet* akan dilihat efektivitasnya terhadap penurunan logam berat Pb, Cd, dan As

serta TSS. Hasil dari *outlet* akan dibandingkan dengan standar baku mutu air limbah terhadap parameter yang diukur. Serta penelitian ini ingin mengetahui metode dan proses pada kolam pengendapan atau *settling pond* sebagai sistem pengolahan air limbah tambang di PT. Jembayan Muarabara.

3.5. Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan objek yang akan diteliti sehingga kita sudah bisa pastikan bahwa variabel penelitian mempunyai variasi nilai (Budiman, 2011). Pada penelitian ini terdapat beberapa variabel yang akan diteliti. Adapun variabel yang digunakan antara lain kolam pengendapan atau *settling pond* serta kualitas air limbah tambang dari *inlet* dan *outlet* dengan mengukur parameter pH, suhu, TSS, dan logam berat Pb, Cd, dan As di Perusahaan Batu Bara PT. Jembayan Muarabara.

3.6. Definisi Operasional

Definisi operasional yang digunakan dalam penelitian ini untuk membatasi ruang lingkup variabel yang diteliti adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Metode Pengukuran	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
1.	<i>Inlet</i>	Aliran air limbah tambang PT. Jembayan Muarabara sebelum dilakukan pengolahan	Observasi dan Wawancara	Lembar Observasi dan Lembar Wawancara	Deskripsi	-

2.	<i>Outlet</i>	Aliran air limbah tambang PT. Jembayan Muarabara sesudah dilakukan pengolahan	Observasi dan Wawancara	Lembar Observasi dan Lembar Wawancara	Deskripsi	-
3.	pH	<i>Power of Hydrogen</i> , angka yang menunjukkan derajat keasaman air. Untuk menentukan apakah air bersifat asam atau basa.	Pemeriksaan secara langsung di lokasi pengambilan sampel (<i>on-site</i>) dan uji laboratorium	Universal Indikator dan pH meter	Asam 0-7, Netral 7, Basa 8-14.	Interval
4.	Suhu	Suhu atau temperatur, derajat panas atau dingin limbah	Pemeriksaan secara langsung di lokasi pengambilan sampel (<i>on-site</i>)	Termometer Raksa Batang	°C	Interval
5.	TSS	<i>Total Suspended Solid</i> , total padatan	Metode Gravimetri	Gravimetri	mg/L	Rasio

		tersuspensi pada air limbah tambang	Mengacu pada SNI 6989.3: 2019			
		Mengacu pada Baku Mutu Air Limbah Tambang Perda Kaltim No. 2 Tahun 2011.				
6.	Parameter Pb	Pb atau Timbal, logam berat yang akan diukur pada air limbah tambang.	Pemeriksaan laboratorium secara SSA Mengacu pada SNI 6989-84:2019	SSA atau AAS	mg/L	Rasio
7.	Parameter Cd	Kadmium (Cd), logam berat yang akan diukur pada air limbah tambang.	Pemeriksaan laboratorium secara SSA Mengacu pada 6989.84:2019	SSA	mg/L	Rasio
8.	Parameter As	Arsenik atau As merupakan logam berat dengan toksisitas tinggi sebagai parameter yang akan diukur pada air limbah tambang.	Pemeriksaan laboratorium secara SSA-Generator Hidrida Mengacu pada IK/LAB/7.2.1 98 (<i>In House</i>)	SSA	mg/L	Rasio

3.7. Teknik Pengumpulan Data

3.7.1 Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif berkaitan dengan angka-angka yang diperoleh dari hasil pengukuran suhu, TSS, pH, dan logam berat (Pb, Cd, dan As).

3.7.2 Sumber Data

1. Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung. Data primer dalam penelitian ini diambil melalui observasi, wawancara, dan hasil pengukuran sampel penelitian pada tiga titik pengambilan sampel dengan mengukur parameter suhu, pH, TSS, dan Logam Berat Pb, Cd, dan As. Titik pertama yaitu pada *inlet*, sampel *inlet* merupakan air limbah yang akan memasuki kolam penampungan pengolahan air limbah. Titik kedua yaitu kolam proses dimana air limbah dari inlet setelah diberikan perlakuan yaitu pembubuhan koagulan. Titik ketiga ialah pada *outlet* dimana merupakan air limbah yang siap dibuang ke sungai atau badan air dan telah mendapatkan perlakuan pengolahan limbah dari *settling pond*.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data-data yang diperoleh secara tidak langsung dari objek yang diteliti. Data sekunder dalam penelitian ini ialah data yang diperoleh dari perusahaan terkait profil

perusahaan secara umum dan terkait *settling pond* serta referensi buku maupun jurnal yang berisi teori yang relevan dengan objek yang diteliti.

3.7.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data variabel penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Observasi dan Wawancara

Observasi atau pengamatan dilakukan secara langsung untuk mengetahui kondisi sistem pengolahan air limbah tambang berupa *settling pond* di PT. Jembayan Muarabara menggunakan lembar observasi. Selanjutnya wawancara dilakukan dengan memberikan pertanyaan kepada petugas penanggung jawab menangani terkait *settling pond* dan mencatat jawaban yang diberikan menggunakan daftar pertanyaan dari lembar wawancara.

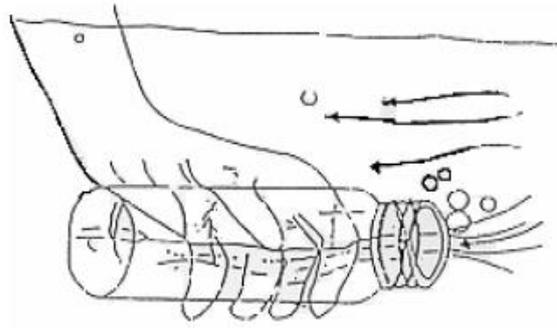
2. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan suatu metode yang digunakan untuk memperoleh data dan informasi dalam bentuk buku, arsip, dokumen, tulisan angka dan gambar yang berupa laporan serta keterangan yang dapat mendukung penelitian (Sugiyono, 2015). Dokumentasi pada penelitian ini berupa pengambilan gambar dan/atau video saat penelitian dan situasi area penelitian.

3. Pengambilan Sampel Air

Dalam penelitian ini sampel diambil dari *settling pond* aliran *inlet* dan *outlet*. Pengambilan sampel air limbah mengacu pada

standar yaitu SNI 6989.59:2008 mengenai Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. Adapun metode yang digunakan dalam pengambilan sampel air ialah contoh sesaat (*grab sample*). *Grab sample* merupakan air limbah yang diambil sesaat pada satu lokasi tertentu. Alat pengambil sampel menggunakan alat pengambil sampel sederhana yaitu botol secara langsung. Contoh dari pengambilan sampel menggunakan botol secara langsung pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Contoh Pengambilan Sampel dengan Botol secara Langsung (SNI 6989.59:2008)

Lokasi pengambilan sampel dilakukan berdasarkan pada tujuan pengujian yakni untuk keperluan evaluasi efektivitas SPAL yaitu:

- a. Titik lokasi pengambilan sampel pada *inlet*, dilakukan pada titik aliran bertubulensi tinggi agar terjadi pencampuran dengan baik, yaitu pada titik dimana air limbah mengalir dari sumber menuju ke *settling pond*.
- b. Titik lokasi pengambilan sampel pada kolam proses, dilakukan pada titik dimana air limbah telah diberikan perlakuan berupa pembubuhan koagulan.

- c. Titik lokasi pengambilan sampel pada *outlet*, dilakukan pada lokasi setelah proses pengolahan di *settling pond* atau titik dimana air limbah mengalir sebelum memasuki badan air.

Jumlah sampel yang diambil sebanyak 1 liter untuk masing-masing titik dalam satu kali pemeriksaan. Jumlah sampel dalam penelitian ini yaitu berjumlah 8 sampel, sampel dari ketiga titik dilakukan pengambilan sampel sebanyak 2 kali (duplikasi sampel) dan dilakukan pengambilan sampel di titik *inlet* & *outlet* sebanyak 1 kali.

4. Pengukuran Parameter di Laboratorium

Setelah sampel air limbah dari 3 titik didapatkan, sampel dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengukuran terhadap parameter yang diukur. Pengukuran parameter laboratorium dilakukan untuk memperoleh data mengenai kualitas limbah yang terkandung dalam air limbah tambang. Parameter logam berat Pb, Cd, dan As dianalisa menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Serta dilakukan uji terhadap parameter pendukung yaitu TSS dengan metode gravimetri. Parameter pH juga dilakukan uji di laboratorium menggunakan pH meter. Laboratorium yang dijadikan tempat pengujian ialah Balai Riset dan Standardisasi Kota Samarinda.

3.8. Langkah-Langkah / Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian terdiri atas beberapa langkah-langkah sebagai berikut.

1. Observasi dan Wawancara

Langkah awal dalam penelitian ini ialah observasi dan dilengkapi dengan wawancara terkait *settling pond* yang digunakan sebagai sistem pengolahan air limbah tambang di PT. Jembayan Muarabara. Observasi dan wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi yaitu sumber-sumber air limbah tambang yang masuk untuk dilakukan pengolahan di *settling pond*, mengetahui kondisi *settling pond* saat ini, serta mengetahui bagaimana metode serta proses dari pengolahan air limbah tambang di *settling pond* dari *inlet* hingga *outlet*.

Pada tahap ini, menggunakan instrumen penelitian yaitu lembar observasi berupa *checklist* yang digunakan untuk mengumpulkan data melalui pengamatan dilapangan dan lembar wawancara ini berupa sejumlah pertanyaan tertulis yang digunakan untuk memperoleh data atau informasi dari petugas penanggung jawab *settling pond*.

2. Pengambilan Sampel Air Limbah

Langkah berikutnya pada penelitian ini ialah pengambilan sampel air limbah. Panduan cara dan langkah pengambilan sampel air limbah diuraikan sebagai berikut.

a. Persiapan Peralatan dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam pengambilan sampel air limbah di lapangan yaitu:

- 1) Botol plastik HDPE sebagai wadah sampel ukuran 1000 mL sebanyak 8 buah.
- 2) *Cool box* atau alat pendingin sebagai wadah penyimpanan sampel sebelum dibawa ke laboratorium.

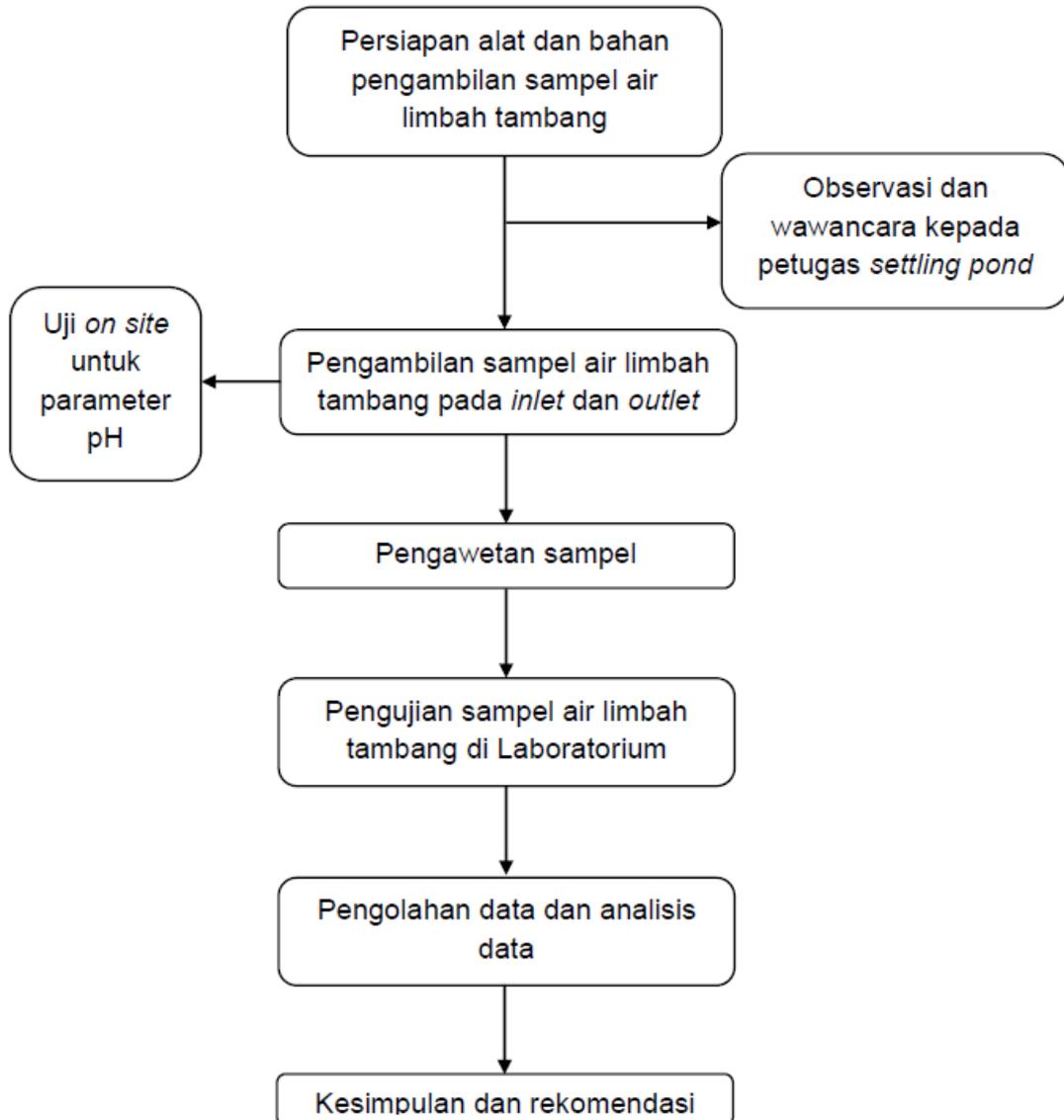
- 3) Universal indikator.
 - 4) Alat tulis dan formulir rekaman data.
 - 5) Kertas label (berisikan tanggal dan jam sampling, kode sampel, titik pengambilan sampel).
 - 6) Alat Pelindung Diri (masker wajah, *handscoon* steril, sepatu boot atau *safety shoes*, *safety vast*, helm).
- b. Langkah Pengambilan Sampel di Lapangan
- 1) Gunakan alat pelindung diri.
 - 2) Siapkan botol sampel dan wadah penyimpanan sementara sampel (*cool box*).
 - 3) Bilas botol sampel dan tutupnya dengan air limbah yang akan dijadikan sampel dan buang air pembilas.
 - 4) Ambil sampel menggunakan botol plastik dengan cara memasukkan botol ke penampungan air limbah, arahkan mulut botol melawan arus air, angkat botol.
 - 5) Isi botol dengan sampel hingga beberapa cm di bawah puncak botol agar masih tersedia ruang.
 - 6) Lakukan uji pH menggunakan universal indikator.
 - 7) Tutup dengan rapat botol sampel.
 - 8) Beri label pada botol sampel.
 - 9) Catat nomor kode sampel, tempat, jumlah sampel, dan tanggal/jam pengambilan sampel pada formulir rekaman data pengambilan sampel air limbah.
 - 10) Masukkan botol sampel kedalam wadah penyimpanan *cool box* atau wadah lain.

11) Bawa sampel ke laboratorium untuk dianalisa.

