

**UJI KARAKTERISTIK LUMPUR HASIL PENGOLAHAN
PRODUKSI PERUMDA TIRTA PENGABUAN**

TUGAS AKHIR



**FAIQ HABIBAH HANIF.S
1800825201003**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2023**

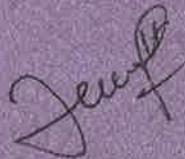
HALAMAN PERSETUJUAN
UJI KARAKTERISTIK LUMPUR HASIL PENGOLAHAN
PRODUKSI PERUMDA TIRTA PENGABUAN
TUGAS AKHIR

Oleh

Faiq Habibah Hanif. S
1800825201003

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari, menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan Judul dan Penyusun sebagaimana tersebut diatas telah disetujui sesuai dengan prosedur, ketentuan, kelaziman yang berlaku pada Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Univeristas Batanghari.

Pembimbing I



Siti Umi Kalsum, ST, M.Eng
NIDN. 1027067401

Jambi, Maret 2023
Pembimbing II



Hadrah, S.T, M.T
NIDN. 1020088802

HALAMAN PENGESAHAN

UJI KARAKTERISTIK LUMPUR HASIL PENGOLAHAN PRODUKSI PERUMDA TIRTA PENGABUAN

Tugas akhir ini telah dipertahankan pada Sidang Tugas Akhir Komprehensif Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Nama : Faiq Habibah Hanif S
NPM : 1800825201003
Hari/Tanggal : Kamis, 16 Februari 2023
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua :

1. Anggrika Riyanti, S.T., M.Si
NIDN. 1010028704

Anggota :

2. Marhadi, S.T., M.Si
NIDN. 1008038002

3. Menik Kasman, ST, M.Eng.Sc
NIDN. 0003088001

4. Siti Umi Kalsum, S.T, M.Eng
NIDN. 1027067401

5. Hadrah, S.T, M.T
NIDN. 1020088802

()
()
()
()
()

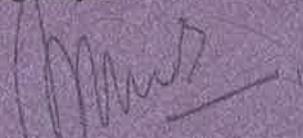
Disahkan Oleh

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME
NIDN. 10151128501

Ketua Program Studi Teknik
Lingkungan



Marhadi, S.T., M.Si
NIDN. 1008038002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN



Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Faiq Habibah Hanif. S

NPM : 1800825201003

Judul : Uji Karakteristik Lumpur Pengolahan
Produksi PERUMDA Tirta Pengabuan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Batanghari sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Jambi, Maret 2023


Faiq Habibah Hanif. S

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Faiq Habibah Hanif. S
NPM : 1800825201003
Judul : Uji Karakteristik Lumpur Pengolahan Produksi PERUMDA Tirta Pengabuan

Memberikan izin kepada pembimbing dan Univeritas Batanghari untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasi karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding Author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Jambi, Maret 2023

Penulis



Faiq Habibah Hanif. S

ABSTRAK

Uji Karakteristik Lumpur Hasil Pengolahan Produksi PERUMDA Tirta Pengabuan

Faiq Habibah Hanif S.; Dibimbing oleh Siti Umi Kalsum, S.T, M.Eng dan Hadrah, S.T, M.T

58 halaman, 11 tabel, 15 gambar, 10 lampiran

ABSTRAK

Saat ini PERUMDA Tirta Pengabuan Tanjung Jabung Barat belum ada melakukan pengujian karakteristik lumpur hasil pengolahan produksi Instalasi Pengolahan Air (IPA) selain itu kondisi *Sludge Drying Bed* (SDB) yang ada belum maksimal dalam mengolah lumpur hasil olahan, untuk itu penelitian ini bertujuan untuk menguji karakteristik lumpur IPA PERUMDA Tirta Pengabuan dan menghitung volume lumpur perhari yang dapat direkomendasikan untuk metode pengolahan lumpur tersebut. Pengambilan sampling pada sedimentasi, filtrasi, dan jalur buangan dilakukan dengan dua kondisi pada saat pasang dan surut tidak hujan. Volume lumpur pada saat pasang di IPA PERUMDA Tirta Pengabuan didapatkan nilai yang tertinggi saat pasang pada unit S-III-Ps 0,80 m³/hari dan terendah pada unit S-I-Ps 0,58 m³/hari. Nilai yang tertinggi saat surut pada unit S-III-Su 1,65 m³/hari dan terendah pada unit S-II-Su 0,80 m³/hari. Karakteristik lumpur IPA PERUMDA Tirta Pengabuan terdiri dari TSS, Al, Fe (Besi), *Specific gravity*, TS. TSS lumpur tertinggi saat pasang pada unit S-I-Ps 355mg/l dan terendah pada unit S-II-Ps 315 mg/l, saat surut TSS tertinggi pada unit S-I-Su 323 mg/l dan terendah 284 mg/l. Al lumpur tertinggi saat pasang pada unit S-I-Ps 0,223 mg/l dan terendah pada unit S-II-Ps 0,123mg/l, saat surut Al tertinggi pada unit S-I-Su 0,208 mg/l dan terendah pada unit S-II-Su 0,123 mg/l. Fe lumpur tertinggi saat pasang pada unit S-I-Ps 0,923 mg/l dan terendah pada unit S-III-Ps 0,182 mg/l, saat surut Fe tertinggi pada unit S-I-Su 0,877 mg/l dan terendah pada unit 0,165 mg/l. TS lumpur tertinggi saat pasang pada unit S-I-Ps 565 mg/l dan terendah pada S-II-Ps 425 mg/l, saat surut tertinggi S-I-Su 467 mg/l dan terendah pada unit S-II-Su 417 mg/l. *Specific gravity* lumpur tertinggi saat pasang pada unit S-I-Ps 1,158 g/cm³ dan terendah pada unit S-III-Ps 1,059 g/cm³ Saat surut tertinggi pada unit S-II-Su 1,123 g/cm³ dan terendah pada unit S-I-Su 0,995 g/cm³.

Kata kunci: Karakteristik lumpur, Volume lumpur, IPA PERUMDA Tirta Pengabuan

ABSTRAC

Currently, PERUMDA Tirta Pengabuan Tanjung Jabung Barat has not yet tested the characteristics of the sludge produced by the Water Treatment Plant (IPA) production. In addition, the existing Sludge Drying Bed (SDB) conditions are not optimal in processing processed sludge, for this reason, this study aims to examine the characteristics of PERUMDA Tirta Pengabuan IPA mud and calculate the volume of sludge per day that can be recommended for the sludge treatment method. Sampling on sedimentation, filtration, and discharge lines was carried out under two conditions when the tides and ebbs did not rain. The volume of mud at high tide at the PERUMDA Tirta Pengabuan IPA obtained the highest value at high tide at the S-III-Ps unit 0.80 m³/day and the lowest at the S-I-Ps unit 0.58 m³/day. The highest value at low tide is on the S-III-Su unit at 1.65 m³/day and the lowest is on the S-II-Su unit at 0.80 m³/day. The characteristics of the PERUMDA Tirta Pengabuan IPA sludge consist of TSS, Al, Fe (Iron), Specific gravity, and TS. The highest mud TSS at high tide was in the S-I-Ps unit of 355 mg/l and the lowest was in the S-II-Ps unit of 315 mg/l, the highest TSS at low tide was in the S-I-Su unit of 323 mg/l and the lowest was 284 mg/l. The highest Mud Al at high tide was in the S-I-Ps unit at 0.223 mg/l and the lowest was in the S-II-Ps unit at 0.123 mg/l, the highest Al recede was in the S-I-Su unit at 0.208 mg/l and the lowest in the S-II-Su unit 0.123 mg/l. The highest Fe in sludge at high tide was in the S-I-Ps unit of 0.923 mg/l and the lowest in the S-III-Ps unit of 0.182 mg/l, the highest in ebb was in the S-I-Su unit of 0.877 mg/l and the lowest in the unit of 0.165 mg/l. The highest mud TS at high tide was on the S-I-Ps unit at 565 mg/l and the lowest on S-II-Ps at 425 mg/l, the highest low tide on S-I-Su at 467 mg/l, and the lowest on the S-II-Su unit 417 mg/l. The highest specific gravity of mud at installation was on the S-I-Ps unit of 1.158 g/cm³ and the lowest on the S-III-Ps unit of 1.059 g/cm³. The highest low tide was on the S-II-Su unit at 1.123 g/cm³ and the lowest was on the S-I-Su unit at 0.995 g/cm³.

Keyword: Characteristics of sludge, volume of sludge, IPA PERUMDA Tirta Pengabuan

PRAKATA

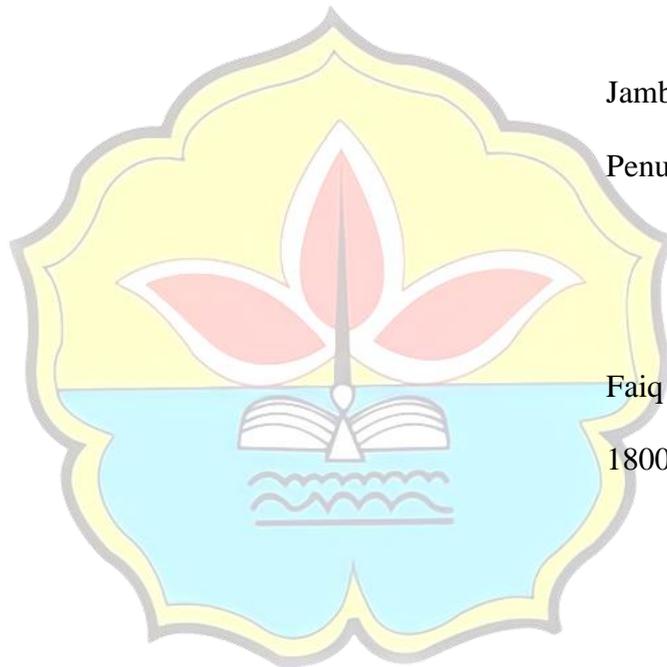
Allhamdulillahirabbil'alamin segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah subhannahu wata'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul : Uji Karakteristik Lumpur Hasil Pengolahan Produksi PERUMDA Tirta Pengabuan.

Keberhasilan penyusunan ini tidak dapat terlepas dari bantuan, arahan dan petunjuk dari semua pihak, untuk itu penulis pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih pada :

1. Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, ME selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari;
2. Marhadi, S.T. M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari;
3. Ibu Siti Umi Kalsum, S.T. M.Eng selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhirtelah membimbing penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini;
4. Ibu Hadrah, S.T. M.T selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhirtelah membimbing penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini;
5. Sudaryanto dan Dra. Risma Syafitri sebagai orang tua yang memberikan do'a dan semangat yang berarti;
6. Seluruh teman-teman sealmameter dan semua pihak yang telah memberikan dukungan;

Semoga Allah SWT. Berkenan membalas kebaikan yang tulus dan ikhlas dari mereka.Laporan ini ditulis dan disusun dengan sebaik-baiknya, namun

penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, maka penulis mengharapkan kritik yang bersifat membangun untuk perbaikan laporan ini kemudian hari. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, dan akhir kata penulis ucapkan terima kasih.



Jambi, Februari 2023

Penulis

Faiq Habibah Hanif S.

1800825201003

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Instalasi Pengolahan Air.....	5
2.1.1 Instalasi Pengolahan Air PERUMDA.....	6
2.2 Waste Water Sludge (Lumpur).....	6
2.3 Karakteristik Lumpur.....	8
2.4 Kandungan dan Perhitungan Volume Lumpur.....	9
2.5 Metode Pengolahan Lumpur.....	11
2.5.1 <i>Thickening</i>	12
2.5.2 <i>Dewatering</i>	16
2.5.3 <i>Sludge Drying Bed (SDB)</i>	18
2.5 Pemanfaatan Lumpur PERUMDA.....	20
2.6 Koagulasi.....	22
2.7 Flokuasi.....	24
2.8 Sedimentasi.....	24
2.9 Filtrasi.....	25
2.10 Desinfeksi.....	26
2.11 Penelitian Terdahulu.....	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Jenis Penelitian.....	30
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	30
3.3 Data Penelitian.....	32
3.3.1 Data Primer.....	32
3.3.2 Data Sekunder.....	32
3.4 Variabel Penelitian.....	32
3.4.1 Variabel Bebas.....	32
3.4.2 Variabel Terikat.....	32
3.5 Alur Penelitian.....	33
3.6 Analisis Data.....	33

3.6 Teknik Pengambilan Sampel.....	35
3.6.1 Pengujian Kadar TSS (SNI 6989.3:2019).....	35
3.6.2 Tahapan Eksperimen.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Analisis Karakteristik Kualitas Lumpur	37
4.2 Karakteristik Fisik Lumpur.....	39
4.3 Timbulan Lumpur	40
4.4 Kualitas Lumpur	48
4.5 Alternatif Penanganan Lumpur.....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	53



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konsentrasi Pengentalan Lumpur	12
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu	28
Tabel 4. 1 Hasil Uji Analisa Lumpur pada Outlet IPA	38
Tabel 4. 2 Produksi Lumpur Di PERUMDA Tirta Pengabuan	40
Tabel 4. 3 Volume Lumpur Di PERUMDA Tirta Pengabuan	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Instalasi Pengolaha Air PERUMDA.....	6
Gambar 2. 2 Konsentrasi Pengentalan Lumpur	13
Gambar 2. 3 Pengental Pengental Flotasi Udara Terlarut (DAF)	13
Gambar 2. 4 Kurva Pengaturan <i>Batch</i>	15
Gambar 2. 5 Tipikal Unit Sentrifugal	17
Gambar 2. 6 Kontinyu Belt Press.....	18
Gambar 3. 1 Peta Lokasi IPA PERUMDA Tirta Pengabuan.....	31
Gambar 3. 2 Alur Penelitian.....	33
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Uji TSS	38
Gambar 4. 2Grafik Produksi Lumpur Saat Pasang dan Surut Tidak Hujan.....	41
Gambar 4. 3 Grafik Volume Lumpur saat Pasang dan Surut tidak Hujan	41



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Dokumentasi Penelitian
- Lampiran 2 : Gambar Layout IPA
- Lampiran 3 : Hasil Uji Lumpur
- Lampiran 4 : Hasil Uji TSS Air Baku
- Lampiran 5 : Perhitungan Volume Lumpur
- Lampiran 6 : SK Penunjukan Dosen Pembimbing Tugas Akhir
- Lampiran 7 : Lembar Asistensi Laporan Tugas Akhir
- Lampiran 8 : Berita Acara Ujian/Tugas Akhir



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan zat penting yang sangat dibutuhkan makhluk hidup, terutama manusia. Air memegang peranan penting dalam proses metabolisme tubuh, karena air merupakan pelarut universal dan hampir semua jenis zat dapat larut dalam air. Air dalam tubuh manusia berkisar antara 50 – 70% dari seluruh berat badan. Kelangsungan hidup manusia sebagian besar membutuhkan air seperti, mandi, mencuci, minum dan lain-lain. Air juga memegang peranan dalam berbagai aspek kehidupan, air juga digunakan untuk keperluan industri, pertanian, pemadam kebakaran, tempat rekreasi, transportasi dan lain-lain (Azikin, 2013 dalam Fahmi, 2020).

Perusahaan Daerah Air Minum (PERUMDA) merupakan perusahaan daerah sebagai sarana penyediaan air bersih dan berperan sangat penting untuk kebutuhan air di Indonesia. Masyarakat Kabupaten Tanjung Jabung Barat umumnya menggunakan air yang di produksi oleh Perumda Tirta Pengabuan. Perumda Tirta Pengabuan saat ini memiliki kapasitas produksi 100 L/dt. Perumda Tirta Pengabuan memiliki 7 daerah booster pengaliran yaitu senyerang, teluk nilau, bram itam, batang asam, rendah mendalu, merlung, dan selanjutnya di alirkan ke daerah Kabupaten Tanjung Jabung Timur.

Tahap pengolahan air minum di Perumda Tirta Pengabuan terdiri dari tahap: pengambilan air dari sumber air baku. Proses koagulasi; flokulasi; sedimentasi; filtrasi dan selanjutnya air bersih ditampung di reservoir sebelum didistribusikan

kepada pelanggan. Air baku diperoleh dari sungai pengabuan dimana sungai ini mengalami pasang surut yang selanjutnya mempengaruhi kualitas air sungai tersebut. Perubahan kualitas air sungai akan berdampak terhadap efisiensi pengolahan yang dilakukan di Perumda Tirta Pengabuan. Selama pemantauan di lapangan proses pengolahan yang dilakukan di Perumda Tirta Pengabuan tidak berdasarkan uji karakteristik air baku terutama TSS dan TDS untuk menentukan dosis koagulan yang digunakan.

Penggunaan bahan kimia seperti alum dan beberapa bahan kimia lain pada proses pengolahan air baku tentunya akan memberikan pengaruh terhadap karakteristik lumpur yang dihasilkan. Kandungan Aluminium yang tinggi pada lumpur akan berdampak negatif bagi makhluk hidup dan menyebabkan pencemaran bagi kualitas air sungai. Hingga saat ini Perumda Tirta Pengabuan belum melakukan pengujian terhadap karakteristik lumpur hasil pengolahan dari *Sludge Drying Bed* (SDB) tersebut. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan analisis timbulan lumpur dan melihat karakteristik lumpur PERUMDA Tirta Pengabuan sebelum dibuang ke lingkungan untuk melihat kesesuaiannya dengan baku mutu yang berlaku.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Berapa jumlah timbulan lumpur pada unit filtrasi, sedimentasi, dan jalur buangan dari hasil olahan produksi PERUMDA Tirta Pengabuan pada saat pasang dan surut tidak hujan?

