

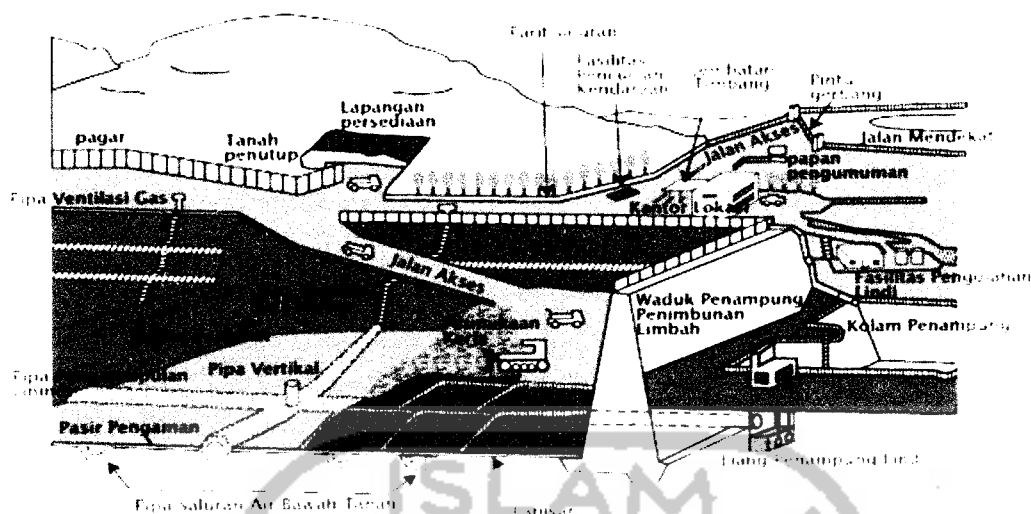
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lindi TPA Piyungan

Setiap harinya sekitar 300 rit atau truk ukuran besar pengangkut sampah masuk di lokasi TPA Piyungan, dan sekitar 250 – 270 rit adalah sampah-sampah yang berasal dari kota. Hal ini dapat dimaklumi karena kota penuh dengan pasar, hotel, mall dan permukiman padat penduduk sehingga tidak menyisakan lahan untuk pembuangan sampah. Jika petugas pengangkut sampah di Kabupaten Bantul dan Sleman bekerja sesuai dengan jam kerja (pagi-sore) petugas dari kota 24 jam harus *stand by* membawa sampah ke TPA.

Volume sampah setiap tahun yang didrop ke TPA Piyungan dari ketiga daerah itu memang beragam. Dari Kota Yogyakarta sebanyak 122.732 ton atau 79,87 persen dengan kontribusi Rp 1.035.636.080, Kabupaten Sleman 20.668 ton atau 13,45 persen dengan kontribusi Rp 174.399.716 dan Kabupaten Bantul 10.265 ton atau 6,68 persen dengan kontribusi Rp 86.616.364.

Pada musim kemarau tak akan terjadi luapan air lindi. Namun pada musim hujan air lindi memang sering meluap karena kapasitas bak penampung tak mampu menampung. Upaya pengendalian lindi yang dilakukan adalah pembuatan drainase dalam tanah untuk mengalirkan lindi yang selanjutnya diolah dengan empat bak aerob bertingkat. Sementara permasalahan yang timbul, terutama pencemaran udara, air tanah dan air permukaan. Bau tak sedap setiap hari muncul sekitar pukul 19.00 – 21.00. Hal itu disebabkan oleh timbunan sampah yang belum diolah meski system *sanitary landfill* mensyaratkan sampah yang dibuang harus dipadatkan untuk kemudian ditutup tanah setiap hari (Harian Kedaulatan Rakyat, 2005).



Gambar 2.1 Sketsa pengolahan sampah menggunakan *sanitary landfill*

Penanganan sampah di Indonesia pada umumnya menggunakan sistem *sanitary landfill* dimana sampah akan ditempatkan pada suatu lahan dan selanjutnya akan ditimbun dengan tanah. Sampah-sampah yang ditimbun tersebut akan mengalami proses dekomposisi/pembusukan oleh mikroorganisme dan menghasilkan suatu cairan yang disebut **lindi**. Lindi selain bersumber dari air yang terjadi dalam proses dekomposisi sampah juga berasal dari cairan yang masuk ke *landfill* baik dari air permukaan, air hujan, air tanah ataupun sumber-sumber lainnya. Lindi biasanya mengandung bahan-bahan organik terlarut serta ion-ion anorganik dalam konsentrasi yang tinggi (Damanhuri, 1993).

2.1.1 Pengertian Lindi

Lindi merupakan hasil dari proses anaerobik karena oksigen yang terdapat pada senyawa organik sampah telah berkurang dan mempunyai hasil akhir berupa pembentukan gas CH_4 dan SO_2 sebagai hasil dan proses dekomposisi yang berbentuk cairan dan mempunyai konsentrasi kimia yang cukup tinggi. Lindi yang tidak dikelola akan menyebabkan terjadinya proses dekomposisi sampah padat terhambat, karena syarat kelembaban nisbinya tidak terpenuhi, juga dapat menimbulkan

pencemaran udara karena bau busuk (H_2S) yang ditimbulkan dari proses dekomposisi bahan-bahan organik yang terkandung dalam lindi.



Gambar 2.2 Air lindi TPA Piyungan

2.1.2 Proses Pembentukan Lindi

Pada saat sampah berada dalam timbunan, maka akan terjadi proses dekomposisi yang ditandai oleh perubahan secara fisik, kimia dan biologi pada sampah. Menurut chen, 1975 proses yang terjadi yaitu:

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 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.

Salah satu hasil dari rangkaian proses di atas adalah terbentuknya lindi yang berupa cairan akibat adanya air eksternal yang berinfiltrasi kedalam timbunan sampah. Air yang ada pada timbunan sampah ini antara lain berasal dari:

- a. Presipitasi atau aliran permukaan yang berinfiltrasi ke dalam timbunan sampah secara horisontal melalui tempat penimbunan.

- b. Kandungan air dari sampah itu sendiri.
- c. Air proses dekomposisi bahan organik dalam sampah.

Reaksi biologis akan terus berlangsung di dalam timbunan sampah menurut kondisi ada maupun tak ada oksigen serta tahapan proses dekomposisi, sehingga proses yang terjadi akan bersifat aerob dan anaerob. Sejalan dengan reaksi biologis akan terjadi pula reaksi kimia pembentukan lindi dan proses-proses yang lainnya.



Gambar 2.3 Proses terbentuknya lindi akibat adanya air eksternal yang berinfiltrasi kedalam *landfill*

2.1.3 Karakteristik Lindi

Karakteristik lindi sangat bervariasi tergantung dari proses dalam *landfill* yang meliputi proses fisik, kimia dan biologis. Mikroorganisme di dalam sampah akan menguraikan senyawa organik yang terdapat dalam sampah menjadi senyawa organik yang lebih sederhana, sedangkan senyawa anorganik seperti besi dan logam lain dapat teroksidasi (Tchobanoglous, 1977).