3. Uji Laboratorium dan Analisis Parameter

Langkah berikutnya setelah pengambilan sampel air limbah ialah uji kualitas air limbah di laboratorium. Jika sampel tidak dapat langsung diuji (menyesuaikan jadwal laboratorium), maka sampel air limbah perlu dilakukan pengawetan dikarenakan terdapat parameter logam berat yang akan diuji. Cara pengawetan dan penyimpanan sampel air limbah mengacu pada SNI 6989-59:2008. Pengawetan untuk logam (secara umum) dengan menyaring sampel air dan tambahkan HNO_3 sampai pH <2. Analisis parameter logam berat Pb, Cd, dan As di laboratorium dilakukan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

Adapun langkah-langkah penelitian atau alur pada penelitian ini disajikan pada skema berikut ini:



Gambar 3.3 Alur Penelitian

3.9. Pengolahan dan Analisis Data

3.9.1 Teknik Pengolahan Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini diolah dan dianalisis terlebih dahulu untuk memperoleh hasil dari proses pengambilan data yang telah dilakukan. Data yang diperoleh dilakukan pemeriksaan data untuk melihat apakah data yang diperoleh dari hasil pengukuran sudah benar. Selanjutnya data dimasukkan ke dalam rumus untuk

dilakukan analisis data. Data yang sudah diolah berikutnya disajikan dalam bentuk narasi dan tabel.

3.9.2 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan untuk penentuan kualitas dari *inlet* dan *outlet* akan dilakukan uji laboratorium dan hasil dari *outlet* akan dibandingkan dengan Perda Provinsi Kaltim No. 02 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air bagian Baku Mutu Air Limbah untuk Kegiatan Pertambangan Batu Bara sebagai standar untuk parameter pH dan TSS. Perhitungan efektivitas *settling pond* di PT. Jembayan Muarabara dihitung setelah didapat jumlah atau kadar dari masing-masing parameter pemeriksaan pada *inlet* dan *outlet* kemudian dihitung menggunakan rumus efektivitas menurut Metcalf & Eddy (2003):

$$E_f = \frac{X_{inlet} - X_{outlet}}{X_{inlet}} \times 100\%$$

Keterangan:

E_f : Efektivitas

X_{inlet} : Nilai parameter awal yang diperoleh dari *inlet*

X_{outlet} : Nilai parameter akhir yang diperoleh dari *outlet*

Kriteria Pengukuran Efektivitas (Waang et al., 2016):

Sangat Efektif : 100%

Efektif : 90-99%

Cukup Efektif : 80-89%

Kurang Efektif : 60-80%

Tidak Efektif : <60%

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Lokasi Penelitian

4.1.1 Perusahaan Batu Bara PT. Jembayan Muarabara di Kutai Kartanegara

PT. Jembayan Muarabara Grup merupakan perusahaan swasta nasional yang bergerak di bidang pertambangan batu bara. PT. Jembayan Muarabara adalah pemegang Izin Usaha pertambangan/IUP KP. Explorasi No.540/11/IUP-KPEr/DPE-IV/VII/2002 tanggal 02 Juli 2002, Kode Wilayah KTN 2002 001ER Lokasi Desa Separi Mahakam, Desa Bhuana Jaya, Desa Suka Maju dan Desa Mulawarman Di Kecamatan Tenggarong Seberang Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur, dengan kantor pusat Jl. Untung Suropati Komplek Mahakam Square Blok B 17-19 Samarinda dan Kantor Operasional *Site* di Desa Separi Mahakam RT. 02 Kecamatan Tenggarong Seberang. Kegiatan explorasi mulai dilakukan sekitar tahun 2002 dan pembukaan tambang/*land clearing* dilakukan mulai bulan Februari tahun 2005, sedangkan pengapalan pertama di bulan Maret 2005.

4.1.2 *Settling Pond* dan Air Limbah Tambang PT. Jembayan Muarabara di Kutai Kartanegara

Perusahaan batu bara PT. Jembayan Muarabara menghasilkan buangan berupa limbah. Salah satu jenis limbah yang banyak dihasilkan ialah air limbah tambang dari hasil kegiatan

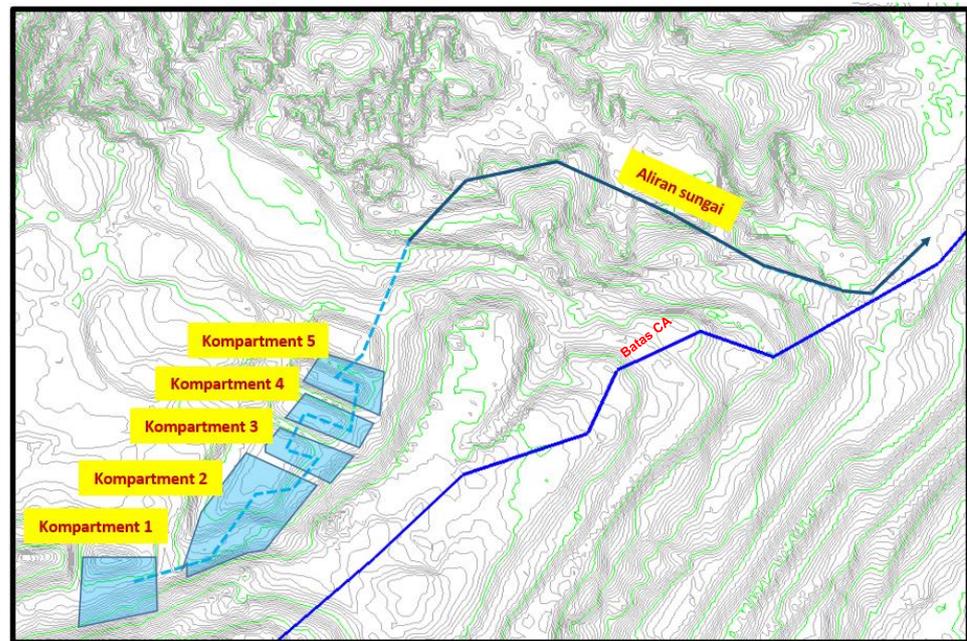
pertambangan. Air limbah tambang yang dihasilkan oleh PT. Jembayan Muarabara sebelum dibuang ke badan air dilakukan pengolahan air limbah. *Settling pond* merupakan Sistem Pengelolaan Air Limbah (SPAL) yang digunakan untuk mengolah air limbah tambang di PT. Jembayan Muarabara. Pada penelitian ini, *settling pond* dan air limbah tambang yang dijadikan lokasi penelitian yaitu pada SP 306 JMB.

1. Sumber Air Limbah

Sumber air limbah tambang PT. Jembayan Muarabara berasal dari kegiatan proses produksi batu bara atau penambangan batu bara. Sumber air limbah tambang yang diolah pada SP 306 berasal dari 3 sumber pit (lokasi penambangan) yaitu pit 305 JMB, pit 234 JMB, dan pit 303 JMB. Berdasarkan hasil observasi, air limbah mengalir dengan lancar dari sumber ke lokasi pengolahan air limbah serta tidak terjadi kebocoran yang signifikan pada pipa-pipa aliran air limbah.

2. Layout *Settling Pond*

SP 306 JMB terdiri atas 5 kompartemen kolam pengendapan dan kolam *inlet* serta kolam *outlet*. Adapun gambaran *layout* dari SP 306 JMB seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.1 *Layout Settling Pond*
(Sumber: Data Sekunder PT. Jembayan Muarabara (2022))

Air limbah tambang mengalir dari *inlet* menuju kompartemen 1 serta setelah dari kompartemen 5 air limbah tambang keluar menuju *outlet*.

3. Ukuran *Settling Pond*

Kelima kompartemen kolam pengendapan SP 306 memiliki ukuran yang berbeda. Adapun ukuran masing-masing kolam sebagai berikut:

Tabel 4.1 Ukuran *Settling Pond*

Kompartemen	Dimensi (m)			Volume (m ³)
	P	L	D	
1	134	100	8	107.200
2	255	120	7,50	229.500
3	130	60	7,50	58.500
4	156	55	7,5	64.350
5	170	64	7,5	81.600
Total				541.150

Keterangan:

P : Panjang

L : Lebar

D : *Depth* (Kedalaman)

Volume *settling pond* dihitung berdasarkan hasil pengukuran *actual survey* menggunakan *Total Station*.

4. Pemantauan terhadap Air Limbah

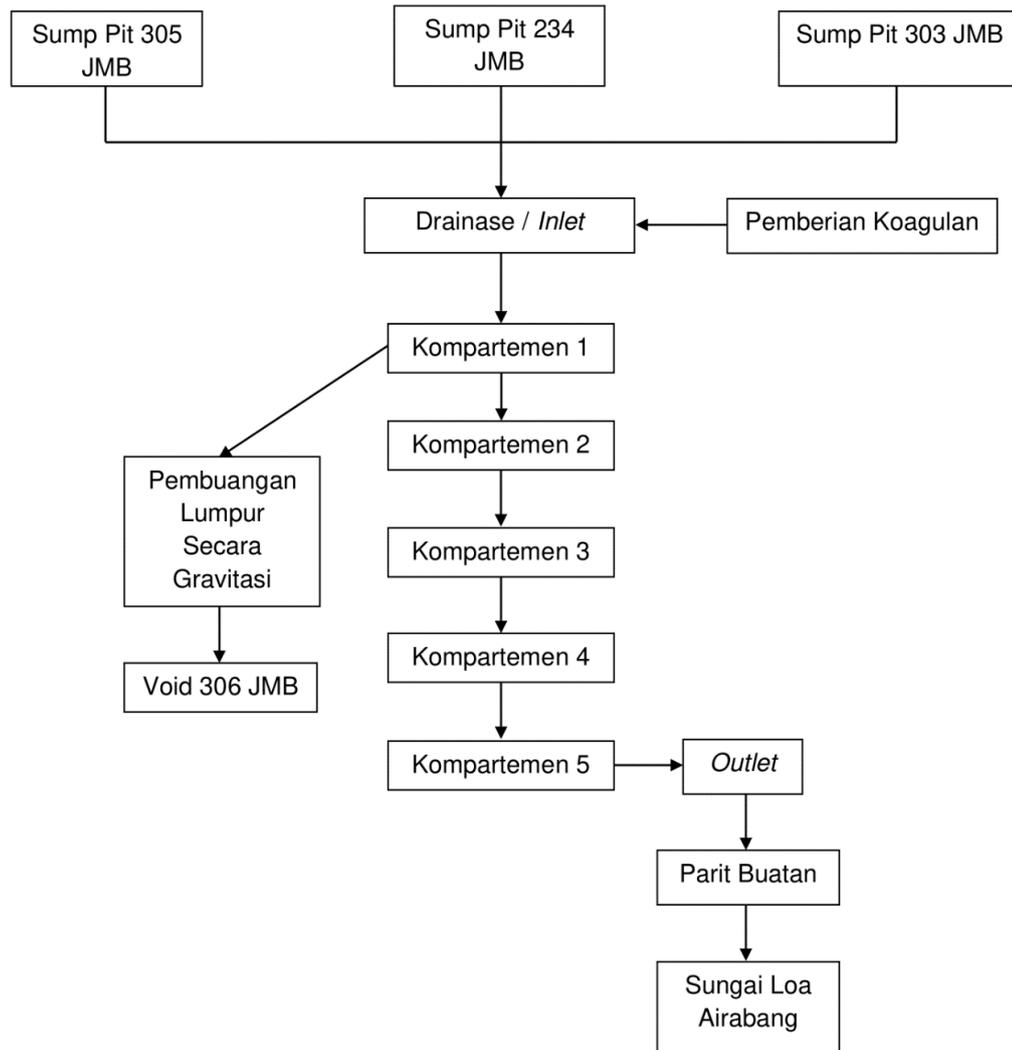
PT. Jembayan Muarabara telah memiliki izin pembuangan air limbah yang dikeluarkan oleh Dinas Penanaman Modal Pelayanan Terpadu Satu Pintu (DPMPTSP). PT. Jembayan Muarabara juga rutin melaksanakan pemantauan terhadap kualitas air limbah. Parameter yang diukur sebelum dilakukan pengolahan berupa parameter pH, TSS, serta debit yang dilakukan perhari. Parameter yang diukur setelah dilakukan pengolahan berupa parameter pH, TSS, debit yang dilakukan perhari dan pH, TSS, Fe, dan Mn yang diuji perbulan oleh laboratorium eksternal. Laporan terkait air limbah dilaporkan setiap bulan ke DLHK Kutai Kartanegara, DLH Provinsi Kalimantan Timur, dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

4.2. Hasil Penelitian

4.2.1 Proses Pengolahan Air Limbah Tambang (*Settling Pond*) di Perusahaan Batu Bara PT. Jembayan Muarabara

Metode yang digunakan pada *settling pond* atau kolam pengendapan PT. Jembayan Muarabara yaitu dengan metode pengendapan dengan menambahkan zat koagulan berupa tawas yang diberikan pada titik *inlet* sebelum masuk ke kolam-kolam pengendapan.

Air limbah yang berasal dari ketiga sumber pit dipompa ke *settling pond* SP JMB 306 melalui pipa kemudian masuk ke *inlet*. Di *inlet* dilakukan perlakuan terhadap air limbah tambang berupa penambahan zat koagulan yaitu tawas, hasil reaksi dari pemberian tawas terjadi pemisahan antara air dan lumpur, hasil reaksi tersebut dialirkan ke kompartemen 1. Pada dasar kompartemen 1 terdapat pipa lumpur untuk membuang lumpur secara gravitasi ke *void* 306 JMB. Kompartemen 1 berada pada titik elevasi atau posisi yang lebih tinggi sehingga dapat membuang lumpur secara gravitasi. Setelah itu, air hasil *treatment* dialirkan ke kompartemen 2, 3, 4, dan 5 dimana kelima kolam tersebut memiliki fungsi yang sama yakni sebagai kolam pengendapan. Setelah air limbah melewati 5 kompartemen, air limbah dialirkan menuju *outlet*. Di *outlet*, air limbah yang keluar dilakukan uji terhadap beberapa parameter secara harian, mingguan, maupun bulanan. Selanjutnya, dari *outlet* air limbah dialirkan melewati parit buatan lalu dibuang ke badan air terdekat yaitu Sungai Loa Airabang. Adapun bagan alir dari *settling pond* SP 306 JMB sebagai berikut ini:



Gambar 4.2 Bagan Alur Proses pada *Settling Pond*

4.2.2 Hasil Analisis Kualitas Air pada *Inlet* & *Outlet*

Pengukuran kualitas air pada air limbah tambang di PT. Jembayan Muarabara dilakukan dengan cara mengambil sampel pada 3 titik yaitu titik *inlet*, kolam proses (pemberian tawas), dan *outlet*. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan atau replikasi pada hari yang berbeda. Sampel pertama diambil pada titik *inlet* & *outlet*, sampel kedua dan ketiga diambil pada 3 titik yaitu titik *inlet*, kolam proses, dan *outlet*.

Setelah pengambilan sampel dilakukan, sampel dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis. Analisis kualitas air dilakukan

dengan melakukan uji pada sampel air limbah terhadap beberapa parameter yaitu logam berat Pb, Cd, dan As serta parameter pendukung yaitu pH, suhu, dan TSS. Adapun hasil pengukuran dan pengujian terhadap sampel-sampel yang didapat sebagai berikut.

1. Timbal (Pb)

Pengujian parameter logam berat Timbal (Pb) dilakukan di laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda dengan metode uji yaitu SNI 6989-84:2019. Adapun hasil pengujian Pb disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Timbal (Pb) pada *Inlet* & *Outlet*

Sampel	Hasil Uji (mg/L)	
	<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>
Pengulangan 1	<0,0295	<0,0295
Pengulangan 2	<0,0295	<0,0295
Pengulangan 3	<0,0295	<0,0295

Tabel di atas menunjukkan hasil pengukuran Pb pada *inlet* & *outlet* dari ketiga sampel pengulangan didapatkan hasil <0,0295 mg/L atau di bawah batas deteksi alat atau metode.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Timbal (Pb) pada *Inlet*, Kolam Proses, dan *Outlet*

Sampel	Hasil Uji (mg/L)		
	<i>Inlet</i>	Kolam Proses	<i>Outlet</i>
Pengulangan 1	<0,0295	<0,0295	<0,0295
Pengulangan 2	<0,0295	<0,0295	<0,0295

Tabel di atas menunjukkan hasil pengukuran Pb pada 3 titik yaitu *inlet*, kolam proses, dan *outlet* dari 2 kali pengulangan didapatkan hasil sebesar <0,0295 mg/L. Hasil pengujian Pb di *outlet* berada pada konsentrasi rendah yang tidak mengganggu

ekosistem perairan maupun berpotensi menimbulkan efek negatif pada masyarakat sekitar melalui badan air yang akan dicapai dari aliran buangan *outlet* SP 306.

