

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Air Lindi

Air lindi adalah adalah cairan yang melewati tumpukan sampah, karena air hujan sehingga membawa zat-zat pencemar bersama dengan air limpasan (Kusumawati, 2012). Cairan tersebut bercampur dengan senyawa organik dari sampah yang membuat cairan tersebut menjadi berbahaya bagi lingkungan. Air lindi dapat mencemari lingkungan sekitar apabila kadar parameter pencemar sangat tinggi (Rilawati, 2009). Baku mutu air lindi bagi usaha dan kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016 tentang kadar air lindi yang diperbolehkan untuk usaha dan TPA (Masduqi dan Slamet, 2002).

Air lindi yang mencemari tanah dan air tanah dapat ditemukan pada sumur-sumur dan tanah pada kedalaman tertentu di sekitar TPA. Jarak permukiman dari TPA yang diperbolehkan adalah ± 3 km, namun di beberapa TPA terdapat permukiman penduduk yang bersebelahan dengan TPA pada jarak ± 1 km yang menyebabkan sumur-sumur pada daerah tersebut tercemar kandungan logam yang terbawa oleh air lindi TPA. Hal tersebut berbahaya karena kandungan logam yang terbawa oleh air lindi dapat mengganggu kesehatan jika air sumur yang tercemar logam digunakan untuk berbagai keperluan (Heryando, 2004).

2.1.1. Proses Pembentukan Air Lindi

Dekomposisi terjadi pada saat sampah berada di dalam timbunan, hal tersebut ditandai dengan adanya perubahan secara fisik, kimia, dan biologi pada sampah. Proses dekomposisi yang terjadi adalah sebagai berikut: (Widiyanto, 2015)

1. Penguraian biologis bahan organik secara aerob dan anaerob yang menghasilkan gas dan cairan.
2. Oksidasi kimiawi.
3. Pelepasan gas dari timbunan sampah.

4. Pelarutan bahan organik dan anorganik oleh air dan air lindi yang melewati timbunan sampah.
5. Perpindahan materi terlarut karena gradien konsentrasi dan osmosis.
6. Penurunan permukaan yang disebabkan oleh pemadatan sampah yang mengisi ruang kosong pada timbunan sampah.

Kuantitas air lindi yang ditimbulkan oleh timbunan sampah padat pada suatu tempat pemrosesan akhir (TPA) dipengaruhi oleh (Mangkoediharjo, 2010):

1. Presipitasi atau air permukaan yang berinfiltrasi ke dalam timbunan sampah melalui tempat penimbunan.
2. Kandungan air dari sampah itu sendiri.
3. Air dari proses dekomposisi bahan organik sampah.
4. Air tanah dari sumber lain yang bergerak dalam arah horizontal melalui tempat penimbunan.

2.1.2. Karakteristik Air Lindi

Karakteristik air lindi di TPA dipengaruhi oleh dua faktor yaitu (Khapre, 2015):

1. Faktor Eksternal
 - Klimatologi
 - Hidrologi lokasi penimbunan sampah
 - Sifat air yang masuk ke dalam timbunan sampah
2. Faktor Internal
 - Karakteristik sampah (organik atau anorganik, mudah tidaknya terurai, mudah tidaknya larut).
 - Kondisi tempat pemrosesan akhir (TPA) yang menyangkut umur timbunan sampah, kelembaban dan temperatur.
 - Jenis operasi yang dilakukan ditempat penimbunan sampah (tanah penutup dan sebagainya).

Kualitas dan kuantitas air lindi akan berubah seiring berjalannya waktu juga dipengaruhi oleh keberagaman komposisi sampah. Kualitas pencemar air lindi tergantung pada waktu tinggal unsur-unsur pencemar dalam air lindi, sedangkan

kuantitas air lindi dipengaruhi faktor eksternal yaitu air hujan dan faktor internal yaitu kandungan air dalam sampah organik yang terdapat pada timbunan sampah. Komponen utama yang terdapat dalam air lindi pada TPA diantaranya adalah: zat organik, kadmium (Cd), besi (Fe), nitrit NO_2^- , magnesium (Mg), logam dengan konsentrasi rendah seperti: mangan (Mn), timbal (Pb), serta komponen mikrobiologi (Effendi, 2003).