2. Bagaimana karakteristik lumpur unit filtrasi, sedimentasi, dan jalur buangan dari hasil olahan air PERUMDA Tirta Pengabuan?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan:

1. Menghitung jumlah volume lumpur pada Instalasi Pengolahan Air PERUMDA Tirta Pengabuan;
2. Menguji karakteristik lumpur dari produksi air minum oleh PERUMDA Tirta Pengabuan;

1.4 Batasan Masalah

1. Titik pengambilan sampel yaitu Sedimentasi, Filtrasi, Jalur Buangan sebelum masuk ke bak penampung;
2. Waktu pengambilan sampel lumpur yaitu Pasang dan Surut saat Tidak Hujan;
3. Parameter yang di uji pada limbah lumpur yaitu suhu, pH, COD, TSS, aluminium, Fe, TS (*Total Solid*), *Specific gravity*;

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan proposal penelitian yang digunakan adalah mengikuti kaidah penulisan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Berisikan informasi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah serta sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini menjelaskan teori-teori yang berhubungan dengan fakta yang sedang dibahas dan juga menyajikan berbagai pendapat dan diuraikan teori pendukung yang berkaitan dengan analisis timbulan dan karakteristik lumpur di PERUMDA Tirta Pengabuan.

BAB III Metode Penelitian

Menjelaskan tentang metode penelitian yang akan digunakan, variabel-variabel dalam penelitian, teknik pengumpulan data dan analisis data.

BAB IV HASIL PEMBAHASAN

Pada BAB IV menjelaskan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan dari hasil yang telah didapatkan. Pada BAB IV juga menjelaskan produksi lumpur, volume lumpur, karakteristik dan kualitas pada lumpur.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada BAB V menjelaskan kesimpulan dari semua hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menjawab semua tujuan dan menjelaskan mengenai saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Instalasi Pengolahan Air

Instalasi Pengolahan Air (IPA) merupakan suatu sistem yang mengkombinasikan proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan desinfeksi serta dilengkapi dengan pengontrolan proses juga instrumen pengukuran yang dibutuhkan. Instalasi ini harus didesain untuk menghasilkan air yang layak dikonsumsi masyarakat bagaimanapun kondisi cuaca dan lingkungan. Selain itu, sistem dan subsistem dalam instalasi yang akan didesain harus sederhana, efektif, dapat diandalkan, tahan lama, dan murah dalam pembiayaan (Joni,2001 dalam fahmi 2020).

Peraturan Kesehatan Republik Indonesia No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang kualitas standar air minum, juga mengatur tentang permenkes air bersih dan air sedikit lebih rendah. Permenkes yang hampir sama mengenai kualitas air adalah: Peraturan Kesehatan Republik Indonesia 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.

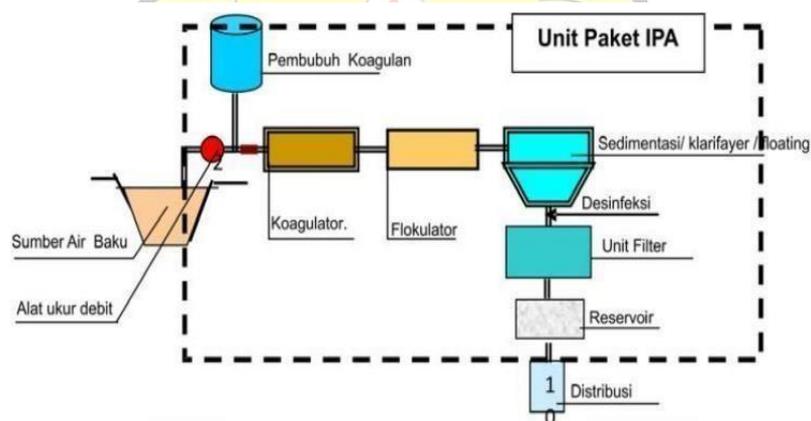
PERUMDA adalah organisasi yang diklaim lokal yang bergerak di bidang penanganan dan penyebarluasan air minum. Beberapa kantor yang dimiliki dalam penanganan air bersih antara lain: pemasukan, sirkulasi udara, koagulasi.

2.1.1 Instalasi Pengolahan Air PERUMDA

Proses pengolahan air minum di IPA Tirta Pengabuan ada 3 (tiga) tingkat pengolahan yaitu:

1. Pengolahan fisik, yaitu terdiri dari flokulasi, filtrasi, dan sedimentasi;
2. Pengolahan kimia yaitu terdiri dari penambahan koagulan pada proses koagulasi yaitu penambahan bahan kimia berupa Alumunium Sulfat;
3. Pengolahan biologi, yaitu penambahan koagulan seperti kaporit yang dicampurkan pada air sebelum didistribusikan ke masyarakat;

Proses pengolahan air minum PERUMDA tirta pengabuan sebagai berikut:



Sumber : SNI 6773-2008

Gambar 2. 1 Instalasi Pengolaha Air PERUMDA

2.2 Waste Water Sludge (Lumpur)

Lumpur adalah campuran cair atau semi cair antara air dan tanah. Lumpur terjadi saat tanah basah. Secara geologis, lumpur ialah campuran air dan partikel endapan lumpur dan tanah liat. Jumlah lumpur dapat diketahui berdasarkan jumlah pemakaian bahan kimia untuk proses flokulasi (flocculation), kekeruhan (turbidity), dan jumlah air baku. Produksi lumpur meningkat pada musim hujan 4 akibat peningkatan kekeruhan yang disebabkan oleh erosi, hal tersebut merupakan

salah satu ciri air permukaan. Jumlah pemakaian bahan kimia untuk penanganan kekeruhan tergantung pada tingkat kekeruhan, dengan demikian pemakaian bahan kimia yang meningkat mengindikasikan adanya peningkatan produksi lumpur. Pada umumnya lumpur masih memiliki kadar air yang cukup tinggi. Lumpur yang banyak mengandung padatan diperoleh dari hasil proses pemisahan padat-cair dari limbah yang sering disebut dengan sludge atau lumpur encer. Didalam sludge tersebut sebagian besar mengandung air dan hanya beberapa persen berupa zat padat. Umumnya persentase kandungan air tersebut dapat mencapai 95-99% (Muhammad, 2010 dalam Shelvi, 2012).

Pada dasarnya, lumpur merupakan bagian dari tanah yang terbawa hanyut oleh aliran air sungai. Tanah tersusun dari empat bahan utama, yaitu : bahan mineral, bahan organik, air, dan udara. Bahan-bahan penyusun tersebut jumlahnya masing-masing berbeda untuk setiap jenis tanah ataupun setiap lapisan tanah. Pada tanah lapisan atas yang baik untuk pertumbuhan tanaman lahan kering (bukan sawah) umumnya mengandung 45% (volume) bahan mineral, 5% bahan organik, 20-30% udara, 30-30% air. Bahan organik dalam tanah pada umumnya ditemukan di permukaan tanah. Jumlahnya tidak besar, hanya sekitar 3-5% tetapi pengaruhnya terhadap sifat-sifat tanah besar sekali (Achmad, 2004 dalam Shelvi,2012).

Lumpur sisa pengolahan air bersih pada IPA dihasilkan dari *backwash* proses filtrasi dan pembuangan lumpur dari *clarifier*. Lumpur tersebut berasal dari proses koagulasi dan flokulasi yang menggunakan alumunium sulfat sebagai koagulan. Komponen utama dari sistem bak pengering lumpur yaitu sistem

pengaliran lumpur (*sludge feed system*) dengan pemompaan, sistem pengkondisian lumpur (*sludge conditioning system*), area pengeringan (*drying beds*) dan tempat penyimpanan lumpur.

Bak pengering lumpur adalah tangki terbuka yang dilengkapi dengan saluran bocor atau pipa rembesan asosiasi terbuka yang dapat menguras air, lapisan batu untuk membantu lapisan pasir agar tidak masuk ke saluran atau saluran limbah, lapisan pasir untuk menahan padatan lumpur dan menyalurkannya ke saluran yang tertusuk. yang terakhir adalah kotak pembatas aliran untuk mengalirkan lumpur ke masing-masing tangki secara merata tanpa merusak lapisan pasir dan Pelat Taburkan untuk mencegah lapisan pasir larut (Islami, 2022).

2.3 Karakteristik Lumpur

Seperti halnya di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), walaupun berbeda sifat atau karakteristiknya, PDAM pun menimbulkan lumpur (*sludge*) yang volume hariannya relatif besar, tergantung pada debit air yang diolah dan konsentrasi kekeruhan air bakunya. Makin besar debitnya dan makin tinggi konsentrasi padatannya, baik padatan kasar (*coarse solid*), padatan tersuspensi (*suspended solid*) maupun koloid, makin besar juga volume lumpurnya (Mary dan Azikin, 2003 dalam Shelvi, 2012).

Lumpur yang dihasilkan dari proses pengolahan air di PDAM berasal dari unit filtrasi. Lumpur yang dihasilkan umumnya berwarna coklat pekat dan lumpur tersebut sifatnya diskrit maupun flok. diskrit yaitu lumpur yang butir-butirannya terpisah tanpa koagulan, mayoritas lumpur ini mengandung pasir, grit,

dan pecahan kerikil berukuran kecil. Sebaliknya, lumpur yang berupa flok, yaitu kimflok (*chemiflocc*) sangat besar volumenya terutama di PDAM besar air bakunya sangat keruh, didominasi oleh koloid. Lumpur dari filtrasi ini memanfaatkan *sludge drying bed* kemudian dibuang ke tanah-tanah yang cekung sebagai bahan urugan. Karakteristik lumpur sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain sumber lumpur, jenis industri penghasil air limbah, proses di IPAL, sifat fisik, komposisi kimia serta tingkat pengolahan yang telah ditentukan (Muhammad, 2010 dalam Shelvi, 2012).

2.4 Kandungan dan Perhitungan Volume Lumpur

Kandungan pada lumpur PERUMDA yaitu Fe yang berasal dari tanah, proses dekomposisi limbah domestik, dan tanaman yang terurai oleh air baku selama perjalanan dari hulu ke hilir. Kadar air pada lumpur saat hujan deras akan lebih sedikit, karena lumpur pada air baku semakin banyak dan memerlukan penambahan bahan kimia lebih banyak yang menyebabkan endapan lumpur di Perumda lebih banyak. Kandungan Cu dari pelapukan mineral pada batuan, atau buangan industri. Kalium pada perairan berasal dari proses erosi tanah yang terbawa oleh air hujan. Kandungan fosfor berasal dari larutan pupuk, limbah domestik, serta berasal dari alam. Kandungan Cd berasal dari limbah pestisida yang terbawa dari lahan pertanian, serta penggunaan pupuk fosfat (shelvi,2012 dalam Listiowati, 2021).

Pengukuran jumlah massa lumpur dari unit *clarifer* dengan menggunakan nilai dari persamaan (2.4.1), Total produksi lumpur dihitung dengan penjumlahan dari produksi lumpur dari penambahan koagulan, lumpur akibat penambahan

senyawa kimia tambahan lainnya persamaan (2.4.2), pada persamaan (2.4.3), (2.4.4), dan (2.4.5). perhitunga juga dilakukan dengan persamaan menurut Cornwell dkk (1987) dalam Elissa dkk (2020). Selanjutnya dilakukan perhitungan volume lumpur dengan persamaan (2.4.6).

$$S = (8.34 \times Q)(0.44Al + TSS + A) \quad (\text{Persamaan 2.4.1})$$

$$TSS \text{ (mg/L)} = a \times TU \quad (\text{Persamaan.....2.4.2})$$

$$Q_{solid} = NTU \times a \times Q \text{ (l/detik)} \quad (\text{Persamaan.....2.4.3})$$

$$Q_{koagulan} = Al \times b \times Q \text{ (idetik)} \quad (\text{Persamaan.....2.4.4})$$

$$Q_{lumpur} = Q_{solid} + Q_{koagulan} \quad (\text{Persamaan.....2.4.5})$$

$$\text{Volume lumpur} = \frac{S}{S_{pw} \times S_{sl} \times P_s} \quad (\text{Persamaan.....2.4.6})$$

Keterangan:

S = produksilumpur (lbs/hari)

Q = debit instalasi (MGD)

Q_{solid} = produksidry sludge dariturbidity coefficient (*removal of turbidity*) (kg/hari)

$Q_{koagulan}$ = produksidry sludge daripenambahan alum

Al = dosiskoagulan alum (mg/L, 17.1% Al_2O_3)

TSS = *total suspended solids* air baku (mg/L)

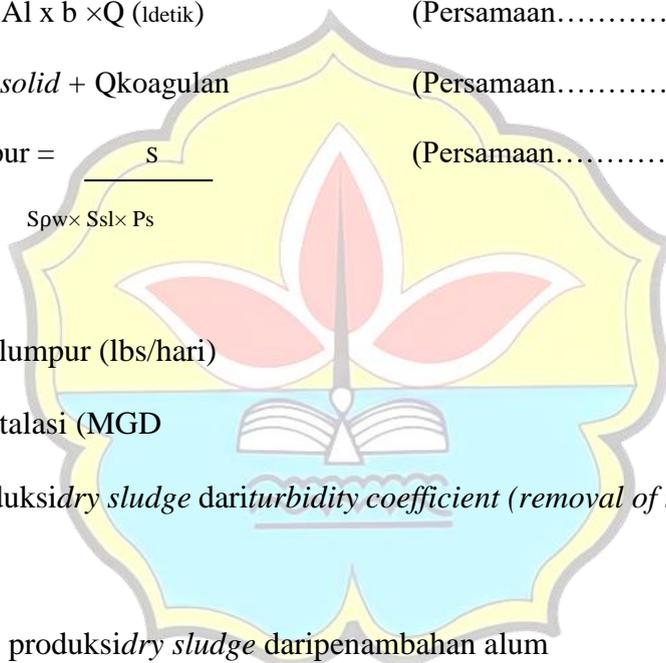
TU = kekeruhan air baku (NTU)

A = padatanbahankimiatambahansepertipolimer/PAC (mg/L)

a = rasioantara TSS (mg/L) dengankekeruhan (NTU)

b = konstantatipikalikoagulanAlumuniumsulfat: 0.26 dan PAC: $0.0489 \times Al$ (%)

(Crittenden *et al.* 2012)



ρ_w = massa jenis air (kg/m³)

S_{sl} = *specific gravity* lumpur

P_s = persen padatan solid

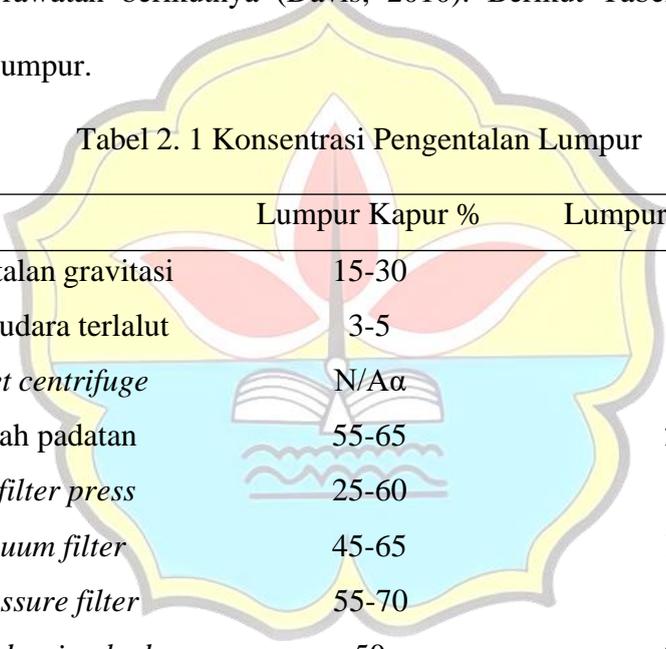
2.5 Metode Pengolahan Lumpur

Pengolahan limbah padat atau cair yang dihasilkan dalam proses pengolahan air melibatkan pemisahan air dari unsur padat ke tingkat yang diperlukan untuk metode pembuangan yang dipilih. Oleh karena itu, tingkat pengolahan yang diperlukan merupakan fungsi langsung dari metode pembuangan akhir. Metode pembuangan akhir adalah fungsi dari batasan peraturan dan keekonomisan metode pembuangan. Ada beberapa metodologi pengolahan lumpur yang telah dilakukan di industri air. Opsi penanganan lumpur yang paling umum tersedia, terdaftar menurut kategori pengentalan, pengeringan, dan pembuangan. Dalam memilih kombinasi rangkaian proses pengolahan yang mungkin, yang pertama adalah mengidentifikasi opsi pembuangan yang tersedia dan persyaratan untuk konsentrasi padatan cake akhir. Metode dan biaya transportasi dapat mempengaruhi keputusan seberapa cepat kering. Kriteria tidak boleh hanya untuk mencapai konsentrasi padatan tertentu, melainkan untuk mencapai konsentrasi padatan yang memiliki sifat untuk penanganan, pengangkutan, dan pembuangan. Properti yang diperlukan adalah fungsi dari opsi manajemen yang tersedia (Davis, 2010 dalam Listiowati 2017).

2.5.1 Thickening

Pada banyak pengolahan air, terutama yang berukuran besar, lumpur dikentalkan untuk meningkatkan kandungan padatan. Pengentalan dilakukan untuk mengurangi volume lumpur harian, sehingga mengurangi ukuran digester yang dibutuhkan, dan juga jumlah cairan supernatan yang akan dibuang (Reynolds, 1996). Pengentalan membantu kinerja perawatan selanjutnya, membuang banyak air dengan cepat, dan membantu menyamakan aliran ke perangkat perawatan berikutnya (Davis, 2010). Berikut Tabel 2.1 konsentrasi pengentalan lumpur.

