

**ANALISIS PENGELOLAAN AIR LIMBAH TAMBANG EMAS
RAKYAT MENGGUNAKAN BATU ZEOLIT DI SUNGAI
HAMPETUK DESA TEWANG PAJANGAN
KECAMATAN KURUN KABUPATEN GUNUNG MAS
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI



OLEH :

BETLIYUDHAE JANUARIANTO
NIM :DBD 113 145

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PALANGKARAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN
2020**

**ANALISIS PENGELOLAAN AIR LIMBAH TAMBANG
EMAS RAKYAT MENGGUNAKAN BATU ZEOLIT DI
SUNGAI HAMPETUK DESA TEWANG PAJANGAN
KECAMATAN KURUN KABUPATEN GUNUNG MAS
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Sastra 1
Pada Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan**



OLEH :

**BETLIYUDHAE JANUARIANTO
DBD 113 145**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PALANGKARAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
2020**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : BETLIYUDHAE JANUARIANTO

NIM : DBD 113 145

JURUSAN : TEKNIK PERTAMBANGAN

Menyatakan bahwa penyusunan Skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri, terkecuali kutipan-kutipan yang telah saya jelaskan sumbernya di daftar pustaka. Apabila terdapat pelanggaran dalam Penulisan dan Penyusunan Skripsi ini, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai aturan dan ketentuan yang berlaku.

Palangka Raya, 2 Desember 2020

Penulis,



BETLIYUDHAE JANUARIANTO
DBD 113 176

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISIS PENGELOLAAN AIR LIMBAH TAMBANG EMAS RAKYAT
MENGUNAKAN BATU ZEOLIT DI SUNGAI HAMPETUK
DESA TEWANG PAJANGAN
KECAMATAN KURUN KABUPATEN GUNUNG MAS
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**


Oleh :

BETLIYUDHAE JANUARIANTO
DBD 113 145

SUSUNAN TIM PENGUJI:

- | | | |
|---|------------|---|
| 1. <u>YOSSA YONATHAN HUTAJULU, ST., MT</u>
NIP. 19841022 201504 1 001 | Ketua |  |
| 2. <u>DODY A.K. WIJAYA, S.Hut., M.Si</u>
NIP. 19831207 201212 1 001 | Sekretaris |  |
| 3. <u>LISA VIGIYANTI, ST., MT</u>
NIP. 19770904 200801 2 011 | Anggota |  |
| 4. <u>YOS DAVID INSO, ST., MT</u>
NIP. 19880404 201903 1 014 | Anggota |  |
| 5. <u>NOVALISAE, ST., MT</u>
NIP. 19881110 201903 2 015 | Anggota |  |


Mengetahui,
Rekan
Teknik
Ir. WAHYU SUSWANTORO, MT
NIP. 19651119 199302 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan/Prodi
Teknik Pertambangan

FAHRUL INDRAJAYA, ST., MT
NIP. 19791215 200812 1 001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Sepedaspesekataan orang tua tetapi tidak sepadan dengan kebaikan yang merekaberikan kepada anaknya. Sayangi orang tua karena titik keringat yang merekakeluarkan tidak akan pernah sepadan dengan titik air mata yang kita tumpahkan.

Puji syukur kepada Tuha Yang Maha Esa, kerena atas berkat-Nyalah sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Terutama pada saat ini saya ucapkan terima kasih kepada :

- 1. Kepada orang tuasaya yang selalu mensuport saya dari jauh baik dengan biaya maupun motivasi.*
- 2. Kepada pacar saya, Pebrianti Theresa yang selalu setia menemani selama pengerjaan skripsi.*
- 3. Kepada Grup Kaladikoy yang setiap harinya dating kerumah untuk memberikan semangat dalam bentuk apapun.*
- 4. Kepada grup air Nisa, Efrin, dan Wildan yang selama pengerjaan skripsi sering berbagi ilmu dan pengetahuan.*
- 5. Kepada teman-teman seperjuangan yang ada di Teknik Pertambangan.*

Sari

Di Sungai Hampetuk yang terletak di Desa Tewang Pajangan Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas Provinsi Kalimantan Tengah terdapat penambangan emas rakyat yang sedang produksi. Namun sangat disayangkan pada pertambangan ini tidak melakukan pengelolaan limbah sebelum dilakukan pembuangan ke sungai Kahayan, sedangkan warga sekitar masih menggunakan air sungai tersebut sebagai wahana rekreasi maupun mandi, cuci, kakus, dan sebagainya. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk : (1) Mengetahui Proses pembuangan air limbah hasil pertambangan emas rakyat; (2) mengetahui pengambilan sampel air sungai Hampetuk; (3) Mengetahui kualitas air sungai Hampetuk; (4) Menganalisis kualitas air sungai Hampetuk dengan melakukan pengendapan zeolit. Pada penelitian kali ini penulis menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif.

Hasil dari penelitian ini adalah dapat diketahui pada tambang yang berada di sungai Hampetuk tidak melakukannya pengelolaan limbah terlebih dahulu. Untuk kualitas air adalah baku mutu kelas II tetapi untuk saat ini kualitas air sungai Hampetuk berada di atas ambang baku mutu kelas II. Dalam memenuhi kriteria air sesuai standar baku mutu kelas II maka dilakukanlah pengendapan batu zeolit sebanyak 1kg/20 liter yang menghasilkan 83,33% kualitas air telah mencapai baku mutu kelas II. Dalam pengelolaan limbah maka diperlukan wadah sebesar $\pm 181.680,54$ persegi bertujuan untuk melakukan pengendapan batu zeolit selama 24 jam sebelum dibuang ke sungai Kahayan.

Kata Kunci :Kualitas Air, Limbah, Pengelolaan, BatuZeolit

Abstract

In the Hampetuk River, which is located in Tewang Pajangan Village, Kurun District, Gunung Mas District, Central Kalimantan Province, there is a community gold mining that is currently in production. However, it is very unfortunate that this mine does not manage waste before disposal into the Kahayan River, while local residents still use the river water as a recreational facilities as well as bathing, washing, latrines, and so on. Therefore this study aims to: (1) Know the process of disposing of community gold mining waste water; (2) know the Hampetuk river water sampling; (3) Knowing the water quality of the Hampetuk river; (4) Analyzing the water quality of the Hampetuk river by conducting zeolite deposition. In this research, the writer used a descriptive method with a qualitative approach.

The result of this research is that it can be seen that the mine in the Hampetuk river does not do waste management first. For water quality is class II quality standard but for now the Hampetuk river water quality is above the class II quality standard threshold. In meeting the water criteria according to class II quality standards, a 1kg / 20 liter zeolite stone deposition was carried out which resulted in 83.33% water quality reaching class II quality standards. In waste management, a container of $\pm 181,680.54$ square meters is required to deposit zeolite for 24 hours before discharging it into the Kahayan river.

Keywords: Water Quality, Waste, Management, Rock Zeolite

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya maka saya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi saya yang berjudul “Analisis Pengelolaan Air Limbah Emas Rakyat Menggunakan Batu Zeolit Di Sungai Hampetuk Desa Tewang Pajangan Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas Provinsi Kalimantan Tengah” pada tanggal 2 Desember 2020. Kiranya Skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat dalam melakukan pengelolaan limbah tambang emas rakyat. Pada kesempatan kali ini izin kan penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswanto, MT., Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaya, ST., MT., Ketua Jurusan Teknik Pertambangan sekaligus sebagai dosen pembimbing akademik.
3. Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, ST., MT., Monev Skripsi sekaligus sebagai Pembimbing I
4. Bapak Dody Ariyantho Kusma Wijaya, S.Hut., M.Si., Dosen Pembimbing II

Palangka Raya, 2 Desember 2020

Penulis,

Betliyudhae Januario

DBD11314

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMA PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
SARI	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Batasan Masalah	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.1.1 Kelas Satu	8
2.1.2 Kelas Dua	8
2.1.3 Kelas Tiga	8
2.1.4 Kelas Empat	8
2.2 Defenisi Air Sungai	10
2.2.1 Baku Mutu Air Sungai	10
2.2.2 Kualitas Air Baku Sebagai Air Bersih	11
2.2.3 Persyaratan Air Bersih	12
2.2.4 Pencemaran Air Sungai	13
2.3 Pengertian Zeolit	14
2.3.1 Sifat –Sifat Zeolit	15
2.4 Fungsi Zeolit	20
2.5 Parameter Air	20
2.5.1 Residu Tersuspensi (TSS)	20
2.5.2 Derajat Keasaman (pH)	21
2.5.3 Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)	21
2.5.4 Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	22
2.5.5 Minyak Lemak	22
2.5.6 Besi (Fe)	22
2.5.7 Seng (Zn)	23
2.5.8 Mangan (Mn)	23
2.5.9 Merkuri / Air Raksa	24

	Halaman
2.6	Prosedur Uji Laboratorium..... 24
2.6.1	Prosedur Uji Residu Tersuspensi (TSS) 24
2.6.2	Prosedur Uji Derajat Keasaman (pH) 28
2.6.3	Prosedur Uji Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)..... 30
2.6.4	Prosedur Uji Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)..... 36
2.6.5	Prosedur Uji Minyak Lemak 41
2.6.6	Prosedur Uji Besi (Fe) 42
2.6.7	Prosedur Uji Seng (Zn) 44
2.6.8	Prosedur Uji Mangan (Mn) 44
2.6.9	Prosedur Uji Merkuri / Air Raksa..... 46
BAB III	METODE PENELITIAN 50
3.1	Gambaran Umum Wilayah Penelitan 50
3.1.1	Lokasi Kesampaian Daerah Penelitian 50
3.1.2	Keadaan Iklim Dan Curah Hujan 51
3.1.3	Kondisi Geologi 51
3.2	Alat dan Bahan 54
3.3	Tata Laksana Penelitian 55
3.3.1	Langkah Kerja 55
3.4	Metode Penelitian 58
3.5	Diagram Alir Pemikiran 59
3.6	Bagan Alir 60
3.7	Waktu Penelitian..... 61
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN 62
4.1	Hasil 62
4.1.1	Proses Pembuangan Limbah Hasil Pertambangan Emas Rakyat 62
4.1.2	Pengambilan Sampel..... 63
4.1.3	Kualitas Air Sungai Hampetuk..... 65
4.1.4	Kualitas Air Sungai Hampetuk Menggunakan Pengendapan Batu Zeolit 67
4.2	Pembahasan 69
4.2.1	Proses Pembuangan Limbah Hasil Pertambangan Emas Rakyat 69
4.2.2	Pengambilan Sampel..... 71
4.2.3	Kualitas Air Sungai Hampetuk..... 71
4.2.4	Kualitas Air Sungai Hampetuk Menggunakan Pengendapan Batu Zeolit 72
BAB V	PENUTUP
5.1	Kesimpulan 74
5.2	Saran 76

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Parameter untuk baku mutu dalam menentukan kualitas air Sungai Hampetuk.....	11
2.2 Contoh uji dan larutan pereaksi untuk bermacam-macam <i>digestion vessel</i>	39
3.1 Rata – rata Curah Hujan dan Hari Hujan/Bulanan.....	51
3.2 Alat dan Bahan.....	54
3.3 Tabel Waktu Penelitian	61
4.1 Kualitas Air Sungai Hampetuk	66
4.2 Kualitas Air Sungai Hampetuk Titik 1 Setelah Pengendapan dengan Batu Zeolit	68
4.3 Kualitas Air Sungai Hampetuk Titik 2 Setelah Pengendapan dengan Batu Zeolit	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Rangkaian Reaksi Metode Respirometrik	31
2.2 Rangkaian Alat Uji BOD	34
3.1 Peta Lokasi Kesampaian.....	50
3.2 Peta Geologi Daerah Penelitian	54
3.3 Peta Pengambilan Sampel	56
3.4 Diagram Alir Pemikiran	59
3.5 Bagan Alir Penelitian	60
4.1 Pembuangan Limbah Hasil Pertambangan Emas Rakyat	63
4.2 Lokasi Pengambilan Sampel Titik 1	64
4.3 Lokasi Pengambilan Sampel Titik 2	65



BAB I

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Kalimantan Tengah memiliki air sungai yang beberapa kualitas air sungainya telah turun akibat berbagai kegiatan, salah satunya kegiatan tambang emas rakyat yang berada disungai Hampetuk Desa Tewang Pajangan Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas Provinsi Kalimantan Tengah. Pada kegiatan penambangan yang sedang dilakukan di Sungai Hampetuk Desa Tewang Pajangan Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas Provinsi Kalimantan Tengah yang dimana tidak sesuai dengan prosedur yang dianjurkan oleh Peraturan Pemerintah RI No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Sehingga air sungai Hampetuk tersebut mengalami penurunan kualitas air sungai akibat pembuangan limbah cair tanpa adanya pengelolaan limbah lebih dahulu.

Penulis ingin mengaplikasikan batu zeolit dalam pengelolaan air limbah bekas tambang emas rakyat yang berada disungai Hampetuk karena batu zeolit memiliki sifa-sifat kaiton penyeimbang, agen dehidrasi, penukaran ion, adsorben, dan katalisator. Batu zeolit juga sangat baik untuk menghilangkan dan pemulihan kation logam berat (Pb, Cu, Cd, Zn, Co, Cr, Mn, dan Fe, Pb, Cu setinggi 97%) dari limbah air.

Dari pernyataan yang telah ditulis dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, maka perlunya dilakukan "Analisis Pengelolaan

Air Limbah Tambang Emas Rakyat Menggunakan Batu Zeolit Di Sungai Hampetuk Desa Tewang Pajangan Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas Provinsi Kalimantan Tengah” akibat dengan adanya penambangan emas yang sedang berlangsung. Peneliti mengharapkan dengan penelitian yang dilakukan ini dapat membuat kualitas air yang akan dialirkan ke sungai Kahayan tidak mengalami penurunan kualitas air.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, maka dapat di rumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana proses pembuangan air limbah hasil pertambangan emas rakyat ?
2. Bagaimana pengambilan sampel air sungai Hampetuk ?
3. Bagaimana kualitas air sungai Hampetuk ?
4. Bagaimana kualitas air sungai Hampetuk dengan melakukan pengendapan batu zeolit ?

1.3 Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas dari air sungai Hampetuk yang berada di desa Tewang Pajangan Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas Provinsi Kalimantan Tengah dan melakukan pengelolaan limbah dengan menggunakan pengendapan batu zeolit sebelum air sungai Hampetuk di alirkan ke air sungai Kahayan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian , sebagai berikut :

1. Mengetahui pembuangan air limbah hasil pertambangan emas rakyat
2. Mengetahui pengambilan sampel untuk pengelolaan limbah.
3. Mengetahui kualitas air sungai Hampetuk.
4. Menganalisis kualitas air sungai Hampetuk dengan melakukan pengendapan zeolit.

1.5 Manfaat

Manfaat penelitian bagi :

1. Perguruan Tinggi

Bagi Perguruan Tinggi adalah sebagai Arsip atau bahan yang bisa dijadikan koleksi tambahan bagi perpustakaan yang apabila suatu saat dibutuhkan bisa digunakan dengan sebagaimana mestinya.

2. Mahasiswa

Bagi Mahasiswa adalah sebagai ilmu tambahan atau bahan ajar untuk mengetahui pengelolaan limbah dengan pengendapan menggunakan batu zeolit.

3. Masyarakat

Bagi Masyarakat apa bila maksud dan tujuan dari penelitian ini tercapai maka batu zeolit bisa di gunakan pengelolaan kualitas air dan

pengendalian pencemaran air sungai Kahayan yang berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No.82 Th 2001.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Penulis membatasi penelitian dengan melakukan pengambilan sampel disungai Hampetuk yang berlokasi di Desa Tewang Pajangan Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas Provinsi Kalimantan Tengah.
2. Uji kualitas air dilakukan dilaboratorium meliputi persyaratan fisik dan kimia, sebagai akibat dari kegiatan penambangan emas rakyat di Sungai Hampetuk Desa Tewang Pajangan Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas Provinsi Kalimantan Tengah.
3. Uji kualitas air berdasarkan klasifikasi dan kriteria mutu air kelas 1, kelas 2, kelas 3 dan kelas 4 yang terdapat dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 Tahun 2001.
4. Bahan yang digunakan dalam pengelolaan kualitas air dan pengendalian air limbah menggunakan batu zeolit.
5. Jumlah sampel yang di ambil dari 2 titik , yaitu titik 1 tepat di daerah pembuangan limbah air dan titik 2 sebelum muara sungai Hampetuk.
6. Setiap satu titik di ambil 4 sampel yang dimana 1 sampel pada setiap titik akan dilihat kualitas air nya dan 3 sampel pada masing-masing titik dilakukan uji pengendapan batu zeolit lalu dilakukan perbandingannya.