Aktivitas didalam *landfill* umumnya mengikuti suatu pola tertentu, pada mulanya sampah terkomposisi secara aerobik, tetapi setelah oksigen di dalamnya habis maka mikroorganisme fakultatif dan aerob yang menghasilkan gas metan yang tidak berbau dan berwarna. Karakteristik penguraian secara aerobik adalah timbulnya karbondioksida, air dan nitrat sebagai pengurai, sedangkan penguraian secara

anaerobik menghasilkan metan, karbondioksida, air, asam organik, nitrogen, amoniak, sulfida, besi, mangan dan lain-lain.

Dekomposisi sampah akibat aktivitas mikrobial adalah sebagai berikut :

Tahap I : Degradasi sampah dilakukan oleh mikroorganisme aerobik menjadi bentuk organik yang lebih sederhana, yakni karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O).

Tahap II: Apabila oksigen pada udara yang tertangkap habis dikonsumsi oleh mikroorganisme aerobik dan diganti CO_2 , proses degradasi diambil alih oleh mikroorganisme yang perkembangannya atau tanpa adanya oksigen. Organisme ini akan memecah molekul organik menjadi yang lebih sederhana seperti hidrogen, amonia, air, karbondioksida dan asam organik.

Tahap III: Pada tahap ini organisme anorganik berkembang dan menguraikan asam organik menjadi bentuk gas metan serta lainnya. Pada fase aerobik, pengaruh terhadap kualitas lindi yang ditemukan hanya sedikit.

Pada fase anaerobik lindi yang dihasilkan mempunyai kandungan organik yang tinggi, pH rendah, berbau dan perbandingan BOD/COD yang tinggi. Tingginya konsentrasi BOD dan COD disebabkan oleh asam organik yang ada, seperti asam asetat, butirat dan lain-lain.

Pada fase metagenesis sebagian besar karbon organik diubah menjadi gas, maka pada tahap tersebut konsentrasi organik berangsur-angsur menurun. Perbandingan konsentrasi BOD/COD menjadi rendah, pada fase ini pH meningkat menjadi sekitar 6.8-7.2 (Knox, 1985).

2.1.4 Kualitas dan Kuantitas Lindi

Kualitaas dan Kuantitas Lindi penting untuk diketahui untuk menentukan sistem pengolahan yang tepat dan bentuk memperkirakan efek-efek polusi dari lindi terhadap lingkungan.

Komposisi dan produktivitas lindi dipengaruhi oleh berbagai hal, seperti :

- a. Karakteristik sampah (organik/anorganik, mudah tidaknya terurai, mudah larut atau tidak)
- b. Hidrologi lokasi penimbunan sampah
- c. Klimatologi
- d. Kondisi TPA : umur timbunan sampah, kelembaban, temperature
- e. Sifat air yang masuk ke timbunan sampah
- f. Jenis operasi yang dilakukan ditempat penimbunan sampah (tanah penutup, dan sebagainya)

Faktor-faktor tersebut di atas sangat bervariasi pada satu tempat pembuangan sampah dengan tempat pembuangan yang lain, demikian pula aktivitas biologis serta proses yang terjadi pada timbunan sampah, baik secara aerob maupun anaerob.

Komponen utama yang terdapat dalam lindi dari land-fill antar lain adalah

1. Zat organik
2. Kalsium (Ca)
3. Besi (Fe)
4. Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$)
5. Tracemetal seperti : Mangan (Mn), timah hitam, serta komponen mikrobiologi

2.1.5 Unsur-unsur yang ada dalam Lindi

Dalam Lindi terdapat beberapa kandungan unsur- unsur yang dapat dilihat dalam tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Kandungan Unsur-Unsur Dalam *Lindi*

No	Parameter	Konsentrasi mg/l	
		Range	Tipikal
1	BOD	2000-30000	10000
2	TOC	1500-20000	6000
3	COD	3000-45000	18000
4	Total Suspended Solid	200-1000	500
5	Organik Nitrogen	10-600	200
6	Amonia Nitrogen	10-800	200
7	Nitrat	5-40	25
8	Total Phospor	1-70	30
9	Otho Phospor	1-50	20
10	Alkaliniti	1000-1000	3000
11	PH	5,3-8,3	6
12	Total Hardness	300-10000	3000
13	Kalsium	200-3000	3500
14	Magnesium	50-1500	250
15	Potasium	200-2000	300
16	Natrium	200-2000	500
17	Klorida	100-3000	500
18	Sulfat	100-1500	300
19	Total Besi	50-600	6

Sumber : Tchobanoglous (1977)

Meningkatnya kualitas BOD didalam air akan semakin mendukung perkembangbiakan bakteri juga adanya zat hara N, P, K, yaitu media yang baik untuk pertumbuhan alga. Kedua hal ini semakin menambah kekeruhan. Air yang keruh sulit didesinfeksi karena mikroba terlindung oleh zat tersuspensi sehingga akan berbahaya

bagi kesehatan, bila mikroba itu patogen. Sementara masuknya Nitrat dan Nitrit dapat menyebabkan gangguan diare, keracunan kronis menyebabkan depresi umum, sakit kepala dan gangguan mental. Nitrit dapat bereaksi dengan hemoglobin membentuk methomoglobin (met-HB) sehingga penderita akan kekurangan oksigen. Sedangkan meningkatnya Nitrat akan menstimulasi pertumbuhan gangguan yang berlebih. Keberadaan amoniak yang berlebih di dalam air minum akan mempengaruhi rasa.

Secara lebih lengkap mengenai karakteristik lindi dari TPA Piyungan dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini :



Tabel 2.2 Limbah cair (*Lindi*) TPA Piyungan Yogyakarta

Parameter	Satuan	Kadar Max	Metode uji	Pemeriksaan
A. Fisika				
Zat padat terlarut (TDS)	Mg/L	2000	Gravimetri	7817
Temperatur				
TSS	°C	30	Pemuaian	28
B. Kimia				
Air Raksa	Mg/L	200	Spektrofotometri	636
Arsen	Mg/L	0.002	AAS	Ttd
Barium	Mg/L	0.1	Spektrofotometri	Ttd
Cadnium	Mg/L	2	AAS	0.009
Cromium	Mg/L	0.05	AAS	Ttd
Tembaga	Mg/L	0.1	Spektrofotometri	6.04
Sianida	Mg/L	2	AAS	0.41
Flourida	Mg/L	0.05	Spektrofotometri	Ttd
Krom (CR)	Mg/L	2	Spektrofotometri	< 0.5
Nikel	Mg/L	0.1	Spektrofotometri	0.4051
Nitrat	Mg/L	0.2	AAS	Ttd
Nitrit	Mg/L	20	Spektrofotometri	14.4476
Ammonia	Mg/L	1	Spektrofotometri	0.8409
Besi	Mg/L	1	Spektrofotometri	114.914
Mangan	Mg/L	5	Spektrofotometri	16.0
Sulfida	Mg/L	2	Spektrofotometri	4.0
Klorin bebas	Mg/L	0.05	Spektrofotometri	-
Seng	Mg/L	1	Gravimetri	0
Crom total	Mg/L	5	AAS	2.9
BOD	Mg/L	0.5	Spektrofotometri	10.64
COD	Mg/L	50	Titrimetri	2151.32
Phenol	Mg/L	100	Titrimetri	4729.67
Cobalt	Mg/L	0.5	Spektrofotometri	70.47
	Mg/L	0.4	AAS	0.28