Tabel 2. 1 Konsentrasi Pengentalan Lumpur

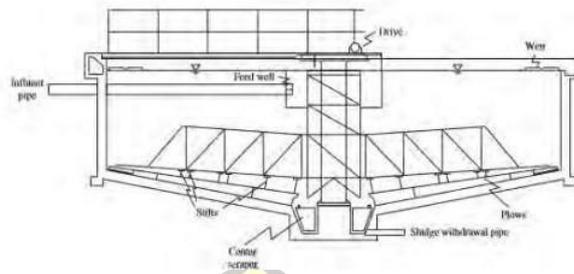


	Lumpur Kapur %	Lumpur Koagulasi %
Pengentalan gravitasi	15-30	2-4
Flotasi udara terlarut	3-5	3-5
<i>Basket centrifuge</i>	N/A ^a	10-15
Wadah padatan	55-65	20-25
<i>Belt filter press</i>	25-60	15-30
<i>Vacuum filter</i>	45-65	N/A ^a
<i>Preassure filter</i>	55-70	30-40
<i>Sand draying bed</i>	50	20-25
<i>Storage lagoon</i>	50-60	7-15

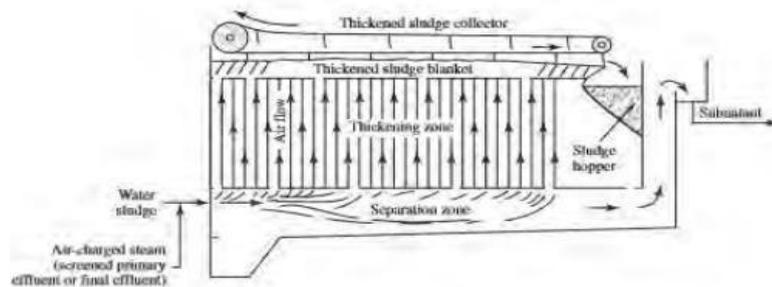
aN/A = tidak disarankan

Pengentalan dapat dilakukan dengan pengendapan gravitasi atau flotasi. Pengentalan gravitasi biasanya dilakukan dengan menggunakan bak pengendap melingkar mirip dengan clarifier Gambar 2.1. Pengental flotasi udara terlarut (DAF) biasanya berbentuk persegi panjang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Pengental dapat dirancang berdasarkan evaluasi percontohan atau

menggunakan data yang diperoleh dari instalasi serupa. Penambahan polimer secara signifikan meningkatkan kinerja pengental (Peck and Russell, 2005 dalam Listiowati 2017).



Gambar 2. 2 Konsentrasi Pengentalan Lumpur



Gambar 2. 3 Pengental Pengental Flotasi Udara Terlarut (DAF)

2.5.1.1 Gravity Thickening

Pengentalan dapat dilakukan dengan metode gravitasi, yang paling banyak digunakan. Jenis yang paling umum memiliki piket vertikal yang dipasang pada rangka untuk bilah pengikis bawah. Piket meluas hingga sekitar setengah dari kedalaman tangki, dan saat mereka menyapuumpur, mereka memecah lengkungan lumpur dan melepaskan banyak air yang tertahan.

Air mengandung partikel konsentrasi tinggi ($>1.000 \text{ mg / L}$), lebih baik menggunakan Tipe III (pengendapan terhalang atau pengendapan zona) dan Tipe IV (pengendapan kompresi) terjadi bersama dengan diskrit dan flokulan.

Penurunan zona dan pengendapan kompresi terjadi pada pengental lumpur. Seperti halnya pengendapan Tipe II, metode untuk menganalisis pengendapan terhalang memerlukan pengendapan data uji.

Menurut Dick (1970) prosedur grafis untuk mengukur pengental gravitasi menggunakan kurva *fluks batch*. *Fluks* adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan laju pengendapan padatan. Definisi *fluks* sebagai massa benda padat yang melewati satuan luas horizontal per satuan waktu ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{d}$). Berikut penjelasannya:

$$F_s = (C_u)(v)$$

Keterangan:

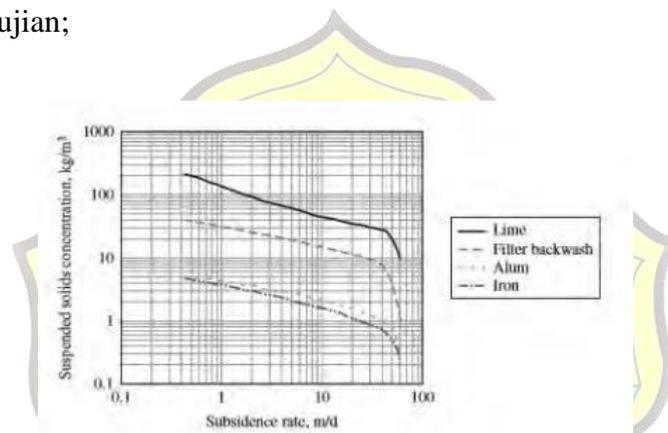
F_s = padatan fluks, $\text{kg/m}^2 \cdot \text{d}$ C_u = konsentrasi padatan dalam aliran bawah, yaitu pipa penarikan lumpur, kg/m^3

v = kecepatan aliran bawah, m/d

Prosedur penentuan ukuran dimulai dengan kurva pengendapan batch seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Data untuk kurva pengendapan diperoleh dengan mengisi silinder transparan dengan lumpur yang dicampur dengan baik untuk mendistribusikan padatan. Pada waktu nol, intensitas pencampuran berkurang dan padatan dibiarkan mengendap. Pengendapan tipe III menghasilkan antarmuka yang berbeda sehingga pengukuran ketinggian antarmuka pada berbagai interval waktu memungkinkan kalkulasi kecepatan pengendapan. Percobaan ini dilakukan pada beberapa konsentrasi lumpur berbeda yang diperoleh dengan mengencerkan lumpur.

Menurut Vesilind (1979) telah menguraikan beberapa faktor penting dalam melakukan pengujian yaitu:

1. Diameter silinder sebesar mungkin, tetapi tidak kurang dari 20 cm;
2. Tinggi awal yang lebih disukai sama dengan pengental, tetapi tidak kurang dari 1 m;
3. Mengisi silinder dari bawah;
4. Pengadukan silinder sangat lambat dengan kecepatan 0,5 rpm selama pengujian;



Gambar 2. 4 Kurva Pengaturan *Batch*

2.5.1.2 Dissolved Air Flotation (DAF)

Proses pengentalan DAF (*Dissolved Air Flotation*), udara diberi tekanan hingga 200–800 kPa dan diinjeksikan ke dalam lumpur sebagai gelembung mikro berdiameter 10 hingga 100 μ m (Gregory dkk., 1999). Gelembung-gelembung tersebut melekat pada partikel padatan lumpur atau terjerat dalam matriks padatan. Karena kepadatan udara padatan rata-rata lebih kecil dari pada air, aglomerat mengapung ke permukaan. Lumpur membentuk lapisan dibagian atas tangki, lapisan ini dihilangkan dengan mekanisme skimming untuk diproses lebih lanjut. DAF umumnya paling efektif dalam aplikasi berikut (MWH, 2005):

1. Partikel dengan kepadatan rendah seperti alga;
2. Bahan organik terlarut seperti pewarna alami;
3. Air dengan tingkat kekeruhan rendah hingga sedang yang menghasilkan flok dengan densitas rendah;
4. Air bersuhu rendah. Residu koagulan dapat dikentalkan dengan flotasi sekitar 2.000 hingga 3.000 mg/l pada laju fluks padatan 50 hingga 150 kg/m²·d. Hal ini lebih tinggi daripada yang dapat dicapai dengan pengendapan sederhana tetapi kurang dari yang dapat dicapai dengan pengentalan gravitasi (Peck and Russell, 2005);

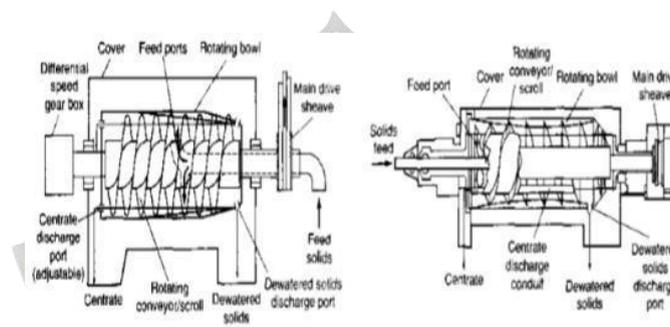
2.5.2 Dewatering

Setelah lumpur mengental, pengurasan dapat dilakukan dengan cara mekanis atau non mekanis. Pada perangkat non mekanis, lumpur disebarkan dengan pengurasan air dan sisa air menguap. Air yang tersedia untuk dialirkan ditingkatkan dengan siklus pembekuan alami. Dalam dewatering mekanis, beberapa jenis alat digunakan untuk memaksa air keluar dari lumpur.

2.5.2.1 Centrifuge

Sentrifugalmenggunakan gaya sentrifugal untuk mempercepat pemisahan partikel lumpur dari cairan. Dalam unit tipikal (Gambar 2.7), lumpur dipompa ke wadah silinder horizontal, berputar pada 800 hingga 2.000 rpm. Ini menghasilkan gaya yang diterapkan 1.500 sampai 4.000 kali gaya percepatan gravitasi. Polimer yang digunakan untuk pengkondisian lumpur juga diinjeksikan langsung ke dalam sentrifugal. Padatan diputar ke luar wadah di mana mereka dikikis oleh konveyor sekrup. Cairan, atau sentrat, dikembalikan ke pabrik pengolahan (Davis, 2010).

Sentrifugal pada umumnya dapat digunakan dalam berbagai aplikasi pengeringan. Unit tersebut dapat digunakan untuk mengeringkan lumpur dan biosolid tanpa pengkondisian kimiawi sebelumnya, tetapi juga dapat dilakukan penambahan polimer untuk hasil yang lebih baik. Bahan kimia untuk pengkondisian ditambahkan ke saluran umpan lumpur atau lumpur didalam bowl centrifuge. Dosis untuk pengkondisian dengan polimer bervariasi dari 1,0 - 7,5 kg/103 kg lumpur.

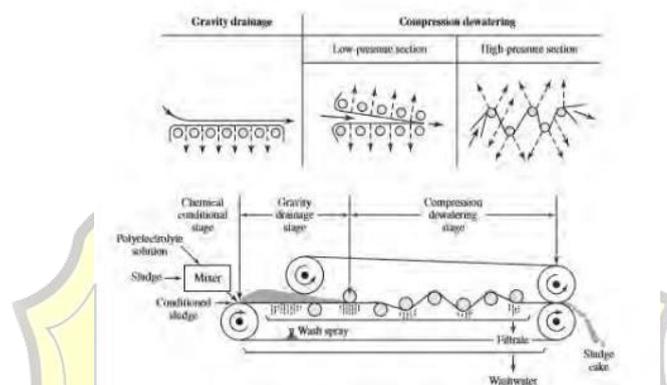


Gambar 2. 5 Tipikal Unit Sentrifugal

2.5.2.2 Continuous Belt Filter Press (CBFP)

Belt filter press beroperasi dengan prinsip menekuk *sludge cake* yang terkandung diantara dua sabuk filter disekitar gulungan, dan menyebabkan gaya geser dan tekan pada cake, sehingga air dapat mengalir ke permukaan dan keluar dari cake, sehingga mengurangi kelembapan cake. Perangkat ini menggunakan sabuk bergerak ganda untuk terus menerus mengeringkan lumpur melalui satu atau lebih tahap pengeringan (Gambar 2.6). Biasanya CBFP mencakup tahapan sebagai berikut (Davis, 2010):

1. Reaktor / kondisioner untuk menghilangkan air yang mengalir bebas;
2. Sabuk zona bertekanan rendah dengan sabuk atas kokoh dan sabuk bawah sebagai saringan, di sini terjadi pembuangan air lebih lanjut, dan lapisan lumpur yang memiliki stabilitas dimensi yang signifikan terbentuk;
3. Zona sabuk bertekanan tinggi dengan konfigurasi serpentine atau sinusoidal untuk menambah geser ke mekanisme pengeringan tekanan;



Gambar 2. 6 Kontinyu Belt Press

2.5.3 Sludge Drying Bed (SDB)

Unit *sludge drying bed* (SDB) berfungsi untuk membantu proses pengeringan lumpur dari unit final *clarifier* dengan penguapan alamiah oleh sinar matahari (Dian dan Herumurti, 2016). Unit ini biasanya berbentuk persegi panjang, yang terdiri dari lapisan pasir, kerikil, dan pipa drain untuk mengalirkan air dari lumpur yang dikeringkan. Waktu pengeringan tergantung dari cuaca, terutama sinar matahari (Metcalf dan Eddy, 2003). SDB dilengkapi dengan *filter cloth* dan lapisan pasir sehingga air yang terkandung dalam lumpur akan meresap melewati filter dan pasir. Sedangkan partikel padatan akan tertahan di permukaan

lapisan pasir dan akan mengalami proses pengeringan (Hamonangan dkk, 2017 dalam Ummah,2018).

Unit SDB berfungsi untuk menampung endapan lumpur dari unit pengolahan biologis. Lumpur diangkat dan diletakkan di atas lapisan pasir sehingga cairan akan turun ke pasir dibawahnya. Pasir berfungsi sebagai media penyaring untuk memisahkan cairan dan padatan pada lumpur. Supernatan (cairan yang telah terpisah dari padatan) hasil proses pengeringan lumpur ditampung pada saluran drainase yang berada di bawah bak pengering untuk diresirkulasi menuju ke unit pengolahan biologis sebagai bahan pengencer (Putri, 2011). Menurut Pileggi et al. (2012), SDB dapat digunakan untuk pengeringan lumpur dari proses anaerobik atau aerobik. Lapisan atas pada SDB terdapat pasir yang dangkal, kemudian dibawahnya terdapat kerikil. Dimana lumpur basah akan dialirkan melewati media pasir dan kerikil, sedangkan lumpur yang terhambat akan dikeringkan dengan bantuan sinar matahari. SDBdigunakan disebagian besar pabrik pengolahan limbah berukuran kecil dan menengah yang terletak di daerah beriklim hangat dan kering.

Adapun prinsip dari pengoperasian SDB adalah sebagai berikut:

- a. Tahap I : terjadi pengurangan kadar air dalam lumpur melalui proses filtrasi pada tekanan rendah. Pada tahap ini kadar air bisa turun hingga 80%;
- b. Tahap II: terjadi proses penguapan dari sisa kandungan air dalam lumpur. Pada tahap ini kadar air dalam lumpur bisa mencapai 65%. Lumpur yang telah kering dikuras secara manual atau mekanis. Kadar air dari lumpur

yang akan dikeringkan melalui drying bed ini tidak lebih dari 90% (Budiati, 1989). Menurut Qasim (1985), waktu pengeringan lumpur tinja adalah 10 – 15 hari. Waktu pengeringan lumpur yang cukup dimaksudkan agar diperoleh kondisi kering (kadar air cake optimal 60 - 80%), yang mudah dalam pengangkutannya sehingga cake dapat dipakai sebagai tanah urug pada landfill, kompos, atau untuk proses pengeringan selanjutnya.

2.5 Pemanfaatan Lumpur PERUMDA

Pemanfaatan Lumpur pada umumnya upaya pengelolaan terhadap lumpur meliputi tahap-tahap berikut (Muhammad, 2010):

1. Pengentalan atau pemekatan lumpur (*sludge thickening*);
2. Stabilisasi lumpur (*sludge stabilization*);
3. Pengeluaran air (*sludge dewatering*);
4. Pengeringan lumpur (*sludge drying*).

Lumpur PDAM dapat dimanfaatkan kembali dengan proses tertentu sebagai pencampur bahan bangunan, pupuk dan lain-lain. Pupuk merupakan suatu zat hara yang ditambahkan kedalam tanah untuk menambah unsur-unsur yang diperlukan oleh pertumbuhan tanaman. Untuk pemanfaatan sebagai pupuk, lumpur dapat ditambahkan dengan sampah organik atau kompos agar lumpur dapat membantu menyuburkan tanah. Berdasarkan bahan bakunya, jenis pupuk tersebut dibagi menjadi 2 (dua), yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik merupakan hasil dari penguraian dari bahan-bahan organik seperti sisa-sisa tanaman dan hewan serta bahan-bahan organik lain, sedangkan pupuk

anorganik adalah pupuk kimia yang selalu diproduksi oleh industri sehingga dikenal dengan nama pupuk kimia atau pupuk buatan.

Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) menghasilkan lumpur (sludges) dalam proses pengolahannya, volume lumpur yang dihasilkan akan meningkat sesuai dengan peningkatan kapasitas produksi serta impurity yang terkandung di badan air. Lumpur didefinisikan sebagai solids (padatan) yang dihilangkan dalam proses pengolahan air minum (maupun air limbah), dan lumpur ini akan 10 dipekatkan untuk dibawa ke pembuangan akhir (disposal).

Menurut Dedi (2015), lumpur IPA yang dihasilkan terdiri dari beberapa proses, yaitu:

1. Unit sedimentasi (lumpur koagulan), dimana terdapat lumpur anorganik yang mengandung koloid, suspended solids, pasir, zat organik dan organik, serta metal hidroksida yang berasal dari koagulan itu sendiri, misalnya alum sludges, iron sludges;
2. Unit filtrasi (air bekas *backwash* filter), dimana airnya mengandung flok berukuran halus yang tidak dapat dihilangkan di unit sedimentasi, dimana flok ini terjebak dalam saringan pasir dan terbawa oleh air bekas *backwash* filter;
3. Unit lainnya, yaitu seperti unit pelunakan air, dan unit netralisasi.