2. Kadmium (Cd)

Pengujian parameter logam berat Kadmium (Cd) dilakukan di laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda dengan metode uji yaitu SNI 6989-84:2019. Adapun hasil pengujian Cd disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kadmium (Cd) pada *Inlet* & *Outlet*

Sampel	Hasil Uji (mg/L)	
	<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>
Pengulangan 1	<0,0023	<0,0023
Pengulangan 2	<0,0023	<0,0023
Pengulangan 3	<0,0023	<0,0023

Tabel di atas menunjukkan hasil pengukuran Cd pada *inlet* & *outlet* dari ketiga sampel pengulangan didapatkan hasil <0,0023 mg/L atau di bawah batas deteksi alat atau metode.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadmium (Cd) pada *Inlet*, Kolam Proses, dan *Outlet*

Sampel	Hasil Uji (mg/L)		
	<i>Inlet</i>	Kolam Proses	<i>Outlet</i>
Pengulangan 1	<0,0023	<0,0023	<0,0023
Pengulangan 2	<0,0023	<0,0023	<0,0023

Tabel di atas menunjukkan hasil pengukuran Cd pada 3 titik yaitu *inlet*, kolam proses, dan *outlet* dari 2 kali pengulangan didapatkan hasil sebesar <0,0023 mg/L. Hasil pengujian Cd di *outlet* berada pada konsentrasi rendah yang tidak mengganggu ekosistem perairan maupun berpotensi menimbulkan efek negatif

pada masyarakat sekitar melalui badan air yang akan dicapai dari aliran buangan *outlet* SP 306.

3. Arsen (As)

Pengujian parameter logam berat Arsen (As) dilakukan di laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda dengan metode uji yaitu IK/LAB/7.2.108 (*In House Method AAS-HVG*). Adapun hasil pengujian As disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Arsen (As) pada *Inlet* & *Outlet*

Sampel	Hasil Uji (mg/L)	
	<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>
Pengulangan 1	<0,0002	<0,0002
Pengulangan 2	<0,0002	<0,0002
Pengulangan 3	<0,0002	<0,0002

Tabel di atas menunjukkan hasil pengukuran As pada *inlet* & *outlet* dari ketiga sampel pengulangan didapatkan hasil <0,0002 mg/L atau di bawah batas deteksi alat atau metode.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Arsen (As) pada *Inlet*, Kolam Proses, dan *Outlet*

Sampel	Hasil Uji (mg/L)		
	<i>Inlet</i>	Kolam Proses	<i>Outlet</i>
Pengulangan 1	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Pengulangan 2	<0,0002	<0,0002	<0,0002

Tabel di atas menunjukkan hasil pengukuran As pada 3 titik yaitu *inlet*, kolam proses, dan *outlet* dari 2 kali pengulangan didapatkan hasil sebesar <0,0002 mg/L. Hasil pengujian As di *outlet* berada pada konsentrasi rendah yang tidak mengganggu ekosistem perairan maupun berpotensi menimbulkan efek negatif pada masyarakat sekitar.

4. pH (*on-site*)

Pengujian sampel air dengan parameter pH dilakukan uji sebanyak 2 kali yang pertama ialah pengukuran secara langsung di lapangan (*on-site*) menggunakan Universal Indikator.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian pH *on-site* pada *Inlet* & *Outlet*

Sampel	Hasil Uji		Baku Mutu
	<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>	
Pengulangan 1	6	6	6-9
Pengulangan 2	7	6	
Pengulangan 3	6	6	

Berdasarkan data hasil pengujian pH *on-site* pada *inlet* & *outlet* dari 3 sampel pengulangan didapatkan nilai pH berkisar 6-7. Hasil tersebut dinilai tergolong dalam pH normal atau netral.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian pH (*on-site*) pada *Inlet*, Kolam Proses, dan *Outlet*

Sampel	Hasil Uji			Baku Mutu
	<i>Inlet</i>	Kolam Proses	<i>Outlet</i>	
Pengulangan 1	7	4	6	6-9
Pengulangan 2	6	5	6	

Tabel di atas menunjukkan hasil uji pH *on-site* pada 3 titik didapatkan cukup bervariasi. Nilai pH terendah ditemukan pada kolam proses pada sampel pengulangan 1 dan 2 yaitu sebesar 4 dan 5 dimana nilai pH tersebut tergolong asam.

5. pH (Lab)

Pengujian sampel air dengan parameter pH dilakukan uji sebanyak 2 kali, selain dilaksanakan uji secara langsung di lapangan (*on-site*) dilakukan pula uji di laboratorium Baristand Kota

Samarinda dengan metode uji SNI 6989.11-2019 menggunakan pH meter. Adapun hasil pengujian pH disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.10 Hasil Pengujian pH (Lab) pada *Inlet* & *Outlet*

Sampel	Hasil Uji		Baku Mutu
	<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>	
Pengulangan 1	7,47	7,44	6-9
Pengulangan 2	7,76	7,05	
Pengulangan 3	8,05	6,97	

Berdasarkan data hasil pengujian pH di laboratorium pada *inlet* & *outlet* dari 3 sampel masih tergolong dalam pH netral dan pH di *outlet* dalam kategori aman sesuai standar baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 6-9 berdasarkan Perda Kaltim No. 2 Tahun 2011. Nilai pH terendah yaitu sebesar 6,97 dari sampel pengulangan 3 di titik *outlet*, nilai pH tertinggi juga berada pada sampel pengulangan 3 di titik *inlet* dengan nilai pH sebesar 8,05.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian pH (Lab) pada *Inlet*, Kolam Proses, dan *Outlet*

Sampel	Hasil Uji			Baku Mutu
	<i>Inlet</i>	Kolam Proses	<i>Outlet</i>	
Pengulangan 1	7,76	3,83	7,05	6-9
Pengulangan 2	8,05	4,47	6,97	

Tabel di atas menunjukkan hasil uji pH menggunakan pH meter di laboratorium pada 3 titik dari 2 sampel pengulangan didapatkan nilai terendah berada pada kolam proses baik pada sampel pengulangan pertama maupun pengulangan kedua yakni sebesar 3,83 dan 4,47 dimana kedua nilai tersebut tergolong asam.

6. Suhu

Pengukuran sampel air dengan parameter suhu dilakukan secara langsung di lapangan atau di lokasi pengambilan sampel air limbah (*on-site*). Adapun hasil pengukuran suhu disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.12 Hasil Pengukuran Suhu pada *Inlet* & *Outlet*

Sampel	Hasil Uji (°C)	
	Inlet	Outlet
Pengulangan 1	32	30
Pengulangan 2	29	31
Pengulangan 3	29	31

Berdasarkan hasil pengukuran suhu pada *inlet* & *outlet* dari 3 sampel pengulangan menunjukkan tidak terjadi perbedaan yang besar atau relatif stabil yaitu berkisar antara 29°C – 32°C.

Tabel 4.13 Hasil Pengukuran Suhu pada *Inlet*, Kolam Proses, dan *Outlet*

Sampel	Hasil Uji (°C)		
	Inlet	Kolam Proses	Outlet
Pengulangan 1	29	29	31
Pengulangan 2	29	29	31

Hasil pengukuran suhu air pada 3 titik serta 2 pengulangan tidak memiliki perbedaan yang signifikan, yaitu berkisar antara 29°C - 32°C. Tabel 4.12 menunjukkan bahwa suhu terendah didapatkan pada *inlet* dan kolam proses pada kedua sampel pengulangan baik pengulangan pertama dan kedua yaitu 29°C, sedangkan suhu tertinggi berada di *outlet* pada kedua pengulangan sampel yaitu sebesar 31°C.

7. Total Suspended Solid (TSS)

Pengujian parameter residu tersuspensi (TSS) dilakukan di laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda dengan metode uji yaitu SNI 6989.3-2019. Adapun hasil pengujian TSS disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.14 Hasil Pengujian TSS pada *Inlet & Outlet*

Sampel	Hasil Uji (mg/L)		Baku Mutu (mg/L)
	Inlet	Outlet	
Pengulangan 1	2800	68	300
Pengulangan 2	1328	61	
Pengulangan 3	1880	29	

Berdasarkan data hasil pengujian TSS terlihat bahwa hasil TSS di *inlet & outlet* sangat berbeda. Hasil TSS tertinggi terdapat pada *inlet* sampel pengulangan 1 sebesar 2800 mg/L sedangkan TSS terendah berada pada *outlet* dari sampel pengulangan 3 yaitu sebesar 29 mg/L. Seluruh sampel di *inlet* masih tergolong cukup tinggi sedangkan seluruh sampel di *outlet* telah sesuai dengan standar baku mutu menurut Perda Kaltim No. 02 Tahun 2011 sebelum dibuang ke badan air.

Tabel 4.15 Hasil Pengujian TSS pada *Inlet, Kolam Proses, dan Outlet*

Sampel	Hasil Uji (mg/L)			Baku Mutu
	<i>Inlet</i>	Kolam Proses	<i>Outlet</i>	
Pengulangan 1	1328	820	61	300
Pengulangan 2	1880	1692	29	

Hasil uji kandungan zat padat tersuspensi pada 3 titik serta 2 pengulangan bervariasi. Tabel 4.14 menunjukkan bahwa TSS tertinggi terdapat pada *inlet* pada sampel pengulangan 2 yakni mencapai 1880 mg/L. Kandungan TSS di titik kolam proses diketahui menurun dari hasil *inlet*. Kandungan TSS pada *inlet* dan kolam proses masih tergolong memiliki kadar yang tinggi.

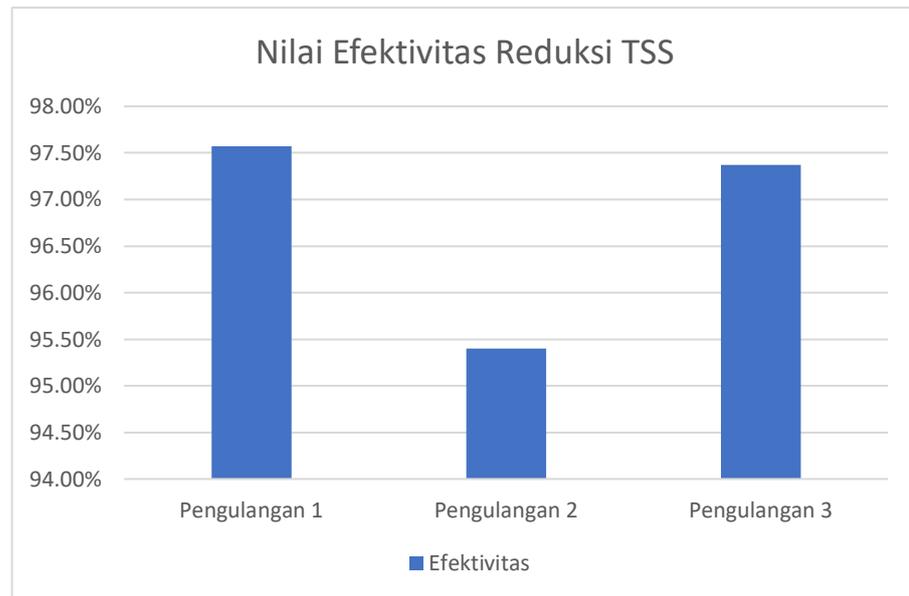
4.2.3 Hasil Analisis Efektivitas

Berdasarkan hasil uji dari parameter logam berat Pb, Cd, dan As didapatkan bahwa seluruh hasil sampel memiliki nilai di bawah batas deteksi alat atau metode sehingga tidak memiliki angka yang pasti untuk dapat dilakukan perhitungan efektivitas dari ketiga logam berat tersebut. Maka dilakukan perhitungan efektivitas terhadap parameter fisika yaitu TSS karena hasil pengukuran parameter TSS menunjukkan hasil yang tinggi dan perlu dilakukan perhitungan terhadap efektivitas *settling pond* dalam reduksi TSS pada air limbah tambang PT. Jembayan Muarabara.

Adapun hasil uji TSS pada ketiga sampel beserta nilai efektivitas dalam penurunan TSS dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Efektivitas *Settling Pond* dalam Reduksi TSS

Replikasi	Nilai TSS (mg/L)		Efektivitas (%)	Baku Mutu (mg/L)
	<i>Inlet</i>	<i>Outlet</i>		
1	2800	68	97,57	300
2	1328	61	95,40	
3	1880	29	98,45	
Rata-rata	2002,66	52,66	97,37	



Berdasarkan hasil perhitungan efektivitas reduksi TSS didapatkan hasil bahwa *settling pond* dilihat dari hasil ketiga pengulangan sampel tergolong pada kriteria efektif dalam reduksi TSS yaitu dengan rata-rata sebesar 97,37%. *Settling pond* tergolong efektif dalam mereduksi TSS dan hasil TSS di *outlet* telah sesuai dengan standar baku mutu sesuai dengan Perda Kaltim No. 02 Tahun 2011.

4.3. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, maka dilakukan pembahasan hasil penelitian sesuai dengan variabel yang diteliti.

4.3.1 Proses Pengolahan Air Limbah Tambang (*Settling Pond*) di Perusahaan Batu Bara PT. Jembayan Muarabara

Perusahaan batu bara PT. Jembayan Muarabara memiliki sistem pengolahan air limbah tambang tersendiri yaitu berupa *settling pond* atau kolam pengendapan. Penggunaan *settling pond* untuk dilakukan pengolahan air limbah tambang atau air asam tambang

memiliki fungsi untuk mengendapkan partikel-partikel yang berasal dari air limbah yang dialirkan dari *sump-pit* (Anshariah et al., 2015).

Secara umum, ada dua metode yang dapat digunakan untuk pengolahan air limbah tambang yaitu pengolahan secara aktif dan pengolahan secara pasif. Pengolahan air limbah tambang di PT. Jembayan Muarabara menggunakan metode pengolahan secara aktif (*active treatment*). Metode pengolahan secara aktif dilakukan dengan proses-proses netralisasi, aerasi, dan pengendapan dimana dalam prosesnya dilakukan penambahan bahan kimia (Said, 2014). Pada PT. Jembayan Muarabara penambahan bahan kimia pada air limbah tambang berupa penambahan tawas di titik *inlet*.

Air limbah tambang yang diolah pada SP 306 JMB berasal dari 3 *sump-pit*. *Sump* atau sumuran memiliki fungsi untuk menampung air sementara waktu sebelum dipompakan keluar area tambang. Air limbah dari ketiga sumber *sump-pit* dialirkan ke *inlet* kolam pengendapan dimana di *inlet* air limbah tambang diberikan perlakuan berupa penambahan zat koagulan. Penambahan zat koagulan berupa tawas pada titik *inlet* sebelum memasuki kolam-kolam pengendapan menyebabkan terjadinya proses koagulasi. Proses koagulasi terjadi ketika dilakukan pencampuran koagulan (bahan kimia) dengan air limbah. Koagulasi merupakan proses destabilisasi muatan koloid tersuspensi dengan penambahan zat kimia untuk membentuk flok-flok halus yang dapat diendapkan untuk proses pengendapan (Rahma & Rahminiani, 2021). Pada air limbah tambang di PT. Jembayan

Muarabara penambahan zat kimia berupa tawas digunakan untuk mengendapkan zat padatan tersuspensi atau TSS.