7. Untuk parameter yang diambil meliputi TSS , pH , BOD , COD , Minyak Lemak , Fe , Zn , Mn , dan Hg.





BAB III

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Rianto Audri (2019). Pencemaran air di Indonesia terbilang cukup serius. Seperti kita lihat, hampir semua sungai yang ada di Indonesia memiliki kualitas air yang buruk. Terkadang di beberapa daerah, untuk mendapatkan air bersih menjadi terasa sulit di kala musim kemarau. Hal ini menandakan bahwa pemerintah harus mengambil tindakan cepat untuk mengatasi masalah tersebut, yaitu dengan menciptakan terobosan baru terkait penjernihan air. Untuk melakukan proses penjernihan air, perlu pengetahuan dan pemahaman terkait bahan yang pas untuk digunakan. Zeolite merupakan salah satu bahan yang dapat menjernihkan air. Menurut penelitian, zeolite adalah bahan yang memiliki tingkat kemurnian tinggi dan jauh lebih efektif dalam hal menghilangkan partikel-partikel ketidakmurnian tersebut apabila dibandingkan dengan bahan lainnya.

Agus Candra , Sukandarrumidi dan Wintolo Djoko (2005). Limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan pengolahan emas dengan menggunakan Merkuri sebagai bahan pemisah emas dengan mineral lainnya menimbulkan dampak pencemaran lingkungan terutama pada kualitas air sungai yang diakibatkan limbah cair yang mengandung logam berat yang berbahaya bagi kehidupan ekosistem sungai. Dari hasil uji percobaan laboratorium yang dilakukan dapat diketahui bahwa zeolit alam dapat digunakan untuk menurunkan kadar logam berat yang ada pada limbah cair hasil pengolahan emas. Dalam hal ini daya serap yang optimum dari zeolit adalah pada ukuran 80-100 mesh untuk logam berat

Merkuri. Jumlah dan kandungan kimia Merkuri dari limbah cair hasil pengolahan emas Di Desa Jendi Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri Provinsi Jawa Tengah yakni konsentrasi kadar 0,0039 mg/l (ST.2), 0,0013 mg/l (ST.3), 0,0020 mg/l (ST.4), 0,0022 mg/l (ST.5), dan 0,0022 mg/l telah menurunkan kadar kualitas air sungai pada daerah penelitian. Nilai tersebut telah melewati ambang batas yang ditetapkan pemerintah dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 yakni sebesar 0,001 mg/l. Upaya pengurangan dampak dengan pengolahan limbah cair menggunakan zeolit alam secara adsorpsi dapat menurunkan kadar logam berat merkuri (Hg) yang ada dalam limbah cair hasil pengolahan emas dengan efektifitas > 90% dengan ukuran butir 80-100 mesh.

Widia Rahmawati Pahilda, S.T. (2018). Suatu perairan tercemar atau tidak dapat dikategorikan berdasarkan pada kualitas baku mutu. Baku mutu air adalah batas zat atau kandungan pencemar yang diperbolehkan dalam air (Fardiaz, 1992). Air dikatakan tercemar apabila tidak memenuhi baku mutu yang disyaratkan, dan dikatakan tidak tercemar apabila memenuhi baku mutu. Baku mutu mengenai perairan diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air. Dalam peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, mutu air diklasifikasikan menjadi 4 (empat) kelas, yaitu sebagai berikut:

2.1.1 Kelas Satu

Yaitu perairan yang diperuntukan sebagai air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang memper-syaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.1.2 Kelas Dua

Yaitu perairan yang diperuntukan sebagai prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.1.3 Kelas Tiga

Yaitu perairan yang diperuntukan sebagai pembudidayaan ikan air tawar, peternakan air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.1.4 Kelas Empat

Yaitu perairan yang diperuntukan sebagai mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Adapun baku mutu air untuk masing-masing kelas dapat dilihat pada Lampiran Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pencemaran Air. Parameter yang digunakan

untuk memantau dan mengetahui kualitas air sungai dibagi menjadi parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi. Parameter fisik terdiri dari kekeruhan, warna, rasa, bau, suhu, dan kandungan bahan padat terlarut (TDS). Sedangkan parameter kimia terdiri dari pH, *Dissolved Oxygen* (DO), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), Nitrat, Nitrit, Sulfat, kesadahan, dan logam terlarut. Sementara parameter biologi terdiri dari Total coliform dan *Escherichia coli*.

Dalam pemeriksaan kualitas air biasa parameter fisik dan parameter kimia seperti DO dan pH diperiksa langsung di lokasi menggunakan instrumen pemantauan kualitas air yang dilengkapi dengan sensor. Sensor dimasukan kedalam air yang akan dipantau kualitasnya, kemudian hasil dari parameter yang dipantau akan muncul pada layar instrumen yang digunakan. Parameter yang langsung diuji di lokasi/lapangan merupakan parameter yang dapat berubah dengan cepat, sehingga diukur langsung. Sementara untuk pemantauan kualitas parameter mikrobiologi dan kimia seperti logam terlarut, BOD, COD, dan lain-lain dilakukan dengan mengambil sejumlah contoh air (sampel). Contoh air ini akan dibawa ke Laboaratorium untuk dianalisis. Volume contoh air yang diambil dan jenis wadah sampel yang digunakan untuk masing-masing parameter uji berbeda-beda. Contohnya untuk pemeriksaan kandungan minyak dan lemak mensyaratkan harus menggunakan wadah yang terbuat dari kaca, karena dikhawatirkan apabila menggunakan wadah dari pelastik kandungan minyak dan lemak dapat menempel pada wadah plastik. Kondisi ini dapat menyebabkan hasil analisis tidak akurat.

2.2 Defenisi Air Sungai

Air sungai termasuk ke dalam air permukaan yang banyak digunakan oleh masyarakat. Umumnya, air sungai masih digunakan untuk mencuci, mandi, sumber air minum dan juga pengairan sawah. Menurut Diana Hendrawan, “sungai banyak digunakan untuk keperluan manusia seperti tempat penampungan air, sarana transportasi, pengairan sawah, keperluan peternakan, keperluan industri, perumahan, daerah tangkapan air, pengendali banjir, ketersediaan air, irigasi, tempat memelihara ikan dan juga sebagai tempat rekreasi” (Hendrawan 2005). Sungai sebagai sumber air merupakan salah satu sumber daya alam yang mempunyai fungsi serbaguna bagi kehidupan dan penghidupan manusia. Fungsi sungai yaitu sebagai sumber air minum, sarana transportasi, sumber irigasi, peikanan dan lain sebagainya. Aktivitas manusia inilah yang menyebabkan sungai menjadi rentan terhadap pencemaran air. Begitu pula pertumbuhan industri dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan (Soemarwoto, 2003).

2.2.1 Baku Mutu Air Sungai

Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditoleransi keberadaannya di dalam air, sedangkan kelas air adalah peringkat kualitas air yang dinilai masih layak untuk dimanfaatkan bagi peruntukan tertentu. Peneliti menentukan beberapa parameter untuk baku mutu dalam menentukan kualitas air yang akan di teliti :

Tabel 2.1. Parameter untuk baku mutu dalam menentukan kualitas air sungai Hampetuk

Parameter	Satuan	Baku Mutu			
		Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	50	50	400	400
Derajat Keasaman (pH)	mg/L	6 - 9	6 - 9	6 - 9	5 - 9
Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)	mg/L	2	3	6	12
Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	mg/L	10	25	50	100
Minyak Lemak	ug/L	1000	1000	1000	-
Besi (Fe)	mg/L	0,3	-	-	-
Seng (Zn)	mg/L	0,05	0,05	0,05	2
Mangan (Mn)	mg/L	0,1	-	-	-
Merkuri / Air Raksa (Hg)	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005

Sumber : Lampiran Peraturan Pemerintah RI No. 82 Th 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

2.2.2 Kualitas Air Baku Sebagai Air Bersih

Air yang akan dijadikan sebagai air baku tentu saja harus memiliki mutu yang baik dan sesuai dengan baku mutu air yang telah ditetapkan. Mutu air adalah kondisi dan kualitas air yang diuji dengan parameter-parameter dan metode tertentu berdasarkan peraturan yang berlaku. Sementara baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada atau unsur pencemar yang ditoleransi keberadaannya di dalam air. Kualitas dari air baku akan menentukan besar kecilnya investasi instalasi penjernihan air dan biaya operasi serta pemeliharaannya, sehingga semakin jelek kualitas air semakin berat beban masyarakat untuk membayar harga jual air bersih. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum.

Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia dan biologi sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 tahun 2017).

2.2.3 Persyaratan Air Bersih

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum. persyaratan air bersih dapat di tinjau dari parameter fisika, parameter kimia, dan parameter biologi yang terdapat di dalam air, yaitu:

1. Parameter fisik, secara fisik air bersih harus jernih, tidak berbau dan tidak berasa. Selain itu juga, suhu air bersih sebaiknya sama dengan suhu udara atau $\pm 3^{\circ}\text{C}$.
2. Parameter kimia, air bersih tidak boleh mengandung bahan-bahan kimia dalam jumlah yang melampaui batas. Beberapa persyaratan kimia antara lain adalah: pH, total suspended solid, kesadahan (CaCO_3), kalsium (Ca), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), chlorida (Cl), nitrit (NO_2), nitrat (NO_3), flourida (F), serta logam berat yaitu kadmium (Cd), timbal (Pb), arsen (As), khrom (Cr) dan air raksa (Hg).
3. Parameter biologi, air bersih harus di periksa yang meliputi total *coliform* dan *escherichia coli* dengan satuan/unit *colony forming unit* dalam 100ml sampel air.

2.2.4 Pencemaran Air Sungai

Pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi kurang atau sudah tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Komponen pencemaran air ini dikelompokkan sebagai berikut:

1. Bahan Buangan Padat Bahan buangan padat merupakan bahan buangan yang berbentuk padat, baik yang kasar (butiran besar) maupun yang halus (butiran kecil).
2. Bahan Buangan Organik Pada umumnya merupakan limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme.
3. Bahan Buangan Anorganik Pada umumnya merupakan limbah yang tidak dapat membusuk dan sulit didegradasi oleh mikroorganisme.

Apabila bahan buangan ini masuk ke air lingkungan maka akan terjadi peningkatan jumlah ion logam dalam air. Bahan buangan anorganik biasanya berasal dari industri yang melibatkan penggunaan unsur-unsur logam seperti Timbal (Pb), Arsen (As), Kadmium (Cd), Air Raksa (Hg), Krom (Cr), Nikel (Ni), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Kobalt (Co) dan lainnya. 4. Bahan Buangan Olahan Bahan Makanan Sebenarnya bahan buangan olahan bahan makanan dapat juga dimasukkan ke dalam kelompok bahan buangan organik, namun dalam hal ini sengaja dipisahkan karena bahan buangan olahan bahan makanan seringkali menimbulkan bau busuk (Wardhana, 2004).

2.3 Pengertian Zeolit

Zeolit merupakan mineral alumina silikat terhidrat yang tersusun atas tetrahedral-tetrahedral alumina (AlO_4^{5-}) dan silika (SiO_4^{4-}) yang membentuk struktur bermuatan negatif dan berongga terbuka/berpori. Muatan negatif pada kerangka zeolit dinetralkan oleh kation yang terikat lemah. Selain kation, rongga zeolit juga terisi oleh molekul air yang berkoordinasi dengan kation. Rumus umum zeolit adalah $\text{M}_{x/n}[(\text{AlO}_2)_x(\text{SiO}_2)_y] \cdot m\text{H}_2\text{O}$. Dimana M adalah kation bervalensi n. $(\text{AlO}_2)_x(\text{SiO}_2)_y$ adalah kerangka zeolit yang bermuatan negative. H_2O adalah molekul air yang terhidrat dalam kerangka zeolit (Doni, 2011).

Zeolit pada umumnya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu zeolit alam dan zeolit sintetik. Zeolit alam biasanya mengandung kation-kation K^+ , Na^+ , Ca^{2+} atau Mg^{2+} sedangkan zeolit sintetik biasanya hanya mengandung kation-kation K^+ atau Na^+ . Pada zeolit alam, adanya molekul air dalam pori dan oksida bebas di permukaan seperti Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O dapat menutupi pori-pori atau situs aktif dari zeolit sehingga dapat menurunkan kapasitas adsorpsi maupun sifat katalisis dari zeolit tersebut. Inilah alasan mengapa zeolit alam perlu diaktivasi terlebih dahulu sebelum digunakan. Aktivasi zeolit alam dapat dilakukan secara fisika maupun kimia. Secara fisika, aktivasi dapat dilakukan dengan pemanasan pada suhu 300-400 °C dengan udara panas atau dengan sistem vakum untuk melepaskan molekul air. Sedangkan aktivasi secara kimia dilakukan melalui pencucian zeolit dengan larutan Na_2EDTA atau asam-asam anorganik seperti HF, HCl dan H_2SO_4 untuk menghilangkan oksida-oksida pengotor yang menutupi permukaan pori (Marco, 2011).

2.3.1 Sifat-Sifat Zeolit

2.3.1.1 Kaiton Penyeimbang

Kerangka Si/Al-O pada zeolit bersifat rigid, akan tetapi kation bukan merupakan bagian dari kerangka ini. Kation yang berada di dalam rongga zeolit disebut *exchangeable cations* karena bersifat mobil dan dapat digantikan oleh kation lainnya.

Keberadaan dan posisi kation pada zeolit sangat penting untuk berbagai alasan. Lingkar silang dari cincin dan terowongan pada strukturnya dapat diubah dengan mengubah ukuran atau muatan kation. Secara signifikan hal ini akan mempengaruhi ukuran molekul yang dapat teradsorpsi. Perubahan pada pengisian kationik juga akan mengubah distribusi muatan di dalam rongga yang akan mempengaruhi sifat adsorptif dan aktivitas katalitik dari zeolit tersebut. Dengan alasan ini maka sangat penting untuk mengatur posisi kation di dalam kerangka dan banyak penelitian telah dilakukan untuk maksud tersebut.

2.3.1.2 Zeolit sebagai agen pendehidrasi

Kristal zeolit normal mengandung molekul air yang berkoordinasi dengan kation penyeimbang. Zeolit dapat didehidrasi dengan memanaskannya. Pada keadaan ini kation akan berpindah posisi, sering kali menuju tempat dengan bilangan koordinasi lebih rendah. Zeolit terdehidrasi merupakan bahan pengering (*drying agents*) yang sangat baik. Penyerapan air akan membuat kation kembali menuju keadaan koordinasi tinggi.

2.3.1.3 Zeolit sebagai penukar ion

Kation M^{n+} pada zeolit dapat ditukarkan oleh ion lain yang terdapat pada larutan yang mengelilinginya. Dengan sifat ini zeolit-A dengan ion Na^+ dapat digunakan sebagai pelunak air (*water softener*) dimana ion Na^+ akan digantikan oleh ion Ca^{2+} dari air sadah. Zeolit yang telah jenuh Ca^{2+} dapat diperbarui dengan melarutkannya ke dalam larutan garam Na^+ atau K^+ murni. Zeolit-A sekarang ditambahkan ke dalam deterjen sebagai pelunak air menggantikan polipospat yang dapat menimbulkan kerusakan ekologi. Produksi air minum dari air laut menggunakan campuran Ag dan Ba zeolit merupakan proses desalinasi yang baik walaupun proses ini tergolong mahal.

Beberapa zeolit mempunyai affinitas besar terhadap kation tertentu. Clinoptilolite (HFU) merupakan zeolit alam yang digunakan untuk *recovery* ^{137}Cs dari sampah radioaktif. Zeolit-A juga dapat digunakan untuk mengisolasi strontium. Zeolit telah digunakan secara besar-besaran untuk membersihkan zat radioaktif pada kecelakaan Chernobyl dan Three-Mile Island.

Zeolit juga digunakan untuk mengurangi tingkat pencemaran logam berat seperti Pb, Cd, Zn, Cu^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} pada lingkungan. Modifikasi zeolit sebagai adsorben anion seperti NO_3^- , Cl^- , dan SO_4^- telah dikembangkan melalui proses kalsinasi zeolit-H pada suhu $550^{\circ}C$.

2.3.1.3 Zeolit sebagai adsorben

Zeolit yang terdehidrasi akan mempunyai struktur pori terbuka dengan *internal surface area* besar sehingga kemampuan mengadsorb molekul

selain air semakin tinggi. Ukuran cincin dari jendela yang menuju rongga menentukan ukuran molekul yang dapat teradsorb. Sifat ini yang menjadikan zeolit mempunyai kemampuan penyaringan yang sangat spesifik yang dapat digunakan untuk pemurnian dan pemisahan. Chabazite (CHA) merupakan zeolit pertama yang diketahui dapat mengadsorb dan menahan molekul kecil seperti asam formiat dan metanol tetapi tidak dapat menyerap benzena dan molekul yang lebih besar. Chabazite telah digunakan secara komersial untuk mengadsorb gas polutan SO_2 yang merupakan emisi dari cerobong asap. Hal yang sama terdapat pada zeolit-A dimana diameter jendela berukuran 410 pm yang sangat kecil dibandingkan diameter rongga dalam yang mencapai 1140 pm sehingga molekul metana dapat masuk rongga dan molekul benzena yang lebih besar tertahan diluar.