(Sumber : TPA Piyungan 12 desember 2005)

2.1.6 Pergerakan Lindi Dalam *Landfill*

lindi yang terdapat pada dasar landfill dapat bergerak secara horizontal maupun vertikal tergantung dari karakteristik dan permeabilitas tanah (Damanhuri,1990). Selama lindi dalam tanah, nilai koefisien permeabilitas akan menurun sesuai dengan waktu, karena reaksi yang memperkecil ukuran pori.

Partikel tanah dengan permukaan halus yang menyebabkan aliran lindi lebih lambat, karena koefisien permeabilitas rendah, hal ini memungkinkan tanah tersebut memiliki kemampuan yang lebih tinggi untuk menahan zat padat yang terlarut. lindi bergerak dari kadar air jenuh ke tidak jenuh. Jika seluruh rongga di dalam tanah terisi oleh air, maka tanah tersebut dikatakan mencapai titik jenuh. Kemungkinan terjadi pengenceran lindi di dalam tanah sangat kecil karena aliran tanah sifatnya laminar.

Pola pencemaran lindi terhadap air tanah pada berbagai tekstur tanah menurut Scheneider (1970) dijelaskan sebagai berikut :

- a. Pada lapisan permeabel unsure pasir, kerikil, tuf kasar, batuan konglomerat, breksi. Lindi dari dasar *landfill* cepat merembes mencapai muka air tanah maka pergerakan lindi dipercepat oleh aliran air tanah.
- b. Pada lapisan impermeabel misalnya lempung, lanau dengan batuan induk yang rapat. Pergerakan lindi mencapai air tanah relatif.
- c. Pergerakan lindi pada batuan yang mengalami keretakan sangat dipengaruhi jarak dasar *landfill* TPA muka air tanah.

Masuknya lindi yang berupa materi organik atau anorganik terlarut ataupun tersuspensi kedalam air tanah menyebabkan pencemaran air tanah disekitarnya. Pencemaran air didefinisikan sebagai masuknya dan dimasukkannya makhluk hidup, energi dan atau komponen lain kedalam air sehingga kualitas air turun sampai ketinggian tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai peruntukannya (Departemen Pekerjaan Umum, 1994)

2.1.7 Pengaruh lindi terhadap polusi air

Air, meliputi semua air yang terdapat di dalam dan atau berasal dari sumber air yang terdapat di atas permukaan tanah. Air yang terdapat di bawah permukaan tanah dan air laut tidak termasuk dalam pengertian ini.

Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan tidak lagi berfungsi sesuai peruntukannya.

Pada hakekatnya, pemantauan kualitas air pada saluran pembuangan limbah industri dan badan air penerima limbah industri pada dasarnya memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik kualitas limbah cair yang dihasilkan
2. Membandingkan nilai kualitas limbah cair dengan baku mutu kualitas limbah industri, dan menentukan beban pencemaran menurut KepGub. No. 281/KPTS/1998.
3. Menilai efektivitas instalasi pengolahan limbah industri yang dioperasikan
4. Memprediksi pengaruh yang mungkin ditimbulkan oleh limbah cair tersebut terhadap komponen lingkungan lainnya.

Pengaruh lindi terhadap polusi air adalah sebagai berikut :

- a.. Air permukaan yang terpolusi oleh lindi dengan kandungan organik yang tinggi, pada proses penguraian secara biologis akan menghabiskan kandungan oksigen dalam air dan pada akhirnya seluruh kehidupan yang bergantung pada oksigen akan mati.
- b. Air tanah yang tercemar oleh lindi yang berkonsentrasi tinggi, polutan tersebut akan tetap berada pada air tanah dalam jangka waktu yang lama karena terbatasnya oksigen yang terlarut. Sumber air bersih yang berasal dari air tanah terpolusi tersebut dalam jangka waktu yang lama tidak sesuai lagi untuk sumber air bersih

2.2 Sumber dan Karakteristik Air Limbah

2.2.1 Pengertian Limbah

Sebagian besar daerah di Indonesia terletak dalam daerah beriklim tropis dengan curah hujan yang tinggi. Karena itu secara mutlak sebagian besar dari daerah kita tidak kekurangan air. Namun dari hal itu kita dapatkan dua masalah besar.

Pertama, kita mempunyai iklim musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pada umumnya kita mempunyai kebanyakan air dalam musim hujan dan kekurangan air pada musim kemarau. Karena itulah air dalam musim hujan harus kita simpan untuk digunakan dalam musim kemarau.

Kedua, terjadinya pencemaran. Pencemaran yang sangat umum terjadi ialah oleh limbah rumah tangga dan di daerah tertentu pencemaran oleh limbah industri juga serius. Kecuali itu pencemaran oleh residu pestisida telah terdapat di daerah yang luas, walaupun masih dalam kadar yang rendah (Sastrawijaya., T, 1991).

Pencemaran air ini diakibatkan oleh masuknya bahan pencemar (polutan) yang dapat berupa gas-gas, bahan-bahan terlarut dan partikulat. Pencemar memasuki badan air dengan berbagai cara, misalnya melalui atmosfer, tanah limpasan (*run off*), pertanian, air limbah domestik dan perkotaan, pembuangan air limbah industri dan lain-lain.

Menurut Sugiharto (2005) air limbah diartikan sebagai kotoran dari masyarakat dan rumah tangga dan juga yang berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya. Dengan demikian air limbah ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum.

Umumnya air limbah diartikan sebagai air bekas yang sudah tidak terpakai lagi sebagai hasil dari adanya berbagai kegiatan manusia sehari-hari. Air limbah tersebut biasanya dibuang ke alam yaitu tanah dan badan air. Polutan-polutan yang terdapat di dalam air limbah dapat dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu Suspended Solid (SS), Koloid, dan Zat terlarut.

Menurut UU RI No.23/97, 1997 pasal 1 Limbah adalah sisa suatu usaha dan atau kegiatan. Limbah merupakan sesuatu benda yang mengandung zat yang bersifat membahayakan atau tidak membahayakan kehidupan manusia, hewan serta

lingkungan, dan umumnya muncul karena hasil perbuatan manusia, termasuk industrialisasi.