Menurut Shelvi (2012) lumpur yang dihasilkan dari unit-unit tersebut di atas akan ditangani melalui berbagai variasi proses, yaitu:

1. *Thickening*, yaitu proses pemekatan lumpur untuk mengurangi volume lumpur sebelum diolah di unit berikutnya;

2. *Conditioning*, yaitu penambahan zat kimia (Alum) untuk memperbaiki kemampuan lumpur memadat;
3. *Dewatering*, yaitu proses pemekatan lumpur lebih lanjut menjadi berbentuk *cake*;
4. *Drying*, penghilangan air lebih lanjut melalui pemanasan;
5. *Disposal* dan *reuse*, dimana lumpur pekat dibuang ke lokasi pembuangan permanen, atau dapat digunakan untuk reklamasi lahan, pertanian;
6. *Sludge drying*, dimanapada metode ini lumpur yang dihasilkan dari proses sedimentasi di jemur dalam bak penampung dengan menggunakan sinar matahari;
7. Limbah lumpur bisa digunakan sebagai bahan pembuatan batu-bata yang mudah dikerjakan, sehingga bahan kimia yang ada tidak terkontaminasi;
8. Pembuatan bahan campuran pupuk untuk keperluan tanaman, zat kimia yang terkandung dalam lumpur perlu diperlakukan kembali bila melebihi standar.

2.6 Koagulasi

Koagulasi yaitu proses pencampuran koagulan (bahan kimia) atau pengendap ke dalam air baku dengan kecepatan perputaran yang tinggi dalam waktu yang singkat. Koagulan adalah bahan kimia yang dibutuhkan pada air baku untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tidak dapat mengendap secara gravimetri. Koagulasi merupakan proses pengolahan air

dimana zat padat melayang-flok dengan cara penambahan zat kimia (misalnya PAC dan Tawas). Dari proses ini diharapkan flok-flok yang dihasilkan dapat disaring.

Koagulasi bertujuan mengubah partikel padatan dalam air baku yang tidak dapat mengendap menjadi mudah mengendap. Hal ini karena adanya proses pencampuran koagulan ke dalam air baku sehingga menyebabkan partikel padatan yang mempunyai padatan ringan dan ukurannya kecil menjadi lebih berat dan ukurannya besar (flok) yang mudah mengendap.

Proses koagulasi dapat dilakukan melalui tahap pengadukan cepat dimaksudkan untuk meratakan campuran antara koagulan dengan air buangan sehingga diperoleh suatu kondisi campuran yang homogen. Molekul-molekul serta partikel-partikel yang bermuatan negatif dalam air seperti koloid akan berikatan dengan molekul molekul atau partikel partikel bermuatan positif dari koagulan. Dalam proses pengadukan cepat diperlukan tenaga yang kuat dan waktu pengadukan yang cepat karena hidrolisa koagulasi terjadi sangat cepat partikel dan destabilisasi partikel dalam waktu yang cepat. Waktu yang diperlukan untuk pengadukan cepat antara 1-5 menit, sedangkan gradien kecepatan $> 300 \text{ det}^{-1}$ (AWWA, 1964 dalam Kurniati, 2010).

Prinsip dari koagulasi yaitu didalam air baku terdapat partikel - partikel padatan yang sebagian besar bermuatan listrik negatif. Partikel partikel ini cenderung untuk saling tolak menolak satu sama lainnya sehingga tetap setabil dalam bentuk partikel tersuspensi atau koloid dalam air. Netralisasi muatan negatif partikel - partikel padatan dilakukan dengan pembubuhan koagulan

bermuatan positif kedalam air diikuti dengan pengadukan secara cepat (Susanto,2008 dalam Khairunnisa, 2021).

2.7 Flokuasi

Berkebalikan dengan koagulasi, flokulasi adalah proses yang dilakukan secara lambat, bertujuan untuk mendapatkan partikel-partikel flokulan yang lebih besar dan lebih berat sehingga dapat mempercepat proses pengendapan. Waktu yang diperlukan untuk pengadukan lambatantara 10 30 menit, sedangkan gradien kecepatan 5-100 det-1 (AWWA, 1964 dalam Kurniati, 2010 dalam Khairunnisa, 2021).

2.8 Sedimentasi

Proses sedimentasi secara umum diartikan sebagai proses pengendapan, karena gaya gravitasi dan mengakibatkan partikel yang mempunyai berat jenis lebih besar dari berat jenis air yang akan mengendap ke bawah dasar permukaan (Adhinda, 2017 dalam Fahmi 2020). Proses pengendapan pada unit sedimentasi adalah merupakan lanjutan dari proses flokulasi. Tujuan dari pengendapan adalah membuat partikel flok yang ada di air dapat mengendap secara gravitasi. Endapan (berupa lumpur) yang dihasilkan oleh bak pengendap kemudian dibuang kembali ke sungai.

Proses pemisahan ini sangat tergantung dari jenis partikel dalam air yang akan dipisahkan sehingga diperoleh air olahan yang jernih. Jenis-jenis partikel dan sifatnya mengendap adalah sebagai berikut:

- a. Partikel diskrit, yaitu partikel yang dapat mengendap secara alami tanpa merubah ciri atau sifatnya dan tanpa mengalami perubahan ukuran,

misalnya adalah pasir.

- b. Partikel flokulen, yaitu partikel yang dapat mengendap bila sifat, ciri, dan ukurannya berubah menjadi lebih besar pada kedalaman air yang bertambah dalam sehingga dapat mengendap.

Partikel diskrit bila bertubrukan dengan partikel diskrit yang lainnya tidak akan mengubah ukurannya. Sedangkan partikel-partikel flokulen yang bertubrukan dapat bergabung dan membesar dan akhirnya dapat mengendap. Sifat partikel flokulen yang dapat berubah sifatnya ini terjadi karena ada pengaruh dari penambahan bahan kimia atau koagulan. Zat-zat yang terlarut dalam cairan dapat pula dipisahkan melalui sedimentasi apabila ke dalam cairan tersebut ditambahkan bahan kimia atau koagulan sehingga terjadi presipitasi atau pengendapan (Mulyani, 2010 dalam Fahmi, 2020).

Muatan sedimen layang bergerak bersama dengan aliran air sungai, terdiri dari pasir halus yang senantiasa didukung oleh air, dan hanya sedikit sekali berinteraksi dengan dasar sungai karena sudah didorong ke atas oleh turbulensi aliran. Di samping itu, dalam sedimen layang juga terdapat sedimen bilas (wash load) yang berukuran sangat kecil (<50 mikrometer).

2.9 Filtrasi

Filtrasi adalah operasi dimana campuran yang heterogen antara fluida dan partikel-partikel padatan dipisahkan oleh media filter yang meloloskan fluida tetapi menahan partikel-partikel padatan. Hal yang paling utama dalam filtrasi adalah mengalirkan fluida melalui media berpori. Filtrasi dapat terjadi karena adanya gaya dorong, misalnya : gravitasi, tekanan dan gaya sentrifugal (Roni dkk,

2020).

2.10 Desinfeksi

Desinfeksi adalah suatu zat yang digunakan untuk membunuh bakteri patogen (bakteri penyebab penyakit yang penyebarannya melalui air seperti: penyakit typhus, kholera, disentri, dan lain-lain (Khairunnisa, 2021).

Mekanisme kerja Desinfeksi dalam membunuh mikroorganisme adalah:

1. Merusak dinding sel;
2. Mengubah permeabilitas sel;
3. Mengubah sifat koloid pada protoplasma;
4. Menghambat efektivitas enzim;

Destruksi dinding sel akan menghasilkan lepasnya sel dan kematian. Beberapa bahan seperti penisilin, menghambat sintesis dinding sel bakteri. Bahan seperti senyawa fenolat dan deterjen mengganggu permeabilitas membran sitoplasma. Bahan-bahan tersebut merusak permeabilitas selektif dari membran dan membiarkan nutrisi penting seperti nitrogen dan fosfor lepas. Beberapa cara untuk membunuh bakteri patogen diantaranya dengan cara kimia, desinfeksi cara kimia antara lain dilakukan dengan penambahan bahan kimia seperti Cl_2 , B_2 , phenol, bermacam-macam asam dan basalainnya. Efektivitas bahan kimia yang dipergunakan untuk desinfeksi tergantung dari :

1. Waktu kontak

Pengaruh waktu kontak dikemukakan dalam hukum *Chicks* yaitu waktu yang dibutuhkan desinfeksi membunuh kuman-kuman yang ada dalam air semakin lama waktu kontak maka semakin cepat kuman atau bakteri

terbunuh. Variabel yang paling penting dalam desinfeksi adalah waktu kontak.

2. Konsentrasi Desinfeksi

Efektivitas desinfeksi berkaitan dengan konsentrasi. Dimana konsentrasi Desinfeksi berpengaruh terhadap waktu yang diperlukan untuk mempengaruhi kematian yang konstan.

3. Temperatur

Pengaruh temperatur yaitu meningkatnya temperatur akan menghasilkan kematian mikroorganisme yang lebih cepat.

4. Jumlah Mikroorganisme

Sesuai dengan efektivitas desinfeksi bahan kimia antara waktu kontak, konsentrasi dan temperatur maka jumlah atau konsentrasi mikroorganisme yang lebih besar membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mematikan.

5. Tipe Mikroorganisme

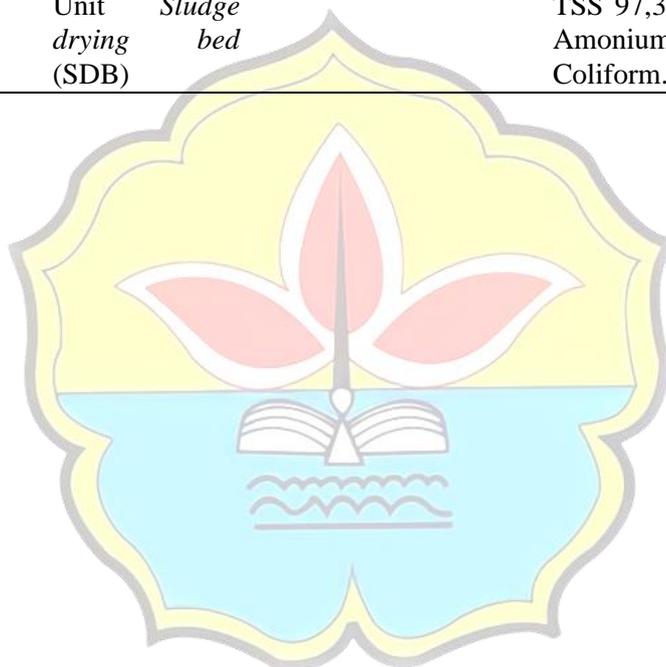
Efektivitas beberapa desinfeksi dipengaruhi oleh sifat dan kondisi mikroorganisme. Sebagai contoh, sel bakteri yang hidup via belmu dah dimatikan, sedangkan bakteri berspora sangat resisten dan beberapa desinfeksi yang normal digunakan sedikit atau tidak berpengaruh. Umur dan jumlah mikroorganisme yang besar terutama yang patogen memerlukan dosis desinfeksi yang lebih besar pula.

2.11 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

Nama	Judul	Variabel	Metode Analisis	Hasil Penelitian
Anastasia Elissa, Satyanto Krido Saptomo,2020	Analisis Timbulan Lumpur dan Kualitas Lumpur Hasil Proses Pengolahan Air Bersih di WTP Kampus ITB Dramaga Bogor	Lumpur	Deskriptif	Timbulan lumpur yang dihasilkan di WTP cipaus 1 pada bulan april dan mei rata-rata sebesar 18.63 kg/hari dengan volume lumpur rata-rata sebesar 2.41 m ³ /hari. Timbulan lumpur hasil dari WTP Cihideung untuk 4 unit sebesar 85.51 kg/hari. Karakteristik lumpur yang dihasilkan cair dan lumpur anorganik.
Shelvi,2012	Karakteristik Lumpur Hasil Pengolahan Air PDAM Tirta Pakuan Bogor	Lumpur	Deskriptif	dapat disimpulkan bahwa lumpur dari proses pengolahan air di PDAM Tirta Pakuan Bogor, dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran pupuk organik. Hal ini dapat dilihat dari kandungan unsur hara makro dan mikro yang terdapat pada kadar Fe pada lumpur A sebesar 83 µg/g dan lumpur B sebesar 34,6 µg/g. Kadar Mg pada lumpur A sebesar 543,4 µg/g dan lumpur B sebesar 1.036,9 µg/g.
Novrian Islami,2022	Identifikasi Timbulan dan Uji Karakteristik Lumpur Hasil Pengolahan Air PERUMDA Tirta Mayang Kota Jambi	Lumpur	Deskriptif	Pengujian pada karateristik lumpur, nilai paling tinggi pada parameter COD dengan nilai 527,61 mg/l. Dengan hasil produksi lumpur perhari mencapai 97,56 m ³ / hari.

Nama	Judul	Variabel	Metode Analisis	Hasil Penelitian
Indah Listiowati, 2021	Perencanaan Unit Pengolahan Lumpur Di Instalasi Pengolahan Air (IPA) Plosowahyu PDAM Lamonga	Lumpur	Deskriptif	Karakteristik lumpur IPA Plosowahyu PDAM Lamongan memiliki warna coklat pekat, dengan kandungan air pada lumpur yang cukup tinggi.
Marita Faizatul Ummah, 2018	Pengeringan Lumpur IPAL Biologis Pada Unit <i>Sludge drying bed</i> (SDB)	Lumpur	Deskriptif	Penyisiran optimum pada unit SDB sebesar 99,88% untuk COD, 98,73%, TS 98,27%, TSS 97,32%, BOD, 96,47% Amonium, 94,5% Total Coliform.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian komparatif dengan pendekatan kuantitatif, yaitu mengambil contoh lumpur di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PERUMDA Tirta Pengabuan dan melakukan uji karakteristik lumpur berdasarkan waktu pasang dan surut air sungai yaitu dengan membandingkan hasil pengujian sampel. Penelitian komparatif bersifat membandingkan, yaitu membandingkan jumlah lumpur yang dihasilkan oleh IPA PERUMDA pada hari tidak hujan saat pasang dan tidak hujan saat surut. Penelitian kuantitatif dengan memperoleh data yang berbentuk angka yaitu hasil dari perhitungan timbulan lumpur yang telah diperoleh setelah menguji bahan kimianya.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pengambilan sampel lumpur dilakukan di Instalasi Pengolahan Air (IPA) PERUMDA Tirta Pengabuan Kabupaten Tanjung Jabung Barat. Waktu penelitian dilakukan selama 6 bulan. Berikut peta lokasi pengambilan sampel lumpur di PERUMDA Tirta Pengabuan:



Gambar 3. 1Peta Lokasi IPA PERUMDA Tirta Pengabuan

3.3 Data Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan kegiatan pengumpulan data yang dibutuhkan baik data primer maupun data sekunder.

3.3.1 Data Primer

Data primer yaitu data yang di ambil oleh peneliti tersebut tanpa melalui perantara, yaitu:

1. Sampel buangan unit sedimentasi, filtrasi dan jalur buangan lumpur saat pasang dan surut tidak hujan diperoleh dari PERUMDA Tirta Pengabuan Kabupaten Tanjung Jabung Barat;
2. Pemeriksaan dan pengujian parameter lumpur Suhu, pH, COD, TSS, Al, Fe, TS dan Specific Gravity di Departemen Teknik Lingkungan Laboratorium Air Universitas Andalas dan Pengujian parameter TSS Air Baku di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Batanghari.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapat oleh peneliti yang telah mengumpulkan data tersebut, yaitu data dari penelitian terdahulu.

3.4 Variabel Penelitian

Adapun variabel dari penelitian ini adalah:

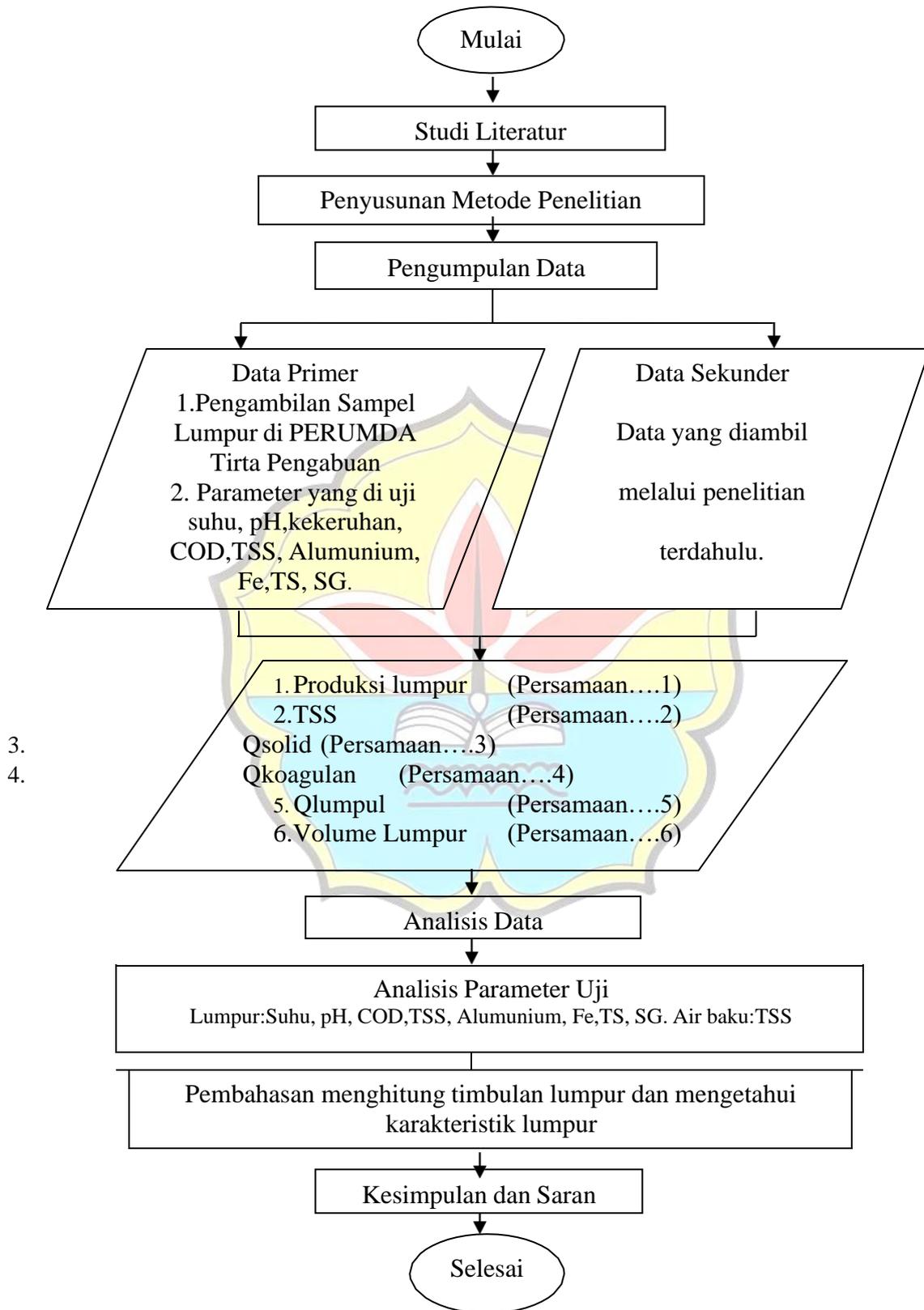
3.4.1 Variabel Bebas

Parameter TSS saat pasang dan surut sungai pengabuan

3.4.2 Variabel Terikat

Jumlah produksi lumpur

3.5 Alur Penelitian



Gambar 3. 2 Alur Penelitian

3.6 Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan parameter meliputi suhu, pH, COD, TSS, aluminium, Fe, TS(*Total Solid*), *Spesific gravity*. Total produksi lumpur dihitung dengan penjumlahan dari produksi lumpur dari penambahan koagulan, lumpur akibat kekeruhan dan TSS, serta lumpur akibat penambahan senyawa kimia tambahan lainnya. Setelah mendapatkan hasil dari pemeriksaan tersebut dapat di lihat karakteristik lumpur dan mencari timbulan lumpur dengan persamaan:

$$S = (8.34 \times Q)(0.44Al + TSS + A) \quad (1)$$

$$TSS \text{ (mg/L)} = a \times TU \quad (2)$$

$$Q_{solid} = NTU \times a \times Q \text{ (l/detik)} \quad (3)$$

$$Q_{koagulan} = Al \times b \times Q \text{ (l/detik)} \quad (4)$$

$$Q_{lumpur} = Q_{solid} + Q_{koagulan} \quad (5)$$

$$\text{Volume lumpur} = \frac{S}{S_p \times S_s \times P_s} \quad (6)$$

S = produksi lumpur (lbs/hari)