Sejalan dengan penelitian sebelumnya, karakteristik air lindi sangat bervariasi tergantung oleh komponen dan proses yang terdapat di TPA, yang meliputi proses fisik, kimia, dan biologis (Sari dkk, 2017). Faktor fisik yang mempengaruhi kandungan dalam air lindi di TPA antara lain: jenis sampah, lokasi TPA, hidrogeologi, dan sistem pengoperasian, yang bervariasi di berbagai TPA. Hal serupa terjadi pada proses biologis dan kimia yang terjadi pada timbunan sampah baik aerob ataupun anaerob (Diah dkk, 2014).

2.1.3. Kualitas Air Lindi TPA Batu Layang

Pengelolaan TPA Batu Layang merupakan suatu permasalahan yang terjadi di Kota Pontianak. Seiring dengan perkembangan Kota Pontianak dengan tingkat pertumbuhan penduduk diperkirakan sebesar 1,123% per tahun, berdasarkan jumlah penduduk pada tahun 2016 yang sebesar 653.030 jiwa, maka timbunan sampah yang diterima berdasarkan kapasitas pengangkutan sampah yang masuk di TPA sebesar 302 ton/hari dari jumlah produksi sampah 431 ton/hari (Wahyudi dkk, 2017). Berdasarkan hasil survey lapangan, persentase cakupan layanan dari TPA Batu Layang yaitu 77% pelayanan dari jumlah penduduk Kota Pontianak. Pengolahan disposal sampah yang belum maksimal menimbulkan berbagai dampak negatif pada lingkungan sekitar seperti pencemaran air, pencemaran tanah, pencemaran udara dan berkembangnya vektor penyakit (Wahyudi dkk, 2017). Hasil pengujian laboratorium kualitas air lindi TPA Batu Layang ditunjukkan pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Kualitas air lindi TPA Batu Layang

No	Parameter	Nilai		Baku Mutu		Keterangan
		Nilai	Satuan	Nilai	Satuan	
1	pH	4,35		6-9		
2	BOD	818	mg/L	150	mg/L	Melebihi nilai baku mutu
3	COD	1.259	mg/L	300	mg/L	Melebihi nilai baku mutu
4	TSS	609	mg/L	100	mg/L	Melebihi nilai baku mutu

Sumber: Wahyudi, 2017

2.2. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical Oxygen Demand (COD) didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam air limbah atau banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik menjadi CO₂ dan H₂O (Nurjanah dkk, 2017). Air lindi muncul dari timbunan sampah yang masih baru, biasanya ditandai oleh kandungan asam lemak volatil dan kadar COD yang tinggi, sedangkan air lindi dari timbunan sampah yang telah lama memiliki kandungan COD dan konsentrasi pencemar yang lebih rendah. Hal tersebut dikarenakan biodegradasi sampah yang masih baru umumnya masih cepat yang ditandai dengan kenaikan produksi asam dan penurunan pH air lindi (Atima, 2015).

Semakin banyak senyawa organik dalam air, maka semakin tinggi parameter COD yang menunjukkan banyaknya senyawa organik yang dioksidasi secara kimia. TPA umumnya terkontaminasi oleh banyak senyawa-senyawa organik dan logam yang menyebabkan tingginya angka COD pada TPA, pada penelitian yang telah dilakukan tentang pola sebaran air lindi, menunjukkan dugaan air lindi berada pada kedalaman 0,75-5,9 m (Aspriasti dkk, 2015). Air lindi TPA Batu Layang memiliki nilai BOD sebesar 196 mg/L dan nilai COD sebesar 301 mg/L nilai tersebut melewati baku mutu dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Hal tersebut dinilai membahayakan bagi lingkungan maka dari itu, air lindi TPA Batu Layang harus diolah terlebih dahulu untuk menurunkan nilai COD dan BOD sebelum dibuang ke perairan disekitarnya (Sitanggang, 2019).