Selain itu zeolit juga dapat digunakan sebagai adsorben zat warna brom dan untuk pemucatan minyak sawit mentah.

Zeolit yang digunakan sebagai penyaring molekular tidak menunjukkan perubahan cukup besar pada struktur kerangka dasar pada dehidrasi walaupun kation berpindah menuju posisi dengan koordinasi lebih rendah. Setelah dehidrasi, zeolit-A dan zeolit lainnya sangat stabil terhadap pemanasan dan tidak terdekomposisi dibawah 700°C . Volume rongga pada zeolit-A terdehidrasi adalah sekitar 50% dari volume zeolit.

2.3.1.4 Zeolit sebagai katalis

Zeolit merupakan katalis yang sangat berguna yang menunjukkan beberapa sifat penting yang tidak ditemukan pada katalis amorf tradisional.

Katalis amorf hampir selalu dibuat dalam bentuk serbuk untuk memberikan luas permukaan yang besar sehingga jumlah sisi katalitik semakin besar. Keberadaan rongga pada zeolit memberikan luas permukaan internal yang sangat luas sehingga dapat menampung 100 kali molekul lebih banyak daripada katalis amorf dengan jumlah yang sama. Zeolit merupakan kristal yang mudah dibuat dalam jumlah besar mengingat zeolit tidak menunjukkan aktivitas katalitik yang bervariasi seperti pada katalis amorf. Sifat penyaring molekul dari zeolit dapat mengontrol molekul yang masuk atau keluar dari situs aktif. Karena adanya pengontrolan seperti ini maka zeolit disebut sebagai katalis selektif bentuk.

Aktivitas katalitik dari zeolit terdeionisasi dihubungkan dengan keberadaan situs asam yang muncul dari unit tetrahedral $[AlO_4]$ pada kerangka. Situs asam ini bisa berkarakter asam Bronsted maupun asam Lewis. Zeolit sintetik biasanya mempunyai ion Na^+ yang dapat dipertukarkan dengan proton secara langsung dengan asam, memberikan permukaan gugus hidroksil (situs Bronsted). Jika zeolit tidak stabil pada larutan asam, situs Bronsted dapat dibuat dengan mengubah zeolit menjadi garam NH_4^+ kemudian memanaskannya sehingga terjadi penguapan NH_3 dengan meninggalkan proton. Pemanasan lebih lanjut akan menguapkan air dari situs Bronsted menghasilkan ion Al terkoordinasi 3 yang mempunyai sifat akseptor pasangan elektron (situs lewis). Permukaan zeolit dapat menunjukkan situs Bronsted, situs Lewis ataupun keduanya tergantung bagaimana zeolit tersebut dipreparasi.

Tidak semua katalis zeolit menggunakan prinsip deionisasi atau bentuk asam. Sifat katalisis juga dapat diperoleh dengan mengganti ion Na^+ dengan ion

lantanida seperti La^{3+} atau Ce^{3+} . Ion-ion ini kemudian memposisikan dirinya sehingga dapat mencapai kondisi paling baik yang dapat menetralkan muatan negatif yang terpisah dari tetrahedral Al pada kerangka. Pemisahan muatan menghasilkan gradien medan elektrostatis yang tinggi di dalam rongga yang cukup besar untuk mempolarisasi ikatan C-H atau mengionisasi ikatan tersebut sehingga reaksi selanjutnya dapat terjadi. Efek ini dapat diperkuat dengan mereduksi Al pada zeolit sehingga unit $[\text{AlO}_4]$ terpisah lebih jauh. Tanah jarang sebagai bentuk tersubstitusi dari zeolit-X menjadi katalis zeolit komersial pertama untuk proses *cracking* petroleum pada tahun 1960an. Akan tetapi katalis ini telah digantikan oleh Zeolit-Y yang lebih stabil pada suhu tinggi. Katalis ini menghasilkan 20% lebih banyak petrol (gasolin) daripada zeolit-X.

Cara ketiga penggunaan zeolit sebagai katalis adalah dengan menggantikan ion Na^+ dengan ion logam lain seperti Ni^{2+} , Pd^{2+} atau Pt^{2+} dan kemudian mereduksinya secara *in situ* sehingga atom logam terdeposit di dalam kerangka zeolit. Material yang dihasilkan menunjukkan sifat gabungan antara sifat katalisis logam dengan pendukung katalis logam (zeolit) dan penyebaran logam ke dalam pori dapat dicapai dengan baik.

Teknik lain untuk preparasi katalis dengan pengemban zeolit melibatkan adsorpsi fisika dari senyawa anorganik volatil diikuti dengan dekomposisi termal. $\text{Ni}(\text{CO})_4$ dapat teradsorb pada zeolit-X dan dengan pemanasan hati-hati akan terdekomposisi meninggalkan atom nikel pada rongga. Katalis ini merupakan katalis yang baik untuk konversi karbon monoksida menjadi metana.

2.4 Fungsi Zeolit

Zeolit merupakan mineral kristal menakjubkan yang mampu menyerap berbagai jenis gas, kelembaban, petrokimia, logam berat, elemen radioaktif tingkat rendah dan banyak berbagai solusi. Saluran dalam molekul zeolite menyediakan daerah permukaan yang besar di mana reaksi kimia dapat berlangsung. Rongga dan saluran dalam kristal dapat menempati hingga 50% dari volume. Zeolit alam dapat melakukan fungsi ini karena kapasitas tukar ion yang tinggi, adsorpsi-desorpsi energi dan kemampuan untuk modifikasi (Marco, 2010).

Zeolit alam penukar ion yang sangat baik untuk menghilangkan dan pemulihan kation logam berat (Pb, Cu, Cd, Zn, Co, Cr, Mn dan Fe, Pb, Cu setinggi 97%) dari minum dan limbah air. Amonia merupakan isu utama untuk pengobatan air limbah kota. Mineral yang luar biasa ini memiliki kapasitas besar untuk menyerap amonia. kadar Amoniak dalam air limbah perkotaan dapat dikurangi menjadi 10-15 ppm setelah fasilitas pengolahan (Andika, 2008).

2.5 Parameter Air

2.5.1 Residu Tersuspensi (TSS)

Total padatan tersuspensi (TSS) adalah berat kering partikel tersuspensi, yang tidak terlarut, dalam sampel air yang dapat terperangkap dengan filter yang dianalisis menggunakan alat filtrasi. Ini adalah parameter kualitas air yang digunakan untuk menilai kualitas spesimen dari semua jenis air atau badan air, air laut misalnya, atau air limbah setelah diolah di instalasi pengolahan air limbah. Ini terdaftar sebagai polutan konvensional di Undang-Undang Air Bersih AS. Total

padatan terlarut adalah parameter lain yang diperoleh melalui analisis terpisah yang juga digunakan untuk menentukan kualitas air berdasarkan total zat yang terlarut sepenuhnya di dalam air, bukan partikel tersuspensi yang tidak larut.

2.5.2 Derajat Keasaman (pH)

pH (*Power of Hydrogen*) adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Ia didefinisikan sebagai logaritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoretis. Skala pH bukanlah skala absolut. Ia bersifat relatif terhadap sekumpulan larutan standar yang pH-nya ditentukan berdasarkan persetujuan internasional.

2.5.3 Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)

Kebutuhan oksigen biologi (BOD) adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan (yaitu yang diminta) oleh organisme biologis aerobik untuk memecah bahan organik yang ada dalam sampel air tertentu pada suhu tertentu selama periode waktu tertentu. Nilai BOD paling sering dinyatakan dalam miligram oksigen yang dikonsumsi per liter sampel selama 5 hari inkubasi pada suhu $20^{\circ}C$ dan sering digunakan sebagai pengganti derajat polusi organik air.

2.5.4 Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)

Dalam kimia lingkungan, kebutuhan oksigen kimia (COD) adalah ukuran indikatif jumlah oksigen yang dapat dikonsumsi oleh reaksi dalam larutan terukur. Hal ini umumnya dinyatakan dalam massa oksigen yang dikonsumsi melebihi volume larutan yang dalam satuan SI adalah miligram per liter (mg / L). Tes COD dapat digunakan untuk mengukur jumlah organik dalam air dengan mudah. Penerapan COD yang paling umum adalah menghitung jumlah polutan yang dapat teroksidasi yang ditemukan di air permukaan (misalnya danau dan sungai) atau air limbah. COD berguna dalam hal kualitas air dengan memberikan metrik untuk menentukan efek limbah pada tubuh penerima, seperti kebutuhan oksigen biokimia (BOD).

2.5.5 Minyak Lemak

Minyak dan lemak merupakan senyawa organik yang berasal dari alam dan tidak dapat larut didalam air namun dapat larut dalam pelarut organik non-polar. Minyak dan lemak dapat larut karena memiliki polaritas yang sama dengan pelarut organik non-polar, contohnya adalah dietil eter($C_2H_5OC_2H_5$).

2.5.6 Besi (Fe)

Besi adalah logam yang dihasilkan dari bijih besi. Besi digunakan dalam proses produksi besi baja, yang bukan hanya unsure besi saja tetapi dalam bentuk alloy yaitu campuran beberapa logam dan bukan logam, terutama karbon. Air

yang tinggi kandungan besinya bila bersentuhan dengan udara menjadi keruh, berbau dan tidak menyenangkan untuk dikonsumsi.

2.5.7 Seng (Zn)

Seng adalah unsur kimia dengan lambang Zn dan nomor atom 30. Seng adalah logam yang agak rapuh pada suhu kamar dan memiliki tampilan berwarna biru keperakan saat oksidasi dihilangkan. Seng adalah elemen pertama dalam kelompok 12 dari tabel periodik. Dalam beberapa hal, seng secara kimiawi mirip dengan magnesium: kedua unsur tersebut hanya menunjukkan satu bilangan oksidasi normal (+2), dan ion Zn^{2+} dan Mg^{2+} berukuran serupa. Seng adalah unsur paling melimpah ke-24 di kerak bumi dan memiliki lima isotop stabil. Bijih seng yang paling umum adalah sfalerit (zinc blende), mineral seng sulfida. Penginapan terbesar yang bisa diterapkan ada di Australia, Asia, dan Amerika Serikat. Seng dimurnikan dengan flotasi buih bijih, pemanggangan, dan ekstraksi akhir menggunakan listrik (electrowinning).

2.5.8 Mangan (Mn)

Mangan adalah kimia logam aktif, abu-abu merah muda yang ditunjukkan pada simbol Mn dan nomor atom 25. Ini adalah elemen pertama di grup 7 dari tabel periodik. Memiliki titik lebur yang tinggi kira-kira $1250^{\circ}C$. Ia bereaksi dengan air hangat membentuk mangan (II) hidroksida dan hydrogen. Mangan cukup elektropositif, dan mudah melarut dalam asam bukan pengoksidasi. Selain titik cairnya yang tinggi, daya hantar listrik merupakan sifat-sifat mangan lainnya.

2.5.9 Merkuri / Air Raksa (Hg)

Merkuri atau yang juga disebut air raksa (Hg) adalah salah satu jenis logam yang banyak ditemukan di alam dan tersebar dalam batu-batuan, biji tambang, tanah, air dan udara sebagai senyawa anorganik dan organik. Merkuri yang ada di dalam tanah, air, dan udara relatif rendah. Berbagai jenis aktivitas manusia yang dapat meningkatkan kadar merkuri menjadi tinggi, misalnya aktivitas penambangan yang dapat menghasilkan merkuri sebanyak 10.000 ton pertahun.

2.6 Prosedur Uji Laboratorium

2.6.1 Prosedur Uji Residu Tersuspensi (TSS)

Dalam rangka menyeragamkan teknik pengujian kualitas air dan air limbah sebagaimana telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air, Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 02 Tahun 1988 tentang Baku Mutu Air dan Nomor 37 Tahun 2003 tentang Metode Analisis Pengujian Kualitas air Permukaan dan Pengambilan Contoh Air Permukaan, maka dibuatlah Standar Nasional Indonesia SNI 06-6989.3-2004, Air dan air limbah – Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) secara gravimetri. SNI ini diterapkan untuk pengujian parameter-parameter kualitas air dan air limbah sebagaimana yang tercantum didalam Keputusan Menteri tersebut. Metode ini merupakan hasil revisi dari butir 3.6 pada SNI 06-2413-1991, Metode pengujian kualitas fisika air. SNI

ini menggunakan referensi dari metode standar internasional yaitu Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water.

Metode ini digunakan untuk menentukan residu tersuspensi yang terdapat dalam contoh uji air dan air limbah secara gravimetri. Metode ini tidak termasuk penentuan bahan yang mengapung, padatan yang mudah menguap dan dekomposisi garam mineral. Padatan tersuspensi total (TSS), adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 μ m atau lebih besar dari ukuran partikel koloid.

Cara uji dan Prinsip : Contoh uji yang telah homogen disaring dengan kertas saring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu 103°C sampai dengan 105°C. Kenaikan berat saringan mewakili padatan tersuspensi total (TSS). Jika padatan tersuspensi menghambat saringan dan memperlama penyaringan, diameter pori-pori saringan perlu diperbesar atau mengurangi volume contoh uji. Untuk memperoleh estimasi TSS, dihitung perbedaan antara padatan terlarut total dan padatan total. Bahan yang digunakan dalam uji TSS sebagai berikut :

Kertas saring (glass-fiber filter) dengan beberapa jenis:

- Whatman Grade 934 AH, dengan ukuran pori (Particle Retention) 1,5 μ m (Standar for TSS in water analysis).
- Gelman type A/E, dengan ukuran pori (Particle Retention) 1,0 μ m (Standar filter for TSS/TDS testing in sanitary water analysis procedures).

- E-D Scientific Specialities grade 161 (VWR brand grade 161) dengan ukuran pori (Particle Retention) 1,1 μm (Recommended for use in TSS/TDS testing in water and wastewater).
- Saringan dengan ukuran pori 0,45 μm .

Peralatan pada air suling :

- Desikator yang berisi silika gel;
- Oven, untuk pengoperasian pada suhu 103°C sampai dengan 105°C;
- Timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg;
- Pengaduk magnetik;
- Pipet volum;
- Gelas ukur;
- Cawan aluminium;
- Cawan porselen/cawan Gooch;
- Penjepit;
- Kaca arloji; dan
- Pompa vacum.

Persiapan contoh uji : Gunakan wadah gelas atau botol plastik polietilen atau yang setara. Pengawetan contoh : Awetkan contoh uji pada suhu 4°C, untuk meminimalkan dekomposisi mikrobiologikal terhadap padatan. Contoh uji sebaiknya disimpan tidak lebih dari 24 jam.

Pengurangan gangguan :

- Pisahkan partikel besar yang mengapung.

- Residu yang berlebihan dalam saringan dapat mengering membentuk kerak dan menjebak air, untuk itu batasi contoh uji agar tidak menghasilkan residu lebih dari 200 mg.
- Untuk contoh uji yang mengandung padatan terlarut tinggi, bilas residu yang menempel dalam kertas saring untuk memastikan zat yang terlarut telah benar-benar dihilangkan.
- Hindari melakukan penyaringan yang lebih lama, sebab untuk mencegah penyumbatan oleh zat koloidal yang terperangkap pada saringan.

Persiapan pengujian (persiapan kertas saring atau cawan Gooch) :

- Letakkan kertas saring pada peralatan filtrasi. Pasang vakum dan wadah pencuci dengan air suling berlebih 20 mL. Lanjutkan penyedotan untuk menghilangkan semua sisa air, matikan vakum, dan hentikan pencucian.
- Pindahkan kertas saring dari peralatan filtrasi ke wadah timbang aluminium. Jika digunakan cawan Gooch dapat langsung dikeringkan..
- Keringkan dalam oven pada suhu 103°C sampai dengan 105°C selama 1 jam, dinginkan dalam desikator kemudian timbang.
- Ulangi langkah pada butir c) sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

Prosedur dalam melakukan uji TSS adalah sebagai berikut :

- Lakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Basahi saringan dengan sedikit air suling.