Q = debit instalasi (MGD)

Q_{solid} = produksi dry sludge dari turbidity coefficient (*removal of turbidity*)

(kg/hari)

$Q_{koagulan}$ = produksi dry sludge dari penambahan alum

Al = dosis koagulan alum (mg/L, 17.1% Al_2O_3)

TSS = *total suspended solids* air baku (mg/L)

TU = kekeruhan air baku (NTU)

A = padatan bahan kimia tambahan seperti polimer/PAC (mg/L)

a = rasio antara TSS (mg/L) dengan kekeruhan (NTU)

b = konstanta tipikal koagulan Aluminium sulfat: 0.26 dan PAC: $0.0489 \times Al$ (%)

(Crittenden *et al.* 2012)

ρ_w = massa jenis air (kg/m³)

S_{sl} = *specific gravity* lumpur

P_s = persen padatan solid

Volume lumpur juga dapat diperoleh berdasarkan hubungan massa lumpur dan volume lumpur. Pada perhitungan lumpur tersebut juga dapat dilihat dari reaksi kimia koagulan.

3.6 Teknik Pengambilan Sampel

Sampel lumpur yang di ambil menggunakan metode *grab sampling* diambil secara manual yang dikumpulkan dalam sebuah wadah pada waktu tertentu, kemudian dilakukan analisis lebih lanjut di laboratorium. Hasil pengujian sampel hanya dapat menunjukkan kualitas lingkungan pada waktu sampel di ambil.

3.6 Prosedur Pengamatan

Adapun prosedur pengamatan meliputi:

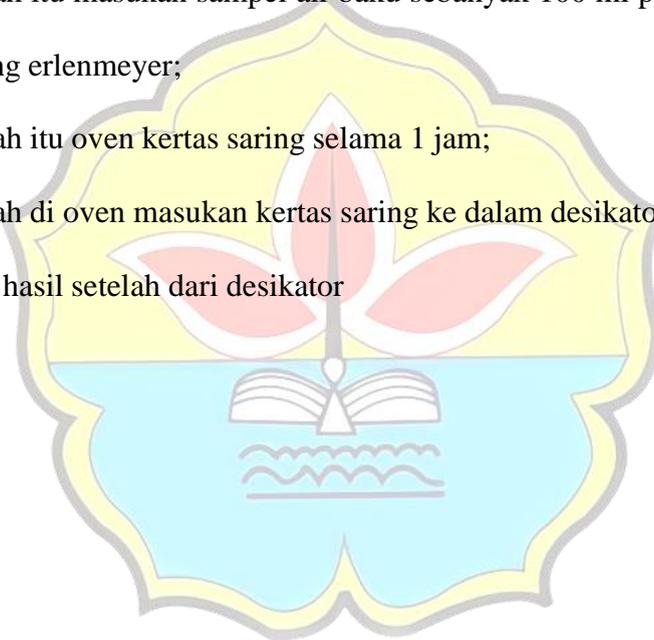
3.6.1 Pengujian Kadar TSS (SNI 6989.3:2019)

1. Bahan yang digunakan terdiri dari sampel air baku (Pasang-Surut);
2. Alat yang digunakan terdiri dari oven, desikator, kertas saring, aquades 50 ml, cawan, corong, gelas ukur 100ml, erlenmeyer 250ml, gelas beaker gelas 250ml, penjepit kertas saring;
3. Timbang kertas saring;

4. Oven kertas saring dengan suhu 105°C sampai hasil yang konstan selama 1 jam;
5. Masukkan kertas saring ke dalam desikator selama 30 menit;
6. Timbang kertas saring yang sudah didinginkan.

3.6.2 Tahapan Eksperimen

1. Masukkan kertas saring ke corong, lalu basahi dengan aquades masing-masing kertas saring 50 ml;
2. Setelah itu masukan sampel air baku sebanyak 100 ml pada masing-masing erlenmeyer;
3. Setelah itu oven kertas saring selama 1 jam;
4. Setelah di oven masukan kertas saring ke dalam desikator;
5. Catat hasil setelah dari desikator



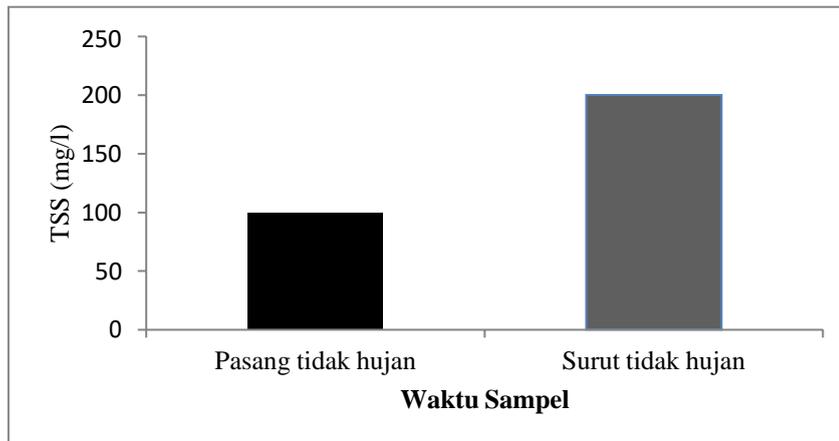
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Karakteristik Kualitas Lumpur

Pengujian parameter kualitas lumpur bertujuan untuk membandingkan baku mutu lumpur yang dibuang ke perairan terbuka dengan peraturan yang berlaku. Selain membandingkan dengan baku mutu, pengukuran parameter pH bertujuan untuk mengetahui pH dari lumpur, dikarenakan organisme akuatik memiliki standar pH yang berkisar 6,5-8,0. Sehingga apabila pH lumpur kurang atau melebihi rentang tersebut dapat mengganggu kehidupan organisme akuatik. Begitu pula dengan suhu yang mempunyai pengaruh terhadap ekosistem akuatik dan reaksi kimia dalam air.

Untuk pengukuran TSS dilakukan sebagai dasar dalam perencanaan instalasi pengolahan lumpur. Parameter Fe dilakukan untuk mengetahui dampak potensial ditempat pembuangan lumpur terhadap makhluk hidup. (EPA, 1996 dalam Adityosulindro,2013). Selain untuk mengetahui perbandingan baku mutu, parameter COD untuk mengetahui jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengosidasi material organik oleh mikroba.



Gambar 4. 1 Hasil Uji TSS Air Sungai Pengabuan Sebagai Air Baku

Berdasarkan gambar 4.1 dapat dilihat bahwa kadar TSS pada air baku di PERUMDA Tirta Pengabuan terlihat sangat tinggi tidak memenuhi baku mutu. Pada kondisi surut tidak hujan kadar TSS 200 mg/l dan pada kondisi pasang tidak hujan kadar TSS 100 mg/l.

Tabel 4. 1 Hasil Uji Analisis Lumpur pada Outlet IPA

No	Titik Sampel	Parameter								TSS Air Baku mg/l
		Suhu °C	pH	COD mg/l	TSS mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	TS mg/l	Berat Jenis g/cm ³	
Kondisi Air Pasang										
1.	S-I-Ps	25,4	6,21	36	355	0,223	0,923	565	1,158	
2.	S-II-Ps	25,5	6,42	27	315	0,123	0,217	425	1,118	100
3.	S-III-Ps	25,2	5,78	30	328	0,200	0,182	455	1,059	
Kondisi Air Surut										
1.	S-I-Su	25,1	5,76	32	323	0,208	0,877	467	0,995	
2.	S-II-Su	25,1	6,23	23	300	0,110	0,167	417	1,123	200
3.	S-III-Su	25,6	5,87	24	284	0,192	0,165	422	1,008	

Sumber: Hasil uji penelitian, 2022

Ket:

S-I-Ps = Outlet Sedimentasi saat Pasang;

S-II-Ps = Outlet Filtrasi saat Pasang;

S-III-Ps = Outlet Sebelum masuk SDB;

S-I-Su = Outlet Sedimentasi saat Surut;

S-II-Su = Outlet Filtrasi saat Surut;

S-III-Su = Outlet Sebelum masuk SDB;

Berdasarkan tabel 4.1 nilai parameter pH pada kondisi pasang saat outlet sebelum masuk SDB menunjukkan bahwa pH tersebut bersifat asam 5,78 yang dibawah standar baku mutu. Pada kondisi surut saat outlet sedimentasi menunjukkan bahwa pH tersebut bersifat asam 5,76 yang dibawah baku mutu, selanjutnya pada outlet sebelum masuk SDB menunjukkan bahwa pH tersebut bersifat asam 5,87 yang dibawah standar bakumutu, pH pada unit sedimentsi,filtrsi, jalur buangan pada saat pasang memenuhi standar baku mutu PERMEN LHK No 06 Tahun 2021. Parameter COD pada tabel di atas < dari 100 memenuhi standr baku mutu Permen LH 68 Tahun 2016. Parameter TSS pada tabel di atas > dari 30 tidak memenuhi standarr baku mutu. Menurut PP 22 tahun 2001 parameter TSS air baku pada tabel di atas > 40 mg/l melebihi standar baku mutu.

4.2 Karakteristik Fisik Lumpur

Karakteristik fisik lumpur yang diketahui berupa *total solid dan specific gravity* lumpur (Ssl). Lumpur PERUMDA Tirta Pengabuan memiliki karakteristik fisik lumpur dengan *total solid* berkisar antara 0,110-0,223 termasuk ke dalam karakteristik lumpur cair menurut klasifikasi dari AWWA (2005) dalam Pamustino

(2013) dalam Anastasia (2020). *Specific Gravity* pada PERUMDA Tirta Pengabuan memiliki rata-rata nilai diatas 1.01 g/mL. Kadar TSS pada lumpur di PERUMDA Tirta Pengabuan terlihat sangat tinggi 284-355 mg/l yang melebihi kadar maksimum menurut Permen LH No. 06 Tahun 2021.

4.3 Timbulan Lumpur

Produksi residu untuk lumpur hasil koagulasi dapat diestimasi berdasarkan kualitas air baku dan jenis pengolahan bahan kimia. Estimasi produksi lumpur harian disajikan pada Tabel 4.2 dengan persamaan Cornwell *et al.* (1987). Volume lumpur juga dapat diperoleh berdasarkan hubungan massa lumpur dan volume lumpur pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Produksi Lumpur Di PERUMDA Tirta Pengabuan

Titik sampel	Produksi lumpur (kg/hari)
S-I-Ps	385697.17
S-II-Ps	385697.17
S-III-Ps	385697.17
S-I-Su	706116,86
S-II-Su	706116,86
S-III-Su	706116,86

Ket:

S-I-Ps = Outlet Sedimentasi saat Pasang;

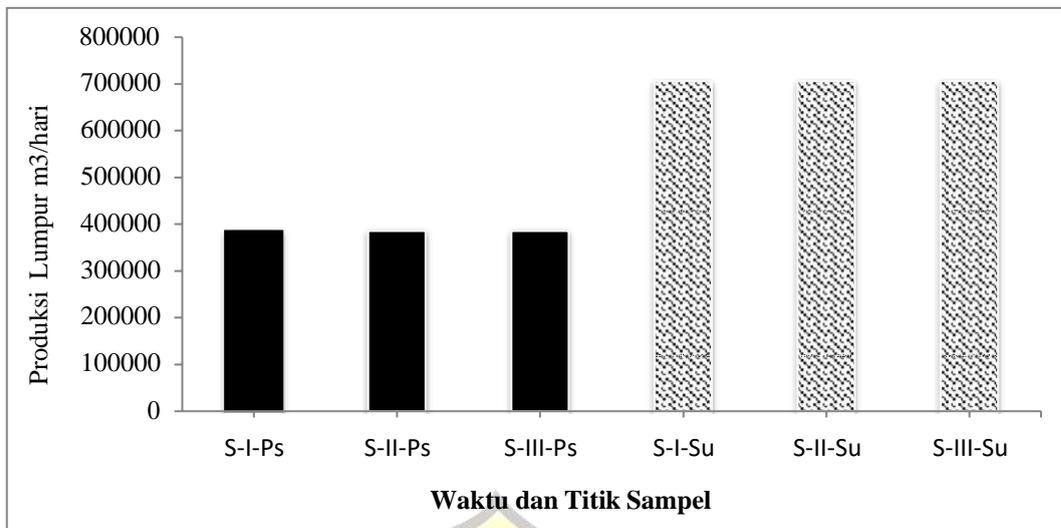
S-II-Ps = Outlet Filtrasi saat Pasang;

S-III-Ps = Outlet Sebelum masuk SDB;

S-I-Su = Outlet Sedimentasi saat Surut;

S-II-Su = Outlet Filtrasi saat Surut;

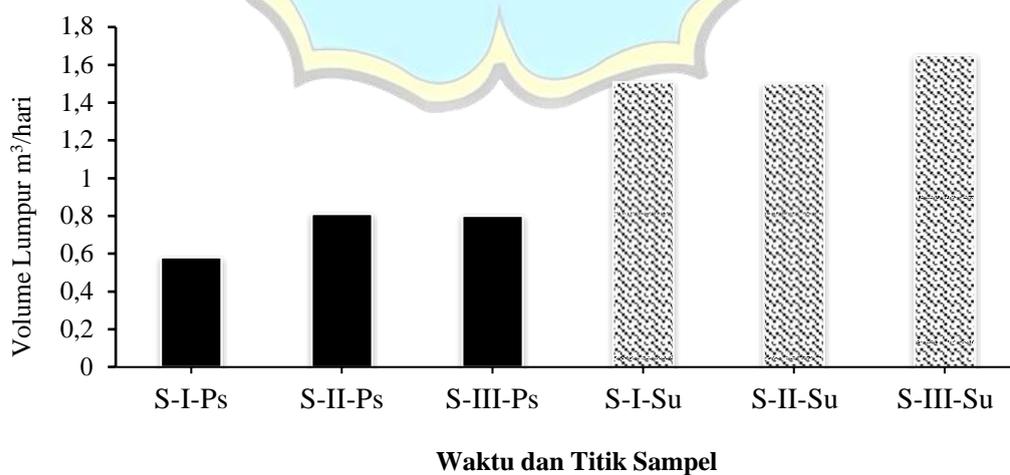
S-III-Su = Outlet Sebelum masuk SDB;



Gambar 4. 2 Produksi Lumpur Saat Pasang dan Surut Tidak Hujan

Tabel 4. 3 Volume Lumpur Di PERUMDA Tirta Pengabuan

Titik sampel	Volume Lumpur m ³ /hari
S-I-Ps	0,58
S-II-Ps	0,81
S-III-Ps	0,80
S-I-Su	1,51
S-II-Su	1,50
S-III-Su	1,65



Gambar 4. 3 Volume Lumpur saat Pasang dan Surut tidak Hujan

Perhitungan lumpur juga dapat dilihat dari reaksi kimia koagulan, presipitasi yang dihasilkan diperoleh dengan perhitungan berat molekul dari $Al_2(SO_4)_3$ serta $Al(OH)_3$. Volume lumpur hasil koagulasi alumunium untuk PERUMDA Tirta Pengabuan paling tinggi berada di Jalur buangan sebelum masuk ke *sludge drying bed* saat Pasang, sedangkan produksi lumpur paling tinggi berada di Sedimentasi saat Pasang. Volume lumpur, produksi lumpur tersebut di dapat dari perhitungan persamaan (1) dan (5), dengan contoh perhitungan sebagai berikut:

Hitungan:

$$MGD = \frac{\left(\frac{60 \times 10^6}{3,785}\right)}{12 \times 60 \times 60} = 366,95 \text{ MGD}$$

Analisis perhitungan sebagai berikut:

Al dosis koagulan	= 50 mg/l
TSS Air Baku	= 100 mg/l
A	= 4,03
ρ_w	= 1000
TU	= 33,75
a	= 2,96

- Sedimentasi saat Pasang

$$\begin{aligned}
 S &= (8.34 \times Q) (0.44 \cdot Al + TSS + A) \\
 &= (8.34 \times 366,95 \text{ MGD}) (0.44 \cdot 50 \text{ mg/l} + 100 \text{ mg/l} + 4.03) \\
 &= (3060,36) (126,03) \\
 &= 385697.17 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

$$\text{TSS mg/l} = a \times \text{TU}$$

$$a = \frac{\text{TSS}}{\text{TU}} = \frac{100}{33,75 \text{ mg/l}} = 2,96 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned} \text{Q Solid} &= \text{NTU} \times a \times Q \\ &= 33,75 \times 2,96 \times 60 \text{ l/det} \\ &= 5994 \text{ l/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Qkoagulan} &= \text{Al} \times b \times Q \text{ l/det} \\ &= 50 \text{ mg/l} \times 0,19 \times 60 \text{ l/det} \\ &= 570 \text{ l/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Qlumpur} &= \text{Qsolid} + \text{Qkoagulan} \\ &= 5994 + 570 \\ &= 6564 \text{ l/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Lumpur} &= \frac{S}{\rho_w \times Ssl \times Ps} \\ &= \frac{385697,17}{1000 \times 1,158 \times 565} = 0,58 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

- Filtrasi saat Pasang

$$\begin{aligned} S &= (8.34 \times Q) (0.44 \cdot \text{Al} + \text{TSS} + A) \\ &= (8.34 \times 366,95 \text{ MGD}) (0.44 \cdot 50 \text{ mg/l} + 100 \text{ mg/l} + 4.03) \\ &= (3060,36) (126,03) \\ &= 385697.17 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\text{TSS mg/l} = a \times \text{TU}$$

$$a = \frac{\text{TSS}}{\text{TU}} = \frac{100}{33,75 \text{ mg/l}} = 2,96 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned} \text{Q Solid} &= \text{NTU} \times a \times Q \\ &= 33,75 \times 2,96 \times 60 \text{ l/det} \end{aligned}$$

$$= 5994 \text{ l/det}$$

$$\begin{aligned} \text{Qkoagulan} &= A1 \times b \times Q \text{ l/det} \\ &= 50 \text{ mg/l} \times 0,19 \times 60 \text{ l/det} \\ &= 570 \text{ l/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Qlumpur} &= \text{Qsolid} + \text{Qkoagulan} \\ &= 5994 + 570 \\ &= 6564 \text{ l/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Lumpur} &= \frac{S}{\rho_w \times Ssl \times Ps} \\ &= \frac{385697,17}{1000 \times 1,118 \times 425} = 0,81 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

- Jalur Buangan saat Pasang

$$\begin{aligned} S &= (8,34 \times Q) (0,44 \cdot A1 + \text{TSS} + A) \\ &= (8,34 \times 366,95 \text{ MGD}) (0,44 \cdot 50 \text{ mg/l} + 100 \text{ mg/l} + 4,03) \\ &= (3060,36) (126,03) \\ &= 385697,17 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\text{TSS mg/l} = a \times \text{TU}$$

$$a = \frac{\text{TSS}}{\text{TU}} = \frac{100}{33,75 \text{ mg/l}} = 2,96 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned} \text{Q Solid} &= \text{NTU} \times a \times Q \\ &= 33,75 \times 2,96 \times 60 \text{ l/det} \\ &= 5994 \text{ l/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Qkoagulan} &= A1 \times b \times Q \text{ l/det} \\ &= 50 \text{ mg/l} \times 0,19 \times 60 \text{ l/det} \\ &= 570 \text{ l/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{lumpur}} &= Q_{\text{solid}} + Q_{\text{koagulan}} \\
 &= 5994 + 570 \\
 &= 6564 \text{ l/det}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Lumpur} &= \frac{S}{\rho_w \times S_{sl} \times P_s} \\
 &= \frac{385697,17}{1000 \times 1,059 \times 455} = 0,80 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

- Sedimentasi saat Surut

$$\text{Al dosis koagulan} = 60 \text{ mg/l}$$

$$\text{TSS Air Baku} = 200 \text{ mg/l}$$

$$A = 4,33$$

$$\rho_w = 1000$$

$$TU = 29,43$$

$$a = 6,79$$

$$\begin{aligned}
 S &= (8.34 \times Q) (0.44 \cdot \text{Al} + \text{TSS} + A) \\
 &= (8.34 \times 366,95 \text{ MGD}) (0.44 \cdot 60 \text{ mg/l} + 200 \text{ mg/l} + 4.33) \\
 &= (3060,36) (230,73) \\
 &= 706116,86 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

$$\text{TSS mg/l} = a \times TU$$

$$a = \frac{\text{TSS}}{TU} = \frac{200}{29,43 \text{ mg/l}} = 6,79 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ Solid} &= NTU \times a \times Q \\
 &= 29,43 \times 6,79 \times 60 \text{ l/det} \\
 &= 1198 \text{ l/det}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{koagulan}} &= Al \times b \times Q \text{ l/det} \\
 &= 60 \text{ mg/l} \times 0,21 \times 60 \text{ l/det} \\
 &= 756 \text{ l/det}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{lumpur}} &= Q_{\text{solid}} + Q_{\text{koagulan}} \\
 &= 1198 + 756 \\
 &= 1954 \text{ l/det}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Lumpur} &= \frac{s}{\rho_w \times S_{sl} \times P_s} \\
 &= \frac{706116,86}{1000 \times 0,995 \times 467} = 1,51 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

- Filtrasi saat Surut

$$\begin{aligned}
 S &= (8.34 \times Q) (0.44 \cdot Al + TSS + A) \\
 &= (8.34 \times 366,95 \text{ MGD}) (0.44 \cdot 60 \text{ mg/l} + 200 \text{ mg/l} + 4.33) \\
 &= (3060,36) (230,73) \\
 &= 706116,86 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

$$TSS \text{ mg/l} = a \times TU$$

$$a = \frac{TSS}{TU} = \frac{200}{29,43 \text{ mg/l}} = 6,79 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ Solid} &= NTU \times a \times Q \\
 &= 29,43 \times 6,79 \times 60 \text{ l/det} \\
 &= 1198 \text{ l/det}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{koagulan}} &= Al \times b \times Q \text{ l/det} \\
 &= 60 \text{ mg/l} \times 0,21 \times 60 \text{ l/det}
 \end{aligned}$$

$$= 756 \text{ l/det}$$

$$\text{Qlumpur} = \text{Qsolid} + \text{Qkoagulan}$$

$$= 1198 + 756$$

$$= 1954 \text{ l/det}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Lumpur} &= \frac{S}{\rho_w \times S_{sl} \times P_s} \\ &= \frac{706116,86}{1000 \times 1,123 \times 417} = 1,50 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

- Jalur Buangan saat Surut

$$S = (8.34 \times Q) (0.44 \cdot \text{Al} + \text{TSS} + \text{A})$$

$$= (8.34 \times 366,95 \text{ MGD}) (0.44 \cdot 60 \text{ mg/l} + 200 \text{ mg/l} + 4.33)$$

$$= (3060,36) (230,73)$$

$$= 706116,86 \text{ kg/hari}$$

$$\text{TSS mg/l} = a \times \text{TU}$$

$$a = \frac{\text{TSS}}{\text{TU}} = \frac{200}{29,43 \text{ mg/l}} = 6,79 \text{ mg/l}$$

$$\text{Q Solid} = \text{NTU} \times a \times Q$$

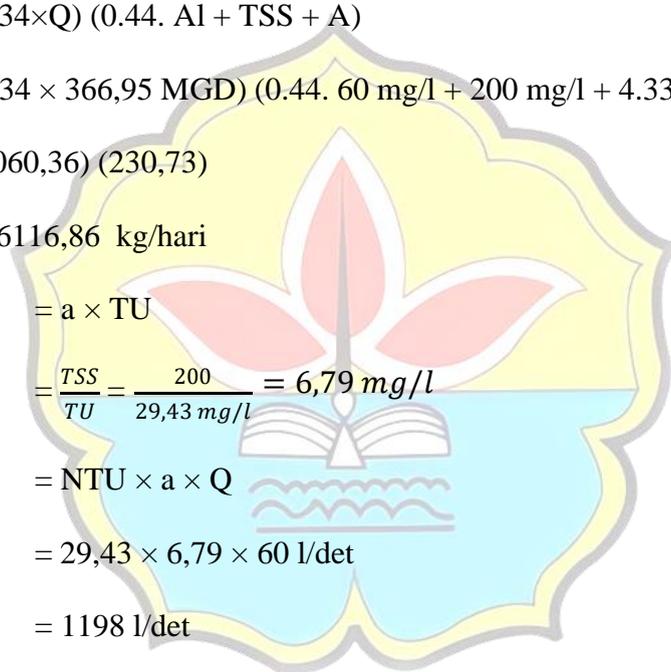
$$= 29,43 \times 6,79 \times 60 \text{ l/det}$$

$$= 1198 \text{ l/det}$$

$$\text{Qkoagulan} = \text{Al} \times b \times Q \text{ l/det}$$

$$= 60 \text{ mg/l} \times 0,21 \times 60 \text{ l/det}$$

$$= 756 \text{ l/det}$$



$$\begin{aligned}
 Q_{\text{lumpur}} &= Q_{\text{solid}} + Q_{\text{koagulan}} \\
 &= 1198 + 756 \\
 &= 1954 \text{ l/det}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Lumpur} &= \frac{S}{\rho_w \times S_{sl} \times P_s} \\
 &= \frac{706116,86}{1000 \times 1,008 \times 422} = 1,65 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

4.4 Kualitas Lumpur

Nilai pH dan Suhu ditunjukkan pada Tabel 4.1 lumpur dari PERUMDA Tirta Pengabuan memiliki nilai pH berkisar 5,78-6,42 pada unit Sedimentasi, Filtrasi, Jalur Buangan sebelum SDB pada saat pasang, sedangkan pH berkisar 5,76-6,23 pada unit Sedimentasi, Filtrasi, Jalur Buangan sebelum SDB pada saat surut pH tersebut bersifat asam.

Suhu lumpur yang diperoleh dari masing-masing unit berkisar 25°C tidak memenuhi standar baku mutu Permen LH No 06 tahun 2021. Kadar COD lumpur merupakan salah satu karakteristik kimia dari lumpur yang menunjukkan pengukuran oksigen ekuivalen dari bahan organik yang ditentukan oleh oksigen kimia (Crittenden *et al.* 2012 dalam Anastasia 2020). Kadar COD hasil pengujian menunjukkan kadar yang cukup kecil dan memenuhi baku mutu.

Kadar Fe pada lumpur dapat berasal dari pengolahan air sungai dan dapat mempengaruhi warna pada barang yang dicuci dan mempengaruhi rasa dari minuman tersebut (Davis dan Cornwell 2013 dalam Anastasia 2020). Kadar Fe pada lumpur di PERUMDA Tirta Pengabuan masih memenuhi baku mutu Permen LH No 05 Tahun 2014.

Selain besi, elemen yang dapat ditemukan pada lumpur adalah alumunium. Kadar alumunium (Al) pada lumpur hasil pengolahan dapat berasal dari penggunaan koagulan yang mengandung alumunium. Tidak terdapat baku mutu Al, namun kadar yang terlalu tinggi dapat berdampak pada manusia melalui makanan, pernapasan dan kontak dengan kulit. Selain itu, walaupun lumpur diolah pada instalasi pengolahan lumpur, kandungan alumunium akan tetap ada di dalam lumpur hasil olahan sebab instalasi mengolah sebatas parameter fisik (Az- zahra *et al* 2014 dalam Anastasia 2020).

4.5 Alternatif Penanganan Lumpur

Sistem pengolahan air di IPA umumnya menggunakan senyawa kimia Al (SO₂)₄ sebagai koagulan untuk menurunkan kekeruhan dan parameter-parameter lain pada air baku sebagai kandungan Al terdektesi pada lumpur hasil olahan air produksi IPA. Pada penelitian ini, kandungan Al dan Fe yang diperoleh berdasarkan hasil uji Al pada unit sedimentasi saat pasang sebesar 0,22, unit filtrasi saat pasang sebesar 0,12, jalur buangan saat pasang sebesar 0,20. Al pada unit sedimentasi saat surut sebesar 0,20, unit filtrasi saat surut sebesar 0,11. Jalur buangan saat surut sebesar 0,19. Fe pada unit sedimentasi saat pasang sebesar 0,92, unit filtrasi saat pasang sebesar 0,21, jalur buangan saat pasang sebesar 0,18. Fe pada unit sedimentasi saat surut sebesar 0,87, unit filtrasi saat surut 0,16, jalur buangan sebesar 0,16. Dimana jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu oleh Anastasia (2020) pada WTP Ciapus dan WTP Cihideung, kandungan Al 4,5 mg/l dan Fe 0,93 yang jauh lebih besar dari pada kandungan pada lumpur IPA PERUMDA Tirta Pengabuan. Kadar Al dan Fe yang besar

berpotensi menyebabkan akar kerdil, daun kekuningan, dan pertumbuhan yang lambat. Berdasarkan hasil uji karakteristik lumpur IPA PERUMDA Tirta Pengabuan menunjukkan bahwa nilai Al dan Fe rendah dibandingkan dengan IPA lainnya, sehingga metode yang tepat untuk mengolah lumpur yaitu *Sludge Drying Bed* (SDB), hasil dari pengolahan tersebut dapat dimanfaatkan untuk pengomposan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Volume lumpur pada saat pasang di IPA PERUMDA Tirta Pengabuan didapatkan nilai yang terendah pada unit S-I-P, S-III-Ps, S-II-Ps dengan angka berturut-turut 0,58 m³/hari, 0,80 m³/hari, 0,81 m³/hari. Volume lumpur pada saat surut didapatkan nilai yang terendah pada S-II-, S-I-Su, S-III-Su dengan angka berturut-turut 1,50 m³/hari, 1,51 m³/hari, 1,65 m³/hari.
2. Karakteristik lumpur IPA PERUMDA Tirta Pengabuan terdiri dari TSS, Al, Fe (Besi), *Specific gravity*, TS. TSS lumpur yang didapat dari nilai terendah pada saat pasang S-II-Ps, S-III-Ps, S-I-Ps dengan angka berturut-turut 315 mg/l, 328 mg/l, 355 mg/l. TSS pada saat surut S-III-Su, S-II-Su, S-I-Su dengan angka berturut-turut 284 mg/l, 300 mg/l, 323 mg/l. Al lumpur didapat dari nilai terendah pada saat pasang S-II-Ps, S-III-Ps, S-I-Ps dengan angka berturut-turut 0,123 mg/l, 0,200 mg/l, 0,223 mg/l. Al pada saat surut S-II-Su, S-III-Su, S-I-Su dengan angka berturut-turut 0,110 mg/l, 0,192 mg/l, 0,208 mg/l. Fe (Besi) lumpur yang didapatkan dari nilai terendah pada saat pasang S-III-Ps, S-II-Ps, S-I-Ps dengan angka berturut-turut 0,182 mg/l, 0,217 mg/l, 0,923 mg/l. Fe (Besi) pada saat surut S-III-Su, S-II-Su, S-I-Su dengan angka berturut-turut 0,165 mg/l, 0,167

mg/l, 0,877 mg/l. *Specific gravity* lumpur yang didapat dari nilai terendah pada saat pasang S-III-Ps, S-II-Ps, S-I-Ps dengan angka berturut-turut 1,059 g/cm³, 1,118 g/cm³, 1,158 g/cm³. *Specific gravity* pada saat surut S-I-Su, S-III-Su, S-II-Su dengan angka berturut-turut 0,995 g/cm³, 1,008g/cm³, 1,123 g/cm³. TS lumpur yang didapat dari nilai terendah pada saat pasang S-II-Ps, S-III-Ps, S-I-Ps dengan angka berturut-turut 425 mg/l, 455 mg/l, 565 mg/l. TS lumpur pada saat surut S-II-Su, S-III-Su, S-I-Su dengan angka berturut-turut 417 mg/l, 422 mg/l, 467 mg/l.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya IPA PERUMDA Tirta Pengabuan untuk membuat pengolahan lumpur *Sludge Drying bed* (SDB) agar lumpur yang diperoleh tidak mencemari lingkungan sekitar.
2. Adanya pengujian secara berkala untuk melihat karakteristik lumpur.