Limbah yang digunakan adalah limbah yang berasal dari TPA Piyungan. TPA Piyungan terletak di Dusun Ngablak Desa Sitimulyo Kecamatan Piyungan Bantul dengan areal TPA berupa lembah dan perbukitan yang terletak pada ketinggian 80 m dari permukaan air laut. Limbah dari TPA ini adalah lindi hasil dari aktifitas mikroba yang berasal dari tumpukan sampah organik hasil dari aktifitas yang dilakukan masyarakat di Yogyakarta dan sekitarnya, dimana Sebagian besar masyarakat tersebut menggunakan bahan-bahan yang berbahaya bagi lingkungan apabila limbah yang dihasilkan tidak diolah terlebih dahulu. Limbah tersebut mengandung berbagai zat organik dan logam.

2.2.2 Sumber Air Limbah

Menurut sugiharto (1987) sumber dan asal air limbah dikelompokkan menjadi tiga, yaitu :

a. Air limbah rumah tangga

Sumber utama air limbah rumah tangga dari masyarakat berasal dari perumahan dan daerah perdagangan. Adapun sumber lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah daerah perkantoran atau lembaga serta daerah fasilitas rekreasi.

b. Air limbah industri

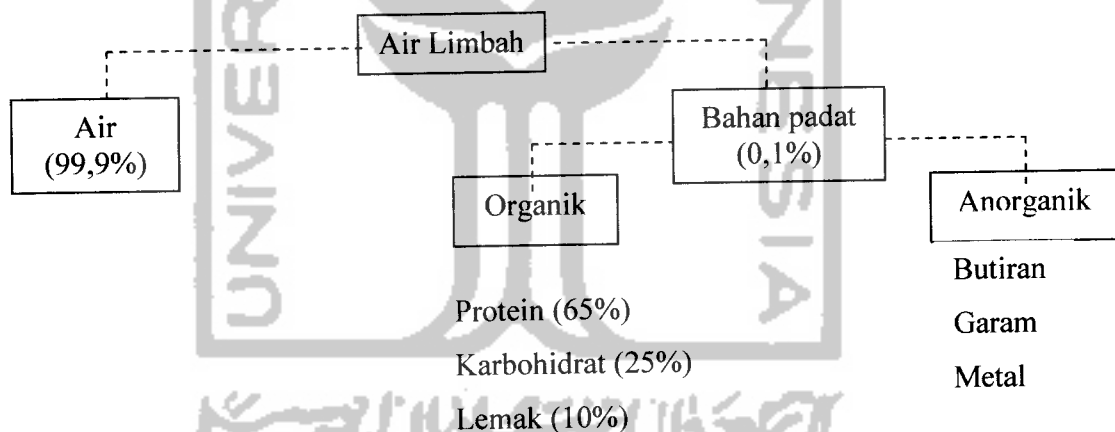
Jumlah aliran limbah yang berasal dari daerah industri sangat bervariasi tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri, pengawasan pada proses industri, derajat penggunaan air, derajat pengolahan air limbah yang ada. Puncak tertinggi aliran selalu tidak akan dilewati apabila menggunakan tangki penahan dan bak pengaman, untuk memperkirakan jumlah air yang dihasilkan oleh industri yang tidak menggunakan proses basah diperkirakan $50 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{hari}$. Sebagai patokan dapat digunakan pertimbangan bahwa 85-95 % dari jumlah air yang dipergunakan adalah berupa air limbah apabila industri tersebut tidak menggunakan kembali air limbah. Apabila industri tersebut menggunakan kembali air limbahnya maka jumlahnya akan lebih kecil.

c. Air limbah rembesan dan tambahan

Apabila turun hujan di suatu daerah, maka air yang turun secara cepat akan mengalir masuk kedalam saluran pengering atau saluran hujan. Apabila saluran ini tidak mampu menampungnya, maka limpasan air hujan akan digabung dengan saluran air limbah, dengan demikian akan merupakan tambahan yang sangat besar. Oleh karena itu, perlu diketahui curah hujan yang ada sehingga banyak air yang akan ditampung melalui saluran air hujan atau saluran pengering dan saluran air limbah dapat diperhitungkan.

2.2.3 Komposisi Air Limbah

Sesuai dengan sumber asalnya, maka air limbah mempunyai komposisi yang sangat bervariasi dari setiap tempat dan setiap saat. Akan tetapi, secara garis besar zat-zat yang terdapat di dalam air limbah dapat dikelompokkan seperti pada skema berikut ini.



Gambar 2.4 Skema pengelompokan bahan yang terkandung di dalam air limbah (Sugiharto, 1987).

2.2.4 Karakteristik air limbah

Menurut Siregar (2000), karakteristik air limbah meliputi sifat-sifat fisika, kimia, dan biologi. Dengan mengetahui jenis polutan yang terdapat dalam air limbah, dapat ditentukan unit proses yang dibutuhkan.

a. Karakter Fisika

Karakter fisika air limbah meliputi temperatur, bau, warna, dan padatan. Temperatur menunjukkan derajat atau tingkat panas air limbah yang diterakan kedalam skala-skala. Bau merupakan parameter yang subyektif. Pengukuran bau tergantung pada semsitivitas indera penciuman seseorang. Kehadiran bau-bauan yang lain menunjukkan adanya komponen-komponen lain di dalam air. Misalnya, bau seperti bau telur busuk menunjukkan adanya hidrogen sulfida. Pada air limbah, warna biasanya disebabkan oleh kehadiran materi-materi *dissolved*, *suspended*, dan senyawa-senyawa koloidal, yang dapat dilihat dari spektrum warna yang terjadi. Padatan yang terdapat di dalam air limbah dapat diklasifikasikan menjadi *floating*, *settleable*, *suspended* atau *dissolved*.

b. Karakter kimia

Karakter kimia air limbah meliputi senyawa organik dan senyawa anorganik. Senyawa organik adalah karbon yang dikombinasi dengan satu atau lebih elemen-elemen lain (O, N, P, H).saat ini terdapat lebih dari dua juta senyawa organik yang telah diketahui. Senyawa anorganik terdiri atas semua kombinasi elemen yang bukan tersusun dari karbon organik. Karbon anorganik dalam air limbah pada umumnya terdiri atas *sand*, *grit*, dan mineral-minera, baik *suspended* maupun *dissolved*. Misalnya: klorida, ion hidrogen, nitrogen, fosfor, logam berat dan asam.

c. Karakter Biologis

Mikroorganisme ditemukan dalam jenis yang sangat bervariasi hampir dalam semua bentuk air limbah, biasanya dengan konsentrasi 10^5 - 10^8 organisme/ml. Kebanyakan merupakan sel tunggal yang bebas ataupun berkelompok dan mampu melakukan proses-proses kehidupan (tumbuh, metabolisme, dan reproduksi). Secara tradisional, mikroorganisme dibedakan menjadi binatang dan

tumbuhan. Namun, keduanya sulit dibedakan. Oleh karena itu, mikroorganisme kemudian dimasukkan kedalam kategori protista, status yang sama dengan binatang ataupun tumbuhan. Virus diklasifikasikan secara terpisah. Keberadaan bakteri dalam unit pengolahan air limbah merupakan kunci efisiensi proses biologis. Bakteri juga berperan penting untuk mengevaluasi kualitas air.