- Aduk contoh uji dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen.
- Pipet contoh uji dengan volume tertentu, pada waktu contoh diaduk dengan pengaduk magnetik
- Cuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, biarkan kering sempurna, dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
- Pindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring dan pindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Jika digunakan cawan Gooch pindahkan cawan dari rangkaian alatnya.
- Keringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, dinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang.
- Ulangi tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator, dan lakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg

2.6.2 Prosedur Uji Derajat Keasaman (pH)

Sebelum dituliskan cara uji ini penting kita pahami beberapa istilah yang terkait antara lain, pH larutan merupakan minus logaritma konsentrasi ion hidrogen yang ditetapkan dengan metode pengukuran secara potensiometri

dengan menggunakan pH meter. Larutan penyangga (buffer) pH merupakan larutan yang dibuat dengan melarutkan garam dari asam lemah-basa kuat atau basa lemah-asam kuat sehingga menghasilkan nilai pH tertentu dan stabil. *Certified Reference Material (CRM)*, merupakan bahan standar bersertifikat yang tertelusur ke sistem nasional atau internasional. Prinsip cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter adalah sebuah Metode pengukuran pH berdasarkan pengukuran aktifitas ion hidrogen secara potensiometri/elektrometri dengan menggunakan pH meter. Adapun sebagai berikut adalah langkah –langkah yang harus dilakukan saat menguji pH air :

Persiapan pengujian :

- Lakukan kalibrasi alat pH-meter dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat setiap kali akan melakukan pengukuran.
- Untuk contoh uji yang mempunyai suhu tinggi, kondisikan contoh uji sampai suhu kamar.

Prosedur :

- Keringkan dengan kertas tisu selanjutnya bilas elektroda dengan air suling.
- Bilas elektroda dengan contoh uji.
- Celupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
- Catat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.

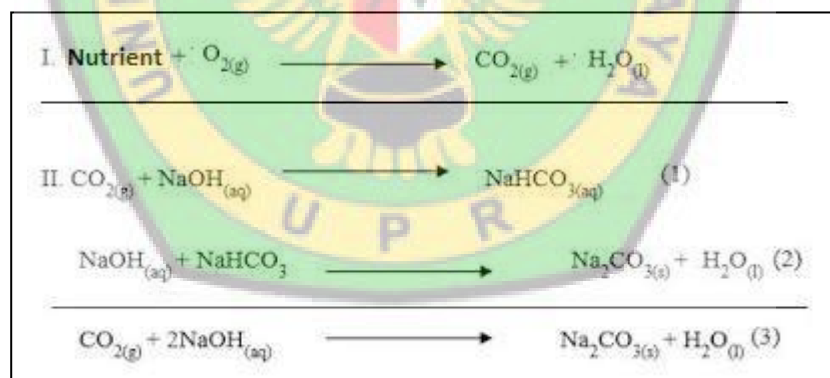
2.6.3 Prosedur Uji Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)

Berdasarkan *American Public Health Association* (APHA) metode 5210, uji BOD dapat dilakukan dengan 3 metode yaitu titrasi, metode dilusi dan metode respirometrik. Metode titrasi yang dilakukan adalah secara Iodometri, sedangkan metode dilusi dilakukan dengan menggunakan DO-meter. Namun berbeda dari kedua metode ini, metode respirometrik memanfaatkan siklus pernafasan bakteri dengan mengukur tekanan gas oksigen yang ada pada tabung uji selama proses berlangsung. Secara umum, uji BOD dilakukan dengan menginkubasi sampel pada suhu 20°C selama 5 hari dan disebut sebagai BOD₅, tetapi uji BOD juga dapat dilakukan selama 7 hari yang disebut BOD₇ atau bahkan hingga 21 hari yang disebut sebagai BOD Ultimate (BOD₂₁ / BOD_U). Kondisi yang harus diterapkan sebagai syarat dalam pengujian BOD adalah sebagai berikut :

- Suhu sampel harus $20 \pm 1^\circ\text{C}$ dengan pH haruslah berkisar pada 6.5 – 7.5, dan sampel tidak boleh disimpan lebih dari 2 hari.
- Jika sampel limbah telah mengalami proses desinfektasi dengan penambahan zat seperti klorin, klorin dioksida, ozon dan lain sebagainya, maka sampel harus melalui proses *pre-treatment* terlebih dahulu.
- Jika bakteri toksik terkandung dalam sampel maka harus sampel harus melalui proses *pre-treatment* terlebih dahulu.
- Jika sampel mengandung banyak bakteri nitrifikasi, maka *pre-treatment* perlu dilakukan, namun hal ini hanya jika uji BOD dilakukan lebih dari 5 hari.

- Sampel tidak boleh mengandung logam berat sehingga *pre-treatment* perlu dilakukan jika sampel mengandung logam berat.
- Bakteri yang terkandung dalam sampel haruslah cukup.
- Nutrient yang ditambahkan pada sampel haruslah cukup.

Uji BOD dengan metode Respirometri : Metode respirometri memanfaatkan bakteri aerob dengan mengestimasi pada hari 0 (no) nilai BOD adalah 0 mg/L, hal ini karena bakteri belum melakukan proses respirasi. Ketika respirasi bakteri telah terjadi, nilai oksigen pada botol uji akan perlahan menurun dengan meningkatnya volume gas karbon dioksida (CO₂), namun gas ini tidak akan mengganggu proses karena akan ditangkap oleh padatan Alkali hidroksida seperti NaOH, KOH ataupun LiOH. Serangkaian reaksi dari proses ini adalah sebagai berikut :



Sumber : Sumber Aneka Karya Abadi

Gambar 2.1 Rangkaian Reaksi Metode Respirometri

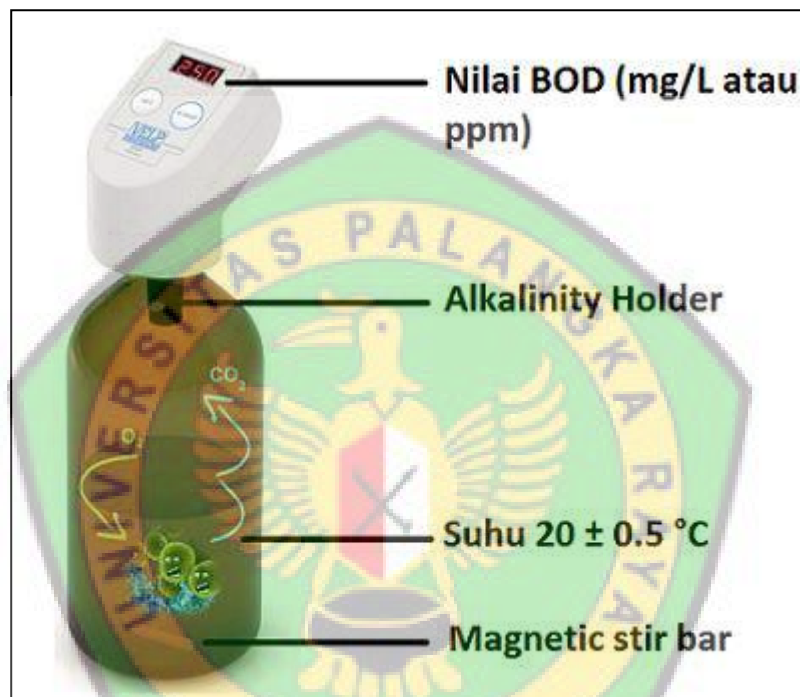
Mengacu pada standard *American Public Health Association* (APHA) metode 5210D, adapun reagen – reagen yang dibutuhkan selama proses pengujian BOD adalah sebagai berikut :

- Air destilasi : Digunakannya air hasil destilasi dalam uji BOD agar tidak adanya kontaminasi bakteri dari air, dan hindari penggunaan air yang dimurnikan melalui suatu membran jika membran tidak dibersihkan secara berkala.
- Larutan Nutrisi (*Nutrient Solution*) : Larutan ini merupakan makanan untuk para bakteri aerob dan terdiri dari beberapa reagen kimia seperti kalsium klorida (CaCl_2), magnesium sulfat (MgSO_4), Besi (III) klorida (FeCl_3), dan larutan buffer phosphate. Namun preparasi keseluruhan larutan – larutan tersebut akan memakan waktu dari mulai penimbangan hingga pelarutan, selain itu preparasi setiap larutan dilakukan dalam jumlah 1 L. Hal ini tentulah kurang efisien jika dilihat dari segi waktu maupun “cost” dalam tiap pengujian, sehingga alternatif lainnya adalah dengan menggunakan nutrient pack seperti *nutrient buffer pillow*.
- Larutan benih bakteri (*Bacterial seed suspension*) : Beberapa industri ada yang langsung mengandalkan bakteri yang terkandung dalam air limbah, namun beberapa industri juga ada yang menambahkan benih bakteri dalam pengujian BOD-nya. Preparasi benih bakteri ini telah dijelaskan pada SNI nomor 6989 bagian 72 tahun 2009 dan sumber bibit mikroba dapat diperoleh dari limbah domestik, efluen dari pengolahan limbah secara biologis yang belum mencapai proses destifektasi, dan air sungai yang menerima buangan limbah organik. Terdapat 3 cara untuk membuat larutan suspensi benih bakteri yang dapat digunakan untuk uji BOD yaitu cara pertama dengan mengambil supernatan dari sumber bibit mikroba

limbah domestik), cara kedua berdasarkan *OECD guideline for testing of chemicals, 301 – 1992 ready biodegradability*, atau dengan menggunakan suspensi bibit bakteri berupa BOD *seed*. Dalam hal ini, pengguna BOD *seed* sangatlah efisien karena tidak memakan waktu terlalu lama seperti cara lainnya, serta peralatan yang diperlukan hanyalah magnetic stirrer dan gelas kimia berisikan air dilusi.

- Padatan Alkali Hidroksida : Padatan alkali hidroksida seperti LiOH, KOH, dan NaOH dapat digunakan pada uji BOD sebagai penangkap gas karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan dari proses respirasi bakteri. Gas ini akan bereaksi dengan alkali hidroksida membentuk suatu karbonat. Penting untuk dicatat bahwa padatan alkali hidroksida tidak dimasukkan langsung pada sampel, melainkan di isi pada *alkalinity holder* yang berada di ujung botol sebelum sensor, yang ditunjukkan pada Gambar 1.
- Larutan basa dan asam 1 N : Kegunaan kedua larutan ini adalah untuk memastikan bahwa pH sampel tidak jauh dari angka 7.
- Larutan glukosa – asam glutamat (*Glucose-Glutamic Acid / GGA*) : Larutan ini digunakan sebagai larutan standard untuk uji BOD, namun dibutuhkan preparasi seperti pengeringan dalam oven selama 1 jam, penimbangan dan pelarutan, dengan hasil kadar BOD yang harus dihitung secara manual. Sebagai alternatifnya, BOD tablet komersial yang telah mencantumkan nilai BOD dapat digunakan sebagai standard untuk melakukan validasi metode pengujian BOD.

- Larutan – larutan *pre-treatment* : Beberapa larutan yang dapat digunakan untuk *pre-treatment* sampel adalah larutan NaOH yang digunakan untuk menghilangkan ion logam berat yang ada pada sampel; Larutan Natrium sulfit yang digunakan untuk menghilangkan klorin, serta larutan inhibitor bakteri nitrifikasi.



Sumber : Sumber Aneka Karya Abadi

Gambar 2.2 Rangkaian Alat Uji BOD

Alat yang digunakan untuk Uji BOD secara metode respirometrik adalah BOD sensor dan inkubator BOD. Berikut tips untuk memilih alat yang tepat agar analisa yang dilakukan lebih optimal :

1. Pemilihan Sensor :

- Pilih sensor yang telah dilengkapi dengan *magnetic stirrer* yang berkecepatan konstan.

- Ada baiknya sensor yang dipilih adalah yang menggunakan baterai dan dalam pemasangan ataupun pergantian baterai mudah dilakukan, serta baterai mudah untuk dicari.
- Pilih sensor dengan melihat skala yang tersedia, sedikitnya terdapat 4 skala yang dapat dipilih pada alat.
- Pilih sensor yang berbahan dasar material ringan seperti polimer dan tahan terhadap suhu 19 - 21°C.
- Jika diperlukan, pilih sensor dengan kemampuan wireless yang dapat dikoneksikan ke PC/komputer sehingga data dapat langsung diolah dengan menggunakan software tanpa melibatkan perhitungan secara manual.

2. Pemilihan Inkubator untuk uji BOD :

- Pilih inkubator yang benar - benar didesain untuk uji BOD.
- Pilih inkubator yang telah dilengkapi dengan stop contact di dalamnya guna untuk menjaga agar magnetic stirrer tetap menyala selama proses analisa berlangsung.
- Ada baiknya inkubator yang dipilih memiliki display berupa digit angka untuk mempermudah dalam monitoring suhu selama proses analisa berlangsung.
- Pilih inkubator dengan stabilitas yang baik, dengan nilai akurasi ± 0.5 °C.
- Pilih inkubator dengan kapasitas volume yang sesuai dengan kapasitas sampel yang diuji.

2.6.4 Prosedur Uji Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)

Senyawa organik dan anorganik, terutama organik dalam contoh uji dioksidasi oleh $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ dalam refluks tertutup menghasilkan Cr^{3+} . Jumlah oksidan yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen (O_2 mg/L) diukur secara spektrofotometri sinar tampak. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ kuat mengabsorpsi pada panjang gelombang 420 nm dan Cr^{3+} kuat mengabsorpsi pada panjang gelombang 600 nm. Untuk nilai COD 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L kenaikan Cr^{3+} ditentukan pada panjang gelombang 600 nm. Pada contoh uji dengan nilai COD yang lebih tinggi, dilakukan pengenceran terlebih dahulu sebelum pengujian. Untuk nilai COD lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L penurunan konsentrasi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ditentukan pada panjang gelombang 420 nm. Bahan – bahan dalam uji lab COD sebaiknya larutan ini dipersiapkan setiap 1 minggu :

- air bebas organik;
- *Digestion solution* pada kisaran konsentrasi tinggi. Tambahkan 10,216 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang telah dikeringkan pada suhu 150°C selama 2 jam ke dalam 500 mL air suling. Tambahkan 167 mL H_2SO_4 pekat dan 33,3 g HgSO_4 . Larutkan dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.
- *Digestion solution* pada kisaran konsentrasi rendah. Tambahkan 1,022 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang telah dikeringkan pada suhu 150°C selama 2 jam ke dalam 500 mL air suling. Tambahkan 167 mL H_2SO_4 pekat dan 33,3 g HgSO_4 . Larutkan, dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.
- Larutan pereaksi asam sulfat

- Larutkan 10,12 g serbuk atau kristal Ag_2SO_4 ke dalam 1000 mL H_2SO_4 pekat. Aduk hingga larut. **CATATAN** Proses pelarutan Ag_2SO_4 dalam asam sulfat dibutuhkan waktu pengadukan selama 2 (dua) hari, sehingga digunakan *magnetic stirer* untuk mempercepat melarutnya pereaksi.
- Asam sulfamat ($\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$). Digunakan jika ada gangguan nitrit. Tambahkan 10 mg asam sulfamat untuk setiap mg $\text{NO}_2\text{-N}$ yang ada dalam contoh uji.
- Larutan baku Kalium Hidrogen Ftalat ($\text{HOOC}_6\text{H}_4\text{COOK}$, KHP) ? COD 500 mg O_2/L Gerus perlahan KHP, lalu keringkan sampai berat konstan pada suhu 110°C . Larutkan 425 mg KHP ke dalam air bebas organik dan tepatkan sampai 1000 mL. Larutan ini stabil bila disimpan dalam kondisi dingin pada temperatur $4^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ dan dapat digunakan sampai 1 minggu selama tidak ada pertumbuhan mikroba **CATATAN** Larutan baku Kalium Hidrogen Ftalat digunakan sebagai pengendalian mutu kinerja pengukuran.
- Bila nilai COD contoh uji lebih besar dari 500 mg/L, maka dibuat larutan baku KHP yang mempunyai nilai COD 1000 mg O_2/L .
- Larutan baku KHP dapat menggunakan larutan siap pakai.

Peralatan dalam uji COD :

- Spektrofotometer sinar tampak (400 nm sampai dengan 700 nm);
- Kuvet;

- *Digestion vessel*, lebih baik gunakan kultur tabung borosilikat dengan ukuran 16 mm x 100 mm; 20 mm x 150 mm atau 25 mm x 150 mm bertutup ulir. Atau alternatif lain, gunakan ampul borosilikat dengan kapasitas 10 mL (diameter 19 mm sampai dengan 20 mm);
- Pemanas dengan lubang-lubang penyangga tabung (*heating block*); catatan Jangan menggunakan oven.
- Buret;
- Labu ukur 50,0 mL; 100,0 mL; 250,0 mL; 500,0 mL dan 1000,0 mL;
- Pipet volumetrik 5,0 mL; 10,0 mL; 15,0 mL; 20,0 mL dan 25,0 mL;
- Gelas piala;
- *Magnetic stirrer*; dan
- Timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg.

Persiapan contoh uji COD :

- Homogenkan contoh uji; catatan Contoh uji dihaluskan dengan blender bila mengandung padatan tersuspensi.
- Cuci *digestion vessel* dan tutupnya dengan H₂SO₄ 20 % sebelum digunakan;

Pengawetan contoh uji COD :

Bila contoh uji tidak dapat segera diuji, maka contoh uji diawetkan dengan menambahkan H₂SO₄ pekat sampai pH lebih kecil dari 2 dan disimpan dalam pendingin pada temperatur 4 °C ± 2 °C dengan waktu simpan maksimum yang direkomendasikan 7 hari.