2.3. pH

Tingkat keasaman atau basa suatu zat, larutan, atau benda dinyatakan dengan pH atau derajat keasaman. Nilai 7 menyatakan bahwa pH tergolong normal atau netral sementara sifat asam dinyatakan dengan nilai $\text{pH} < 7$ dan nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa. Derajat keasaman yang tinggi dinyatakan dengan nilai pH 0 dan kebasaan tertinggi dinyatakan dengan nilai pH 14. Indikator umum yang biasanya digunakan adalah pH meter, pH meter dapat memberikan hasil nilai pH secara langsung saat digunakan (Yusuf dkk, 2018).

Prinsip yang digunakan pH meter dalam menentukan nilai pH adalah prinsip elektrolit atau konduktivitas suatu larutan. Pengukuran pH pada prinsipnya didasarkan pada potensial elektrokimia yang terjadi antara larutan yang terdapat didalam elektroda gelas yang diketahui dengan larutan yang terdapat di luar elektroda gelas yang tidak diketahui. Elektroda gelas berfungsi untuk mengukur potensial elektrokimia dari ion hidrogen, hal tersebut dapat terjadi karena gelembung kaca yang memiliki lapisan gelas tipis akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif (Yuliza, 2015).

Air lindi pada umumnya memiliki pH asam dikarenakan tingginya aktifitas mikroorganisme dalam mendegradasi zat pencemar. Gas metana yang dihasilkan oleh mikroorganisme saat mendegradasi pencemar dapat membuat air lindi menjadi asam. Metode elektrokoagulasi efektif dalam menaikkan nilai pH dan menurunkan beban pencemar, karena air lindi dengan pH yang asam dapat mempersulit pembentukan flok pada metode elektrokoagulasi (Karangan dkk, 2019).

2.4. TSS

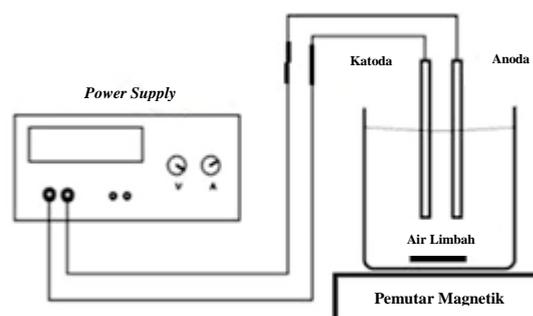
TSS (*Total Suspended Solid*) adalah zat partikulat yang terdapat di dalam air yang diam (*quiescent*) dan mengalir. Partikel-partikel di dalam TSS adalah zat organik dan anorganik yang masuk dan berasal dari berbagai pencemar. Nilai TSS yang terlalu tinggi dapat berdampak buruk bagi kulit. Air yang memiliki nilai TSS yang tinggi tidak diperkenankan untuk keperluan mandi terutama untuk keperluan minum, perindustrian, dan pertanian. Secara rinci, TSS didefinisikan sebagai banyaknya zat padat yang tersaring oleh saringan berukuran pori sebesar $0,45 \mu\text{m}$

yang dikeringkan pada temperatur 103° - 105° C kemudian ditimbang (Sholihah dkk, 2016).

Air lindi dalam TPA mengandung TSS dengan konsentrasi tinggi karena di TPA terdapat banyak limbah dengan kadar pencemar organik dan anorganik dengan konsentrasi yang tinggi. Nilai TSS yang tinggi dapat terjadi karena air limpasan sampah yang berada disekitar instalasi dan genangan sampah yang berada di pengolahan air lindi TPA. Sumur masyarakat dan tanah sekitar TPA seringkali tercemar oleh air lindi yang mengalami infiltrasi ke dalam tanah. Kadar TSS dalam air lindi TPA cukup tinggi sehingga diperlukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan (Hartaja dkk, 2015).

2.5. Elektrolisis

Elektrolisis adalah peristiwa penguraian elektrolit dalam sel elektrolisis oleh arus listrik. Elektrolisis merupakan proses kimia yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Proses elektrolisis memisahkan molekul air menjadi gas hidrogen dan oksigen dengan cara mengalirkan arus listrik ke elektroda tempat larutan elektrolit berada. Proses tersebut dapat memisahkan limbah dari air lindi, dengan proses tersebut ion-ion pencemar dalam air lindi akan membentuk flok-flok yang dapat terendapkan (Sugiarto, 2016). Mekanisme elektrokoagulasi ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.