Tabel 2.3 Karakteristik Limbah Domestik

Sifat- sifat	Penyebab	Pengaruh
Suhu	Kondisi udara sekitar	Mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen atau gas lain. Juga kerapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan.
Kekeruhan	Benda- benda tercampur seperti limbah padat, garam, tanah, bahan organik yang halus, algae, organisme kecil.	Memantulkan sinar, jadi mengurangi produksi oksigen yang dihasilkan.
Warna	Benda terlarut seperti sisa bahan organik dari daun dan tanaman.	Umumnya tidak berbahaya, tetapi berpengaruh terhadap kualitas air.
Bau	Bahan volatil, gas terlarut, hasil pembusukan bahan organik.	Mengganggu estetika.
Rasa	Bahan penghasil bau, benda terlarut dan beberapa ion.	
Benda Padat	Benda organik dan anorganik yang terlarut atau tercampur.	Mempengaruhi jumlah organik padat.

Sumber : Sugiharto, 1987

2.2.5 Aerasi

a. Prinsip Aerasi

Aerasi merupakan suatu sistem oksidasi melalui penangkapan O_2 dari udara pada air olahan yang akan diproses. Pemasukan oksigen ini bertujuan agar O_2 diudara dapat bereaksi dengan kation yang ada didalam air olahan. Reaksi kation dan oksigen menghasilkan oksigen logam yang sukar larut dalam air sehingga dapat mengendap. Jadi prinsip dasar dari aerasi yaitu pertukaran tempat suatu substansi dari air ke udara atau sebaliknya terjadi pada permukaan atau pertemuan antara udara dan air.

Tujuan aerasi adalah:

1. Menurunkan konsentrasi materi- materi penyebab rasa dan bau.
2. Mengoksidasi besi dan mangan, yang tidak dapat terlarutkan dan melarutkan gas didalam air.
3. Menghilangkan senyawa- senyawa pengganggu, contoh penghilangan hidrogen sulfida sebelum khlorinasi dan menghilangkan karbon dioksida sebelum pelunakan.

b. Jenis aerator

Empat tipe aerator yang umum digunakan yaitu Gravity aerators, *Spray aerators*, *Diffusers*, dan *mechanical aerators*. Pertimbangan desain terbesar untuk semua tipe aerator adalah untuk menyediakan *interface* (bidang pemisah) maksimal antara udara dan air pada pengeluaran energi yang minimal. Jenis dari aerator tersebut adalah sebagai berikut :

1. *Gravity aerators*
2. *Spray aerator*
3. *Diffused-air aerator*
4. *Mechanical aerators*

2.3 Parameter Penelitian

2.3.1 *Biological Oxygen Demand (BOD)*

BOD (*Biological Oxygen Demand*) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan bahan-bahan organik yang terkandung didalam air pada kondisi *aerobic* (Djajadiningrat,1992). Semakin banyak zat organik, semakin besar kebutuhan dan nilai BOD semakin besar. Bila zat organik sedikit maka kebutuhan oksigen kecil dan nilai BOD juga kecil. Nilai BOD dapat dijadikan indicator pencemar bahan organik dalam air.

Tujuan pengolahan limbah cair adalah menurunkan kadar zat-zat yang terkandung didalam air limbah sampai memenuhi persyaratan effluent yang berlaku dan untuk melindungi kesehatan masyarakat (Djajadiningrat 1992). Air limbah umumnya mengandung bahan organik yang pengolahannya dapat dilakukan dengan proses biologis. Menurut Tjokrokusumo (1995) sebagai pengolahan sekunder, pengolahan secara biologis dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien. Pengolahan biologis pada dasarnya merupakan pengolahan air buangan dengan memanfaatkan mikroorganismen aktif yang dapat menstabilisir air buangan yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan partikel *koloid* yang tidak terendapkan, dan penguraian zat organik oleh mikroorganismen menjadi zat-zat yang stabil (Djajadiningrat,1992).

BOD hanya menggambarkan bahan organik yang dapat didekomposisi secara biologis (*biodegradable*). Bahan organik ini dapat berupa lemak, protein, glukosa, aldehida, ester, dan sebagainya. Dekomposisi selulosa secara biologis berlangsung relatif lambat. Bahan organik merupakan hasil pembusukan tumbuhan dan hewan yang telah mati atau hasil buangan dari limbah domestik dan industri.

Perbedaan antara COD dan BOD (Benefield dan Randall, 1980), yaitu :

1. Angka BOD adalah jumlah komponen organik *biodegradable* dalam air buangan, sedangkan tes COD menentukan total organik yang dapat teroksidasi, tetapi tidak dapat membedakan komponen *biodegradabl / non biodegradable*.

2. Beberapa substansi inorganik seperti sulfat dan tiosulfat, nitrit dan besi ferrous yang tidak akan terukur dalam tes BOD akan teroksidasi oleh kalium dikromat, membuat nilai COD inorganik yang menyebabkan kesalahan dalam penetapan komposisi organik dalam laboratorium.
3. Hasil COD tidak tergantung pada aklimasi bakteri, sedangkan hasil tes BOD sangat dipengaruhi aklimasi seeding bakteri.

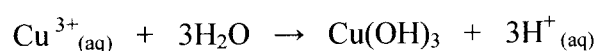
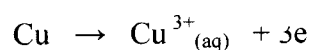
Banyaknya BOD yang dibutuhkan sampai semua zat organik telah diuraikan oleh mikroorganisme disebut BOD ultimate. Untuk menunggu sampai semua zat organik diuraikan akan memerlukan waktu lama sehingga dalam praktek ditetapkan bahwa waktu biooksidasi adalah 5 hari pada suhu 20 °C atau disebut BOD (Mahida, 1981).

2.4 Elektrokoagulasi

Proses koagulasi adalah proses pencampuran koagulan dengan air sedemikian rupa sehingga membentuk campuran yang homogen, yaitu koagulan tersebar merata di setiap bagian air. Koagulan yang tersebar merata disebut inti flok. Jadi larutan homogen pada proses koagulasi yaitu inti flok yang berasal dari koagulan akan tersebar merata di seluruh bagian air.