4.3.2 Hasil Analisis Kualitas Air pada *Inlet* & *Outlet*

1. Parameter Logam Berat (Pb, Cd, dan As)

a. Timbal (Pb)

Hasil uji kandungan logam berat Pb pada sampel air limbah dari titik *inlet* dan kolam proses pada sampel pengulangan 1, 2, dan 3 didapatkan hasil sebesar $<0,0295$ mg/L, hasil yang sama juga didapatkan pada titik *outlet* pada sampel pengulangan 1, 2, dan 3 yaitu $<0,0295$ mg/L. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian Kurniawan et al. (2015) yang menunjukkan bahwa adanya kandungan logam berat Pb pada air limbah batu bara di *inlet*, kolam penampungan, dan *outlet* ialah 3,93 mg/L; 3,25 mg/L; dan 2,88 mg/L. Perbedaan hasil dapat disebabkan oleh bedanya sumber air limbah tambang yang dijadikan sampel pada kedua penelitian dimana penelitian tersebut sumber air limbah tambang berasal dari air limbah pencucian batu bara sedangkan pada penelitian ini meneliti air limbah tambang pada SP 306 JMB yang bersumber dari area penambangan atau pit.

Hasil uji seluruh sampel penelitian di PT. Jembayan Muarabara Kutai Kartanegara menunjukkan konsentrasi Pb pada air limbah tambang di bawah deteksi metode atau alat sebesar $<0,0295$ mg/L, hal ini diduga berkaitan dengan daya larut dari logam Pb. Menurut Effendi (2003), kelarutan logam

berat Pb cukup rendah di air yaitu bekisar $<1 \mu\text{g/L}$ sehingga kadar timbal dalam air relatif sedikit dibandingkan logam lainnya seperti Cu. Selain itu ada indikasi bahwa secara alami, keberadaan Pb memang cukup rendah. Logam berat Pb yang sebelumnya berpotensi ditemukan pada air limbah tambang dapat mengalami pengendapan yang dikenal dengan istilah sedimen (Budiasuti et al., 2016). Sehingga, selain pada air limbah tambang, perlu dilakukan penelitian di masa mendatang terhadap sedimen di kolam-kolam pengendapan air limbah tambang batu bara.

Potensi sumber pencemaran timbal pada air limbah tambang batu bara PT. Jembayan Muarabara dapat berasal dari alam, pipa-pipa berkarat, maupun dari buangan alat transportasi sekitar lokasi penambangan. Timbal (Pb) dapat masuk ke badan perairan secara alamiah yakni dengan pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan (Budiasuti et al., 2016). Pb adalah bahan yang biasanya digunakan sebagai zat penghambat korosif pada besi. Pb mudah terlepas dari saluran pipa disebabkan beberapa faktor seperti faktor lingkungan, jenis, dan ketebalan pipa, umur atau lamanya pipa, tekanan, dan proses korosifikasi (Herman, 2017). Sehingga memungkinkan Pb akan bercampur dengan air yang mengalir di sepanjang pipa instalasi air dan dapat berdampak buruk bagi kesehatan. Selain itu, penggunaan timbal umumnya digunakan untuk bahan bakar pada alat transportasi.

Timbal yang terkandung pada air limbah seperti air limbah tambang yang akan dibuang ke badan air akan berpotensi memberikan dampak buruk bagi makhluk hidup terutama manusia dan dapat memberikan efek racun terhadap tubuh (Herman, 2017). Pb yang tercemar ke dalam perairan dapat mengumpul di dalam tubuh organisme, dan tetap tinggal dalam jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi (Palar, 2008).

Timbal adalah logam yang bersifat toksik terhadap manusia, yang dapat terpapar melalui konsumsi makanan dan minuman, melalui inhalasi dari udara, kontak langsung lewat kulit, dan kontak lewat mata dimana keracunan timbal dapat menyebabkan efek akut dan kronis. Gejala keracunan kronis ditandai oleh rasa mual, anemia, sakit pada bagian perut, dan dapat menyebabkan kelumpuhan. Keracunan timbal juga dapat mempengaruhi seperti sistem peredaran darah, sistem saraf, sistem urinaria, sistem reproduksi, sistem endokrin, dan jantung (Palar, 2012).

Bahaya dari paparan timbal dapat dicegah agar tidak berdampak negatif pada kesehatan manusia. Adapun upaya yang dapat dilakukan yaitu menghindari penggunaan bahan pangan dengan risiko cemaran logam berat dan mencuci bahan pangan dengan baik. Pencegahan akumulasi logam berat juga dapat dilakukan dengan banyak mengonsumsi serat (Irianti et al., 2017). Selain itu, menurut Hasan (2012)

pencegahan keracunan kronis timbal pada orang dewasa dapat dicegah dengan pemberian suplemen kalsium.

b. Kadmium (Cd)

Hasil uji kandungan logam berat kadmium pada sampel air limbah dari titik *inlet* dan kolam proses pada sampel pengulangan 1, 2, dan 3 didapatkan hasil sebesar $<0,0023$ mg/L, hasil yang sama juga didapatkan pada titik *outlet* pada sampel pengulangan 1, 2, dan 3 yaitu $<0,0023$ mg/L. Hasil penelitian Rukmana et al. (2013) menunjukkan bahwa adanya kandungan logam berat Cd pada air limbah batu bara di *inlet* dan *outlet* sebesar 1,980 mg/L dan 0,120 mg/L. Perbedaan hasil dapat disebabkan oleh bedanya sumber air limbah tambang yang dijadikan sampel pada kedua penelitian dimana penelitian tersebut sumber air limbah tambang berasal dari air limbah pencucian batu bara sedangkan pada penelitian ini meneliti air limbah tambang pada SP 306 JMB yang bersumber dari area penambangan atau pit.

Hasil uji Cd seluruh sampel menunjukkan di bawah deteksi metode atau alat sebesar $<0,0023$ mg/L. Hal ini dapat disebabkan oleh karakteristik dari kelarutan kadmium yang cenderung mudah mengendap di sedimen (Afriansyah, 2009). Rendahnya konsentrasi Cd juga diduga disebabkan kadar Cd di dalam sampel air tidak mencapai limit deteksi alat. Menurut Effendi (2003) Cd di dalam air terdapat dalam jumlah yang sedikit dan bersifat tidak larut dalam air.

Potensi sumber pencemaran kadmium pada air limbah di lokasi penelitian dapat berasal dari alam yakni melalui lapisan bumi. Selain itu, sumber utama kadmium juga dapat berasal dari aktivitas manusia (antropogenik). Kadmium umumnya bercampur dengan logam lain, terutama dalam pertambangan yaitu dengan Zn dan Pb dengan kadar 0,2 sampai 0,4% sebagai hasil dari proses pemurnian Zn dan Pb (Darmono, 2001).

Kandungan kadmium yang terdapat dalam air limbah dapat mencemari lingkungan sekitar dan berdampak negatif terhadap makhluk hidup. Menurut Atdjas (2008) mengatakan kadmium merupakan bahan pencemaran organik/ mineral yang dapat terakumulasi dalam perairan maupun dalam makanan. Secara umum masuk ke dalam perairan akan menjadi Cd^{+2} yang menyebabkan toksisitas pada perairan. Apabila kandungan Cd telah terkontaminasi dengan ekosistem perairan, maka melalui rantai makanan akan mengganggu kehidupan manusia (Mamoribo et al., 2015).

Kadmium sangat toksik terhadap ginjal. Logam ini terakumulasi di sel tubulus proksimal pada konsentrasi lebih tinggi. Penghirupan kadmium pada kadar tinggi dapat menyebabkan kerusakan parah pada paru-paru. Jika kadmium termakan pada kadar tinggi, hal ini dapat menyebabkan iritasi lambung kemudian terjadi muntah dan diare (Irianti et al., 2017).

Bahaya akumulasi kadmium dalam lingkungan dan efek buruknya pada kesehatan dapat dihindari atau dicegah dengan mengonsumsi serat. Buah-buahan, sayuran, bawang, dan kacang-kacangan merupakan makanan mengandung serat, seperti pektin, lignin, vitamin C dan bioflavonid serta beberapa hemiselulosa dari polisakarida lain. Zat-zat ini larut di dalam air dan dapat menetralkan serta mengurangi penyerapan logam berat melalui sistem pencernaan tubuh (Widianingrum & Suismono, 2007).

c. Arsen (As)

Hasil uji kandungan logam berat arsen pada sampel air limbah dari titik *inlet* dan kolam proses pada sampel pengulangan 1, 2, dan 3 didapatkan hasil sebesar <0,0002 mg/L, hasil yang sama juga didapatkan pada titik *outlet* pada sampel pengulangan 1, 2, dan 3 yaitu <0,0002 mg/L. Menurut Darmono (2006), danau bekas galian tambang batu bara mengandung logam berat seperti arsen.

Hasil pemeriksaan kadar Arsen (As) pada 3 titik pengambilan sampel menunjukkan bahwa kadar As sebesar <0,0002 mg/L atau di bawah *limit* deteksi metode atau alat. Hal ini dapat disebabkan oleh kondisi cuaca saat pengambilan sampel. Cuaca saat pengambilan sampel pada 3 titik dan 3 pengulangan diambil saat cuaca sedang terik matahari. Namun, beberapa hari maupun sehari sebelum pengambilan sampel sering terjadi hujan deras di daerah penelitian sehingga

masih mempengaruhi sampel air yang diambil. Konsentrasi logam berat di perairan cenderung lebih rendah pada musim penghujan, hal ini dikarenakan logam berat di perairan dapat diencerkan oleh air hujan. Arsen tidak rusak oleh lingkungan, hanya berpindah menuju air atau tanah yang dibawa oleh debu, hujan, atau alam. Beberapa senyawa Arsen tidak bisa larut dalam air dan akhirnya akan mengendap di sedimen (Widowati et al., 2008).

Potensi sumber pencemaran arsen pada industri pertambangan batu bara dapat berasal dari alam dan aktivitas manusia. Aktivitas manusia memiliki peranan dalam masuknya arsen ke dalam lingkungan salah satunya dari aktivitas industri pertambangan (Mabuat et al., 2017). Menurut Lubis (2005) sumber arsenik dapat berasal dari bekas area pertambangan, yaitu lubang-lubang bekas tambang (pit), limbah pembuangan, dan kolam sedimen. Arsen alami di alam ditemukan pada beberapa tipe batu diantaranya ialah batu bara. Arsen dapat dijumpai dalam tanah, air, dan udara. Menurut Sembel (2015) arsenik dapat berada dalam air tanah, dan sumber-sumber lain seperti air sungai dan udara. Arsen terlarutkan dalam air dalam bentuk senyawa organik dan anorganik. Beberapa penelitian di Amerika dan Eropa menunjukkan bahwa konsentrasi arsen dalam air secara alami dalam kondisi yang tidak tercemar adalah di bawah 0,01 ppm. Tingginya konsentrasi arsen dalam air biasanya hingga 8,5 ppm ditemukan di lokasi di mana

terdapat aktivitas panas bumi (*geothermal*) (Rochaddi et al., 2019).

Arsen (As) salah satu logam berat yang menjadi bahan pencemar yang dapat merusak lingkungan dan mengganggu kesehatan manusia (Mabuat et al., 2017). Logam berat arsen dapat menimbulkan efek toksik terhadap manusia dan ekosistem perairan. Arsen yang terpapar ke dalam tubuh dapat mengganggu daya pandang mata, hiperpigmentasi, pencetus kanker, dan infeksi kulit. Selain itu, dapat menyebabkan kegagalan fungsi sumsum tulang, menurunnya sel darah, hingga mengganggu saluran pencernaan (Sumampouw, 2019).

Upaya pencegahan akumulasi logam berat Arsen juga dapat dilakukan dengan banyak mengonsumsi serat. Selain itu paparan Arsen dapat ditemui pada pekerjaan seperti pada sektor pertambangan yang dapat dicegah dengan penggunaan alat pelindung diri saat bekerja.

2. Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan hasil uji terhadap pH secara langsung di lapangan menggunakan universal indikator didapatkan nilai pH paling rendah yaitu pada titik kolam proses setelah pemberian tawas sebesar 4 untuk pengulangan 1 dan nilai pH 5 untuk pengulangan 2. Berdasarkan uji pH menggunakan pH meter di laboratorium, didapatkan nilai pH terendah di titik yang sama yaitu 3,83 pada pengulangan 1 dan 4,47 pada pengulangan 2.

Hasil pH setelah dilakukan penambahan tawas tergolong pada sifat asam. Hasil uji pH menunjukkan bahwa adanya penurunan antara pH di *inlet* sebelum penambahan tawas dan kolam proses setelah penambahan tawas. Hal ini disebabkan oleh sifat senyawa tawas yang bersifat sedikit asam sehingga dapat menurunkan pH (Samosir & Har, 2021). Penurunan pH setelah pemberian tawas pada air limbah tambang sejalan dengan penelitian oleh Anshariah et al. (2015) dimana menurunkan pH dari 6,6 menjadi 4. Selain itu, pemberian dosis tawas yang berlebihan juga dapat menyebabkan pH turun menjadi sangat rendah.

Nilai pH pada air limbah tambang yang bersumber dari *sump-pit* berdasarkan hasil uji baik *on-site* maupun uji laboratorium pada titik *inlet* & *outlet* masih berada pada kisaran nilai pH normal yaitu pada *inlet* nilai pH terendah ialah 6 dan nilai pH tertinggi yaitu 8,05 sedangkan pada *outlet* nilai pH terendah ialah 6 dan tertinggi ialah 7,44. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Anshariah et al. (2015) dimana hasil pengamatan dilapangan air yang berasal dari *sump-pit* penambangan diperoleh pH air dalam keadaan normal yakni pada *inlet* nilai pH terendah adalah 6,21 dan yang tertinggi adalah 7,74 sedangkan pada *outlet* pH terendah adalah 6,31 dan tertinggi adalah 8,17.

Nilai pH pada titik *outlet* dari seluruh sampel pengulangan didapatkan telah sesuai dengan standar baku mutu yang berlaku dan aman untuk dibuang ke badan air. Hal ini dapat berkaitan dengan konsentrasi logam berat. Konsentrasi logam berat di

perairan dapat dipengaruhi oleh pH dimana kelarutan logam berat akan lebih tinggi pada pH rendah yang menyebabkan toksisitas logam berat semakin tinggi. Nilai pH pada titik *inlet* & *outlet* tergolong normal yang berarti kenaikan senyawa-senyawa logam cenderung kecil (Eshmat et al., 2014).

Air limbah tambang umumnya memiliki pH rendah, hal ini disebabkan karena penambangan batu bara menyebabkan terlepasnya unsur-unsur kimia tertentu seperti Fe dan S dari senyawa pirit (Fe_2S), dan hasil reaksi antara air dengan senyawa tersebut akan menghasilkan air buangan bersifat asam (*acid mine drainage*) (Faisal & A., 2014). Namun pada PT. Jembayan Muarabara, air limbah yang masuk ke aliran *inlet* dari sumber *sump-pit* menunjukkan bahwa pH tidak bersifat asam atau masih dalam kategori normal dengan kisaran pH baik dari uji *on-site* maupun uji laboratorium yaitu 6 - 8,05. Hal ini berpotensi terjadi akibat tidak terbentuknya asam tambang pada daerah penambangan di PT. Jembayan Muarabara dalam kurun waktu pengambilan sampel.