Pembuatan larutan kerja COD :

Buat deret larutan kerja dari larutan induk KHP dengan 1 (satu) blanko dan minimal 3 kadar yang berbeda secara proporsional yang berada pada rentang pengukuran.

Prosedur :

Proses *digestion*

- pipet volume contoh uji atau larutan kerja, tambahkan *digestion solution* dan tambahkan larutan pereaksi asam sulfat yang memadai ke dalam tabung atau ampul, seperti yang dinyatakan dalam tabel berikut:

Tabel 2.2 Contoh uji dan larutan pereaksi untuk bermacam-macam *digestion vessel*

<i>Digestion Vessel</i>	Contoh uji (mL)	<i>Digestion solution</i> (mL)	Larutan pereaksi asam sulfat (mL)	Total volume (mL)
Tabung kultur				
16 x 100 mm	2,50	1,50	3,5	7,5
20 x 150 mm	5,00	3,00	7,0	15,0
25 x 150 mm	10,00	6,00	14,0	30,0
Standar Ampul:				
10 MI	2,50	1,50	3,5	7,5

- Tutup tabung dan kocok perlahan sampai homogen;
- Letakkan tabung pada pemanas yang telah dipanaskan pada suhu 150 °C, lakukan refluks selama 2 jam. Catatan Selalu gunakan pelindung wajah

dan sarung tangan untuk melindungi dari panas dan kemungkinan menyebabkan ledakan tinggi pada suhu 150 °C.

Kurva kalibrasi dibuat dengan tahapan sebagai berikut:

- Hidupkan alat dan optimalkan alat uji spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian COD. Atur panjang gelombangnya pada 600 nm atau 420 nm;
- Ukur serapan masing-masing larutan kerja kemudian catat dan plotkan terhadap kadar COD;
- Buat kurva kalibrasi dari data pada butir 3.7.1 .b) di atas dan tentukan persamaan garis lurusnya;
- Jika koefisien korelasi regresi linier (r) < 0,995, periksa kondisi alat dan ulangi langkah pada butir 3.7.1 a) sampai dengan c) hingga diperoleh nilai koefisien $r \geq 0,995$.

Pengukuran untuk contoh uji COD 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L :

- Dinginkan perlahan-lahan contoh yang sudah direfluks sampai suhu ruang untuk mencegah terbentuknya endapan. Jika perlu, saat pendinginan sesekali tutup contoh dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas;
- Biarkan suspensi mengendap dan pastikan bagian yang akan diukur benar-benar jernih;
- Ukur serapan contoh uji pada panjang gelombang yang telah ditentukan (600 nm);
- Hitung kadar COD berdasarkan persamaan linier kurva kalibrasi;
- Lakukan analisa duplo.

Pengukuran untuk contoh uji COD lebih kecil dari atau sama dengan 90 mg/L :

- Dinginkan perlahan-lahan contoh yang sudah direfluks sampai suhu ruang untuk mencegah terbentuknya endapan. Jika perlu, saat pendinginan sesekali tutup contoh dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas;
- Biarkan suspensi mengendap dan pastikan bagian yang akan diukur benar-benar jernih;
- Gunakan pereaksi air sebagai larutan referensi;
- Ukur serapannya contoh uji pada panjang gelombang yang telah ditentukan (420 nm);
- Hitung kadar COD berdasarkan persamaan linier kurva kalibrasi;

2.6.5 Prosedur Uji Minyak Lemak

Sampel sebanyak 500 mL yang berisi minyak nabati 2,1 mg diasamkan dengan menambahkan HCl 1 : 1 hingga pH lebih kecil dari 2, kemudian di ekstrak dengan n-heksan sebanyak 100 mL selama 2 menit. Biarkan lapisan air dan n-heksan memisah. Fase air dipisahkan kedalam erlenmeyer, sedangkan lapisan fase n-heksan dilewatkan kertas saring yang berisi 10 gram Na₂SO₄ anhidrat dan ditampung dalam labu destilasi yang telah diketahui beratnya (W₀). Lapisan fase n-heksan didestilasi dengan penangas air pada suhu 70°C. Saat terlihat kondensasi pelarut terhenti, destilasi dihentikan. Dinginkan dan keringkan labu destilasi pada oven dengan suhu 70°C ± 2 oC selama 30-45 menit. Labu destilasi dimasukkan

kedalam desikator selama 30 menit dan ditimbang labu destilasi sampai didapat berat tetap (W1). Kadar minyak dan lemak dihitung.

2.6.6 Prosedur Uji Besi (Fe)

Adapun alat yang digunakan dalam pengujian besi adalah sebagai berikut : Spektrofotometer serapan atom, Alat pemanas, Labu ukur 50 ml, 100 ml, 1000 ml Pyrex, Galas Piala 100 ml pyrex, Pipet Volumetric 1,0 ml, 2,0 ml, 5,0 ml, dan 10,0 ml Pyrex, Gelas ukur 100 ml Pyrex, Pipet ukur 10 ml Pyrex, Alat penyaring, Kertas saring, Botol untuk tempat bahan. Sedangkan bahan yang digunakan adalah Asam Nitrat (HNO_3) pekat, Air bebas Logam.

Preparasi sampel : sampel air sumur gali yang telah disaring sebanyak 50 ml kedalam setiap labu erlenmeyer 250 ml yang telah disiapkan sebanyak 5 labu erlenmeyer lalu ditambahkan reagensia HNO_3 pekat sebanyak 5 ml pada masing-masing sampel dan dipanaskan sampai volume tinggal $\pm 15-20$ ml lalu angkat dan didinginkan. Ditambahkan masing-masing aquadest 100 ml pada setiap labu erlenmeyer yang berisi sampel setelah itu saring satu persatu kedalam setiap labu erlenmeyer. Lalu dimasukkan kedalam alat SSA. Dibaca dan dituliskan.

Pembuatan Blako : Dipipet 50 ml air sumur gali lalu dicampurkan 100 ml Aquadest dan panaskan sampai sisa volumenya 15-20 ml. Setelah itu angkat lalu dinginkan. Kemudian blanko siap diukur.

Pembuatan Larutan Standar Fe : Larutan standart besi dari 1000 ppm, dipipet 10 ml dimasukkan kedalam labu ukur 250 ml lalu ditambahkan dengan aquadest sebanyak 100 ml. Dipipet 0,5 ml, 1,0 ml, 2,0 ml, 4,0 ml dari larutan

standart dan dimasukkan kedalam setiap tabung reaksi l kemudian addkan masing dengan aquadest sebanyak 100 ml. Diatur alat SSA dan optimasikan sesuai dengan petunjuk penggunaan alat untuk pengukuran kadar besi (Fe). Disuntikan larutan kerja ke dalam tungku karbon, kemudian catat serapanya. Diulangi hal yang sama untuk larutan kerja lainnya. Dibuat kurva kalibrasi, atau tentukan persamaan garis lurusnya.

Pembuatan Kurva Kalibrasi : Cara pembuatan kurva kalibrasi dibuat dengan tahapan sebagai berikut: Dioperasikan alat dan optimasikan sesuai dengan petunjuk penggunaan alat untuk pengukuran besi. Misalnya dengan salah satu cara optimasi alat dengan menggunakan uji sensitifitas. Diaspirasikan larutan blanko kedalam SSA-nyala kemudian atur serapan hingga nol. Diaspirasikan larutan kerja satu persatu kedalam SSA-nyala , lalu ukurlah serapanya pada panjang gelombang 248,3 nm, kemudian catat. karena pada panjang gelombang 248,3 nm adalah yang maksimal untuk Fe pada SSA-nyala Atau lebih akurat. Dilakukan pembilasan pada selang aspirator dengan larutan pengenceran. Dibuat kurva kalibrasi dengan mengaspirasikan larutan kerja satu persatu kedalam SSAnyala kemudian ukurlah serapannya dengan panjang gelombang 248,3 nm dan tentukan persamaan garis lurusnya. Jika koefisien korelasi regresi linier (r) < dari 0,995, periksakan kondisi alat dan ulangi langkah seperti mengaspirasikan larutan blanko kedalam SSA-nyala kemudian atur serapan hingga nol dan langkah pada butir (c) hingga diperoleh nilai koefisien $r \geq 0,995$.

2.6.7 Prosedur Uji Seng (Zn)

Lima puluh ml contoh uji dimasukkan ke dalam gelas piala 100 ml atau Erlenmeyer 100 ml dan ditambahkan 5 ml HNO₃ pekat kemudian dipanaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 15 ml – 20 ml. Jika destruksi belum sempurna (tidak jernih), maka ditambahkan lagi 5 ml HNO₃ pekat, kemudian dipanaskan lagi (tidak mendidih). Proses ini dilakukan secara berulang sampai semua logam larut, yang terlihat dari warna endapan contoh uji menjadi agak putih atau contoh uji menjadi jernih. Setelah itu kaca arloji dibilas dan air bilasannya dimasukkan ke dalam gelas pial. Kemudian contoh uji dipindahkan ke dalam labu ukur 50 ml (disaring bila perlu) dan ditambahkan air bebas mineral sampai tepat tanda tera kemudian dihomogenkan. Setelah itu dibaca serapannya dengan menggunakan alat AAS.

2.6.8 Prosedur Uji Mangan (Mn)

Pada uji mangan metode yang digunakan adalah metode pengukuran Spektrofotometri dengan prinsip pengukuran Mn²⁺ dalam air dioksidasi oleh K₂S₂O₈ dalam suasana asam dan panas membentuk MnO₄⁻ yang berwarna merah muda atau coklat diukur dengan spektrofotometri pada panjang gelombang 525 nm. Adapun alat dan bahan dalam pengujian Mn adalah sebagai berikut :

- Elenmeyer 250 ml
- Beker gelas 250 ml
- Gelas ukur 100 ml

- Aquades
- Tang Krusibel
- Corong
- AgNO₃
- K₂S₂O₈
- HnO₃ Pekat
- Kertas saring

Tahap – tahap dalam uji Mn adalah sebagai berikut :

- Siapkan beker gelas, corong dan kertas saring lalu kocok sampel dan saring sampel kurang lebih 50 ml hingga 100 ml
- Ukur menggunakan gelas ukur sebanyak 50 ml dan masukkan kedalam elenmeyer
- Tambahkan 2 sampai 3 tetes larutan HnO₃ pekat lalu tambahkan larutan AgNO₃ melalui buret yang banyaknya sesuai keperluan penetapan klorida
- Panaskan sampai mendidih
- Tambahkan Kristal K₂S₂O₈ dan panaskan lagi
- Sese kali dihomgenkan lalu tambahkan lagi K₂S₂O₈ 2 hingga 3 kali
- Jika cairan berwarna merah muda, merah ungu atau coklat menandakan sampel mengandung mangan.

2.6.9 Prosedur Uji Merkuri (Hg)

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan uji merkuri (Hg) adalah sebagai berikut :

- Larutan ammonia 25%
- Na-dietilditiokarbamat
- Larutan induk Cu 1000 ppm
- Larutan sampel Cu
- Aquades
- Pipet ukur 1 ml dan 5 ml
- Gelas beker 100 ml
- Gelas ukur 100 ml
- Labu ukur 25 ml
- Pipet tetes
- Corong
- Kuvet
- Spektrofotometer UV-Vis

Langkah - langkah yang dilakukan dalam uji merkuri (Hg) adalah sebagai berikut :

- Membuat larutan standar dengan melakukan pengenceran terhadap larutan induk Cu 1000 ppm menjadi 25 ppm
- Tambahkan 50 ml aquades ke dalam 1,25 ml larutan induk Cu 1000 ppm untuk mendapatkan larutan induk Cu sebesar 25 ppm

Pengenceran berulang dilakukan untuk mempermudah pengambilan larutan Cu sesuai dengan volume yang ditentukan melalui perhitungan untuk keperluan pembuatan larutan standar

- Mengambil 0,4 ml larutan induk Cu 25 ppm lalu memasukkannya kedalam gelas beker yang sudah di beri label 1 ppm
- Mengambil 1,25 ml larutan induk Cu 25 ppm lalu memasukkannya kedalam gelas beker yang sudah di beri label 3 ppm
- Mengambil 2 ml larutan induk Cu 25 ppm lalu memasukkannya kedalam gelas beker yang sudah di beri label 5 ppm
- Mengambil 2,8 ml larutan induk Cu 25 ppm lalu memasukkannya kedalam gelas beker yang sudah di beri label 7 ppm
- Mengambil 3,6 ml larutan induk Cu 25 ppm lalu memasukkannya kedalam gelas beker yang sudah di beri label 9 ppm. Menambahkan aquades kedalam lima gelas beker berisi larutan induk Cu hingga volume bertambah menjadi 10 ml
- Sehingga diperoleh larutan standar Cu dengan masing-masing konsentrasi sebesar 1; 3; 5; 7; 9 ppm
- Masukkan 2,5 ml larutan Cu 1 ppm kedalam labu ukur 25 ml
- Tambahkan 15 ml aquades
- Tambahkan 2,5 ml larutan ammonia 5%
- Tambahkan 2,5 ml larutan Na-dietilditiokarbamar 1%
- Tambahkan aquades hingga mencapai batas labu ukur
- Diamkan larutan selama 3 menit

Sambil menunggu larutan homogen, ambil artificial wastewater dari larutan Cu yang konsentrasi Cu nya tiak diketahui sebanyak 10 ml

- Masukkan larutan kedalam kuvet
- Masukkan kuvet kedalam spektrofotometer UV-Vis untuk mengukur absorbansi blanko dan larutan dengan panjang gelombang 450 nm. Pengukuran absorbansi blanko dilakukan terlebih dahulu dan cukup diukur satu kali.

- Pengukuran absorbansi larutan dilakukan sebanyak 3 kali lalu dihitung nilai rata – ratanya

Pengukuran absorbansi dapat diterima apabila nilai absorbansi blanko menunjukkan nilai 0,0000 – 0,0009. Hal ini menunjukkan fungsi benar blanko sebagai pembanding yaitu tidak terdapat radiasi elektromagnetik (yang dipancarkan oleh lampu katoda berongga (*hcl*)) yang diserap oleh atom zat pencemar atau zat yang diukur konsentrasinya.

- Melakukan preparasi dan pengukuran absorbansi seperti yang telah dilakukan sebelumnya untuk larutan standar Cu dengan konsentrasi 1; 3; 7; 9 ppm dan sampel. Pengukuran absorbansi akan menunjukkan semakin tinggi konsentrasi zat maka nilai absorbansinya semakin tinggi
- Melakukan pengolahan data menggunakan *software smart counting* seperti Ms. Excel dan sebagainya untuk memunculkan kurva kalibrasi dengan nilai $y = ax$. Pembuatan kurva kalibrasi dilakukan dengan melakukan plotting nilai absorbansi sebagai sumbu Y dan konsentrasi sebagai sumbu X.

- Menghitung konsentrasi Cu dalam sampel menggunakan persamaan

$$C = A/y$$





BAB III

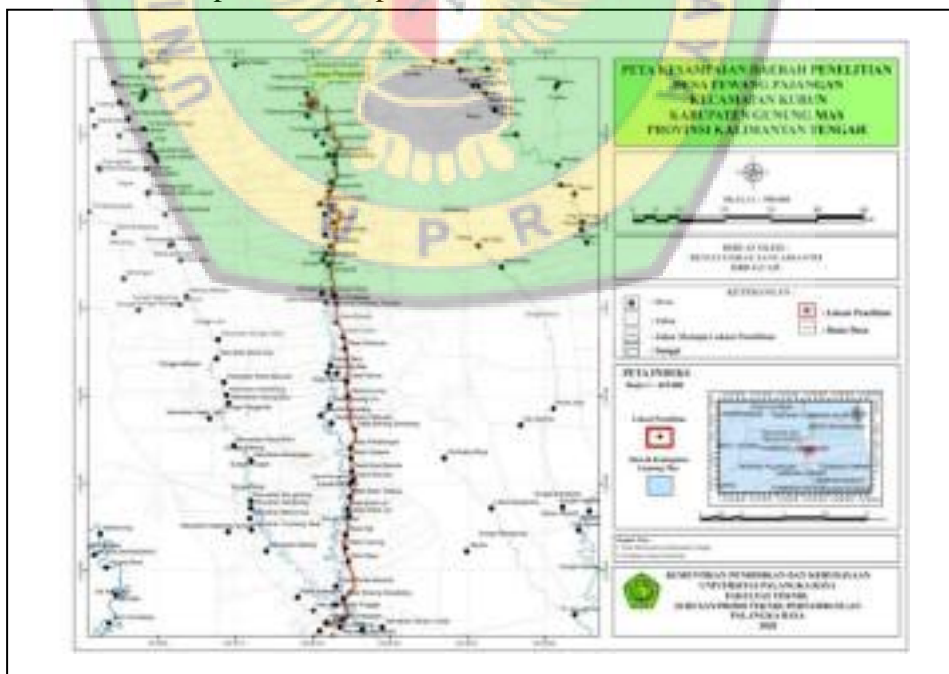
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

3.1.1 Lokasi Kesampaian Daerah Penelitian

Kabupaten Gunung Mas adalah salah satu Kabupaten yang terletak di Kalimantan Tengah dengan Ibu Kota Kuala Kurun. Pada kali ini penelitian dipusatkan pada tambang emas rakyat yang berada sungai Hampetuk Desa Tewang Pajangan Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Masa Provinsi Kalimantan Tengah dengan jarak kesampaian kelokasi penyeberangan yaitu ± 126 km, bisa ditempuh dengan waktu $\pm 3,5$ jam dengan menggunakan kendaraan roda dua dan roda 4 sampai lokasi penyeberangan dan dilanjutkan menggunakan getek ± 15 menit untuk sampai kelokasi penelitian.