DAFTAR PUSTAKA

- Adityosulindro S, Hartono D M, Pramusinto A C. 2014. *Evaluasi Timbulan Lumpur dan Perancangan Sistem Pengolahan Lumpur (Studi Kasus : Instalasi Pengolahan Air Minum Cibinong, Jawa Barat)*. Program Studi Teknik Lingkungan Departemen Teknik Sipil. Universitas Indonesia. Depok.
- Cornwell DA, Bishop MM, Gould RG, Vandermeiden C. 1987. *Handbook of Practice: Water Treatment Plant Waste Management*. Denver (US). AWWA Reasearh Foundationt.
- Crittendent JC, Trussel RR, Hand DW, Howe KJ, Tchobanoglous G. 2012. *MWH's Water Treatment: Principles and Desig 3rd* New Jersey (US). Mc Graw Hill.
- Elissa A, Saptomo SK. 2020. *Analisis Timbulan Lumpur dan Kualitas Lumpur Hasil Proses Pengolahan Air Bersih di WTP Kampus IPB Dermaga Bogor*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fitri H. 2012. *Dampak Pembuangan Lumpur Perusahaan Daerah Air Minum Kota Pontianak Terhadap Kualitas Air Sungai Kapuas*. Fakultas Teknik. Universitas Tanjungpura. Pontianak
- Islami N N. 2022. *Identifikasi Timbulan dan Uji Karakteristik Lumpur Hasil Pengolahan Air PERUMDA Tirta Mayang Kota Jambi*. Fakultas Teknik. Universitas Batanghari. Kota Jambi.
- Ummah M F. 2018. *Pengeringan Lumpur IPAL Biologis Pada Unit Sludge Drying Bed (SDB)*. Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumian. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Kurniasih N. 2012. *Pengomposan Lumpur Pengolahan Air dengan Limbah Pertanian [Tesis]*. Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor.
- Listiowawi I. 2021. *Perencanaan Unit Pengolahan Lumpur di Instalasi Pengolahan Air (IPA) Plosowahyu PDAM Lamongan*. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya. Surabaya.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 6 Tahun 2021 Tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya Beraun (B3).
- Pratiwi R, Rachmawati SDJ, Pharmawati K. 2015. *Perbandingan Potensi Berat dan Volume Lumpur yang dihasilkan oleh IPA Badak Singa PDAM Tirta Wening Kota Bandung Menggunakan Data Sekunder dan Primer*. RekaLingkungan. 1(3): 1-11.

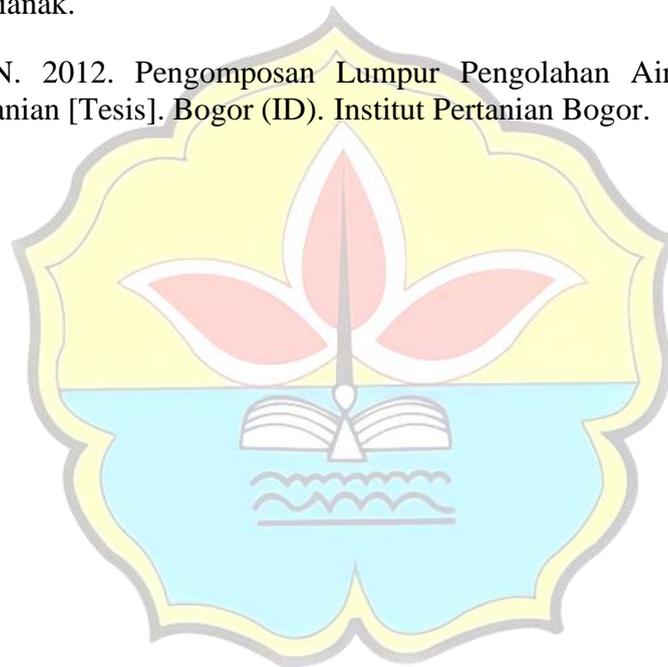
Shelvi. 2012. *Karakterisasi Lumpur Hasil Pengolahan Air PDAM Tirta Pakuan Bogor*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Pakuan. Bogor

Standar Nasional Indonesia No. 6989.3. :2019. Pengujian Toal Suspended Solid (TSS) Secara Gravimetri.

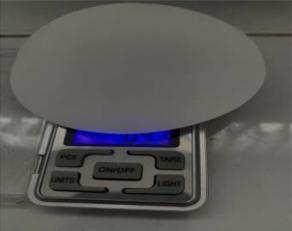
Sucahyo S E, Firdaus N A, Lintang L. 2018. *Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah Lumpur PDAM Cilacap*. Program Studi Teknik Lingkungan, Akademi Teknik Tirta Wiyata Magelang. Magelang.

Wulandari U M, Nurhasanah, Asri A. 2022. *Karakteristik Air Limbah Hasil Pengolahan Air PDAM Tirta Muare Ulakan Kabupaten Sambas*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Tanjungpura. Pontianak.

Kurniasih N. 2012. *Pengomposan Lumpur Pengolahan Air dengan Limbah Pertanian [Tesis]*. Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor.



LAMPIRAN GAMBAR

No.	Gambar	Keterangan
1.		Pengambilan Sampel pada unit filtrasi
2.		Pengambilan sampel pada unit sedimentasi
3.		Pengambilan sampel pada jalur buangan
4.		Penimbangan kertas saring

5.		<p>Memasukan kertas saring yang telah dioven ke dalam desikator</p>
6.		<p>Memasukan sampel air baku</p>
7		<p>Menimbang kertas saring yang telah dikeluarkan dari desikator</p>

LAMPIRAN PERHITUNGAN

$$MGD = \frac{(\frac{60 \times 10^6}{3,785})}{12 \times 60 \times 60} = 366,95 \text{ MGD}$$

Analisis perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Al dosis koagulan} = 50 \text{ mg/l}$$

$$\text{TSS Air Baku} = 100 \text{ mg/l}$$

$$A = 4,03$$

$$\rho_w = 1000$$

$$TU = 33,75$$

$$a = 2,96$$

- Sedimentasi saat Pasang

$$\begin{aligned} S &= (8.34 \times Q) (0.44 \cdot \text{Al} + \text{TSS} + A) \\ &= (8.34 \times 366,95 \text{ MGD}) (0.44 \cdot 50 \text{ mg/l} + 100 \text{ mg/l} + 4.03) \\ &= (3060,36) (126,03) \\ &= 385697.17 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\text{TSS mg/l} = a \times TU$$

$$a = \frac{\text{TSS}}{TU} = \frac{100}{33,75 \text{ mg/l}} = 2,96 \text{ mg/l}$$

$$Q_{\text{Solid}} = \text{NTU} \times a \times Q$$

$$= 33,75 \times 2,96 \times 60 \text{ l/det}$$

$$= 5994 \text{ l/det}$$

$$Q_{\text{koagulan}} = \text{Al} \times b \times Q \text{ l/det}$$

$$= 50 \text{ mg/l} \times 0,19 \times 60 \text{ l/det}$$

$$= 570 \text{ l/det}$$

$$Q_{\text{lumpur}} = Q_{\text{solid}} + Q_{\text{koagulan}}$$

$$= 5994 + 570$$

$$=6564 \text{ l/det}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Lumpur} &= \frac{S}{\rho_w \times S_{sl} \times P_s} \\ &= \frac{385697,17}{1000 \times 1,158 \times 565} = 0,58 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

- Filtrasi saat Pasang

$$\begin{aligned} S &= (8.34 \times Q) (0.44. Al + TSS + A) \\ &= (8.34 \times 366,95 \text{ MGD}) (0.44. 50 \text{ mg/l} + 100 \text{ mg/l} + 4.03) \\ &= (3060,36) (126,03) \\ &= 385697.17 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\text{TSS mg/l} = a \times \text{TU}$$

$$a = \frac{\text{TSS}}{\text{TU}} = \frac{100}{33,75 \text{ mg/l}} = 2,96 \text{ mg/l}$$

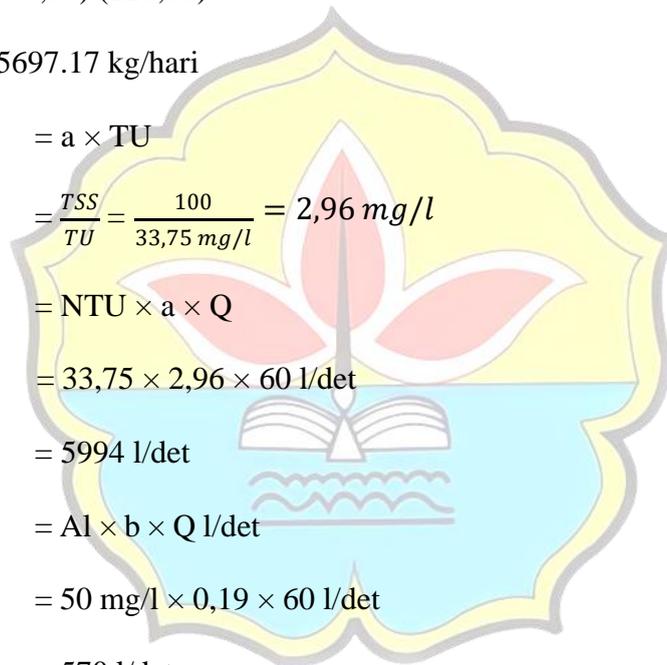
$$\begin{aligned} \text{Q Solid} &= \text{NTU} \times a \times Q \\ &= 33,75 \times 2,96 \times 60 \text{ l/det} \\ &= 5994 \text{ l/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Qkoagulan} &= Al \times b \times Q \text{ l/det} \\ &= 50 \text{ mg/l} \times 0,19 \times 60 \text{ l/det} \\ &= 570 \text{ l/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Qlumpur} &= \text{Qsolid} + \text{Qkoagulan} \\ &= 5994 + 570 \\ &= 6564 \text{ l/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Lumpur} &= \frac{S}{\rho_w \times S_{sl} \times P_s} \\ &= \frac{385697,17}{1000 \times 1,118 \times 425} = 0,81 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

- Jalur Buangan saat Pasang



$$\begin{aligned}
S &= (8.34 \times Q) (0.44 \cdot Al + TSS + A) \\
&= (8.34 \times 366,95 \text{ MGD}) (0.44 \cdot 50 \text{ mg/l} + 100 \text{ mg/l} + 4.03) \\
&= (3060,36) (126,03) \\
&= 385697.17 \text{ kg/hari}
\end{aligned}$$

$$TSS \text{ mg/l} = a \times TU$$

$$a = \frac{TSS}{TU} = \frac{100}{33,75 \text{ mg/l}} = 2,96 \text{ mg/l}$$

$$Q \text{ Solid} = NTU \times a \times Q$$

$$= 33,75 \times 2,96 \times 60 \text{ l/det}$$

$$= 5994 \text{ l/det}$$

$$Q_{\text{koagulan}} = Al \times b \times Q \text{ l/det}$$

$$= 50 \text{ mg/l} \times 0,19 \times 60 \text{ l/det}$$

$$= 570 \text{ l/det}$$

$$Q_{\text{lumpur}} = Q_{\text{solid}} + Q_{\text{koagulan}}$$

$$= 5994 + 570$$

$$= 6564 \text{ l/det}$$

$$Volume \text{ Lumpur} = \frac{S}{\rho_w \times Ssl \times Ps}$$

$$= \frac{385697,17}{1000 \times 1,059 \times 455} = 0,80 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Sedimentasi saat Surut

$$Al \text{ dosis koagulan} = 60 \text{ mg/l}$$

$$TSS \text{ Air Baku} = 200 \text{ mg/l}$$

$$A = 4,33$$

$$\rho_w = 1000$$

$$TU = 29,43$$

$$a = 6,79$$

$$\begin{aligned}
 S &= (8.34 \times Q) (0.44 \cdot A_I + TSS + A) \\
 &= (8.34 \times 366,95 \text{ MGD}) (0.44 \cdot 60 \text{ mg/l} + 200 \text{ mg/l} + 4.33) \\
 &= (3060,36) (230,73) \\
 &= 706116,86 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

$$\text{TSS mg/l} = a \times \text{TU}$$

$$a = \frac{\text{TSS}}{\text{TU}} = \frac{200}{29,43 \text{ mg/l}} = 6,79 \text{ mg/l}$$

$$\text{Q Solid} = \text{NTU} \times a \times Q$$

$$= 29,43 \times 6,79 \times 60 \text{ l/det}$$

$$= 1198 \text{ l/det}$$

$$\text{Qkoagulan} = A_I \times b \times Q \text{ l/det}$$

$$= 60 \text{ mg/l} \times 0,21 \times 60 \text{ l/det}$$

$$= 756 \text{ l/det}$$

$$\text{Qlumpur} = \text{Qsolid} + \text{Qkoagulan}$$

$$= 1198 + 756$$

$$= 1954 \text{ l/det}$$

$$\text{Volume Lumpur} = \frac{s}{\rho_w \times Ssl \times Ps}$$

$$= \frac{706116,86}{1000 \times 0,995 \times 467} = 1,51 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Filtrasi saat Surut

$$\begin{aligned}
 S &= (8.34 \times Q) (0.44 \cdot A_I + TSS + A) \\
 &= (8.34 \times 366,95 \text{ MGD}) (0.44 \cdot 60 \text{ mg/l} + 200 \text{ mg/l} + 4.33) \\
 &= (3060,36) (230,73) \\
 &= 706116,86 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

$$\text{TSS mg/l} = a \times \text{TU}$$

$$a = \frac{TSS}{TU} = \frac{200}{29,43 \text{ mg/l}} = 6,79 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ Solid} &= NTU \times a \times Q \\ &= 29,43 \times 6,79 \times 60 \text{ l/det} \\ &= 1198 \text{ l/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{koagulan}} &= Al \times b \times Q \text{ l/det} \\ &= 60 \text{ mg/l} \times 0,21 \times 60 \text{ l/det} \\ &= 756 \text{ l/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{lumpur}} &= Q_{\text{solid}} + Q_{\text{koagulan}} \\ &= 1198 + 756 \\ &= 1954 \text{ l/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Lumpur} &= \frac{S}{\rho_w \times Ssl \times Ps} \\ &= \frac{706116,86}{1000 \times 1,123 \times 417} = 1,50 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

• Jalur Buangan saat Surut

$$\begin{aligned} S &= (8.34 \times Q) (0.44 \cdot Al + TSS + A) \\ &= (8.34 \times 366,95 \text{ MGD}) (0.44 \cdot 60 \text{ mg/l} + 200 \text{ mg/l} + 4.33) \\ &= (3060,36) (230,73) \\ &= 706116,86 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$TSS \text{ mg/l} = a \times TU$$

$$a = \frac{TSS}{TU} = \frac{200}{29,43 \text{ mg/l}} = 6,79 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ Solid} &= NTU \times a \times Q \\ &= 29,43 \times 6,79 \times 60 \text{ l/det} \\ &= 1198 \text{ l/det} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{koagulan}} = Al \times b \times Q \text{ l/det}$$

$$= 60 \text{ mg/l} \times 0,21 \times 60 \text{ l/det}$$

$$= 756 \text{ l/det}$$

$$\text{Qlumpur} = \text{Qsolid} + \text{Qkoagulan}$$

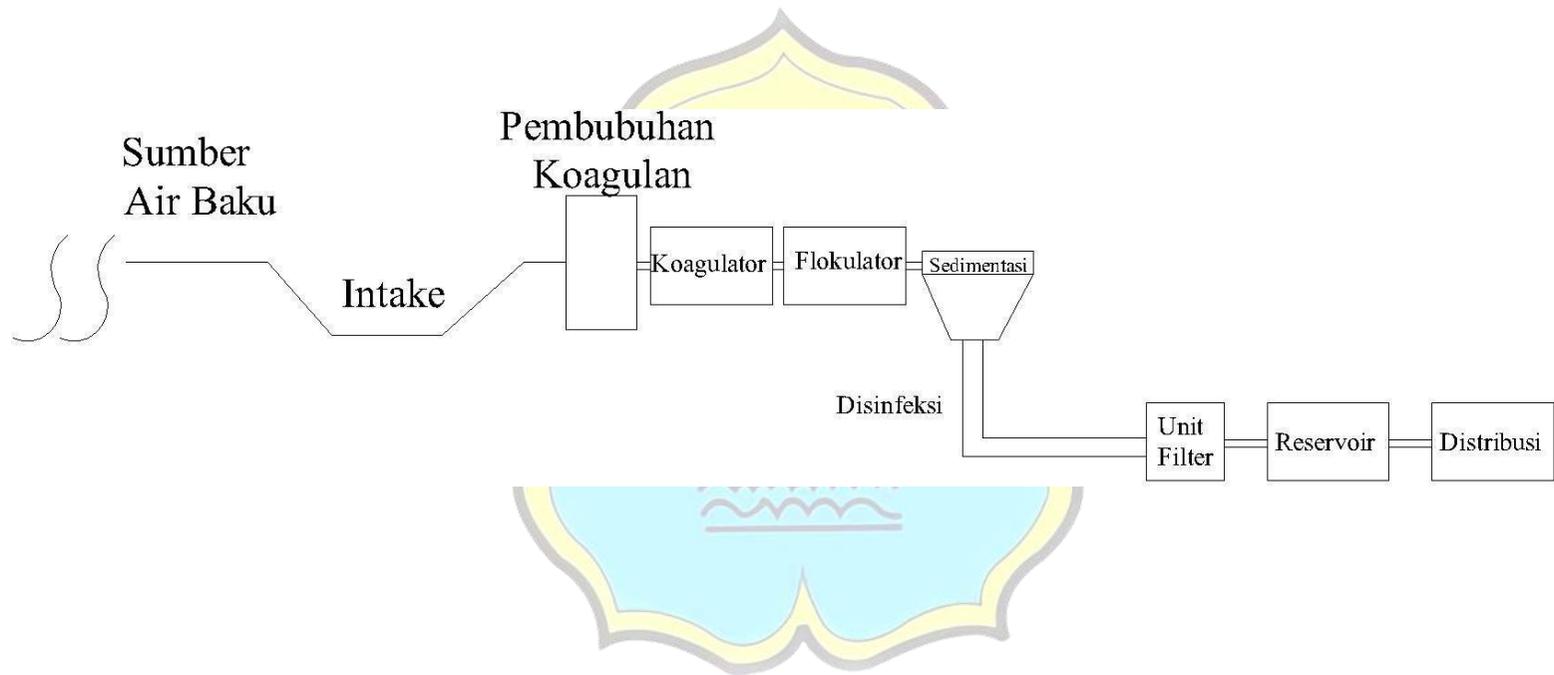
$$= 1198 + 756$$

$$= 1954 \text{ l/det}$$

$$\text{Volume Lumpur} = \frac{S}{\rho_w \times Ssl \times Ps}$$

$$= \frac{706116,86}{1000 \times 1,008 \times 422} = 1,65 \text{ m}^3/\text{hari}$$







Universitas Batanghari

FAKULTAS TEKNIK

Jalan Letkol Slamet Riyadi Broni - Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280 Website www.unbari.ac.id

SURAT KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI
NOMOR : 105 TAHUN 2022

TENTANG
PENUNJUKKAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN PROGRAM STRATA SATU (S-1)
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI :

- : Usulan Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Tentang Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
- : a. Bahwa untuk melengkapi syarat-syarat yang diperlukan guna menyelesaikan studi Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unbari perlu diselenggarakan Tugas Akhir Mahasiswa.
- : b. Bahwa mahasiswa yang namanya tercantum pada lampiran keputusan ini telah memenuhi syarat dan berhak untuk melaksanakan Tugas Akhir.
- : c. Bahwa Staf Pengajar yang namanya tercantum pada lampiran keputusan ini dianggap mampu dan memenuhi syarat untuk ditunjuk sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
- : d. Bahwa untuk pelaksanaan Tugas Akhir Mahasiswa dimaksud perlu dibuat Keputusan Dekan.
- : 1. Undang Undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Nasional.
- : 2. Undang Undang Nomor : 14 Tahun 2005 Tentang Guru dan Dosen.
- : 3. Peraturan Pemerintah Nomor : 04 Tahun 2014 Tentang Pendidikan Tinggi
- : 4. Peraturan Akademik Universitas Batanghari Tahun 2018
- : 5. Surat Keputusan Rektor Nomor : 45 Tahun 2018 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Pejabat wakil Rektor, Dekan, Kepala Biro, Pustaka, Lembaga dan Badan dilingkungan Universitas Batanghari.