Air limbah dari penambangan batu bara yang dibuang ke badan air sungai dengan pH rendah berdampak negatif bagi masyarakat sekitar yang mengakses air sungai tersebut serta air buangan dapat mengalir ke permukaan dan masuk ke lahan pertanian di sekitar area pertambangan. Menurut Faisal & A. (2014) air limbah tambang yang bersifat asam saat dibuang ke badan air akan mempengaruhi pH air sungai, menyebabkan

masyarakat sekitar yang menggunakan air tersebut terganggu dalam aktivitas sehari-hari seperti berkaratnya peralatan rumah tangga yang mengandung logam, selain itu ikan dan tumbuhan di sekitar sungai dapat terhambat dalam reproduksi.

3. Parameter Fisika

a. Suhu

Suhu menjadi salah satu faktor lingkungan yang penting bagi makhluk hidup (Harmoko & Krisnawati, 2019). Suhu atau temperatur ialah ukuran panas atau dinginnya air limbah. Suhu merupakan parameter yang sangat penting dikarenakan efeknya terhadap reaksi kimia, laju reaksi, kehidupan organisme air, dan penggunaan air untuk berbagai aktivitas sehari-hari (Metcalf & Eddy, 2003).

Pengukuran suhu pada penelitian ini dilakukan secara langsung sehingga hasil pengukuran suhu lebih akurat tidak terpengaruh oleh faktor-faktor yang dapat mengganggu akurasi nilai hasil pengukuran parameter suhu. Pengukuran suhu air dilakukan menggunakan termometer raksa berbentuk batang.

Berdasarkan hasil pengukuran suhu didapatkan hasil suhu pada *inlet* cenderung lebih rendah dibandingkan dengan *outlet* ditunjukkan dengan hasil pada pengukuran suhu dari sampel pengulangan 2 dan 3 yaitu suhu pada *inlet* sebesar 29°C dan suhu pada *outlet* sebesar 31°C. Suhu lebih rendah di *inlet* terjadi disebabkan adanya turbulensi yang lebih tinggi pada aliran *inlet*. Penelitian oleh Kurniawan et al. (2015)

menunjukkan pengukuran suhu pada limbah cair batu bara di *inlet* lebih rendah yaitu sebesar 30,5°C dibanding suhu di *outlet* yaitu sebesar 31°C. Hal ini diduga disebabkan oleh tingginya suhu udara yang ikut mempengaruhi suhu air.

Suhu pada perairan dapat menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi konsentrasi logam berat dimana suhu yang tinggi dapat meningkatkan toksisitas logam berat di perairan (Sarjono, 2009). Suhu mempengaruhi konsentrasi logam berat di perairan dan sedimen, suhu air yang lebih rendah akan memudahkan logam berat mengendap ke sedimen sedangkan senyawa logam berat akan larut di air jika berada pada suhu yang tinggi (Sukoasih et al., 2016).

Suhu air akan berpengaruh pada penerimaan masyarakat akan air tersebut dan dapat pula mempengaruhi reaksi kimia dalam pengolahannya terutama apabila suhu sangat tinggi. Temperatur yang diinginkan adalah $\pm 3^{\circ}\text{C}$ suhu udara di sekitarnya yang dapat memberikan rasa segar, tetapi iklim setempat atau jenis dari sumber air akan mempengaruhi suhu air. Selain itu, suhu pada air mempengaruhi secara langsung toksisitas banyaknya bahan kimia pencemar, pertumbuhan mikroorganisme, dan virus (Suryana, 2013).

b. TSS

Total Suspended Solid (TSS) merupakan materi atau bahan tersuspensi yang mengeruhkan air, umumnya terdiri dari lumpur, pasir halus, serta jasad-jasad renik yang terutama

disebabkan oleh kikisan air tanah atau erosi yang terbawa oleh badan air (Effendi, 2003). TSS adalah zat tersuspensi (diameter $> 1\mu\text{m}$) yang tertahan pada saringan *millipore* dengan diameter pori $0,45\mu\text{m}$ atau lebih besar dari ukuran partikel koloid (Maulana et al., 2015). Menurut Nasution (2008) TSS terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, sebagai contoh tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan lain-lain.

Hasil uji TSS seluruh sampel pada *inlet* masih sangat tinggi. Menurut Kiswanto et al. (2018) penyebab tingginya kandungan TSS pada air limbah tambang disebabkan banyaknya sisa-sisa batu bara dan partikel-partikel yang terbawa air hujan. Tingginya TSS pada penelitian ini disebabkan oleh sampel air limbah tambang yang berasal dari lokasi penambangan (pit) dimana proses terbentuknya air limbah tambang dipengaruhi oleh adanya kandungan material lumpur pada lokasi penambangan.

Hasil *inlet* & *outlet* dari 3 sampel pengulangan menunjukkan adanya penurunan yang cukup signifikan. Hal ini disebabkan oleh adanya penambahan koagulan berupa tawas pada titik *inlet* serta dari proses pengendapan di kolam-kolam pengendapan. Pemberian tawas dapat menurunkan TSS sejalan dengan penelitian Ningsih (2011), hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya penurunan TSS dari rata-rata 292,3 mg/L menjadi rata-rata 51 mg/L setelah pembubuhan

tawas pada air limbah rumah sakit. Pemberian koagulan menyebabkan adanya proses koagulasi. Proses koagulasi yang dilakukan untuk menurunkan nilai TSS akan menghasilkan endapan yang terbentuk dari proses sedimentasi setelah air limbah mengalami proses koagulasi (Gozan et al., 2009).

Tawas merupakan salah satu bahan koagulan yang mampu mengikat zat tersuspensi dalam air. Sebelum tawas dibubuhkan dalam air maka diperlukan suatu takaran atau dosis untuk menyesuaikan kuantitas suatu bahan koagulan dengan air limbah. Dosis tawas yang akan dipakai untuk setiap perlakuan, dimaksudkan untuk menghasilkan efek yang optimal untuk menurunkan TSS dan tetap menjaga pH.

Tingginya angka TSS menyebabkan kekeruhan air yang dibawa masuk oleh padatan tersuspensi ke dalam perairan dimana hal ini akan berdampak pada ekosistem perairan. TSS tinggi dapat menghambat proses fotosintesis oleh fitoplankton dan tumbuhan air karena terhalang padatan tersuspensi dan mengurangi penetrasi cahaya ke dalam badan air serta kondisi ini juga mengakibatkan pasokan oksigen terlarut dalam badan air berkurang (Irawan et al., 2017).

4.3.3 Hasil Analisis Efektivitas

Hasil perhitungan efektivitas *settling pond* dalam reduksi TSS menunjukkan bahwa ketiga sampel tergolong pada kriteria efektif dengan nilai efektivitas terendah yaitu 95,40% dan tertinggi yaitu

98,45%. Nilai efektivitas reduksi TSS rata-rata dari ketiga sampel sebesar 97,37%, nilai tersebut sebanding dengan penelitian oleh Maharani et al. (2019) yang meneliti efektivitas TSS pada air limbah tambang di *settling pond* PT. KPC yaitu didapatkan nilai efektivitas sebesar 99,6%, dimana pada penelitian tersebut *treatment* pada air limbah tambang menggunakan penambahan material yang sama untuk menurunkan TSS yaitu tawas atau aluminium sulfat. Kedua nilai tersebut tidak jauh berbeda dan masih dalam kategori yang sama yaitu tergolong efektif. Nilai reduksi pada penelitian Kurniawan et al. (2015) menunjukkan hasil pengurangan yang berbeda yaitu dengan nilai efektivitas sebesar 85,52% pada air limbah tambang PT. Tri Bakti Sarimas.

Efektivitas TSS yang tergolong efektif menunjukkan bahwa sistem pengolahan air limbah tambang PT. Jembayan Muarabara berupa *settling pond* efektif dalam menurunkan TSS dengan mengendapkan partikel atau padatan tersuspensi. Namun penggunaan tawas untuk menurunkan TSS perlu diberikan dengan dosis yang efektif yakni tidak hanya untuk menurunkan TSS namun juga agar pH tidak terjadi penurunan secara drastis yang dapat menyebabkan nilai pH tidak masuk dalam ambang batas standar baku mutu yang berlaku.

4.4. Keterbatasan Penelitian

1. Penelitian ini pada saat pengambilan sampel air limbah tambang tidak melakukan pengukuran terhadap parameter suhu ambien. Hal ini

dikarenakan keterbatasan oleh peneliti yaitu tidak memasukkan suhu ambien dalam parameter yang harus diukur saat pengambilan data berlangsung. Pengukuran suhu air biasanya diikuti dengan pengukuran suhu ambien karena suhu air dapat dipengaruhi oleh suhu ambien.

2. Hasil uji pH terlihat bahwa terjadi perubahan signifikan antara *inlet* dan kolam proses titik setelah pemberian tawas, hal ini diduga ada penambahan dosis tawas yang tidak tepat namun pada penelitian ini tidak dilakukan uji lebih lanjut terkait dosis tawas.
3. Penelitian ini dilaksanakan dengan mengambil sampel pada titik yang sama sebanyak 3 kali pengulangan. Pengambilan sampel direncanakan untuk diambil dengan rentang waktu 7 hari. Namun, pada pengambilan sampel ketiga tidak dilaksanakan dengan rentang waktu 7 hari dengan pengambilan sampel kedua dikarenakan saat hari pengambilan sampel pada dini hari terjadi hujan deras sehingga dikhawatirkan dapat menghambat akses di lokasi tambang untuk menuju lokasi pengambilan sampel. Selain itu, cuaca saat pengambilan sampel ingin diserasikan yaitu dengan cuaca cerah-panas.
4. Hasil dari penelitian yaitu analisis laboratorium terhadap logam berat Pb, Cd, dan As menunjukkan hasil kurang dari batas deteksi alat atau metode baik pada titik *inlet* maupun titik *outlet* sehingga tidak adanya angka yang bisa digunakan untuk dilakukan perhitungan efektivitas terhadap ketiga parameter tersebut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan di atas dapat ditarik kesimpulan yaitu sebagai berikut.

1. *Settling pond* PT. Jembayan Muarabara menggunakan metode pengendapan dengan menambahkan tawas yang dibubuhkan pada titik *inlet*. Proses yang terjadi pada *settling pond* dengan kode SP JMB 306 yaitu air limbah tambang dari 3 sumber *sump-pit* dialirkan menuju *inlet* dimana pada *inlet* dilakukan penambahan tawas. Lalu dari *inlet* masuk ke kolam-kolam pengendapan yang terdiri atas 5 kolam kompartemen. Di kolam 1 terjadi pembuangan lumpur secara gravitasi ke *void* 306 JMB. Setelah air limbah melewati 5 kompartemen, air limbah dialirkan menuju *outlet*. Selanjutnya, dari *outlet* air limbah dialirkan melewati parit buatan lalu dibuang ke badan air terdekat yaitu Sungai Loa Airabang.
2. Hasil analisis logam berat Pb, Cd, dan As pada titik *inlet* pada ketiga sampel pengulangan menunjukkan hasil di bawah batas deteksi alat atau metode yaitu <0,0295 untuk Pb, <0,0023 untuk Cd, dan <0,0002 untuk As. Hasil pH di titik *inlet* masih dalam kategori netral sedangkan hasil pH di kolam proses terkategori asam. Hasil pengukuran suhu pada 3 titik dan ketiga sampel pengulangan didapatkan berkisar 29°C – 32°C. Hasil TSS pada titik *inlet* dan kolam proses menunjukkan hasil masih sangat tinggi.
3. Hasil analisis logam berat Pb, Cd, dan As pada titik *outlet* pada ketiga sampel pengulangan menunjukkan hasil di bawah batas deteksi alat atau

metode yaitu $<0,0295$ untuk Pb, $<0,0023$ untuk Cd, dan $<0,0002$ untuk As. Hasil pH di titik *outlet* telah sesuai dengan standar baku mutu. Hasil pengukuran suhu pada 3 titik dan ketiga sampel pengulangan didapatkan berkisar $30^{\circ}\text{C} - 31^{\circ}\text{C}$. Hasil TSS pada titik *outlet* telah memenuhi standar baku mutu.

4. Berdasarkan hasil perhitungan efektivitas reduksi TSS didapatkan hasil bahwa *settling pond* dilihat dari hasil ketiga pengulangan sampel tergolong pada kriteria efektif dalam reduksi TSS yaitu dengan rata-rata sebesar 97,37%.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan ada beberapa saran yang akan dikemukakan yaitu:

1. Pemantauan terhadap logam berat pada perusahaan batu bara perlu dikembangkan pada sampel sedimen yang berada pada kawasan penambangan maupun kolam pengendapan air limbah tambang dikarenakan logam berat berpotensi lebih besar untuk mengendap dalam lapisan sedimen.
2. Perlu pengkajian penggunaan dosis tawas yang efektif untuk menurunkan TSS serta tetap menjaga pH agar tidak turun secara signifikan setelah pembubuhan tawas.
3. Diperlukan pengembangan riset terkait konsentrasi logam berat pada air limbah tambang dari *stockpile* atau limbah pencucian batu bara.
4. Perusahaan batu bara diharapkan dapat menerapkan metode lahan basah buatan sebagai metode untuk pengolahan air limbah tambang

sesuai dengan PerMenLHK RI No. 5 Tahun 2022 tentang Pengolahan Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan dengan Menggunakan Metode Lahan Basah Buatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, R., & Husaini. (2017). *Logam Berat Sekitar Manusia* (Kholishotunnisa, Ed.). Lambung Mangkurat University Press.
- Afriansyah, A. (2009). *Konsentrasi Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu) dalam Air, Seston, Kerang, dan Fraksinasinya dalam Sedimen di Perairan Delta Berau, Kalimantan Timur*.
- Anshariah, Widodo, S., & Nuhung, R. (2015). Studi Pengelolaan Air Asam Tambang pada PT. Rimau Energy Mining Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Geomine*, 01, 46–54.
- Arif, I. (2014). *Batubara Indonesia* (1st ed.). PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Atdjas, D. (2008). *Dampak Kadar Cadmium (Cd) dalam Tubuh Kerang Hijau (Perna viridis) di Daerah Tambak Muara Karang Teluk Jakarta terhadap Kesehatan Manusia*.
- Awfiyaa, H. N., Haribowo, R., & Prayogo, T. B. (2020). Evaluasi Pengelolaan Limbah Cair Tambang Batubara dengan Teknologi Settling Pond PT. Bahari Cakrawala Sebuku di Kabupaten Kotabaru Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan*, 3(2).
- Azwari, F., & Suprpto, D. (2016). Pengaruh Limbah Cair Tambang Batubara terhadap Komunitas Makrozoobenthos di Sungai Karang Mumus. *Jurnal Nusa Sylva*, 16.
- Badan POM RI. (2010). Mengenal Logam Beracun. In *Direktorat Pengawasan Produk dan Bahan Berbahaya, Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pengendalian Bahan Berbahaya* (p. 1).

- Badan Standardisasi Nasional. Air dan Air Limbah - Bagian 59: Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah, Pub. L. No. SNI 6989.59:2008 (2008).
- Badan Standardisasi Nasional. Air dan Air Limbah - Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solids/TSS) secara Gravimetri), Pub. L. No. SNI 6989.3:2019 (2019).
- Badan Standardisasi Nasional. Air dan Air Limbah - Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan pH Meter), Pub. L. No. SNI 6989.11:2019 (2019).
- Badan Standardisasi Nasional. Air dan Air Limbah - Bagian 84: Cara Uji Kadar Logam Terlarut dan Logam Total secara Spektrometri Serapan Atom (SSA) - Nyala, Pub. L. No. SNI 6989-84:2019 (2019). www.bsn.go.id
- BPS Kaltim. (2018). *Produksi Batubara (Ton) 2015-2017*. Kaltim.Bps.Go.Id. <https://kaltim.bps.go.id/indicator/10/361/1/produksi-batubara.html>
- Budiastuti, P., Raharjo, M., & Dewanti, N. A. Y. (2016). Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal di Badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(5), 2356–3346. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Budiman. (2011). *Penelitian Kesehatan* (S. A. Mifka, Ed.; Buku Pertama). PT Refika Aditama.
- Chakraborty, S., Dutta, A., Sural, S., Gupta, D., & Sen, S. (2013). Ailing bones and failing kidneys: a case of chronic cadmium toxicity. *Annals of Clinical Biochemistry*, 50(5), 492–495.
- Chandra, B. (2006). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. EGC.
- Darmono. (2001). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. Penerbit Universitas Indonesia.