Sumber : Peta Administrasi Kalimantan Tengah

Gambar 3.1 Peta Kesampaian Lokasi Penelitian

3.1.2 Keadaan Iklim dan Curah hujan

Dapat dilihat pada tabel dibawah ini adalah curah hujan yang terjadi pada tahun 2019 di Kabupaten Gunung Mas :

Tabel 3.1 Rata – rata Curah Hujan dan Hari Hujan/Bulanan

No.	Bulan	2017		2018		2019	
		mm	Hh	mm	Hh	mm	Hh
1	Januari	398	19	486	20	321	15
2	Februari	373	18	262	17	403	10
3	Maret	249	24	423	25	260	14
4	April	444	19	422	21	412	16
5	Mei	292	13	135	13	213	10
6	Juni	437	14	119	11	323	13
7	Juli	161	14	148	10	4	2
8	Agustus	189	7	73	6	75	5
9	September	280	16	29	9	113	4
10	Oktober	318	16	156	16	283	7
11	November	257	18	265	23	176	6
12	Desember	214	21	360	27	505	17
Jumlah		3218	199	2878	198	3088	119
Rata – rata		268,1	16,58	239,8	16,5	257,3	9,92

Sumber : Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut Palangka Raya, Badan Meteorologi ,
Klimatologi dan Geofisika, 2017-2019

3.1.3 Kondisi Geologi

3.1.3.1 Morfologi

Wilayah Gunung Mas termasuk dataran tinggi, Daerah utara merupakan daerah perbukitan, dengan ketinggian antara $\pm 100-500$ meter dari permukaan air laut dan mempunyai tingkat kemiringan $\pm 8-150$, serta mempunyai daerah pegunungan dengan tingkat kemiringan $\pm 15-250$. Pada daerah tersebut terdapat pegunungan Muller dan Schwanner dengan puncak tertinggi (Bukit Raya) mencapai 2.278 meter dari permukaan air laut. Bagian selatan terdiri

dari dataran rendah dan rawa-rawa yang berpotensi mengalami banjir cukup besar pada musim-musim hujan, selain itu juga daerah Kabupaten Gunung Mas memiliki perairan yang meliputi danau, rawa-rawa, dan ada empat jalur sungai yang berada/masuk wilayah Kabupaten Gunung Mas yaitu :

- Sungai Manuhing dengan panjang $\pm 28,75$ km
- Sungai Rungan dengan panjang $\pm 86,25$ km
- Sungai Kahayan dengan panjang ± 600 km
- Sungai Miri

3.1.3.2 Stratigrafi

A. Alivium

Pasir kuarsa, kerikil, dan bongkah berasal dari batuan malihan bersifat granit dan kuarsif lepas. Dibeberapa tempat ditemukan lumpur pasir dan tanah liat mengandung lignit dan limonit. Batuan yang mengeras juga ditemukan terletak diantara 40 – 50 M di atas permukaan sungai sekarang. Batuan-batuan tersebut terdapat sebagai endapan sungai, undak dan rawa.

B. Formasi Dohor

Batupasir kuarsa halus sampai kasar berwarna kelabu kebiru-biruan, konglomerat berlapis silang – siur dengan komponen batuan malihan dan batuan granitan bersisipan lapisan batu pasir berbutir limonit. Lapisan batubara dengan tebal 0,3 – 3 m terdapat di dalam

lapisan batu pasir berbutir kasar. Di daerah yang dipetakan batuan ini tidak mengandung fosil, kecuali kepingan moluska yang tidak dapat dikenal lagi di dalam lapisan batubara. Formasi ini diduga berumur Pliosen-Plistosen. Diperkirakan ketebalannya mencapai 300 meter dan sangat mungkin menebal ke arah timur

C. Formasi Warukin

Batu lanau dan batu lempung. Dibeberapa tempat terdapat konglomerat berlapis silang-siur dan sisipin batugamping. Lapisan batubara dengan ketebalan 0,3 – 2 meter terdapat di dalam lapisan batupasir. Didaerah yang dipetakan formasi ini mengandung bahan gunungapi dan kekuning-kuningan dengan ketebalan kira-kira 10 sampai 15 meter, di bagian bawah satuan ini mengandung fosil *Lepidocyclina angulosa* PROVALE ; *Lepidocyclina acuta* RUTTEN; *Heterostegina borneensis* VAN DER VLERK; *Lepidocyclina ephippioides* JONES dan CHAPMAN; karatan-karatan koral (kadar, 1974), umumnya berumur Miosen dan Lembar Tewah satuan ini merupakan bagian paling bawah Formasi Warukin. Berdasarkan penampang melintang ketebalan formasi ini diperkirakan berkisar antara 300 – 500 meter.



Sumber : Lampiran

Gambar 3.2 Peta Geologi Daerah Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk pengambilan sampel air sungai kahayan , yaitu :

Tabel 3.2 alat dan bahan

No.	Jenis Peralatan	Jumlah
1.	Kamera Digital	1 buah
2.	Perahu / getek	1 buah
3.	Jirigen 5 liter	2 buah
4.	Jirigen 10 liter	12 buah
5.	Tali	10 meter
6.	Isolasi	1 rol
7.	Kerta penulisan label sampel	8 pcs
8.	Spidol permanen	1 buah

3.3 Tata Laksana Penelitian

Tata laksana penelitian yang akan dilakukan dalam penyusunan tugas akhir ini meliputi :

3.3.1 Langkah Kerja

3.3.1.1 Tahap Persiapan

Pada tahap ini penulis mempelajari buku-buku literatur dan buku petunjuk maupun buku panduan yang tersedia dan berkaitan dengan masalah yang di angkat yaitu tentang pengelolaan kualitas air. Juga melakukan diskusi kepada pihak pengelola tambang emas rakyat tersebut sehingga peniti dapat tahu bagaimana sikon dan kondisi yang ada dilapangan.

3.3.1.2 Tahap Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini mencakup data primer dan data sekunder.

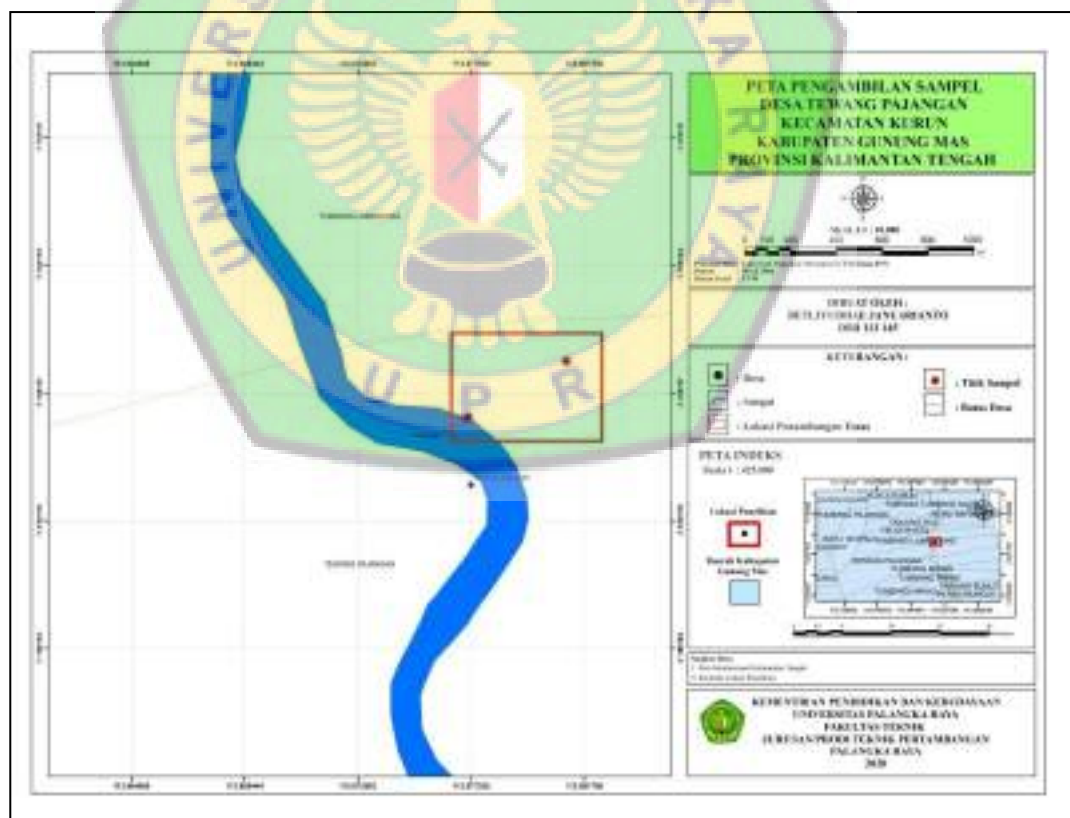
A. Data Primer

Merupakan data yang didapat dari sumber informan pertama yaitu individu atau perorang seperti hasil wawancara yang dilakukan oleh peneliti. Data primer ini berupa antara lain :

1. Hasil observasi ke lapangan secara langsung dalam bentuk catatan tentang situasi kejadian.
2. Pengambilan sampel.

Dalam tahap pengambilan sampel maka ada beberapa tahap yang dilakukan :

- Menyiapkan jirigen yang telah di berikan pemberat dan diikat dengan tali
- Jirigen dimasukkan kedalam air hingga menyentuh dasar air sungai
- Tarik jirigen keatas menggunakan tali yang telah diikat ke jirigen
- Isi jirigen hingga penuh tanpa menyisakan udara yang ada didalam jirigen
- Tutup jirigen hingga rapat



Sumber : Lampiran

Gambar 3.3 Peta Pengambilan Sampel

B. Data Sekunder

Merupakan data primer yang sudah diolah lebih lanjut dan disajikan oleh pihak pengumpul data primer atau pihak lain misalnya dalam bentuk tabel-tabel maupun diagram. Data ini digunakan untuk mendukung informasi primer yang di peroleh baik dari dokumen, maupun dari observasi langsung lapangan.

C. Tahap Pengolahan Data

Melakukan pengolahan data yang diperoleh dari lapangan untuk dilakukan pembahasan sehingga dapat mengetahui bagaimana pelaksanaan kegiatan usaha pertambangan emas serta dampak yang ditimbulkan akibat pertambangan emas, dan apa saja solusi yang dapat dilakukan dalam penyelamatan ekologi dan meminimalisir dampak yang akan ditimbulkan tambang emas rakyat. Dalam tahap pengolahan data ada beberapa tahap yang dilakukan :

- Mengirim sampel air yang belum di endapkan batu zeolit ke laboratorium untuk mengetahui kualitas air asalnya
- Melakukan uji pengendapan batu zeolit ke dalam sampel air selama 24 jam
- Mengambil sampel air yang telah dilakukan pengendapan dengan batu zeolit dan dikirim ke laboratorium untuk mengetahui hasil kualitas air dari pengendapan batu zeolit terhadap sampel.

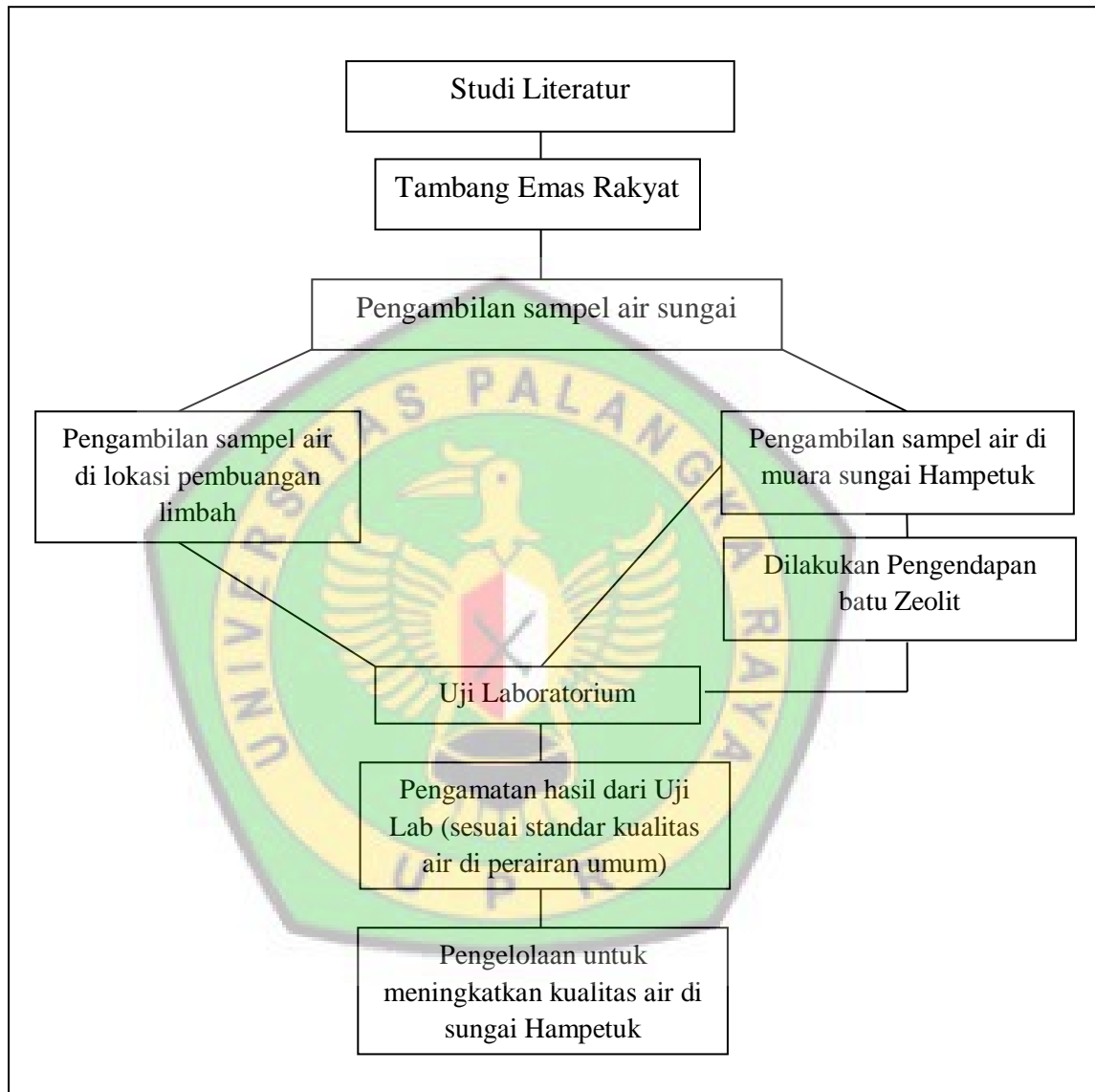
3.4 Metode Penelitian

Pada penelitian kali ini penulis menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif merupakan suatu penelitian yang mempunyai tujuan untuk mendeskripsikan suatu fenomena, peristiwa, gejala, dan kejadian yang terjadi secara factual, sistematis serta akurat. Fenomena dapat berupa bentuk aktivitas, hubungan, karakteristik, serta persamaan maupun perbedaan fenomena. Metode penelitian deskriptif kuantitatif bertujuan untuk menjelaskan suatu fenomena dengan menggunakan angka yang menggambarkan karakteristik subjek yang diteliti. Penelitian kuantitatif menilai sifat dari suatu kondisi fenomena yang terlihat. Tujuan penelitian kuantitatif dibatasi untuk mendeskripsi karakteristik sebagaimana adanya.

Dengan melakukan analisis kualitas air yang ada di anak sungai agar saat pembuangan kesungai besar kualitas air nya meningkat. Penelitian dilakukan dengan cara pengambilan sampel air sungai yang berada disungai Hampetuk untuk mengetahui kualitas airnya dan setelah itu akan dilakukan pengendapan batu zeolit untuk menghasilkan kualitas air yang jernih atau standar menurut Peraturan Pemerintah RI No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air, lalu dilakukan pengelolaan limbah.