Proses elektrokoagulasi merupakan suatu proses koagulasi kontinue dengan menggunakan arus listrik searah melalui peristiwa elektrokimia yaitu gejala dekomposisi elektrolit, dimana salah satu elektrodanya terbuat dari aluminium. Dalam proses ini akan terjadi proses reaksi reduksi oksidasi, yang mengandung logam-logam akan direduksi dan diendapkan di kutub negatif sedangkan elektroda positif (Cu) akan teroksidasi menjadi $[\text{Cu}(\text{OH})_3]$ yang berfungsi sebagai koagulan (Edi. H, 2005).

Reaksi pembentukan inti flok $[\text{Cu}(\text{OH})_3]$ sebagai hasil reaksi oksidasi tembaga:



Proses elektrokoagulasi memiliki kelebihan dan kekurangan dalam mengolah limbah cair.

a. Kelebihan Elektrokoagulasi

Elektrokoagulasi dalam pengolahan limbah sudah dilakukan sejak ratusan tahun yang lalu, tetapi nanti abad 20 ini telah ditemukan berbagai pengembangan teknologi tentang elektrokoagulasi, berikut ini kelebihan dari elektrokoagulasi :

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

b. Kelemahan Elektrokoagulasi

Ada beberapa kekurangan elektrokoagulasi ini, berikut ini 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.
2. Besarnya reduksi logam berat dalam limbah cair dipengaruhi oleh besar kecilnya arus voltase listrik searah pada elektroda, luas sempitnya bidang kontak elektroda dan jarak antar elektroda.
3. Penggunaan listrik yang mungkin mahal.
4. Batangan anoda yang mudah mengalami korosi sehingga harus selalu diganti.

Reaksi kimia yang terjadi pada proses elektrokoagulasi yaitu reaksi reduksi oksidasi yaitu sebagai akibat adanya arus listrik (DC). Pada reaksi ini terjadi

pergerakan dari ion-ion yaitu ion positif bergerak katoda yang bermuatan negatif dan ion-ion ini disebut kation (bermuatan positif) sedangkan ion-ion negatif bergerak ke anoda yang bermuatan positif yang kemudian ion-ion tersebut dinamakan sebagai anion (bermuatan negatif).

Elektroda dalam proses elektrokoagulasi merupakan salah satu alat untuk menghantarkan atau menyampaikan arus listrik ke dalam larutan agar larutan tersebut terjadi suatu reaksi (perubahan kimia). Elektroda tempat terjadi reaksi reduksi disebut katoda sedangkan tempat terjadinya reaksi oksidasi disebut anoda. Sehingga reaksi yang terjadi pada elektroda tersebut sebagai berikut :

a. Reaksi pada katoda :

Pada anoda akan terjadi reaksi-reaksi reduksi terhadap kation, yang termasuk dalam kation ini adalah ion H^+ dan ion-ion logam.

1. Ion H^+ dari suatu asam akan direduksi menjadi gas hidrogen yang akan bebas sebagai gelembung-gelembung gas.



2. Jika larutan mengandung ion-ion logam alkali, alkali tanah, maka ion-ion ini tidak dapat direduksi dari larutan yang mengalami reduksi adalah pelarut (air) dan terbentuk gas hidrogen (H_2) pada katoda.



Dari daftar E° (deret potensial logam atau deret volta) maka akan diketahui bahwa reduksi terhadap air limbah lebih mudah berlangsung dari pada reduksi terhadap pelarutnya (air) : K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Cr, Fe, Cd, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, (H), Sb, Bi, Cu, Hg, Ag, Pt, Au.

Dengan memakai deret volta, kita memperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

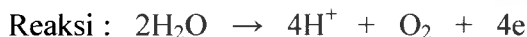
- a. Logam-logam yang terletak di sebelah kiri H memiliki E° negatif sedangkan logam-logam yang terletak di sebelah kanan H memiliki E° positif .
- b. Makin ke kanan letak suatu logam dalam deret volta, harga makin E° besar. Hal ini berarti bahwa logam-logam di sebelah kanan mudah mengalami reduksi serta sukar mengalami oksidasi.

- c. Makin ke kiri letak suatu unsur dalam deret volta, harga E° makin kecil. Hal ini berarti bahwa logam-logam di sebelah kiri sukar mengalami reduksi serta mudah mengalami oksidasi.
- d. Oleh karena unsur-unsur logam cenderung melepaskan elektron (mengalami oksidasi), maka logam-logam di sebelah kiri merupakan logam-logam yang aktif (mudah melepaskan elektron), sedangkan logam-logam di sebelah kanan merupakan logam-logam yang sukar melepaskan elektron. Emas terletak di ujung paling kanan, sebab emas paling sukar teroksidasi.
- e. Makin ke kanan, sifat reduktor makin lemah (sukar teroksidasi). Makin ke kiri, sifat reduktor makin kuat (mudah teroksidasi). Itulah sebabnya, unsur-unsur dalam deret volta hanya mampu mereduksi unsur-unsur di kanannya, tapi tidak mampu mereduksi unsur-unsur di kirinya.
- f. Jika larutan mengandung ion-ion logam lain maka ion-ion logam akan direduksi menjadi logamnya dan terdapat pada batang anoda.



b. Reaksi pada anoda

1. anoda terbuat dari logam tembaga akan tereduksi.
Reaksi : $\text{Cu}^\circ + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ + 3e$
2. Ion OH^- dari basa akan mengalami oksidasi membentuk gas oksidasi (O_2).
Reaksi : $4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4e$
3. Anion-anion lain (SO_4^- , SH_3^-) tidak dapat dioksidasi dari larutan, yang akan mengalami oksidasi adalah pelarutnya (H_2O) membentuk gas oksigen (O_2) pada anoda.



Dari reaksi-reaksi yang terjadi dalam proses elektrokoagulasi, maka pada katoda akan dihasilkan gas hidrogen dan reaksi ion logamnya. Sedangkan pada anoda akan dihasilkan gas halogen dan pengendapan flok-flok yang terbentuk

Apabila dalam suatu elektrolit ditempatkan dua elektroda dan dialiri arus listrik searah, maka akan terjadi peristiwa elektrokimia yaitu gejala dekomposisi

elektrolit, dimana ion positif (kation) bergerak ke katoda dan menerima elektron yang direduksi dan ion negatif (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron yang dioksidasi (Johanes, 1978).

Karena dalam proses elektrokoagulasi ini menghasilkan gas yang berupa gelembung-gelembung gas, maka kotoran-kotoran yang terbentuk yang ada dalam air akan terangkat ke atas permukaan air. Flok-flok yang terbentuk ternyata mempunyai ukuran yang relatif kecil sehingga flok-flok yang terbentuk tadi lama-kelamaan akan bertambah besar ukurannya.

Proses pengendapan adalah pemisahan dengan pengendapan secara gravitasi dari partikel-partikel padat di dalam air. Proses dimaksud dapat menurunkan partikel-partikel discret yang mengendap dengan kecepatan konstan dan pengendapan partikel-partikel flok yang mempunyai kecepatan mengendap dipengaruhi penambahan floknya sendiri.