- Darmono. (2006). *Lingkungan Hidup dan Pencemarannya*. UI Press.
- Diaz, E. (2008). *Microbial Degradation, Bioremediation and Biotransformation*. Dinas Pertambangan dan Energi (Distamben) Provinsi Kalimantan Timur.
- (2018). *Jumlah Produksi Batu Bara Kukar*. Antara News.
- Duffus, J. H. (2002). Heavy Metals - A Meaningless Term. *Pure Appl. Chem.*, 5(74), 793–807.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius.
- Eshmat, M. E., Mahasri, G., & Rahardja, B. S. (2014). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) di Perairan Ngemboh Kabupaten Gresik Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 6(1), 101–108. <https://doi.org/https://doi.org/10.20473/jipk.v6i1.11387>
- Faisal, A., & A., S. (2014). Dosis Optimum Larutan Kapur untuk Netralisasi pH Air Limbah Penambangan Batubara. *Kesehatan Lingkungan: Jurnal Dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 11(1), 184–189.
- Gautama, R. S. (2007). *Pengelolaan Air Asam Tambang*. Institut Teknologi Bandung Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan. Bandung.
- Gautama, R. S. (2014). *Pembentukan, Pengendalian dan Pengelolaan Air Asam Tambang*. Penerbit ITB.
- Ginting, P. (2007). *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri* (1st ed.). Yrama Widya.
- Gozan, M., Wulan, P. P., & Putra, H. (2009). Peningkatan Efisiensi Penggunaan Koagulan pada Unit Pengolahan Air Limbah Batu Bara. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 8(2), 44–49.

- Handayanto, E., Nuraini, Y., Muddarisna, N., Syam Netty, & Fiqri, A. (2017). *Fitoremediasi dan Phytomining Logam Berat Pencemar Tanah* (Cetakan Pertama). UB Press.
- Harahap, J. (2017). Efektivitas Penggunaan Aluminium Sulfat dalam Menurunkan Kadar Tss (Total Suspended Solid) Air Limbah Penambangan Batu Bara Di PT. X. *Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology*, 3(2). www.jurnal.ar-raniry.com/index.php/elkawnie
- Harmoko, & Krisnawati, Y. (2019). The Quality of Aur Lake From Indonesia Based on Microalga Bioindicator. *Pollution Research*, 38(1), 33–37.
- Hasan, W. (2012). Pencegahan Keracunan Timbal Kronis pada Pekerja Dewasa dengan Suplemen Kalsium. *Makara*, 16(1), 1–8.
- Herman. (2017). Analisis Kadar Timbal (Pb) pada Air yang Melalui Saluran Pipa Penyalir Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Makassar. *Jurnal Media Analis Kesehatan*, 8(2), 91–99.
- Hidayat, L. (2017). Pengelolaan Lingkungan Areal Tambang Batubara (Studi Kasus Pengelolaan Air Asam Tambang (Acid Mining Drainage) di PT. Bhumi Rantau Energi Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan). *Jurnal ADHUM*, VII(1), 44–52.
- Hidayat, N. (2016). *Bioproses Limbah Cair* (P. Christian, Ed.; 1st ed.). CV Andi Offset.
- Irawan, R., Hendro, R., & Ridho, M. R. (2017). Analisis Kualitas Perairan di Sungai Komering Desa Ulak Jermun Kab. Ogan Komering Ilir sebagai Dasar Pengelolaan Budidaya Ikan Sistem Keramba. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 5(2), 182–194.

- Irianti, T. T., Kuswandi, Nuranto, S., & Budiyatni, A. (2017). *Logam Berat dan Kesehatan*.
- Järup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, 68, 167–182. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldg032>
- Kiswanto, Susanto, H., & Sudarno. (2018, May). Karakteristik Air Asam Batubara Di Kolam Bekas Tambang Batubara PT. Bukit Asam (PTBA). *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC*.
- Kurniawan, F., Hanifah, T. A., & Bali, S. (2015). Analisis Logam (Fe, Pb), Nitrat (NO₃), dan Sulfida (S²⁻) pada Limbah Tambang Batubara PT. Tri Bakti Sarimas di Desa Pangkalan Kuansing. *JOM Fmipa*, 2(1), 212–221.
- Kusnoputranto, H. (2002). *Kesehatan Lingkungan Pemukiman dan Perkantoran*. Universitas Indonesia.
- Lubis, M. (2005). Mineral Economics and Environmental Management. *Mining, Environment, and Sustainable Development: A Lesson from the Gold Mining Contraversy in Buyat Bay, North Sulawesi Indonesia*.
- Mabuat, J. C., Maddusa, S. S., & Boky, H. (2017). Analisis Kandungan Logam Berat Arsen (As) pada Air, Ikan, Kerang, dan Sedimen di Daerah Aliran Sungai Tondano Tahun 2017. In *Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi*.
- Maharani, G. R. C., Pramaningsih, V., & Yulawati, R. (2019). *Efektivitas Pengolahan Air Limbah Tambang Batubara pada Kolam Pengendap Srigunting PT. KPC [Karya Tulis Ilmiah]*. Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.

- Mamoribo, H., Rompas, R. J., & Kalesaran, O. J. (2015). Determinasi Kandungan Kadmium (Cd) di Perairan Pantai Malalayang sekitar Rumah Sakit Prof Kandou Manado. *Jurnal Budidaya Perairan*, 3(1), 114–118.
- Maulana, L., Suprayogi, A., & Wijaya, A. P. (2015). Analisis Pengaruh Total Suspended Solid dalam Penentuan Kedalaman Laut Dangkal dengan Metode Algoritma Van Hengel dan Spitzer. *Jurnal Geodesi Undip*, 4(2), 139–148.
- Mehrandish, R., Rahimian, A., & Shahriary, A. (2019). Heavy metals detoxification: A review of herbal compounds for chelation therapy in heavy metals toxicity. *Journal of HerbMed Pharmacology*, 8(2), 69–77. <https://doi.org/10.15171/jhp.2019.12>
- Metcalf, & Eddy. (2003). *Wastewater Enggining: Treatment, Disposal, and Reuse*. Mc Graw Hill Inc.
- Mulia, R. M. (2005). *Kesehatan Lingkungan*. Graha Ilmu.
- Nasution, M. (2008). Penentuan Jumlah Amoniak dan Total Padatan Tersuspensi pada Pengolahan Air Limbah PT. Bridgestone Sumatera Rubber Estate Dolok Merangkir. In *Universitas Sumatera Utara*.
- N.H., A. S. D. S., & Himma, N. F. (2018). *Perlakuan Fisiko-Kimia Limbah Cair Industri* (1st ed.). UB Press.
- Ningsih, R. (2011). Pengaruh Pembubuhan Tawas dalam Menurunkan TSS pada Air Limbah Rumah Sakit. *KEMAS*, 6(2), 79–86. <http://journal.unnes.ac.id/index.php/kemas>
- Noor, I., Priatmadi, B., Fatmawati, & Kissinger. (2020). Pemberian Arang Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit terhadap Penyerapan Logam Berat Kadmium

- (Cd) dan Tembaga (Cu) pada Air Asam Tambang. *EnviroScienteeae*, 16(2), 216–224.
- Novianti, Y. S., Panjaitan, D. R., & Kamarullah, M. A. (2017). Identifikasi Sebaran Material PAF/NAF berdasarkan Litologi Batuan pada Area Timbunan Overburden. *Jurnal Geosapta*.
- Nurhayati. (2009). *Analisis Kadar Arsen (As) pada Kerang Bivalvia yang Berasal dari Laut Belawan*.
- Nursanto, E., Sudaryanto, & Sukamto, U. (2015, March 18). Pengolahan Batubara dan Pemanfaatannya untuk Energi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan."*
- Palar, H. (2008). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Penerbit Rineka Cipta.
- Palar, H. (2012). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, Pub. L. No. 5 (2014).
www.pelatihanlingkungan.com
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, 1 Sekretariat Negara Republik Indonesia 483 (2021). <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>
- Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 02 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, (2011).
- Undang-Undang No. 3 tahun 2020 tentang Perubahan atas Undang-Undang No. 4 tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, Sekretariat Negara Republik Indonesia (2020).

- Rahma, C., & Rahminiani, C. (2021). Penggunaan Tawas ($Al_2(SO_4)_3$) dalam Menurunkan Kadar Total Suspended Solid Air Limbah Batubara. *Jurnal Optimalisasi*, 7(1). www.jurnal.utu.ac.id/joptimalisasi
- Rao, S., & Mamtha. (2004). Water Quality in Sustainable Water Management. *Current Science Journal*, 942–947.
- Ridhowati, S. (2013). *Mengenal Pencemaran Logam*. Graha Ilmu.
- Rochaddi, B., Sabdono, A., & Zainuri, M. (2019). Kontaminasi Logam Berat As dan Hg pada Airtanah Dangkal di Wilayah Pesisir Semarang dan Demak. *Jurnal Kelautan Tropis*, 22(2), 203–208. <https://doi.org/10.14710/jkt.v22i2.6339>
- Rukmana, T., Itnawita, & Anita, S. (2013). *Analisis Logam (Mn, Cd), Sianida dan Nitrit pada Limbah Cair Tambang Batubara PT. Tri Bakti Sarimas (TBS) di Pangkalan Kuansing*.
- Said, N. I. (2014). Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Batubara “Alternatif Pemilihan Teknologi.” *Jurnal Air Indonesia*, 7(2), 119–138.
- Samosir, G. B. G., & Har, R. (2021). Pemanfaatan Fly Ash Bottom Ash dan Tawas untuk Menetralkan Air Asam Tambang. *Jurnal Bina Tambang*, 6(4), 102–111.
- Sarjono, A. (2009). *Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb, dan Hg pada Air dan Sedimen di Perairan Kamal Muara, Jakarta Utara*. IPB University.
- Sembel, D. T. (2015). *Toksikologi Lingkungan (Dampak Pencemaran dari Berbagai Bahan Kimia dalam Kehidupan Sehari-hari)*. CV. Andi Offset.
- Sitorus, E., Sutrisno, E., Armus, R., Gurning, K., Fatma, F., Parinduri, L., Chaerul, M., Marzuki, I., & Priastomo, Y. (2021). *Proses Pengolahan Limbah* (R. Watrionthos, Ed.; 1st ed.). Yayasan Kita Menulis.

- Soeparman, & Suparmin. (2002). *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. UGC.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sukoasih, A., Widiyanto, T., & Suparmin. (2016). *Hubungan Antara Suhu, pH dan berbagai Variasi Jarak dengan Kadar Timbal (Pb) pada Badan Air Sungai Rompong dan Air Sumur Gali Industri Batik Sokaraja Tengah Tahun 2016*. 360–367.
- Sumampouw, O. J. (2019). *Buku Ajar Kesehatan Masyarakat Pesisir dan Kelautan*. Deepublish.
- Suryana, R. (2013). *Analisis Kualitas Air Sumur Dangkal di Kecamatan Biringkanayya Kota Makassar* [Skripsi]. Universitas Hasanuddin.
- Tamim, T., & Tumpu, M. (2021). *Sistem Penyediaan Air Minum* (S. Gusty & Mansyur, Eds.; Edisi Pertama). CV. Tohar Media.
- Titin, A. (2010). Kontaminasi Logam Berat pada Makanan dan Dampaknya pada Kesehatan. *Teknubuga*, 2(2), 53–65.
- U.S. Energy Information Administration. (2020, October 8). *Coal Explained*.
- Waang, D. G., Fernandez, H., & Ramang, R. (2016). Analisis Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Penilaian Masyarakat terhadap Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Umum W. Z. Yohanes Kupang. *Jurnal Bumi Lestari*, 16(2), 92–99.
- Wardhana, W. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. ANDI.
- Widowati, Sustiono, & Jusuf. (2008). *Efek Toksik Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Andi Offset.
- Widyaningsih, V. (2011). *Pengolahan Limbah Cair Kantin Yogma Fisip UI*.

Wulandari, P. R. (2014). Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus di Perumahan PT. Pertamina Unit Pelayanan III Plaju - Sumatera Selatan). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3), 499–509.

LAMPIRAN

Lampiran 1.

Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MULAWARMAN
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
Jl. Sambaliung, Kampus Gunung Kelua Unmul Samarinda 75123 Kalimantan Timur
e-mail : fkm@unmul.ac.id website : http://www.fkm.unmul.ac.id

Nomor : 248/UN17.11/DT/2022

17 Februari 2022

Lampiran : -

Perihal : Pengajuan Penelitian Skripsi dan Izin Pengambilan Data

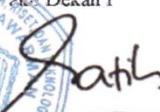
Kepada Yth.
Direktur PT. Jembayan Muarabara
di –
Tempat

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan Tugas Akhir Mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman, Maka dengan ini Kami memohon kepada Bapak/Ibu agar dapat memberikan izin dalam hal pengambilan data *dan melaksanakan penelitian skripsi di PT. Jembayan Muarabara serta permohonan data pendukung untuk proposal penelitian* yang akan digunakan untuk penyusunan skripsi atas nama :

Nama : Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza
NIM : 1811015034
Tempat/Tanggal Lahir : Samarinda, 06 September 2000
Program Studi : Kesehatan Masyarakat
Jenjang Studi : Strata I
Alamat : Jl. PM. Noor (Bumi Sempaja Blok AF No. 23) Samarinda

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

an Dekan,
Dekan I

W. Wisnuwardani, Ph.D
19821111 200501 2 001





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS MULAWARMAN
 FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
 Jl. Sambaliung, Kampus Gunung Kelua Unmul Samarinda 75123 Kalimantan Timur
 e-mail : fkm@unmul.ac.id website : http://www.fkm.unmul.ac.id

Nomor : 388/UN17.11/DT/2022

11 Maret 2022

Lampiran : -

Perihal : Izin Penelitian dan Uji Laboratorium

Kepada Yth.
 Kepala Balai Riset dan Standardisasi Industri
 Samarinda
 Jl. MT. Haryono Jl. Banggeris No. 1, Kec.
 Sungai Kunjang, Kota Samarinda,

Dengan Hormat,
 Bersama surat ini kami mohon kepada Bapak/ibu kiranya atas mahasiswa tersebut di bawah ini :

Nama : Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza
 NIM : 1811015034
 Tempat/Tanggal Lahir : Samarinda, 06 September 2000
 Program Studi : Kesehatan Masyarakat
 Jenjang Studi : Strata I
 Alamat : Jl. PM. Noor (Komplek Bumi Sempaja Blok AF 23)

Agar berkenan mengizinkan mahasiswa tersebut dalam hal Izin Penelitian dan Uji Laboratorium, guna kepentingan penyusunan Skripsi dengan judul :

"Analisis Efektivitas Settling Pond dalam Reduksi Pb, Cd, dan As pada Air Limbah Tambang di PT. X "

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas perhatian dan bantuannya kami ucapkan terima kasih.



an Dekan,
 Wakil Dekan I

Katih W. Wisnuwardani, Ph.D
 19821111 200501 2 001

Lampiran 2.