3.5 Diagram Alir Pemikiran

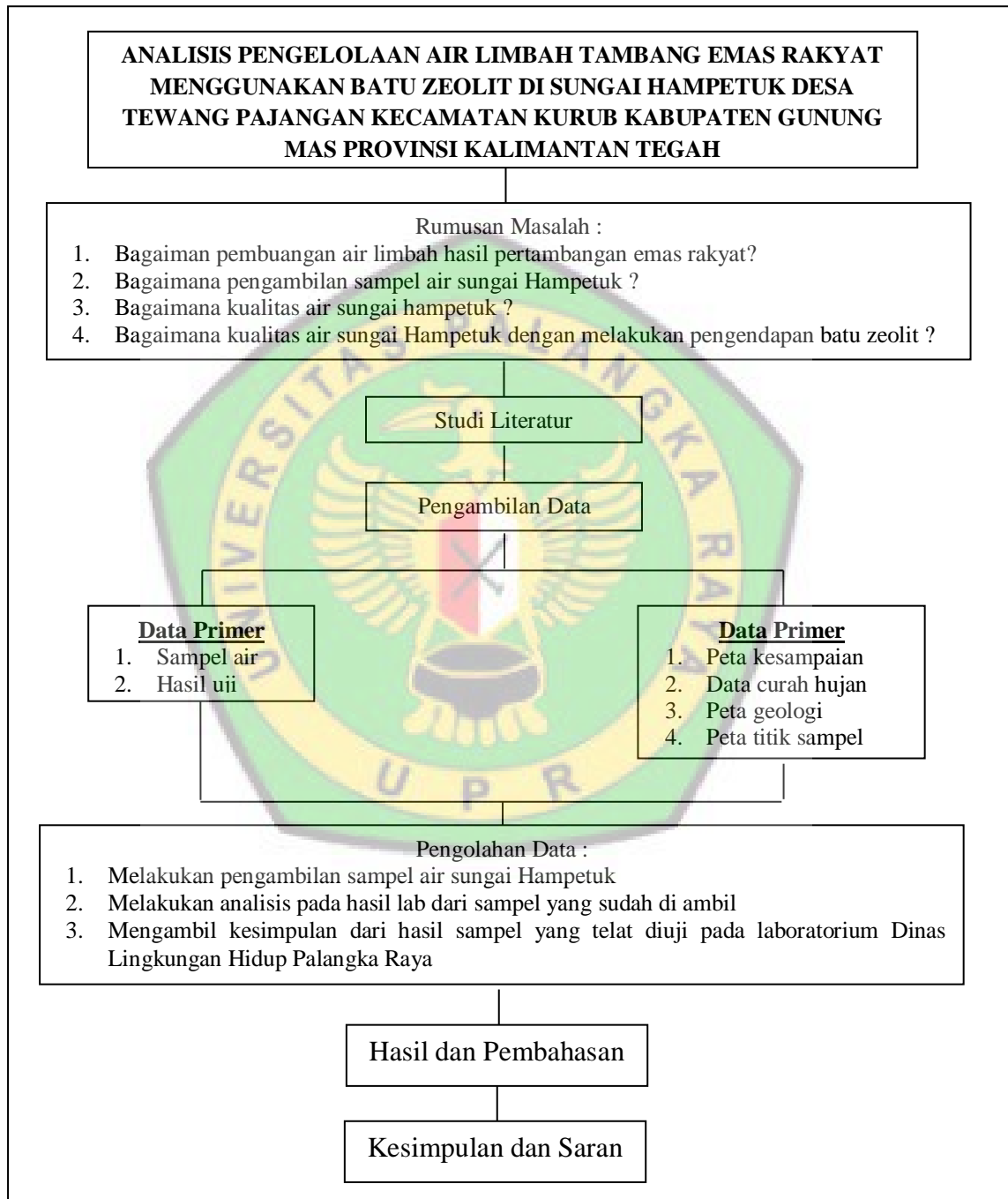
Diagram alir penelitian dalam penulisan skripsi ini dapat dilihat seperti gambar berikut :



Gambar 3.4 Diagram Alir Pemikiran

3.6 Bagan Alir

Bagan alir penelitian dalam penulisan skripsi ini dapat dilihat seperti gambar berikut :



Gambar 3.5 Bagan Alir Penelitian



BAB IV

BAB IV

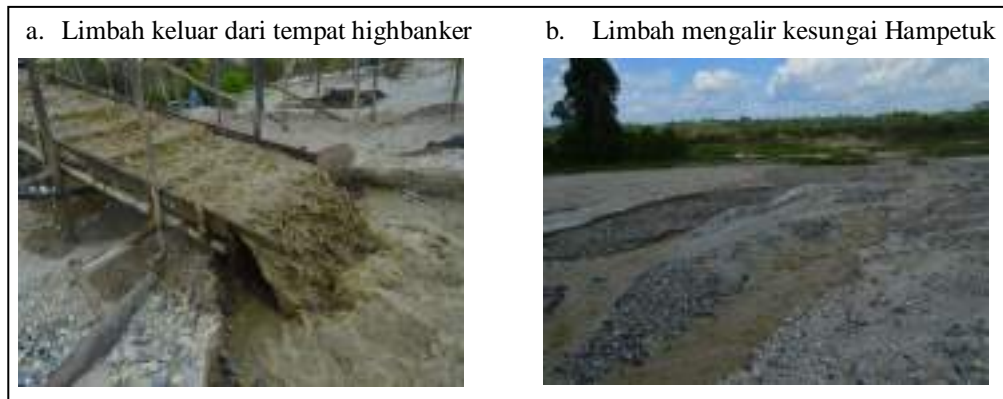
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Proses Pembuangan Limbah Hasil Pertambangan Emas Rakyat

Pada dasarnya lahan milik Yuel S.Aser yang berada didaerah Desa Tewang Pajangan tersebut adalah sebuah hutan rimba yang sangat lebat. Pertambangan emas milik bapak Yuel mulai beroperasi pada awal tahun 2016. Metode yang digunakan pada penambangan ini ialah metode *Heap Leacing*, karena sebagian besar emas yang di peroleh dari hasil penambangan masih tercampur dengan mineral atau substansi lainnya. Sehingga butuh untuk dilakukan pemisahan antar substansi ini yang pada akhirnya akan didapatkan emas dengan kadar murni yang tak tercampur dengan substansi lainnya. Metode heap leaching ini dilakukan dengan cara pemberian cairan kimia berupa sianida yang dicampurkan ke batuan berisikan kandungan emas. Sehingga nantinya akan berubah menjadi cairan yang selanjutnya dapat dipisahkan guna mendapatkan kadar emas murninya.

Perkembangan industri pertambangan yang pesat mengharuskan dilakukannya perluasan area yang sebagian besar masih berupa hutan. Dari awal kegiatan tambang emas rakyat ini dibuka pihak pengelolaan tambang emas tidak pernah menyediakan tempat untuk pengelolaan limbah hasil kegiatan tambang. Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan maka di dapat gambar/foto pada saat pembuangan limbah berlangsung dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pembuangan Limbah Hasil Pertambangan Emas Rakyat

Kegiatan tambang tersebut dilakukan diatas air dari hasil pengeboran yang dilakukan dan terdapat 2 mesin yang sedang melakukan kegiatan penambangan pada saat ini. Lambat laun saat kegiatan tambang tersebut berjalan limbah hasil pertambangan emas selalu dibuang ketanah sehingga membentuk sebuah anak sungai yang sampai saat ini masih ada dan dinamakan sebagai sungai Hampetuk. Pada saat ini sungai Hampetuk dapat dilalui menggunakan getek untuk ke lokasi penambangan, tetapi jika terjadi air surut atau musim kemarau maka getek tidak dapat masuk kedalam anak sungai tersebut. Sejak awal tahun 2016 pemilik tambang tersebut selalu membuang hasil limbah itu ketanah dan mengalir kesungai hampetuk tanpa adanya pengelolaan limbah. Dimana jika tidak ada pengelolaan limbah terlebih dahulu maka dapat merugikan warga sekitar yang menggunakan air tersebut maupun ekosistem yang ada didalam sungai tersebut. Limbah cair yang dibuang ketanah rata-rata berkisar ± 37 liter/5 detik.

4.1.2 Pengambilan Sampel

Setelah mengetahui tentang proses pembuangan limbah yang ada di pertambangan emas rakyat di sungai Hampetuk, peneliti melakukan pengambilan sampel. Teknik pengambilan sampel yang dilakukan yaitu menggunakan

Stratified Random Sampling (Pengambilan Sampel Acak Berstrata). Metode Pengambilan sampel acak berstrata mengambil sampel berdasar tingkatan tertentu jadi pada pengambilan sampel hanya dilakukan pada dua titik untuk mengetahui kualitas air sungai yang ada disetiap titik tersebut.

Karena telah diketahui limbah tidak langsung dibuang kesungai jadi peneliti memutuskan untuk mengambil sampel titik 1 berada di dekat aliran limbah yang mengalir kesungai Hampetuk. Pada titik 1 sampel untuk menguji kualitas air yang ada di lokasi tersebut di ambil hanya satu sampel di karenakan bentuk sungai yang hanya berukuran dengan lebar $\pm 1,5$ meter dan untuk kedalam sungainya ± 60 centimeter.



Gambar 4.2 Lokasi Pengambilan Sampel Titik 1

Karena peneliti menggunakan metode *Stratified Random Sampling* maka peneliti harus mengambil satu sampel agar bias dilakukan perbandingan. Untuk sampel yang kedua diambil sebelum muara sungai Hampetuk dengan cara pengambilan yang sama dikarenakan sungai yang berukuran ± 3 meter dengan kedalaman ± 2 meter.



Gambar 4.3 Lokasi Pengambilan Sampel Titik 2

4.1.3 Kualitas Air Sungai Hampetuk

Berdasarkan hasil uji laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kota Palangka Raya maka diperoleh kualitas air sungai Hampetuk :

Tabel 4.1 Kualitas Air Sungai Hampetuk

No.	Parameter	Satuan	Hasil					
			Uji Lab Titik 1	Uji Lab Titik 2	Baku Mutu (Kelas)			
					I	II	III	IV
1.	Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	157	97	50	50	400	400
2.	Derajat Keasaman (pH)	mg/L	4,9	5,7	6 - 9	6 - 9	6 - 9	5 - 9
3.	Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD ₅)	mg/L	10	8	2	3	6	12
4.	Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	mg/L	37,7	18,8	10	25	50	100
5.	Minyak Lemak	ug/L	<5000	<5000	1000	1000	1000	-
6.	Besi (Fe)	mg/L	5,59	4,3	0,3	-	-	-
7.	Seng (Zn)	mg/L	0,09	0,06	0,05	0,05	0,05	2
8.	Mangan (Mn)	mg/L	<0,1	<0,1	0,1	-	-	-
9.	Merkuri / Air Raksa (Hg)	mg/L	<0,002	<0,002	0,001	0,002	0,002	0,005

Peneliti melakukan pengambilan sampel pada titik 1 berada di tempat pembuangan limbah hasil tambang emas yang sedang berlangsung sedang kan pada titik 2 untuk pengambilan sampel berada pada sebelum muara sungai Hampetuk. Pada setiap titik di ambil 4 sampel dimana 1 sampel sebagai patokan kualitas air yang berada dilokasi dan 3 sampel untuk di uji melalui pengendapan batu zeolit selama 24 jam. Dari hasil analisis kualitas air di tabel 4.1 menunjukkan bahwa kualitas air di Sungai Hampetuk untuk semua parameter rata-rata berada pada baku mutu kelas III dan IV sedangkan masyarakat sekitar masih menggunakan air sungai sebagai sarana rekreasi maupun mandi cuci kakus dan sebagainya. Maka dari itu untuk para pengelola pihak tambang emas sekitar

minimal dapat mengelola limbahnya terlebih dahulu agar limbah cair yang di buang kesungai Kahayan dapat memenuhi minimal baku mutu kelas II.

Dapat disimpulkan bahwa yang mempengaruhi kualitas air yang ada disungai Hampetuk adalah murni akibat adanya penambangan emas didaerah tersebut. Sebab pada daerah penambangan tersebut tidak adanya pemukiman warga atau pun industri lain yang pernah ataupun sedang melakukan kegiatan.

4.1.4 Kualitas Air Sungai Hampetuk Menggunakan Pengendapan Batu

Zeolit

Pada pengendapan batu zeolit terhadap sampel air sungai hampetuk yang telah diambil sebanyak 3 sampel pertitik untuk dilakukan uji kualitasnya di laboratorium Lingkungan Hidup Kota Palangka Raya. Pada setiap sampel terdiri dari 20 liter air/sampel dengan endapan batu zeolit untuk uji 1 sebanyak 500 gram , uji 2 sebanyak 750 gram dan uji 3 sebanyak 1 kilogram dan pengendapan dilakukan selama 24 jam. Karena masyarakat sekitar masih menggunakan air sungai sebagai sarana rekreasi maupun mandi cuci kakus dan sebagainya maka peneliti mengambil baku mutu kelas II sebagai acuan untuk kualitas air yang layak di alirkan kesungai Kahayan.

4.1.4.1 Kualitas Air Sungai Hampetuk Titik 1 Menggunakan Pengendapan

Batu Zeolit

Berdasarkan hasil pengendapan batu zeolit selama 24 jam pada titik 1 yang berada tepat dipembuangan limbah hasil tambang maka didapatkan kualitas air disungai Hampetuk adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Kualitas Air Sungai Hampetuk Titik 1
Setelah pengendapan dengan batu zeolit

No.	Parameter	Satuan	Hasil				Baku Mutu II
			Titik 1	Uji 1	Uji 2	Uji 3	
			1.	Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	157	119
2.	Derajat Keasaman (pH)	mg/L	4,9	5,2	5,3	5,7	6 – 9
3.	Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD ₅)	mg/L	10	8	6	5	3
4.	Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	mg/L	37,7	29,8	24,5	14	25
5.	Minyak Lemak	ug/L	<5000	<5000	<5000	<5000	1000
6.	Besi (Fe)	mg/L	5,59	5,25	4,9	3,22	-
7.	Seng (Zn)	mg/L	0,09	0,09	0,09	0,06	0,05
8.	Mangan (Mn)	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
9.	Merkuri / Air Raksa (Hg)	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

4.1.4.2 Kualitas Air Sungai Hampetuk Titik 2 Menggunakan Pengendapan

Batu Zeolit

Berdasarkan hasil pengendapan batu zeolit selama 24 jam pada titik 2 yang tepatnya berada sebelum muara sungai Hampetuk maka didapatkan kualitas air disungai Hampetuk adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Kualitas Air Sungai Hampetuk Titik 2
Setelah pengendapan dengan batu zeolit

No.	Parameter	Satuan	Hasil				Baku Mutu II
			Titik 2	Uji 1	Uji 2	Uji 3	
			1.	Residu Tersuspensi (TSS)	mg/L	97	75,5
2.	Derajat Keasaman (pH)	mg/L	5,7	5,9	6	6,2	6 – 9
3.	Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD ₅)	mg/L	8	5	2	2	3
4.	Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	mg/L	18,8	15,2	14	9,8	25
5.	Minyak Lemak	ug/L	<5000	<5000	<5000	<5000	1000
6.	Besi (Fe)	mg/L	4,3	2,06	0,8	-	-
7.	Seng (Zn)	mg/L	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	0,05
8.	Mangan (Mn)	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
9.	Merkuri / Air Raksa (Hg)	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

4.2 Pembahasan

4.2.1 Proses Pembuangan Limbah Hasil Pertambangan Emas Rakyat

Berdasarkan data yang ada, hasil dari pengamatan dilapangan maka di temukan pembuangan limbah hasil pertambangan emas rakyat yang berada di sungai Hampetuk tidak adanya pengelolaan dalam penetralan air sehingga sesuai dengan baku mutu air yang telah tertera dalam Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Sehingga membuat kualitas air sungai melewati batas ambang pada baku mutu kelas II.

Dapat kita ketahui disini penambang mesti diwajibkan untuk mengolah tempat proses pengolahan limbah sebelum di buang kesungai Kahayan. Pada penambangan emas yang ada telah diketahui limbah yang keluar sebanyak 37 liter/ 5 detiknya pada satu mesin dan setiap harinya proses penambangan berjalan selama 8 jam maka dapat kita hitung untuk perkiraan limbah yang dikeluarkan oleh mesin tambang emas adalah sebagai berikut :

Diketahui :

37 liter = 5 detik

8 jam = 28.800 detik

maka :

$$\frac{28.000}{5} \times 37 \text{ liter} = 213.120 \text{ liter}$$

Jadi, limbah yang dihasilkan pada satu mesin adalah ± 213.120 liter.