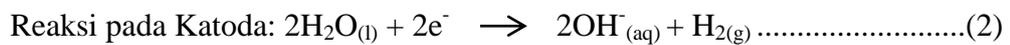
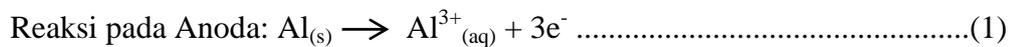
Sumber: Ronita, 2017

Gambar 2.1 Mekanisme Elektrokoagulasi

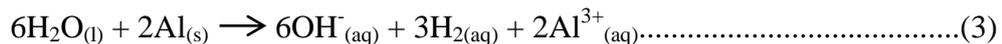
Elektroda yang digunakan terbuat dari aluminium yang merupakan konduktor yang kuat. Sama seperti besi, aluminium juga mengalami proses korosi namun,

proses korosi yang terjadi berbeda dari proses korosi besi. Korosi yang terjadi pada besi membuat besi mengalami pengeroposan, sedangkan aluminium memiliki lapisan oksida yang mencegah proses korosi lebih jauh sedangkan besi tidak memiliki lapisan tersebut (Utomo dkk, 2017). Elektroda merupakan sistem dua fase yang terdiri dari sebuah penghantar elektrolit dan penghantar ionik. Elektroda terdiri dari elektroda positif yang disebut anoda dan elektroda negatif yang disebut katoda (Saputra dkk, 2019).

Reaksi yang terjadi pada sel elektroda dengan anoda dan katoda yang digunakan aluminium adalah:



Sehingga menghasilkan koagulan $\text{Al}(\text{OH})_3$ dengan persamaan reaksi berikut:



Elektroda berperan sebagai tempat berlangsungnya reaksi elektrolisis. Katoda berperan sebagai kutub negatif dan anoda berperan sebagai kutub positif. Proses elektrolisis menghasilkan koagulan $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang dapat menjerap polutan. Selain menghasilkan koagulan akan dihasilkan juga gas H_2 yang dapat mengangkat flok. Air menjadi bersih setelah polutan terjerap oleh koagulan hasil elektrolisis sehingga air lindi aman dibuang ke lingkungan (Hayati dkk, 2020).

Proses yang terjadi dalam pengolahan metode elektrokoagulasi disebut proses elektrokimia. Pada proses tersebut terjadi pelepasan Al^{3+} dari plat elektroda (anoda) sehingga membentuk flok $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang mampu mengikat kontaminan dan partikel-partikel dalam limbah. $\text{Al}(\text{OH})_3$ memiliki gugus fungsi $-\text{OH}$ yang aktif menjerap polutan (Prayitno dkk, 2012).

2.6. Elektrokoagulasi

Koagulasi biasanya menggunakan koagulan sebagai agen pembentuk flok, namun proses koagulasi juga dapat terjadi dengan menggunakan aliran arus listrik. Metode koagulasi dilakukan dengan cara mengalirkan arus listrik ke elektroda.

Proses ini dinamakan elektrokoagulasi, yang prinsipnya adalah mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Proses tersebut dibutuhkan pada air limbah untuk membantu mengendapkan partikel-partikel kecil yang tidak dapat mengendap secara gravimetri. Partikel-partikel yang mengalami proses elektrolisis akan terpisah dari air lindi kemudian membentuk flok-flok yang dapat terendapkan dan tersaring (Susanto dkk, 2004).

Elektrokoagulasi memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan dalam mengolah limbah cair. Kelebihan dan kekurangan elektrokoagulasi diuraikan sebagai berikut: (Purwanto, 2005)

a. Kelebihan Elektrokoagulasi

Elektrokoagulasi memiliki beberapa kelebihan diantaranya:

1. Elektrokoagulasi memerlukan peralatan sederhana dan mudah untuk dioperasikan.
2. Flok yang dihasilkan elektrokoagulasi ini sama dengan flok yang dihasilkan koagulasi menggunakan koagulan bahan kimia.
3. Keuntungan dari elektrokoagulasi ini lebih cepat mereduksi kandungan koloid/partikel yang paling kecil, hal ini disebabkan pengaplikasian listrik ke dalam air akan mempercepat pergerakan mereka didalam air dengan demikian akan memudahkan proses pembentukan flok.
4. Gelembung-gelembung gas yang dihasilkan pada proses elektrokoagulasi ini dapat membawa polutan ke atas air sehingga dapat dengan mudah dihilangkan.

b. Kelemahan Elektrokoagulasi

Elektrokoagulasi memiliki beberapa kekurangan dalam prosesnya, berikut merupakan kekurangan dari proses elektrokoagulasi:

1. Tidak dapat digunakan untuk mengolah limbah cair yang mempunyai sifat elektrolit cukup tinggi dikarenakan akan terjadi hubungan singkat antar elektroda. Hal tersebut dapat diatasi dengan pemberian akuades yang bertujuan untuk mengencerkan sifat elektrolit dalam air limbah (Wulandari, 2017).
2. Besarnya reduksi logam berat dalam limbah cair dipengaruhi oleh besar kecilnya arus voltase listrik searah pada elektroda dan jarak antar

elektroda. Pengolahan elektrokoagulasi harus menggunakan pustaka acuan lain untuk mengetahui besar kecilnya arus voltasi dan jarak antar elektroda yang efektif sebelum melakukan pengolahan (Wardhani dkk, 2012).

3. Plat anoda yang mudah mengalami korosi sehingga harus selalu diganti. Pemilihan bahan yang tahan korosi seperti aluminium merupakan solusi untuk mengatasi anoda yang mudah mengalami korosi (Masthura, 2019).

c. Faktor-faktor yang mempengaruhi elektrokoagulasi

Proses elektrokoagulasi dipengaruhi beberapa faktor diantaranya kerapatan arus listrik, waktu, tegangan, kadar keasaman (pH), dan ketebalan plat. Kenaikan kerapatan arus akan mempercepat ion bermuatan membentuk flok. Jumlah arus listrik yang mengalir berbanding lurus dengan bahan yang dihasilkan selama proses. Menurut hukum Faraday, jumlah muatan yang mengalir selama proses elektrolisis sebanding dengan jumlah waktu kontak yang digunakan. Arus listrik yang menghasilkan perubahan kimia mengalir melalui medium (logam atau elektrolit) disebabkan adanya beda potensial, karena tahanan listrik pada medium lebih besar dari logam, maka yang perlu jarak antar medium, yang efektif. Pada proses elektrokoagulasi terjadi proses elektrolisis air yang menghasilkan gas hidrogen dan ion hidroksida, maka dengan semakin lama waktu kontak yang digunakan, maka semakin cepat juga pembentukan gas hidrogen dan ion hidroksida yang akan menaikkan pH dalam larutan. Semakin tebal plat elektroda, daya tarik elektrostatisnya dalam mereduksi dan mengoksidasi ion logam dalam larutan akan semakin besar. (Saputra dkk, 2018).

2.7. Elektroda

Elektroda merupakan bahan yang digunakan sebagai konduktor listrik. Elektroda digunakan sebagai media untuk menciptakan arus listrik yang terdiri dari katoda dan anoda. Fungsi dari masing-masing plat adalah katoda akan menarik sel-sel elektron dan terjadi reaksi reduksi sedangkan anoda berfungsi menghasilkan Al^{3+} sehingga terjadi oksidasi (Riyan, 2017).