Lembar Observasi *Settling Pond*

LEMBAR OBSERVASI

SETTLING POND

No	Poin Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	Perusahaan memiliki sistem pengolahan air limbah tersendiri	✓		Berupa <i>Settling Pond</i>
2.	Perusahaan telah membuat saluran pembuangan air limbah yang kedap air sehingga tidak terjadi perembesan air limbah ke lingkungan	✓		
3.	Air limbah mengalir dengan lancar dari sumber ke lokasi pengolahan air limbah	✓		
4.	Seluruh air limbah diolah melalui sistem pengolahan air limbah sebelum dibuang ke badan air	✓		Melalui <i>Settling Pond</i> atau <i>Kolam Pengendapan</i>
5.	Tidak terjadi kebocoran yang signifikan	✓		
6.	Perusahaan telah memasang alat ukur debit atau laju air limbah dan melakukan pencatatan debit aliran air limbah	✓		Debit dicatat per hari.
7.	Perusahaan melakukan pengukuran kualitas air limbah secara rutin sesuai peraturan yang berlaku	✓		Berdasarkan <i>Perda Kaltim No.2 Tahun 2011</i>
8.	Titik penataan sudah ditetapkan berdasarkan sumber air limbah	✓		

Lampiran 3. Lembar Wawancara

LEMBAR WAWANCARA

Ditujukan kepada : Petugas Penanggung Jawab *Settling Pond*

A. Identitas Responden

1. Nama : Andi Suciani, S.T.
2. Jabatan : Supervisor water management
3. Jenis Kelamin : Perempuan
4. Pendidikan : S1
5. Lama Bekerja : 4 tahun

B. Daftar Pertanyaan Wawancara

1. Jelaskan jenis/metode pengolahan air limbah tambang PT. X.
2. Jelaskan proses atau langkah-langkah yang terjadi pada *settling pond*.
3. Sebutkan sumber-sumber utama air limbah yang diolah pada *settling pond*.
4. Bagaimana sistem pengaliran air limbah tambang dari sumber menuju unit pengolahan yaitu *settling pond*.
5. Berapa lama waktu pengolahan air limbah dari masuknya air limbah tambang pada setiap kolam dari *inlet* hingga *outlet*?
6. Kemana pembuangan akhir dari hasil pengolahan air limbah tersebut?
7. Apakah PT. X telah memiliki izin pembuangan air limbah? Jika iya, kemana? (DLH, Gubernur, dll)
8. Parameter apa saja yang diukur pada pengolahan air limbah sebelum diolah dan sesudah diolah?
9. Kapan waktu dilakukan pengukuran kualitas air limbah? (Setiap hari, setiap minggu, setiap bulan, dll)
10. Apakah PT. X telah menyampaikan laporan terkait air limbah? Jika iya, setiap berapa waktu dan kemana laporan tersebut disampaikan?

Lampiran 4.

Berita Acara Pengambilan Sampel/Contoh Uji

**BERITA ACARA
PENGAMBILAN SAMPEL/CONTOH UJI**

Pada hari ini Kamis, 31 Maret 2022 pukul 16.30 WITA, di Desa Separi, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur, kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza
Instansi : Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mulawarman
Jabatan : Mahasiswa

Telah menyelesaikan pengambilan sampel di lokasi *Settling Pond* atau Kolam Pengendapan PT. Jembayan Muarabara. Titik pengambilan sampel seperlunya yaitu sebagaimana diuraikan dalam tabel di bawah ini:

No.	Titik Lokasi Sampel	Kode Sampel
1.	SP <i>Inlet</i> 306 (Sebelum Pembubuhan Koagulan)	02/In.SP
2.	SP <i>Inlet</i> 306 (Sesudah Pembubuhan Koagulan)	01/In.SP
3.	SP <i>Outlet</i> 306	02/Out.SP

Dokumen perencanaan pengambilan sampel dan rekaman data pengambilan sampel merupakan bagian tidak terpisahkan dari berita acara pengambilan sampel ini. Demikian berita acara pengambilan sampel ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Petugas/Saksi,

Pengambil Sampel,



Andi Suciani



Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza

**BERITA ACARA
PENGAMBILAN SAMPEL/CONTOH UJI**

Pada hari ini Kamis, 24 Maret 2022 pukul 16.30 WITA, di Desa Separi, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur, kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza
Instansi : Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mulawarman
Jabatan : Mahasiswa

Telah menyelesaikan pengambilan sampel di lokasi *Settling Pond* atau Kolam Pengendapan PT. Jembayan Muarabara. Titik pengambilan sampel seperlunya yaitu sebagaimana diuraikan dalam tabel di bawah ini:

No.	Titik Lokasi Sampel	Kode Sampel
1.	SP <i>Inlet</i> 306	01/01/In.SP
2.	SP <i>Inlet</i> 306	01/02/In.SP
3.	SP <i>Outlet</i> 306	01/01/Out.SP
4.	SP <i>Outlet</i> 306	01/02/Out.SP

Dokumen perencanaan pengambilan sampel dan rekaman data pengambilan sampel merupakan bagian tidak terpisahkan dari berita acara pengambilan sampel ini. Demikian berita acara pengambilan sampel ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Petugas/Saksi,

Pengambil Sampel,



Andi Suciani



Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza

**BERITA ACARA
PENGAMBILAN SAMPEL/CONTOH UJI**

Pada hari ini Senin, 11 April 2022 pukul 16.30 WITA, di Desa Separi, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur, kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza
 Instansi : Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mulawarman
 Jabatan : Mahasiswa

Telah menyelesaikan pengambilan sampel di lokasi *Settling Pond* atau Kolam Pengendapan PT. Jembayan Muarabara. Titik pengambilan sampel seperlunya yaitu sebagaimana diuraikan dalam tabel di bawah ini:

No.	Titik Lokasi Sampel	Kode Sampel
1.	SP <i>Inlet</i> 306 (Sebelum Pembubuhan Koagulan)	03/In.SP
2.	SP <i>Inlet</i> 306 (Sesudah Pembubuhan Koagulan)	02/In.SP
3.	SP <i>Outlet</i> 306	03/Out.SP

Dokumen perencanaan pengambilan sampel dan rekaman data pengambilan sampel merupakan bagian tidak terpisahkan dari berita acara pengambilan sampel ini. Demikian berita acara pengambilan sampel ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Petugas/Saksi,

Pengambil Sampel,



Andi Suciani



Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza

Lampiran 5.

Berita Acara Penyerahan Sampel

**BERITA ACARA
PENYERAHAN SAMPEL**

Pada hari ini Senin, 11 April 2022 pukul 16.30 WITA, di Desa Separi, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur, kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Suciani
Pekerjaan : Spv. Water Mgt / Enviro
Perusahaan : PT. Jembayan Muarabara
Jabatan : WTA Spv. Water Management

Telah menyerahkan seluruh sampel kepada:

Nama : Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza
Instansi : Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mulawarman
Jabatan : Mahasiswa

Barang-barang berupa sampel cair masing-masing seberat 1 Liter dengan kode dan deskripsi sampel sebagai berikut:

Jenis Sampel	Metoda Sampling	Titik Sampel	Parameter Uji	Keterangan
Air Limbah	Grab Sample	1. SP Inlet 306 (Sebelum Pembubuhan Koagulan) 2. SP Inlet 306 (Sesudah Pembubuhan Koagulan) 3. SP Outlet 306	1. Suhu 2. pH 3. TSS 4. Pb 5. Cd 6. As	Telah diambil sampel air limbah tambang mulai tanggal 24 Maret hingga 11 April 2022

Pihak Pertama
Yang Menyerahkan

Pihak Kedua
Yang Menerima



Andi Suciani



Atthiyah Hanifah Nabilah Syadza

Lampiran 6.

Hasil Uji Laboratorium

4/18/22, 11:04 AM SIL | BARISTAND SAMARINDA



Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN STANDARISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARISASI INDUSTRI
SAMARINDA

Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431
email : baristandsamarinda@kemenperin.go.id web : baristandsamarinda.kemenperin.go.id



KAN
Komite Akreditasi Nasional
Lembaga Pengujian
LP-000-024

LAPORAN HASIL UJI

Report of Analysis

No. LHU : B-1924/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/IV/2022
Halaman Ke : 1 dari 1

Nomor Order	: 10000395250322
<i>Order Number</i>	
Pemberi Order	: ATTHIYAH HANIFAH NABILAH SYADZA
<i>Principal</i>	
Alamat	: JL. PM NOOR (KOMPLEK BUMI SEMPAJA BLOK AF 23)
<i>Address</i>	
Jenis Contoh	: AIR LIMBAH
<i>Sample</i>	
Nomor Contoh	: 0509 B
<i>Sample Number</i>	
Kode Contoh	: SP INLET
<i>Sample Code</i>	
Tanggal Penerimaan	: 28 MARET 2022
<i>Date Received</i>	
Analisis / Uji	: TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER
<i>Tested For</i>	
Identifikasi Contoh	: DIKEMAS DALAM KEMASAN BOTOL PLASTIK
<i>Sample Identification</i>	
Metode Pengambilan Contoh	: DIANTAR OLEH YANG BERSANGKUTAN
<i>Sampling Method</i>	
Metode Pengujian	: TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI
<i>Analysis Method</i>	
Tanggal Pengujian	: 28 MARET 2022 - 18 APRIL 2022
<i>Date Of Analysis</i>	
Hasil Pengujian	:
<i>Testing Result</i>	

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	pH (Lab)	-	7,47	SNI 6989.11-2019	6,0 - 9,0
2	Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	2800	SNI 6989.3-2019	300
3	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,0295	SNI 6989-84:2019	-
4	Kadmium (Cd) Terlarut	mg/L	<0,0023	SNI 6989.84:2019	-
5	Arsen (As)	mg/L	<0,0002	IK/LAB/7.2.108 (In House Method AAS-HVG)	-

Keterangan:

- Kadar Maksimum Berdasarkan Peraturan Daerah No. 02 Tahun 2011 Lamp. 1.27. Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Pertambangan Batubara

Samarinda, 18 April 2022
Koordinator Teknis Laboratorium,



Iwan Prasetyo, S.Si
NIP. 19851206 200911 1 001

F/LAB/7.8.1.1.1

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada Laboratorium Baristand Industri Samarinda
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari Laboratorium Baristand Industri Samarinda

newsil.baristand.go.id/document/certificate/active/2108159f-c8d5-48cb-86df-efe598acf5d4/view/5ce6aed0-91e0-41b8-be64-7fa91a1713b7 1/1

4/18/22, 11:05 AM

SIL | BARISTAND SAMARINDA



BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI
SAMARINDA



Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431
email : baristandsamarinda@kemenperin.go.id web : baristandsamarinda.kemenperin.go.id

LAPORAN HASIL UJI

Report of Analysis

No. LHU : B-1925/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/IV/2022
Halaman Ke : 1 dari 1

Nomor Order : 10000395250322
Order Number
Pemberi Order : ATTHIYAH HANIFAH NABILAH SYADZA
Principal
Alamat : JL. PM NOOR (KOMPLEK BUMI SEMPAJA BLOK AF 23)
Address
Jenis Contoh : AIR LIMBAH
Sample
Nomor Contoh : 0510 B
Sample Number
Kode Contoh : SP OUTLET
Sample Code
Tanggal Penerimaan : 28 MARET 2022
Date Received
Analisis / Uji : TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER
Tested For
Identifikasi Contoh : DIKEMAS DALAM KEMASAN BOTOL PLASTIK
Sample Identification
Metode Pengambilan Contoh : DIANTAR OLEH YANG BERSANGKUTAN
Sampling Method
Metode Pengujian : TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI
Analysis Method
Tanggal Pengujian : 28 MARET 2022 - 18 APRIL 2022
Date Of Analysis
Hasil Pengujian :
Testing Result

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	pH (Lab)	-	7,44	SNI 6989.11-2019	6,0 - 9,0
2	Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	68	SNI 6989.3-2019	300
3	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,0295	SNI 6989-84:2019	-
4	Kadmium (Cd) Terlarut	mg/L	<0,0023	SNI 6989.84:2019	-
5	Arsen (As)	mg/L	<0,0002	IK/LAB/7.2.108 (In House Method AAS-HVG)	-

Keterangan:

- Kadar Maksimum Berdasarkan Peraturan Daerah No. 02 Tahun 2011 Lamp. 1.27. Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Pertambangan Batubara

Samarinda, 18 April 2022
Koordinator Teknis Laboratorium,

Iwan Prasetyo, S.Si
NIP. 19851206 200911 1 001

F/LAB/7.3.1.1.1

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada Laboratorium Baristand Industri Samarinda
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari Laboratorium Baristand Industri Samarinda

4/28/22, 3:01 PM

SIL | BARISTAND SAMARINDA



BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI
SAMARINDA



Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431
email : baristandsamarinda@kemenperin.go.id web : baristandsamarinda.kemenperin.go.id

LAPORAN HASIL UJI

Report of Analysis

No. LHU : B-2241/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/IV/2022
Halaman Ke : 1 dari 1

Nomor Order : 10000439040422
Order Number

Pemberi Order : ATTHIYAH HANIFAH NABILAH SYADZA
Principal

Alamat : JL. PM NOOR (KOMPLEK BUMI SEMPAJA BLOK AF 23)
Address

Jenis Contoh : AIR LIMBAH
Sample

Nomor Contoh : 0556 B
Sample Number

Kode Contoh : INLET SP (SEBELUM PEMBERIAN TAWAS)
Sample Code

Tanggal Penerimaan : 04 APRIL 2022
Date Received

Analisis / Uji : TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER
Tested For

Identifikasi Contoh : DIKEMAS DALAM KEMASAN BOTOL PLASTIK
Sample Identification

Metode Pengambilan Contoh : DIANTAR OLEH STAF PERUSAHAAN
Sampling Method

Metode Pengujian : TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI
Analysis Method

Tanggal Pengujian : 04 APRIL 2022 - 28 APRIL 2022
Date Of Analysis

Hasil Pengujian :
Testing Result

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	pH (Lab)	-	7,76	SNI 6989.11-2019	6,0 - 9,0
2	Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	1328	SNI 6989.3-2019	300
3	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,0295	SNI 6989-84:2019	-
4	Kadmium (Cd) Terlarut	mg/L	<0,0023	SNI 6989.84:2019	-
5	Arsen (As)	mg/L	<0,0002	IK/LAB/7.2.108 (In House Method AAS-HVG)	-

Keterangan:

- Kadar Maksimum Berdasarkan Peraturan Daerah No. 02 Tahun 2011 Lamp. 1.27. Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Pertambangan Batubara

Samarinda, 28 April 2022
Koordinator Teknis Laboratorium,

Iwan Prasetyo, S.Si
NIP. 19851206 200911 1 001

F/LAB/7.8.1.1.1

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada Laboratorium Baristand Industri Samarinda
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari Laboratorium Baristand Industri Samarinda

4/28/22, 3:02 PM

SIL | BARISTAND SAMARINDA



BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI
SAMARINDA



Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431
email : baristandsamarinda@kemenperin.go.id web : baristandsamarinda.kemenperin.go.id

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

No. LHU : B-2242/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/IV/2022
Halaman Ke : 1 dari 1

Nomor Order : 10000439040422
Order Number
Pemberi Order : ATTHIYAH HANIFAH NABILAH SYADZA
Principal
Alamat : JL. PM NOOR (KOMPLEK BUMI SEMPAJA BLOK AF 23)
Address
Jenis Contoh : AIR LIMBAH
Sample
Nomor Contoh : 0557 B
Sample Number
Kode Contoh : INLET SP (SESUDAH PEMBERIAN TAWAS)
Sample Code
Tanggal Penerimaan : 04 APRIL 2022
Date Received
Analisis / Uji : TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER
Tested For
Identifikasi Contoh : DIKEMAS DALAM KEMASAN BOTOL PLASTIK
Sample Identification
Metode Pengambilan Contoh : DIANTAR OLEH STAF PERUSAHAAN
Sampling Method
Metode Pengujian : TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI
Analysis Method
Tanggal Pengujian : 04 APRIL 2022 - 28 APRIL 2022
Date Of Analysis
Hasil Pengujian :
Testing Result