MEMUTUSKAN

- : Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan Program Strata Satu (S-1) yang nama dan NPM nya tercantum pada kolom (2) untuk melaksanakan Tugas Akhir dengan Judul seperti pada kolom (3) Lampiran Keputusan ini dan berhak untuk mendapat bimbingan Tugas Akhir.
- : Menunjuk Staf Pengajar yang namanya tercantum pada kolom (4) menjadi Dosen Pembimbing I dan kolom (5) menjadi Dosen Pembimbing II mahasiswa dalam melaksanakan Tugas Akhir.
- : Dosen Pembimbing bertugas memberi petunjuk dan arahan kepada mahasiswa dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
- : Dosen pembimbing bertanggung jawab kepada Dekan melalui Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unbari.
- : Program Studi agar menyelenggarakan seminar proposal Tugas Akhir bersangkutan agar judul, tujuan, ruang lingkup, dan metode penelitian Tugas Akhir mahasiswa benar dari kaidah-kaidah ilmiah.
- : Masa berlaku Surat Keputusan ini adalah 6 (enam) bulan dan setelahnya dapat diperpanjang maksimal dua (2) kali atau diganti dengan pembimbing lain.
- : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dan apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.

DITETAPKAN DI : JAMBI
 PADA TANGGAL : 30 JUNI 2022

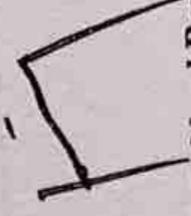


Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, ME

Disampaikan kepada :-
 Yth. Rektor Universitas Batanghari
 Yth. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unbari
 Yth. Dosen Pembimbing yang bersangkutan
 Mahasiswa yang bersangkutan
 Arsip

NO	NAMA NPM	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.	FAIQ HABIBAH HANIF. S 1800825201003	"STUDI KEMPASAN PELANGGAN TERHADAP PELAYANAN AIR BERSIH DI PERUMDA TIRTA PENGABUAN"	SITI UMI KALSUM, ST, M. Eng	HADRAH, ST, MT

DI TETAPKAN DI : JAMBI
PADA TANGGAL : 30 JUNI 2022
Dekan,



Dr. Ir. H. Fakhrul Rozi Yamali, ME



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
 RISET, DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS ANDALAS
 DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 LABORATORIUM AIR

Alamat: Kampus Limau Manis, Padang – Sumatera Barat, Kode Pos 25163

HASIL ANALISIS No : 073/XI/HA-LA/2022
 ANALISIS : Suhu,pH,COD,TSS,Al,Fe,TS,Berat Jenis
 SAMPEL : Sedimentasi saat pasang

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa
1	Suhu	°C	25,4
2	pH	-	6,21
3	COD	mg/L	36
4	TSS	mg/L	355
5	Aluminium(Al)	mg/L	0,223
6	Besi(Fe)	mg/L	0,923
7	TS	mg/L	565
8	Berat Jenis	g/cm ³	1,158

Padang, 28 November 2022
 Analisis Laboratorium


Tembusan
 1. Arsip



Prodi Sarjana Terakreditasi "Unggul"
 SK No. 6093/SK/BAN-PT/Akred-Itnl/S/IX/2020
 Prodi Magister Terakreditasi "B"
 SK No. 3116/SK/BAN-PT/Akred/M/VIII/2019



Engineering
 Accreditation
 Commission



Prodi Sarjana
 Terakreditasi
 IABEE
 Sertifikat Akreditasi
 No. 00072 A

Terakreditasi ABET (Prodi Sarjana)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ANDALAS
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
LABORATORIUM AIR

Alamat: Kampus Limau Manis, Padang – Sumatera Barat, Kode Pos 25163

HASIL ANALISIS No : 074/XI/HA-LA/2022
ANALISIS : Suhu,pH,COD,TSS,Al,Fe,TS,Berat Jenis
SAMPEL : Sedimentasi saat surut

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa
1	Suhu	°C	25,1
2	pH	-	5,76
3	COD	mg/L	32
4	TSS	mg/L	323
5	Aluminium(Al)	mg/L	0,208
6	Besi(Fe)	mg/L	0,877
7	TS	mg/L	467
8	Berat Jenis	g/cm ³	0,995

Padang 28 November 2022
Analisis Laboratorium
Syofni, S.Si
Syofni, S.Si

Tembusan
1. Arsip

AKREDITASI
Prodi Sarjana Terakreditasi "Unggul"
SK No. 6093/SK/BAN-PT/Akred-Itnl/S/IX/2020
Prodi Magister Terakreditasi "B"
SK No. 3116/SK/BAN-PT/Akred/M/VIII/2019


ABET
Engineering Accreditation Commission


IABEE
Prodi Sarjana Terakreditasi IABEE
Sertifikat Akreditasi No. 00072 A

Terakreditasi ABET (Prodi Sarjana)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ANDALAS
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
LABORATORIUM AIR

Alamat: Kampus Liman Manis, Padang - Sumatera Barat, Kode Pos 25163

HASIL ANALISIS No : 015X1HA-LA-2022
ANALISIS : Subaplikasi ALPA, TS, Berat Jenis
SAMPOL : Filtrasi saat pasang

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa
1	pH	-	5.5
2	DO	-	6.2
3	CO ₂	mg/L	27
4	TS	mg/L	315
5	Aluminium (Al)	mg/L	0.123
6	Fe (Fe)	mg/L	0.217
7	TS	mg/L	125
8	Berat Jenis	g/cm ³	1.118

Padang, 3 November 2022

Analisis Laboratorium

[Signature]
Syaiful, S.Si

Pembuat

[Signature]

080076



Prodi Sarjana Terakreditasi "Unggul"
SK No. 1253/SK/BAK-PT/Alma Mater/ST/2020
Prodi Magister Terakreditasi "B"
SK No. 3116/SK/BAK-PT/Alma Mater/ST/2019



ABET

Engineering
Accreditation
Commission

Terakreditasi ABET (Prodi Sarjana)



Prodi Sarjana
Terakreditasi
IABEE
Sertifikat Akreditasi
No. 0072/A



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
 RISET, DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS ANDALAS
 DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
 LABORATORIUM AIR

Alamat: Kampus Limau Manis, Padang – Sumatera Barat, Kode Pos 25163

HASIL ANALISIS No : 076/XI/HA-LA/2022
 ANALISIS : Suhu,pH,COD,TSS,Al,Fe,TS,Berat Jenis
 SAMPEL : Filtrasi saat surut

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa
1	Suhu	°C	25,1
2	pH	-	6,23
3	COD	mg/L	23
4	TSS	mg/L	300
5	Aluminium(Al)	mg/L	0,110
6	Besi(Fe)	mg/L	0,167
7	TS	mg/L	417
8	Berat Jenis	g/cm ³	1,123

Padang, 28 November 2022
 Analisis Laboratorium

 Syofri S. Si

Tembusan
 1. Arsip



Prodi Sarjana Terakreditasi "Unggul"
 SK No. 5093/SK/BAN-PT/Akred-ItmI/S/IX/2020
 Prodi Magister Terakreditasi "B"
 SK No. 3116/SK/BAN-PT/Akred/M/VIII/2019



Engineering
 Accreditation
 Commission

Terakreditasi ABET (Prodi Sarjana)



Prodi Sarjana
 Terakreditasi
 IABEE
 Sertifikat Akreditasi
 No. 00072 A



HASIL ANALISIS No : 077/XI/HA-LA/2022
 ANALISIS : Suhu, pH, COD, TSS, Al, Fe, TS, Berat Jenis
 SAMPEL : Jalur buangan saat pasang

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa
1	Suhu	°C	25,2
2	pH	-	5,78
3	COD	mg/L	30
4	TSS	mg/L	328
5	Aluminium(Al)	mg/L	0,200
6	Besi(Fe)	mg/L	0,182
7	TS	mg/L	455
8	Berat Jenis	g/cm ³	1,059

Padang 28 November 2022
 Analisis Laboratorium
 Syofmi, S.Si

Tembusan
 1. Arsip



Prodi Sarjana Terakreditasi "Unggul"
 SK No. 6093/SK/BAN-PT/Akred-Itnl/S/IX/2020
 Prodi Magister Terakreditasi "B"
 SK No. 3116/SK/BAN-PT/Akred/M/VIII/2019



Engineering
 Accreditation
 Commission

Terakreditasi ABET (Prodi Sarjana)



Prodi Sarjana
 Terakreditasi
 IABEE
 Sertifikat Akreditasi
 No. 00072 A



RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ANDALAS
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
LABORATORIUM AIR

Alamat: Kampus Limau Manis, Padang – Sumatera Barat, Kode Pos 25163

HASIL ANALISIS No : 078/XI/HA-LA/2022
ANALISIS : Suhu,pH,COD,TSS,Al,Fe,TS,Berat Jenis
SAMPEL : Jalur buangan saat surut

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa
1	Suhu	°C	25,6
2	pH	-	5,87
3	COD	mg/L	24
4	TSS	mg/L	284
5	Aluminium(Al)	mg/L	0,192
6	Besi(Fe)	mg/L	0,165
7	TS	mg/L	422
8	Berat Jenis	g/cm ³	1,008



Tembusan

1. Arsip



Prodi Sarjana Terakreditasi "Unggul"
SK No. 6093/SK/BAN-PT/Akred-Itnl/S/IX/2020
Prodi Magister Terakreditasi "B"
SK No. 3116/SK/BAN-PT/Akred/M/VIII/2019



Engineering
Accreditation
Commission

Terakreditasi ABET (Prodi Sarjana)



Prodi Sarjana
Terakreditasi
LABEE
Sertifikat Akreditasi
No. 00072 A



LABORATORIUM TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

Jalan Slamet Riyadi No. 1 Kelurahan Sungai Putri Kec. Danau Sipin Kota Jambi 36122

phone : +628 526 940 950 7 , website : <http://labtek.unbari.ac.id/>

e-mail : labtek@unbari.ac.id

HASIL PEMERIKSAAN KUALITAS AIR SUNGAI

Nomor
Sampel Dari
Tanggal Diterima
Tanggal Selesai

: 194//LABTEK-UBR/02/2023
: Air Sungai Pengabuan Tanjung Jabung Barat
: 7 Februari 2023
: 10 Februari 2023

Proyek
Dikerjakan Oleh
Diperiksa Oleh

: Tugas Akhir Mahasiswa
: Faiz Habibah Hanif. S
: Putra Anugrah

No	PARAMETER	SATUAN	HASIL ANALISA		KADAR MAKSIMUM	METODA/ALAT	ACUAN
			TSS 1	TSS 2			
1	FISIKA	mg/L	100	200	50 mg/L	Gravimetrik	SNI 6989.3:2019

Keterangan :

1. Sampel = Air Sungai Pengabuan Tanjung Jabung Barat
- TSS 1 = Air Pasang
- TSS 2 = Air Surut
2. Sampel diterima di laboratorium Fakultas Teknik
3. Hasil uji ini hanya berlaku untuk sampel yang dikirimkan

Mengetahui
Kepala Laboratorium

Jambi, 10 Februari 2023

Laboran

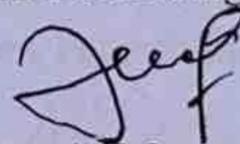
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Faiq Habibah Hanif.S
NPM : 1800825201003
Judul Tugas Akhir : Uji Karakteristik Lumpur Hasil Olahan Produksi
PERUMDA Tirta Pengabuan

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	10-12-2023	Acc ujian sidang tugas akhir	

Jambi..... 2023

Dosen Pembimbing 1



(Siti Umi Kalsum, ST, M.Eng.)

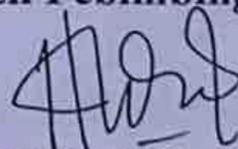
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Faiq Habibah Hanif.S
NPM : 1800825201003
Judul Tugas Akhir : Uji Karakteristik Lumpur Hasil Olahan Produksi
PERUMDA Tirta Pengabuan

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
		Ace sedang T.A.	

Jambi..... 2023

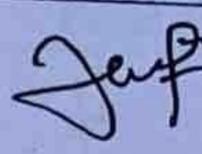
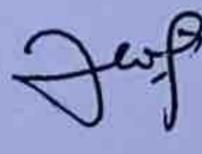
Dosen Pembimbing II



(HADRAH, ST, MT)

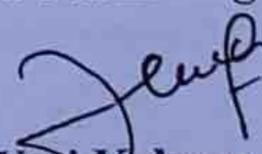
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Faiq Habibah Hanif.S
NPM : 1800825201003
Judul Tugas Akhir : Uji Karakteristik Lumpur Hasil Pengolahan Produksi
PERUMDA Tirta Pengabuan

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	3-4-2023	Parabasi Abstrak	
	4-4-2023	Acc Jicid	

Jambi... 4-4-2023

Dosen Pembimbing 1


(Siti Umi Kalsum, ST, M.Eng.)

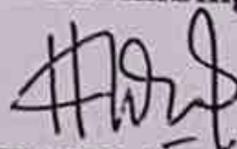
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Faiq Habibah Hanif.S
NPM : 1800825201003
Judul Tugas Akhir : Uji Karakteristik Lumpur Hasil Pengolahan Produksi
PERUMDA Tirta Pengabuan

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
1.	6 - 4 - 2023	Acc gilid T.A.	

Jambi..... 6 - 4 - 2023

Dosen Pembimbing II



(HADRAH, ST, MT)

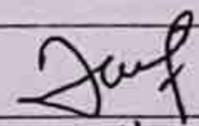
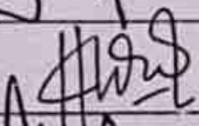
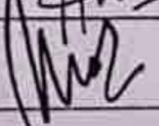
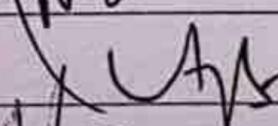
BERITA ACARA UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

Pada hari ini, Kamis, Tanggal 16 Februari, 2023, telah dilaksanakan Ujian Tugas Akhir mahasiswa

Nama : Faiq Habibah Hanif. S.
NPM : 1800825201003
Waktu : 14.00 WIB s.d. selesai
Tempat : Ruang Sidang FT

Judul Tugas Akhir :
Uji Karakteristik Lumpur Hasil Pengolahan Produksi Perumda Tirta Pengabuan

Hasil evaluasi Tim Penguji sebagai berikut :

	Nama Tim Penguji	Nilai	Tanda tangan
Pembimbing I	Siti Umi Kalsum, ST, M.Eng	86	1. 
Pembimbing II	Hadrah, ST, MT	84	2. 
Penguji I	Marhadi, ST, M. Si	80	3. 
Penguji II	Anggrika Riyanti, ST, M. Si	80	4. 
Penguji III	Monik Kasman, ST, M.Eng.Sc	80	5. 
	Jumlah	410	
	Nilai Rata-Rata / Huruf	82 / A	

Keputusan Tim Penguji pada Sidang Tugas Akhir :

1. **LULUS**, dengan nilai : _____

Perbaikan : _____

Jambi, 16 Februari

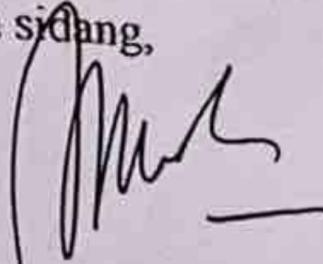
2023

sekretaris sidang,



Hadrah, ST, MT

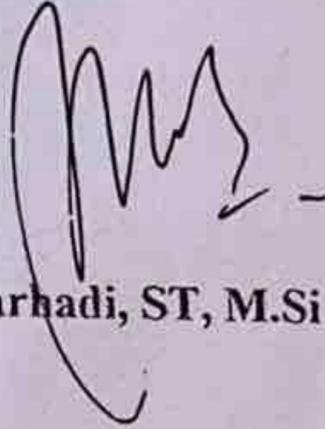
Ketua sidang,



(Marhadi, ST, M.Si)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan



Marhadi, ST, M.Si

Kriteria Penilaian:

- | | |
|---------------|--------------------------|
| 1. 80 - 100 | : Lulus, Nilai Huruf: A |
| 2. 75 - 79,99 | : Lulus, Nilai Huruf: B' |
| 3. 70 - 74,99 | : Lulus, Nilai Huruf: B |
| 4. 65 - 69,99 | : Lulus, Nilai Huruf: C' |
| 5. 60 - 64,99 | : Lulus, Nilai Huruf: C |
| 6. < 59,99 | : Tidak Lulus |