Karena pada kegiatan tambang emas tersebut menggunakan dua mesin yang sama maka $213.120 \times 2 = 426.240$ liter.

Diketahui jika $1\text{m}^3 = 1000$ liter , jadi yang dibutuhkan oleh penambang adalah sebuah wadah untuk penampungan limbah yang berukuran $426,24\text{m}^3$.

Diketahui $1\text{m}^3 = 1 \text{ meter} \times 1 \text{ meter}$ persegi

maka $426,24 \times 426,24 = 181.680,54$ persegi

Jadi wadah pengelolaan yang diperlukan dalam melakukan pengelolaan limbah sebesar $181.680,54$ persegi.

4.2.2 Pengambilan Sampel

Pada setiap titik diambil sebanyak 4 sampel yaitu 1 sampel sebanyak 5 liter sebagai patokan untuk kualitas air dilokasi tersebut sedangkan 3 sampel sebanyak masing-masing 20 liter sebagai uji dengan melakukan pengendapan batu zeolit.

4.2.2 Kualitas Air Sungai Hampetuk

Berdasarkan data hasil uji laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Palangka Raya maka di temukan bahwa dari 2 titik sampel air sungai hampetuk dimana titik 1 terletak di pembuangan limbah hasil pertambangan emas rakyat dan titik 2 terletak sebelum muara sungai Hampetuk.

Karena diketahui sungai Hampetuk hanya di huni oleh Pihak yang melakukan kegiatan tambang tanpa adanya pemukiman jadi dapat disimpulkan bahwa yang menyebabkan penurunannya kualitas air adalah akibat adanya penambangan emas didaerah sungai Hampetuk. Bisa diperhatikan pada kualitas air pada titik satu lebih tinggi intensitas tercemarnya dari pada titik 2 karena titik 1 tepat berada pada pembuangan awal limbah sedangkan pada titik 2 adalah limbah yang sudah mengalir kearah muara sungai yang telah melewati ekosistem yang ada disungai Hampetuk yang berjarak tempuh ± 5 menit perjalanan menggunakan getek. Itu sebabnya kenapa pada titik 1 intensitas tercemarnya lebih tinggi di bandingkan titik 2. Dapat dilihat untuk persentase dari parameter yang ada :

Diketahui :

Total Parameter yang di gunakan = 9 parameter

Maka :

1 parameter = 11,11 %

Beberapa parameter tidak dapat diketahui hasil pastinya (50:50) sehingga untuk nilai persentasenya di bagi 2 menjadi : $\frac{11,11}{2} = 5,56$ %

Didapatkan pada titik 1 untuk tingkat pencemarannya 7 parameter yang berada dibatas ambang baku mutu kelas II , 1 parameter nilai pastinya tidak diketahui dan 1 parameter tidak melewati batas ambang baku mutu kelas II. Maka untuk persentasenya :

$$(11,11 \times 7) + 5,56 = 77,66 + 5,56 = 83,33 \%$$

Dapat disimpulkan 83,33% air yang berada dititik 1 berada dibatas ambang baku mutu kelas II.

Didapatkan pada titik 2 untuk tingkat pencemarannya 6 parameter yang berada dibatas ambang baku mutu kelas II , 1 parameter nilai pastinya tidak diketahui dan 2 parameter tidak melewati batas ambang baku mutu kelas II. Maka untuk persentasenya :

$$(11,11 \times 6) + 5,56 = 66,66 + 5,56 = 72,22 \%$$

Dapat disimpulkan 83,33% air yang berada dititik 1 berada dibatas ambang baku mutu kelas II.

4.2.3 Kualitas Air Sungai Hampetuk Menggunakan Pengendapan Batu Zeolit

Dari hasil uji di laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Palangka Raya maka dapat dilihat untuk uji pengendapan batu zeolit pada sampel selama 24 jam didapatkan dititik 1 walaupun sudah menggunakan 1 kg batu zeolit air masih

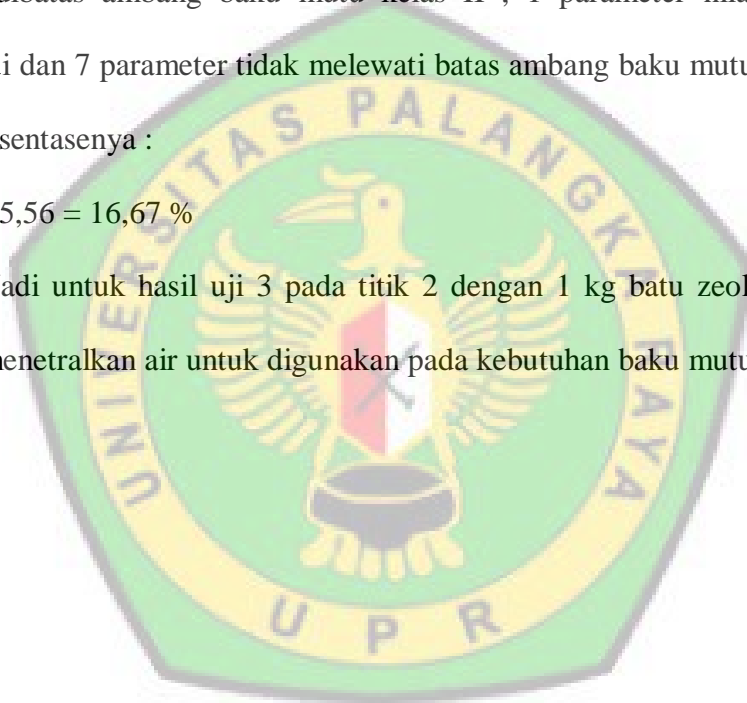
belum bias memenuhi baku mutu yang diinginkan. Didapatkan pada titik 1 uji 3 untuk tingkat pencemarannya 6 parameter yang berada dibatas ambang baku mutu kelas II , 1 parameter nilai pastinya tidak diketahui dan 2 parameter tidak melewati batas ambang baku mutu kelas II. Maka untuk persentasenya :

$$(11,11 \times 6) + 5,56 = 66,66 + 5,56 = 72,22 \%$$

Pada uji dititik 2 parameter yang ditidak melewati batas ambang hampir memenuhi baku mutu kelas II terdapat di uji 3 didapatkan 1 parameter yang masih berada dibatas ambang baku mutu kelas II , 1 parameter nilai pastinya tidak diketahui dan 7 parameter tidak melewati batas ambang baku mutu kelas II. Maka untu persentasenya :

$$11,11 + 5,56 = 16,67 \%$$

Jadi untuk hasil uji 3 pada titik 2 dengan 1 kg batu zeolit sudah sangat cukup menetralkan air untuk digunakan pada kebutuhan baku mutu kelas II.





BAB V

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil analisis pengelolaan air di Sungai Hampetuk adalah sebagai berikut :

1. Pada proses pembuangan limbah pertama air masuk kedalam spiral yang di isap menggunakan mesin keong 8 inch yang mengalir ke highbanker atau yang sering masyarakat sebut dengan karpet panggung dan setelah melalui highbanker tersebut air langsung dibuang ke tanah yang mengalir langsung kesungai hampetuk tanpa adanya pengelolaan limbah terlebih dahulu dan melanggar prosedur yang telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah RI No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Maka dari itu diperlukanya pengelolaan limbah terlebih dahulu sebelum dialirkan ke sungai Kahayan. Untuk wadah pengelolaan limbah yang diperlukan adalah sebesar 181.680,54 persegi.
2. Sampel diambil dari dasar sungai dan ditarik permukaan sungai agar setiap setiap komponen yang ada didalam sungai tersebut ikut terambil didalam sebuah sampel yang akan di uji.
3. Dari hasil uji laboratorium dapat di simpulkan bahwa :

Pada lokasi titik 1 nilai TSS lebih tinggi yaitu sebesar 157 mg/L dibandingkan titik 2 yaitu 97 mg/L diakibatkan pada titik 1 terdapat kegiatan penambangan menggunakan mesin pompa air yang menghisap

endapan pasir dan lumpur yang ada didasar sungai sehingga membuat kadar TSS nya lebih tinggi dibandingkan pada titik 2.

Intensitas pH air pada titik 1 4,9 mg/L dan titik 2 5,7 mg/L pada kedua titik tersebut masih dibawah baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah diakibatkan karena para penggiat tambang dilokasi tersebut membuang limbah anorganik yang mengandung berbagai macam senyawa kimia yang bersifat asam langsung kesungai.

Nilai BOD pada titik 1 10 mg/L dan pada titik 2 8 mg/L. Menurunnya nilai BOD pada titik 2 diperkirakan karena waktu, dimana karena melibatkan mikroorganisme (bakteri) sebagai pengurai bahan organik, maka analisis BOD memang memerlukan waktu yang cukup lama.

Tingginya nilai COD pada titik 1 sebesar 37,7 mg/L dan titik 2 sebesar 18,8mg/L adalah akibat adanya kegiatan penambangan emas didaerah tersebut tanpa melakukan pengolahan limbah terlebih dahulu.

Nilai dari minyak lemak tidak dapat dipastikan yaitu <5000 ug/L karna keterbatasan alat di laboratorium yang tidak bisa mengukur nilai dibawah dari 5 mg/l sedangkan nilai batas baku mutu kelas 2 Per
43
Pemerintah No. 82 Tahun 2001 adalah 1 mg/l.

Dari hasil pengujian laboratorium dapat diambil kesimpulan bahwa air sungai di lokasi penelitian dapat dikatakan telah terjadi penurunan kualitas berdasarkan parameter Fe (Besi) pada titik 1 memiliki nilai 5,59 mg/L dan titik 2 4,3 mg/L yang disebabkan oleh tanah yang disedot dari

dasar sungai Hampetuk mengandung nilai besi sehingga mempengaruhi nilai dari besi di titik 1 dan titik 2 tersebut.

Nilai Seng (Zn) di lokasi kedua titik tinggi dikarenakan limbah dari kegiatan penambangan yang dihasil saat proses penyedotan dari dasar sungai.

Pada nilai Mangan (Zn) pada kualitas air disungai Hampetuk tidak mengalami masalah atau pun penurunan kualitas di akibatkan .

Penambang melakukan pemunian emas atau pemisahan emas dan pengotornya menggunakan bahan yang mengandung zat kimia yang dilakukan pada lokasi penambangan.

4. Dalam mengatasi masalah penurunan kualitas air pada sungai Hampetuk maka perlu dilakukannya pengelolaan limbah dengan menggunakan batu zeolit dengan cara dilakukannya pengendapan batu zeolit selama 24 jam. Pada pengujian pengendapan batu zeolit sebanyak 1 kg / 20 liter maka didapatkan hasil hanya 16,67% total air yang tercemar. Jadi kesimpulannya, jika hendak mencapai tingkat pencemaran yang rendah atau 0% maka intensitas batu zeolitnya harus ditambah lebih dari yang sudah ditetapkan oleh penerliti.

5.2 Saran

Dari data pengamatan dilokasi tambang emas rakyat disungai Hampetuk tersebut sebaiknya para pelaku tambang harus memperhatikan pembuangan limbah dari hasil penambangan emas tersebut agar limbah yang dibuang ke sungai Kahayan tetap pada prosedur yang di ajukan pemerintah dalam Peraturan

Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Dengan membuat 2 wadah untuk pengelolaan limbah tepat di muara sungai agar mendapatkan kualitas air yang baik. Untuk penggunaan zeolit disarankan menggunakan zeolit yang sudah berbentuk serbuk agar mempermudah dalam melakukan pengelolaan limbahnya.





**DAFTAR
PUSTAKA**

DAFTAR PUSTAKA

- Agincourt Resources. 2019. *Berbagai Jenis Metode Pertambangan Emas*. <https://www.agincourtresources.com/read-agincourt/berbagai-jenis-metode-pertambangan-emas/>. Diakses 18 November 2020
- Agus Candra, Sukandarrumidi, Wintolo Djoko. 2005. *Dampak Limbah Cair Hasil Pengolahan Emas Terhadap Kualitas Air Sungai dan Cara Mengurangi Dampak Dengan Menggunakan Zeolit*. <file:///C:/Users/pebrianti%20theresa/Downloads/18630-37243-1-PB.pdf>. Diakses 27 September 2020
- BPS Kabupaten Gunung Mas. 2017. *Jumlah Curah Hujan Dan Hari Hujan Menurut Bulan di Kabupaten Gunung Mas, 2006-2019*. <https://gumaskab.bps.go.id/statictable/2020/05/11/351/jumlah-curahhujan-dan-hari-hujan-menurut-bulan-di-kabupaten-gunung-mas-2006-2019.html>. Diakses 5 Oktober 2020
- Chatimatun Nisa, Utami Irawati, Sunardi. 2013. *Model Adsorpsi Seng (Zn) Dalam Sistem Air*. <https://media.neliti.com/media/publications/107756-ID-model-adsorpsi-timbal-pb-dan-seng-zn-dal.pdf>. Diakses 23 November 2020
- Hadyan Arisyi. 2020. *Kandungan Logam Berat Tembaga*. https://www.youtube.com/watch?v=pcN5dgaJv_M. Diakses 24 November 2020
- Kontributor Wikipedia. 2019. *Wikipedia, Ensiklopedia Bebas*. <https://id.wikipedia.org/wiki/PH>. Diakses 5 Oktober 2020
- Kontributor Wikipedia. 2020. *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Biochemical_oxygen_demand. Diakses 5 Oktober 2020
- Kontributor Wikipedia. 2020. *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Total_suspended_solids. Diakses 5 Oktober 2020
- Kontributor Wikipedia. 2020. *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Zinc>. Diakses 5 Oktober 2020
- Maharani Safir Valencia. 2017. *Pengolahan Minyak dan Lemak Limbah Industri*. http://repository.its.ac.id/43769/1/3313100045_Undergraduate_Thesis.pdf. Diakses 5 Oktober 2020
- Maniur Arianto Siahaan. 2019. *Analisis Kadar Besi(Fe) Pada Air Sumur Gali*. <file:///C:/Users/pebrianti%20theresa/Downloads/769-Article%20Text-2814-1-10-20190807.pdf>. Diakses 23 November 2020

- Mu'affan Ali. 2014. *Profil Mangan Mn*. <https://www.slideshare.net/affandzeko23/profil-mangan-mn>. Diakses 27 September 2020
- Nullah Qory Adzri. 2012. *Zeolite Dalam Pengolahan Limbah Cair*. <http://adzriair.blogspot.com/2012/11/zeolite-dalam-pengolahan-limbah-cair.html>. Diakses 26 Juni 2020
- Oktiana Berti. 2019. *Sachet Kulit Pisang Sebagai Media Penurunan Kandungan Besi (Fe) Air Sumur Gali*. <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/873/>. Diakses 5 Oktober 2020.
- Pahilda, Widia Rahmawati. 2018. *Pemantauan Kualitas Air Sungai*. <https://www.gesi.co.id/pemantauan-kualitas-air-sungai/>. Diakses 27 September 2020
- Pemerintah Kabupaten Gunung Mas. 2020. Kabupaten Gunung Mas. <https://gunungmaskab.go.id/index.php/profil/>. Diakses 28 Juni 2020
- Public Health Home. 2014. *Prosedur Uji Total Suspended Solid/TSS*. <http://www.indonesian-publichealth.com/prosedur-uji-total-suspended-solidtss/>. Di akses 22 November 2020
- Republik Indonesia. 2001. *Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*. Lembara Negara RI Tahun 2001. Jakarta
- Rianto Audri. 2019. *Karakteristik dan Fungsi Zeolit Pada Proses Penjernihan Air*. <https://www.isw.co.id/post/2019/01/11/karakteristik-dan-fungsi-zeolite-pada-proses-penjernihan-air>. Diakses 27 September 2020
- Rustadi Dudung. 2017. *Cara Menghitung Volume Ukuran Tangki Air Kotak*. <https://tangkifiberglass.com/volume-ukuran-tangki-air-kotak/>. Diakses 18 November 2020
- Setyani Hardiani Sunardi, Aris Mukimin. 2014. *Pengembangan Metode Analisis Parameter Minyak dan Lemak pada Contoh Uji Air*. <https://www.neliti.com/id/publications/127949/pengembangan-metode-analisis-parameter-minyak-dan-lemak-pada-contoh-uji-air>. Diakses 23 November 2020
- Sumber Aneka Karya Abadi. 2020. *Uji BOD Praktis Dan Mudah*. <http://www.saka.co.id/news-detail/uji-bod---praktis-dan-mudah#:~:text=Secara%20umum%2C%20uji%20BOD%20dilakukan,BO D21%20%2F%20BODU>). Diakses 23 November 2020
- Teknik Lingkungan ITENAS. 2020. *Analisa Mangan Dalam Air*. <https://www.youtube.com/watch?v=jEN5bfRf5gQ>. Diakses 24 November 2020