Jenis elektroda yang biasa digunakan merupakan baja tahan karat, tembaga, karbon, dan grafit. Bentuk elektroda yang digunakan bervariasi, ada yang berbentuk cetakan, plat ataupun serbuk. Pemilihan elektroda yang baik didasarkan pada tingkat konduktivitas, bersifat anti korosif, biaya murah, reversibilitas redoks yang baik, serta memiliki stabilitas terhadap lingkungan (Arismaya, 2018). Apabila elektroda yang dipilih tidak memenuhi kriteria yang disebutkan, maka persentasi keberhasilan akan kecil. Sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan elektroda berukuran 5 cm x 10 cm x 0,5 cm, didapatkan daya maksimal 4,6 mW/m² (Hudik, 2016). Katoda yang dipilih memiliki sifat konduktivitas dan reversibilitas redoks yang rendah, sehingga saat proses elektrolisis berlangsung plat anoda mengalami penyusutan. Hal tersebut terjadi karena proses elektrolisis dominan di anoda dikarenakan pada katoda memiliki tingkat konduktivitas listrik yang buruk. Plat elektroda yang digunakan haruslah memiliki sifat konduktivitas yang baik dan tahan korosi seperti aluminium (Nurdik, 2014). Penggunaan aluminium didasarkan pada penelitian sebelumnya bahwa plat elektroda yang paling efektif adalah kombinasi Al-Al (Arnita, 2017). Hal tersebut selain karena efisiensi penyisihan yang dihasilkan paling tinggi yaitu sebesar 98,06 %, serta rendahnya konsumsi elektroda dan energi yang dibutuhkan dalam proses elektrokoagulasi masing-masing sebesar 5,95 x 10⁻³ g/m³ dan 117,20 kWh/m³ (Mulyani dkk, 2017).

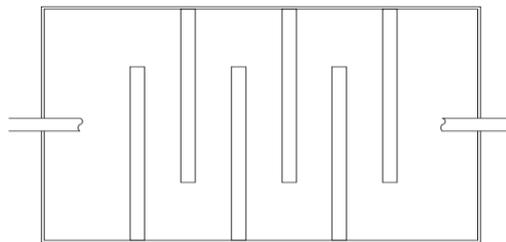
2.7.1. Aluminium

Aluminium merupakan plat elektroda yang baik karena memiliki sifat penghantar listrik yang baik serta tahan terhadap korosi. Aluminium memiliki efektivitas sebesar 99,98% dalam menurunkan beban pencemar TSS (Hasibuan, 2018). Aluminium memiliki kecenderungan mudah berikatan dengan elemen lain, karena itu aluminium murni tidak terdapat di alam. Aluminium merupakan elektroda yang paling umum digunakan dalam proses elektrokoagulasi dengan resistivitas sebesar 2,65 x 10⁻⁸ Ω meter. Elektroda aluminium teroksidasi sebagai Al³⁺, efisiensi penyisihan yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan elektroda lain (Pulkka dkk, 2014).

2.8. *Baffle Channel Flocculator*

Baffle channel flocculator adalah pengadukan hidrolis yang memanfaatkan gerakan air sebagai tenaga pengadukan. *Baffle chanel flocculator* berperan sebagai pengaduk lambat dengan energi hidrolis yang kecil dengan tujuan menghasilkan gerakan air yang mendorong detensi antar partikel tanpa menyebabkan pecahnya gabungan partikel yang telah terbentuk (Masduqi dan Slamet, 2002).

Bak *baffle channel flocculator* bertujuan menghasilkan gerakan air yang mendorong detensi antar partikel tanpa menyebabkan pecahnya flok-flok yang telah terbentuk dengan syarat energi hidrolis yang diciptakan cukup kecil. Agar partikel dapat saling berdetensi dan diperoleh pencampuran yang sempurna, maka bak *baffle channel flocculator* dibuat seri dengan 6 buah sekat (Hadi, 2012). Bak *baffle channel flocculator* ditunjukkan pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.2 Bak *Baffle Channel Flocculator*

2.9. Sedimentasi

Sedimentasi adalah suatu unit operasi untuk menghilangkan materi tersuspensi atau flok kimia secara gravitasi, terdapat juga proses yang disebut pra-sedimentasi yang merupakan proses menghilangkan padatan tersuspensi sebelum dilakukan pengolahan selanjutnya (Setiyono, 2014). Tujuan dari sedimentasi adalah mengurangi kekeruhan yang terjadi dikarenakan adanya suspensi yang tidak terlarut. Kebanyakan pengotor pada air hadir dalam bentuk tersuspensi yang melayang-layang dalam cairan yang mengalir namun, suspensi tersebut dapat bergerak kebawah akibat pengaruh gravitasi jika berada dalam cairan diam (*quiescent*) atau semi-*quiescent*. Sedimentasi dapat terjadi dikarenakan berat jenis partikel tersebut lebih besar daripada berat jenis cairan di sekelilingnya (Effendi, 2003).