2.4.1 Sel Elektrolisis

Suatu zat yang dapat menerima ion – ion atau menyerahkan ion dimana ia tercelup di dalam suatu larutan dinamakan elektrokimia. Sel elektrokimia yang bila diterusi arus listrik menghasilkan reaksi reduksi pada katoda dan anoda.

Elektroda dalam proses elektrokoagulasi sangat penting, karena elektroda merupakan salah satu alat untuk menghantarkan atau menyampaikan arus listrik ke dalam larutan agar larutan tersebut terjadi suatu reaksi (perubahan kimia). Elektroda yang digunakan dalam penelitian ini terbuat dari bahan tembaga dan aluminium. Karena selain mudah didapat di pasaran juga mempunyai sifat yaitu tahan terhadap korosi, merupakan penghantar yang baik, merupakan konduktor yang kuat dan dapat mereduksi dan mengoksidasi logam.

2.4.2 Tembaga (Cu)

Tembaga dengan nama kimia Cuprum dilambangkan dengan nama Cu. Unsur logam ini berbentuk kristal dengan warna kemerahan. Dalam tabel periodik unsur – unsur kimia tembaga mempunyai nomor atom (NA) 29 dan mempunyai bobot atau berat atom (BA) 63,546. Tembaga murni berwarna merah dan bersifat ulet, oleh karena itu dapat dikerjakan dengan baik secara penempaan, pengelasan dan lainnya. Berat jenis tembaga murni adalah 8,29. Tembaga dalam perdagangan umumnya kurang murni dan kurang padat, karena berat jenisnya rata – rata hanya 8,2 (Wilogo, 1982). Terhadap unsur kimia tembaga kurang dapat bertahan, dalam lingkungan udara yang lembab bagian luar tembaga tersebut akan tertutup suatu lapisan kulit yang berwarna hijau yaitu tembaga asam arang (patina). Tembaga mempunyai sifat yang elektropositif (mulia), tembaga mudah diendapkan oleh logam yang daya hantar listriknya lebih tinggi.

2.4.3 Aluminium

Aluminium termasuk dalam periode ketiga dalam sistem yang masuk unsur logam dan termasuk ke dalam III A.

Sifat-sifat aluminium adalah:

1. Sifat fisik
 - a. Berwarna keperakan
 - b. Mempunyai kerapatan 2,7 gr/ml
 - c. Titik leleh 660° C
 - d. Titik didih 2.400° C
 - e. Merupakan penghantar listrik yang baik
 - f. Tahan terhadap korosi.
2. Sifat kimia
 - a. Aluminium merupakan konduktor yang kuat dengan nilai potensial – 1.66 volt.
 - b. Dalam bentuk bubuk, aluminium mudah terbakar, menghasilkan panas. Reaksi 339 Kkal

- c. Alumunium dapat bereaksi dengan asam basa, karena bersifat amfoter. Unsur lain yang termasuk amfoter adalah Zn, Mn, Sn, Pb, Sb

Alumunium digunakan antara lain untuk :

1. Mereduksi dan mengoksidasi logam;
2. Alumunium sulfat $[Al_2(SO_4)_3 \cdot 17H_2O]$ digunakan untuk pengolahan
3. Alumunium dibuat katalis. (Sawyer, 1978)

2.5 Arus Listrik

Dalam proses elektrokoagulasi arus yang digunakan yaitu arus searah yang berfungsi sebagai sumber listrik yang dapat memberikan arus listrik secara konstan terhadap waktu. Sehingga disebut searah karena medianya selalu sama meskipun besarnya berubah-ubah (Johanes, 1978).

Dalam hal ini arus didefinisikan sebagai jumlah perpindahan rata-rata dari muatan positif yang melewati per satuan waktu.

$$i = \frac{Q}{t}$$

Satuan MKS dari arus adalah 1 coulomb per detik disebut 1 ampere. Banyak zat yang dihasilkan dari reaksi elektrokoagulasi sebanding dengan banyaknya arus listrik yang dialirkan ke dalam larutan. Hal ini dapat digambarkan dengan hukum Faraday I:

$$\frac{Q}{t} = \frac{ixt}{F}$$

Dimana :

W = massa zat yang dihasilkan

e = bobot ekivalen = $\frac{Ar}{n}$

i = arus dalam ampere

t = waktu dalam satuan detik

F = tetapan Faraday dimana 1 faraday = 96500 coulomb

i x t = arus dalam satuan coulomb

$$\frac{ixt}{F} = \text{arus dalam satuan faraday}$$

$$\frac{W}{e} = \text{gram ekivalen (grek)}$$

Greka adalah mol elektron dari suatu reaksi yang sama dengan perubahan bilangan oksidasi 1 mol zat. Maka dari rumus di atas diperoleh :

Jumlah = grek = mol elektron.

Dalam penentuan massa zat yang dihasilkan dalam reaksi elektrokoagulasi, biasanya data yang diketahui adalah A_r bukan $e = \frac{A_r}{n}$,

sehingga rumus Faraday I menjadi :

$$W = \frac{exixt}{F}$$

Dimana :

n = valensi atau banyaknya mol elektron untuk setiap 1 mol zat.

2.6 Baffle Channel Flocculator

Pada penelitian ini sebagai pengaduk lambatnya digunakan *baffle channel flocculator*. *Baffle channel flocculator* ini termasuk jenis pengadukan hidrolis, yang mana pengadukan ini memanfaatkan gerakan air sebagai tenaga pengadukan. Pada pengadukan lambat ini, energi hidrolis yang diharapkan cukup kecil dengan tujuan menghasilkan gerakan air yang mendorong kontak antar partikel tanpa menyebabkan pecahnya gabungan partikel yang telah terbentuk. (Masduki dan Slamet, ITS 2002).

2.7 Sedimentasi

Sedimentasi adalah suatu unit operasi untuk menghilangkan materi tersuspensi atau flok kimia secara gravitasi. Proses prasedimentasi pada pengolahan air limbah umumnya untuk menghilangkan padatan tersuspensi sebelum dilakukan proses pengolahan selanjutnya.

Sedimentasi lazim dikerjakan pada sumber air baku yang akan diolah menjadi air bersih. Pengendapan/sedimentasi adalah proses fisik yang memisahkan antara padat dengan cairan dengan menggunakan cara gravitasi.

Sedimentasi dapat dikatakan pula unit operasi yang bertujuan untuk mengurangi salah satu parameter fisis yaitu kekeruhan, kekeruhan ini adalah masuknya hasil penggerusan batuan yang dilalui selama perjalanan air mulai dari sumber sampai ke instalasi pengolahan.

Kebanyakan *impurities* air hadir dalam bentuk material tersuspensi yang tetap melayang-layang atau mengambang dalam cairan yang mengalir akan tetapi dapat bergerak ke arah vertikal (ke bawah) akibat pengaruh gravitasi jika berada dalam cairan diam (*quiescent*) atau *semi-quiescent*. Biasanya berat jenis partikel tersebut lebih besar daripada berat jenis cairan disekelilingnya sehingga sedimentasi dapat terjadi.