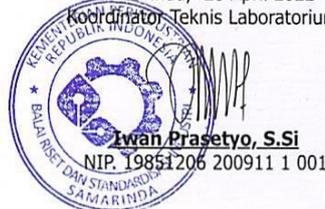
No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	pH (Lab)	-	3,83	SNI 6989.11-2019	6,0 - 9,0
2	Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	820	SNI 6989.3-2019	300
3	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,0295	SNI 6989-84:2019	-
4	Kadmium (Cd) Terlarut	mg/L	<0,0023	SNI 6989.84:2019	-
5	Arsen (As)	mg/L	<0,0002	IK/LAB/7.2.108 (In House Method AAS-HVG)	-

Keterangan:

- Kadar Maksimum Berdasarkan Peraturan Daerah No. 02 Tahun 2011 Lamp. 1.27. Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Pertambangan Batubara

Samarinda, 28 April 2022

Koordinator Teknis Laboratorium,



F/LAB/7.8.1.1.1

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada Laboratorium Baristand Industri Samarinda
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari Laboratorium Baristand Industri Samarinda

4/28/22, 3:02 PM

SIL | BARISTAND SAMARINDA



BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI
SAMARINDA



Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431
email : baristandsamarinda@kemenperin.go.id web : baristandsamarinda.kemenperin.go.id

LAPORAN HASIL UJI

Report of Analysis

No. LHU : B-2243/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/IV/2022
Halaman Ke : 1 dari 1

Nomor Order : 10000439040422
Order Number

Pemberi Order : ATTHIYAH HANIFAH NABILAH SYADZA
Principal

Alamat : JL. PM NOOR (KOMPLEK BUMI SEMPAJA BLOK AF 23)
Address

Jenis Contoh : AIR LIMBAH
Sample

Nomor Contoh : 0558 B
Sample Number

Kode Contoh : OUTLET SP
Sample Code

Tanggal Penerimaan : 04 APRIL 2022
Date Received

Analisis / Uji : TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER
Tested For

Identifikasi Contoh : DIKEMAS DALAM KEMASAN BOTOL PLASTIK
Sample Identification

Metode Pengambilan Contoh : DIANTAR OLEH STAF PERUSAHAAN
Sampling Method

Metode Pengujian : TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI
Analysis Method

Tanggal Pengujian : 04 APRIL 2022 - 28 APRIL 2022
Date Of Analysis

Hasil Pengujian :
Testing Result

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	pH (Lab)	-	7,05	SNI 6989.11-2019	6,0 - 9,0
2	Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	61	SNI 6989.3-2019	300
3	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,0295	SNI 6989-84:2019	-
4	Kadmium (Cd) Terlarut	mg/L	<0,0023	SNI 6989.84:2019	-
5	Arsen (As)	mg/L	<0,0002	IK/LAB/7.2.108 (In House Method AAS-HVG)	-

Keterangan:

- Kadar Maksimum Berdasarkan Peraturan Daerah No. 02 Tahun 2011 Lamp. 1.27. Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Pertambangan Batubara

Samarinda, 28 April 2022
Koordinator Teknis Laboratorium,

Iwan Prasetyo, S.Si
NIP. 198512062009111001

F/LAB/7.8.1.1.1

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada Laboratorium Baristand Industri Samarinda
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari Laboratorium Baristand Industri Samarinda

5/25/22, 10:54 AM

SIL | BARISTAND SAMARINDA



BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI
SAMARINDA



Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431
email : baristandsamarinda@kemenperin.go.id web : baristandsamarinda.kemenperin.go.id

LAPORAN HASIL UJI

Report of Analysis

No. LHU : B-2410/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/V/2022
Halaman Ke : 1 dari 1

Nomor Order : 10000487120422
Order Number

Pemberi Order : ATTHIYAH HANIFAH NABILAH SYADZA
Principal

Alamat : JL. PM NOOR (KOMPLEK BUMI SEMPAJA BLOK AF 23)
Address

Jenis Contoh : AIR LIMBAH
Sample

Nomor Contoh : 0608 B
Sample Number

Kode Contoh : INLET SP (SEBELUM PEMBERIAN TAWAS)
Sample Code

Tanggal Penerimaan : 13 APRIL 2022
Date Received

Analisis / Uji : TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER
Tested For

Identifikasi Contoh : DIKEMAS DALAM KEMASAN BOTOL PLASTIK
Sample Identification

Metode Pengambilan Contoh : DIANTAR OLEH STAF PERUSAHAAN
Sampling Method

Metode Pengujian : TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI
Analysis Method

Tanggal Pengujian : 13 APRIL 2022 - 25 MEI 2022
Date Of Analysis

Hasil Pengujian :
Testing Result

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	pH (Lab)	-	8,05	SNI 6989.11-2019	6,0 - 9,0
2	Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	1880	SNI 6989.3-2019	300
3	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,0295	SNI 6989-84:2019	-
4	Kadmium (Cd) Terlarut	mg/L	<0,0023	SNI 6989.84:2019	-
5	Arsen (As)	mg/L	<0,0002	IK/LAB/7.2.108 (In House Method AAS-HVG)	-

Keterangan:

- Kadar Maksimum Berdasarkan Peraturan Daerah No. 02 Tahun 2011 Lamp. 1.27. Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Pertambangan Batubara

Samarinda, 25 Mei 2022
Penyelia Laboratorium,



Titik Nurwidayati, S.Si, M.Si
NIP. 19790816 200604 2 035

F/LAB/7.8.1.1.1

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada **Laboratorium Baristand Industri Samarinda**
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda** tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda** tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda** tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari **Laboratorium Baristand Industri Samarinda**

5/25/22, 10:54 AM

SIL | BARISTAND SAMARINDA



BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI
SAMARINDA



Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431
email : baristandsamarinda@kemenperin.go.id web : baristandsamarinda.kemenperin.go.id

LAPORAN HASIL UJI

Report of Analysis

No. LHU : B-2411/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/V/2022
Halaman Ke : 1 dari 1

Nomor Order : 10000487120422
Order Number
Pemberi Order : ATTHIYAH HANIFAH NABILAH SYADZA
Principal
Alamat : JL. PM NOOR (KOMPLEK BUMI SEMPAJA BLOK AF 23)
Address
Jenis Contoh : AIR LIMBAH
Sample
Nomor Contoh : 0609 B
Sample Number
Kode Contoh : INLET SP (SESUDAH PEMBERIAN TAWAS)
Sample Code
Tanggal Penerimaan : 13 APRIL 2022
Date Received
Analisis / Uji : TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER
Tested For
Identifikasi Contoh : DIKEMAS DALAM KEMASAN BOTOL PLASTIK
Sample Identification
Metode Pengambilan Contoh : DIANTAR OLEH STAF PERUSAHAAN
Sampling Method
Metode Pengujian : TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI
Analysis Method
Tanggal Pengujian : 13 APRIL 2022 - 25 MEI 2022
Date Of Analysis
Hasil Pengujian :
Testing Result

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	pH (Lab)	-	4,47	SNI 6989.11-2019	6,0 - 9,0
2	Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	1692	SNI 6989.3-2019	300
3	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,0295	SNI 6989-84:2019	-
4	Kadmium (Cd) Terlarut	mg/L	<0,0023	SNI 6989.84:2019	-
5	Arsen (As)	mg/L	<0,0002	IK/LAB/7.2.108 (In House Method AAS-HVG)	-

Keterangan:

- Kadar Maksimum Berdasarkan Peraturan Daerah No. 02 Tahun 2011 Lamp. 1.27. Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Pertambangan Batubara

Samarinda, 25 Mei 2022
Penyelia Laboratorium,

Titik Nurwidayati, S.Si, M.Si
NIP. 19790816 200604 2 035

F/LAB/7.8.1.1.1

- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada Laboratorium Baristand Industri Samarinda
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari Laboratorium Baristand Industri Samarinda

5/25/22, 10:54 AM

SIL | BARISTAND SAMARINDA



BADAN STANDARDISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI
BALAI STANDARDISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI
SAMARINDA



Jl. MT. Haryono / Banggeris No. 1 Samarinda 75124, Telp. (0541) 7771364, 732274 Fax (0541) 745431
email : baristandsamarinda@kemenperin.go.id web : baristandsamarinda.kemenperin.go.id

LAPORAN HASIL UJI

Report of Analysis

No. LHU : B-2412/BSKJI/Baristand-Samarinda/MS-LHU/V/2022
Halaman Ke : 1 dari 1

Nomor Order : 10000487120422
Order Number

Pemberi Order : ATTHIYAH HANIFAH NABILAH SYADZA
Principal

Alamat : JL. PM NOOR (KOMPLEK BUMI SEMPAJA BLOK AF 23)
Address

Jenis Contoh : AIR LIMBAH
Sample

Nomor Contoh : 0610 B
Sample Number

Kode Contoh : OUTLET SP
Sample Code

Tanggal Penerimaan : 13 APRIL 2022
Date Received

Analisis / Uji : TERCANTUM PADA KOLOM PARAMETER
Tested For

Identifikasi Contoh : DIKEMAS DALAM KEMASAN BOTOL PLASTIK
Sample Identification

Metode Pengambilan Contoh : DIANTAR OLEH STAF PERUSAHAAN
Sampling Method

Metode Pengujian : TERCANTUM PADA KOLOM METODE UJI
Analysis Method

Tanggal Pengujian : 13 APRIL 2022 - 25 MEI 2022
Date Of Analysis

Hasil Pengujian :
Testing Result

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum
1	pH (Lab)	-	6,97	SNI 6989.11-2019	6,0 - 9,0
2	Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	29	SNI 6989.3-2019	300
3	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,0295	SNI 6989-84:2019	-
4	Kadmium (Cd) Terlarut	mg/L	<0,0023	SNI 6989.84:2019	-
5	Arsen (As)	mg/L	<0,0002	IK/LAB/7.2.108 (In House Method AAS-HVG)	-

Keterangan:

- Kadar Maksimum Berdasarkan Peraturan Daerah No. 02 Tahun 2011 Lamp. 1.27. Tentang Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Pertambangan Batubara

Samarinda, 25 Mei 2022
Penyelia Laboratorium,



Titik Nurwidayati, S.Si, M.Si
NIP. 19790816 200604 2 035

F/LAB/7.8.1.1.1

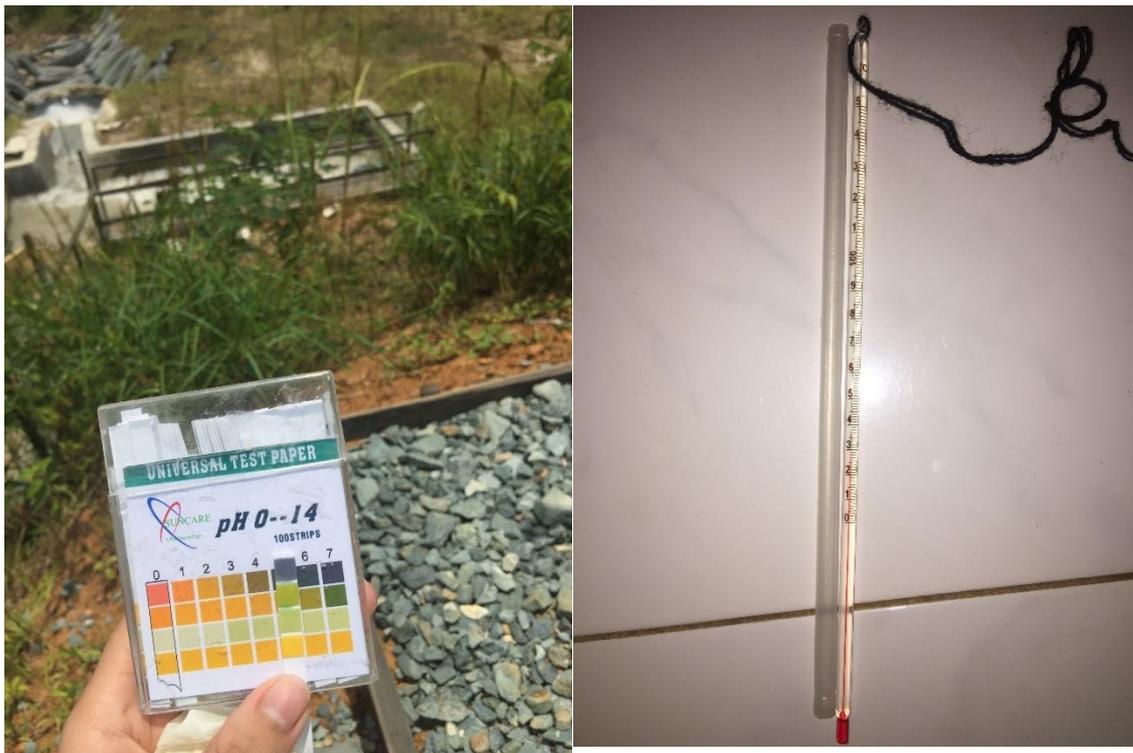
- Laporan Hasil Uji (LHU) ini hanya untuk contoh uji yang diserahkan kepada **Laboratorium Baristand Industri Samarinda**
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab bila pelanggan menginginkan contoh untuk diuji sedangkan pelanggan mengakui penyimpangan dari kondisi contoh uji tersebut
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak bertanggung jawab atas tahap pengambilan contoh untuk contoh uji yang diantar dan dikirim oleh pelanggan
- Laboratorium Baristand Industri Samarinda tidak memberikan opini dan interpretasi terhadap pernyataan kesesuaian dengan spesifikasi/standar pengujian
- Tidak diperkenankan memproduksi ulang sebagian dari Laporan Hasil Uji (LHU) ini tanpa persetujuan dari **Laboratorium Baristand Industri Samarinda**

Lampiran 7.**Dokumentasi Pengambilan Sampel****Pengambilan Sampel Pengulangan 1****Pengambilan Sampel Pengulangan 2****Pengambilan Sampel Pengulangan 3**

Botol Sampel yang Diserahkan ke Baristand

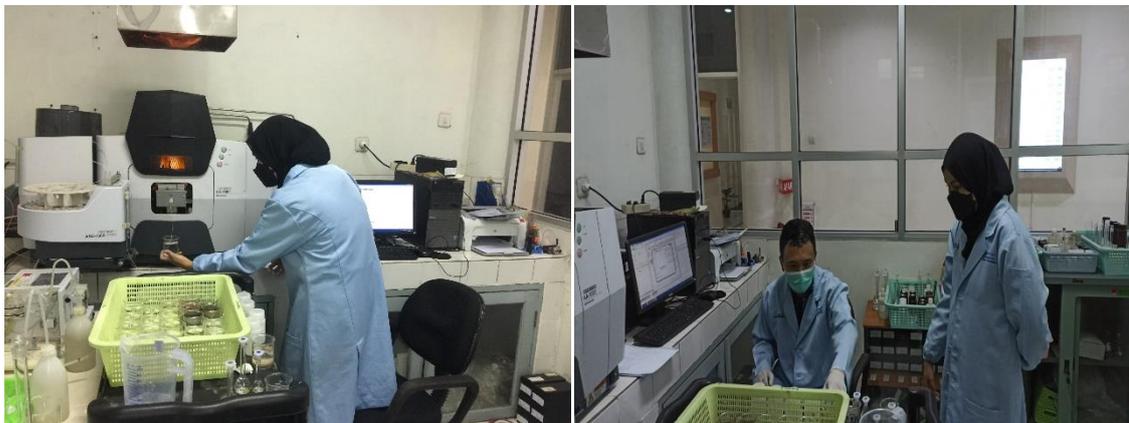


Universal Indikator & Termometer Raksa Batang



Lampiran 8.
Dokumentasi Uji Laboratorium

Ikut Serta dalam Pengujian Sampel



pH meter dan AAS