Sedimentasi selain digunakan dalam pengolahan air minum, sedimentasi digunakan juga dalam pengolahan air limbah. Sedimentasi mempunyai 4 tipe, yaitu (Tauhid dkk, 2018):

1. Sedimentasi Tipe I/*Plain Settling/Discrete Particle*

Merupakan pengendapan partikel diskrit, yaitu partikel yang dapat mengendap bebas secara individual tanpa membutuhkan adanya interaksi antar partikel dan tanpa menggunakan koagulan. Tujuan dari unit ini adalah menurunkan kekeruhan air baku dan digunakan pada *grit chamber*

2. Sedimentasi Tipe II (*Flocculant Settling*)

Pengendapan material koloid dan solid tersuspensi terjadi melalui adanya penambahan koagulan, biasanya digunakan untuk mengendapkan flok-flok kimia setelah proses koagulasi dan flokulasi. Pengendapan partikel flokulan akan lebih efisien pada ketinggian bak yang relatif kecil. Karena tidak memungkinkan untuk membuat bak yang luas dengan ketinggian minimum atau membagi ketinggian bak menjadi beberapa kompartemen, maka alternatif terbaik untuk meningkatkan efisiensi pengendapan bak adalah dengan memasang *tube settler* pada bagian atas bak pengendapan untuk menahan flok-flok yang terbentuk

3. Sedimentasi Tipe III / *Hindered Settling (Zone Settling)*

Merupakan pengendapan dengan konsentrasi koloid dan partikel tersuspensi sedang, di mana partikel saling berdekatan sehingga gaya antar partikel menghalangi pengendapan partikel-partikel di sebelahnya. Partikel berada pada posisi yang relatif tetap satu sama lain dan semuanya mengendap pada suatu kecepatan yang konstan. Hal ini mengakibatkan massa partikel mengendap pada zona, dan menimbulkan kontak antara *solid* dan *liquid*.

4. Sedimentasi Tipe IV

Merupakan unit lanjutan dari sedimentasi tipe III, dimana terjadi pemampatan (kompresi) masa partikel hingga diperoleh konsentrasi lumpur yang tinggi.

Sedimentasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sedimentasi tipe II. Alasan pemilihan sedimentasi tipe ini karena sedimentasi tipe II umumnya

digunakan pada pengolahan dengan metode elektrokoagulasi dengan tujuan untuk mengendapkan flokulan yang telah terbentuk. Pada umumnya partikel tersuspensi yang lebih besar dari 1 μm dan dapat disisihkan dengan sedimentasi (Kristijarti dkk, 2013).

2.10. Filtrasi

Bak filtrasi merupakan bak yang berfungsi untuk menyaring air limbah yang telah diolah. Filtrasi menggunakan berbagai media filter, salah satunya pasir silika. Media filter pasir silika dapat menyaring air lindi sehingga dihasilkan keluaran yang cukup bersih (Muharrami, 2021). Pengolahan filtrasi merupakan pengolahan setelah proses koagulasi-flokulasi dan sedimentasi untuk memisahkan padatan yang terkandung dalam air limbah. Bak filtrasi untuk penelitian mempunyai dimensi panjang 20 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 40 cm. Bak filtrasi terdiri dari berbagai macam media penyaring, sebagai penyangga, dibagian bawah bak diberi batu kerikil lalu pasir silika. Sebagai penyaring utama pasir silika yang digunakan mempunyai ukuran efektif 0,25-0,35 mm, koefisien keseragaman 3-5, dan ketebalan media 20-50 cm (Astari, 2013).

Filtrasi diperlukan untuk menurunkan kadar zat pencemar seperti bakteri, warna, rasa, bau, dan besi sehingga diperoleh air bersih sesuai dengan baku mutu yang digunakan. Filter dibedakan menjadi dua macam yaitu saringan pasir lambat dan saringan pasir cepat. Saringan pasir lambat lebih banyak dimanfaatkan dalam pengolahan air lindi sedangkan saringan pasir cepat lebih banyak dimanfaatkan dalam sistem pengolahan air minum. Filtrasi yang digunakan pada pengolahan air lindi merupakan filter yang menggunakan metode penyaringan secara gravitasi (Febrina dkk, 2015).