Tipe Bak Sedimentasi dapat dibagi menjadi :

a. Rectangular tanks

Bak ini berbentuk segi empat, terkadang dilengkapi dengan *baffle* yang berfungsi untuk memperbesar beban permukaan, untuk mengurangi kecepatan aliran air, dan juga berfungsi untuk menghindari adanya aliran pendek (*short circuiting*).

b. Circular tanks

Circular tanks dapat dibedakan dua macam berdasarkan pada aliran air yang masuk ke dalam *tanks*, yaitu :

1. Radial flow circular tanks

Air masuk melalui pipa *inlet* yang diletakkan di pusat tangki pengendap, kemudian oleh *deflektor* air dialirkan ke arah radial-horizontal menuju tepi tangki pengendap (*outlet*). Lumpur endapan mengumpul di pusat tangki.

2. Circumferensial flow circular tank

Air baku masuk ke dalam tangki pengendap melalui beberapa celah *inlet*, kemudian oleh lengan putar, air yang masuk dialirkan ke sekeliling lingkaran bak pengendap. Bersamaan dengan itu lumpur endapan dapat mengendap ke

dasar bak dan terkumpul dalam zona lumpur, sedangkan air bersih masuk ke dalam *outlet* tangki pengendap.

3. *Hopper bottom tanks (vertikal flow tanks)*

Air baku dialirkan secara vertikal (baik ke bawah maupun ke atas). Pada pusat tangki diletakkan *deflector* dimana air baku masuk dari bagian atas ke dalam *deflector*, kemudian air turun ke bawah serta keluar lagi dari *deflector* menuju *outlet*. Partikel suspensi akan mengumpul pada zona lumpur sewaktu aliran ke bawah. Pada saat aliran ke atas (*up flow*), partikel-partikel suspensi tidak akan ikut aliran air ke atas, oleh karena partikel lumpur memiliki berat jenis yang lebih besar dibandingkan dengan air.

Kriteria-kriteria yang diperlukan untuk menentukan ukuran bak sedimentasi adalah : surface loading (beban permukaan), kedalaman bak dan waktu tinggal.

2.8 Filtrasi

Tujuan penyaringan adalah untuk memisahkan padatan tersuspensi dari dalam air yang diolah. Pada penerapannya filtrasi digunakan untuk menghilangkan sisa padatan tersuspensi yang tidak terendapkan pada proses sedimentasi. Pada pengolahan air buangan, filtrasi dilakukan setelah pengolahan kimia-fisika atau pengolahan biologi.

Unit filtrasi adalah suatu proses penjernihan air dari unit sedimentasi dilewatkan pada suatu media saringan sehingga terjadi pemisahan antara air dengan partikel-partikel yang tersuspensi dan koloid. Filtrasi diperlukan untuk menyempurnakan penurunan kadar kontaminan seperti bakteri, warna, rasa, bau dan Fe sehingga diharapkan diperoleh air yang bersih yang memenuhi standart kualitas air minum.

Filter dibedakan menjadi dua macam yaitu saringan pasir lambat dan saringan pasir cepat. Saringan pasir lambat dikembangkan pada tahun 1829 oleh James Simpson pada perusahaan air minum Inggris. Saringan pasir cepat dikembangkan di USA selama periode tahun 1900-1910. Saringan pasir cepat lebih banyak

dimanfaatkan dalam sistem pengolahan air minum. Filter juga dapat dibagi berdasarkan cara pengalirannya, yaitu *gravity filter* dan *pressure filter*.

Dalam proses filtrasi dapat dihilangkan bakteri, warna, bau, rasa serta kadar Fe. Proses yang terjadi pada filter adalah :

a. Penyaringan mekanis

Proses ini dapat terjadi pada filter cepat maupun lambat. Media yang dipergunakan dalam filtrasi adalah pasir yang mempunyai pori-pori yang cukup kecil. dengan demikian partikel-partikel yang mempunyai ukuran butir lebih besar dari pori-pori media dapat tertahan.

1. *Pengendapan*

Proses ini hanya dapat terjadi pada filter lambat. ruang antar butir pasir berfungsi sebagai bak pengendap kecil. Partikel-partikel yang mempunyai ukuran kecil sekalipun, serta koloidal dan beberapa macam bakteri akan mengendap dalam ruang antar butir pasir (*adsorpsi*).

2. *Biological Action*

Proses ini hanya dapat terjadi pada filter saringan lambat. Suspensi-suspensi yang terdapat di dalam air mengandung organisme-organisme. Organisme tersebut membentuk lapisan di atas media filter yang disebut dengan lapisan lendir (*smudt decke*) filter. Dengan adanya lapisan lendir ini mikroorganisme yang terdapat di dalam air akan tertinggal di situ, sehingga air filtrat tidak mengandung mikroorganisme/ bakteri lagi.

Filter dibedakan menjadi 2 macam yaitu :

1. Saringan Pasir Lambat

Adalah suatu alat untuk proses penjernihan air yang akan diolah, yang dilewatkan pada suatu media dengan kecepatan yang relatif rendah. Kecepatan ini dipengaruhi oleh diameter butiran pasir yang lebih kecil agar dapat menyaring bakteriologi di dalam air selain koloid yang ada dalam proses pengolahan sebelumnya. Pencucian dilakukan dengan cara mengambil media filter bagian paling atas setebal 3-5 cm untuk dicuci di luar filter. Efisiensi dari saringan pasir lambat cukup besar, kurang lebih 98 % - 99 % bakteri

dapat tertahan sedangkan partikel-partikel suspensi hampir 100 %. Saringan ini juga menghilangkan efek bau, rasa dan warna dalam air.

2. Saringan pasir cepat

Adalah suatu alat untuk proses penjernihan air, air yang akan diolah di lewatkan pada suatu media dengan kecepatan yang relatif tinggi. Selama proses tersebut kualitas air membaik dengan penyisihan sebagian materi yang tersuspensi, pengurangan jumlah bakteri dan organisme lain, dan perubahan-perubahan unsur kimia.

Berdasarkan medianya saringan dapat dibedakan menjadi :

1. Media tunggal

Media penyaringan hanya terdiri atas satu jenis media, yaitu pasir atau pecahan arang antrasit.

2. Media ganda

Media penyaringan terdiri atas dua jenis media yaitu biasanya digunakan antrasit dan pasir.

3. Multi media

Media penyaringan terdiri dari antrasit, pasir dan garnet.

2.9 Hipotesa

Berdasarkan perumusan masalah dan tujuan penelitian, maka dapat dikemukakan hipotesa sebagai berikut :

Variasi Dosis koagulan dan waktu kontak berpengaruh terhadap efisiensi penurunan kadar BOD pada limbah Lindi (Leachate)