A. Faktor-faktor yang mempengaruhi filtrasi (Chrisafitri dkk, 2012).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses filtrasi yaitu ketebalan, ukuran, material media filter, suhu, kecepatan filtrasi, konsentrasi kekeruhan dan pembersihan media filter.

1. Ketebalan lapisan media filter
Semakin tebal lapisan media filter, hasil dari proses filtrasi akan lebih baik karena luas permukaan penahan partikel-partikel semakin besar dan jarak yang ditempuh oleh air semakin panjang.
2. Suhu air
Suhu air akan berpengaruh terhadap kekentalan air, aktivitas biologi dan reaksi kimia yang akan mempengaruhi proses filtrasi.
3. Kecepatan filtrasi
Kecepatan aliran akan mempengaruhi proses penahanan mekanis terhadap bahan-bahan tersuspensi. Apabila kecepatan filtrasi meningkat efektivitas filtrasi akan menurun.
4. Kualitas air
Semakin rendah kualitas air yang akan difilter, maka memerlukan pengolahan yang sempurna atau kompleks.

2.11. Power Supply

Power supply digunakan dalam elektrokoagulasi sebagai penghantar arus dan tegangan searah. *Power supply* dapat memberikan arus listrik secara konstan pada proses elektrokoagulasi. Arus DC dapat diukur dengan menggunakan amperemeter, sedangkan untuk mengukur besarnya tegangan DC dapat menggunakan voltmeter atau avometer (Amiruddin, 2008).

Penggunaan arus listrik searah (*direct current*) pada proses elektrokoagulasi karena tegangan DC itu stabil, halus serta mudah di atur. Dinamakan listrik arus searah karena arus listriknya mengalir dari kutub negatif ke positif secara terus-terusan. Karena arah aliran inilah arus listrik DC memiliki nilai dan arah yang tetap. Kebanyakan proses elektrokoagulasi menggunakan arus DC karena metode pengolahan tersebut memerlukan arus dan tegangan yang konstan (Jati dkk, 2015).

Jumlah zat yang bereaksi pada elektroda sel elektrolisis berbanding lurus dengan jumlah arus yang melalui sel tersebut. Jika arus tertentu mengalir melalui beberapa sel elektrolisis maka akan dihasilkan jumlah ekuivalen masing-masing

zat. Persamaan hukum Faraday ini dapat dinyatakan sebagai berikut: (Wahyulis dkk, 2014)

$$w = e.F \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

w : massa zat hasil elektrolisis (gram)

e : massa ekuivalen zat hasil elektrolisis/Ar/Valensi

F : jumlah arus listrik (Faraday)

2.11.1. Hukum Faraday I

Elektrolisis menggunakan plat elektroda yang berfungsi sebagai media untuk pengaliran arus listrik. Elektroda tersebut dapat habis karena terurai pada saat proses elektrolisis berlangsung. Cepatnya elektroda terurai dapat dihitung dengan persamaan pada Hukum Faraday I. Berikut persamaan pada Hukum Faraday I yang digunakan untuk memperkirakan cepatnya elektroda terurai:

$$t = \frac{w \times 96500}{e \times i} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

w = massa elektroda

i = kuat arus (ampere)

t = waktu (detik)

e = muatan ion

2.12. Baku Mutu Parameter Pencemar

Air lindi yang dibuang atau dialirkan ke sungai atau badan air harus sesuai dengan standar baku mutu air lindi yang telah ditentukan oleh pemerintah. Peraturan yang digunakan sebagai parameter baku mutu air lindi adalah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah ditunjukkan pada **Tabel 2.2.**

Tabel 2.2 Permen LHK No. 59 Tahun 2016

Parameter	Kadar Paling Tinggi	
	Nilai	Satuan
pH	6-9	mg/L
BOD	150	mg/L
COD	300	mg/L
TSS	100	mg/L
N Total	60	mg/L
Merkuri	0,005	mg/L
Kadmium	0,1	mg/L

Sumber: Permen LHK No. 59 Tahun 2016