

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 PRA STUDI

4.1.1 Desain Alat

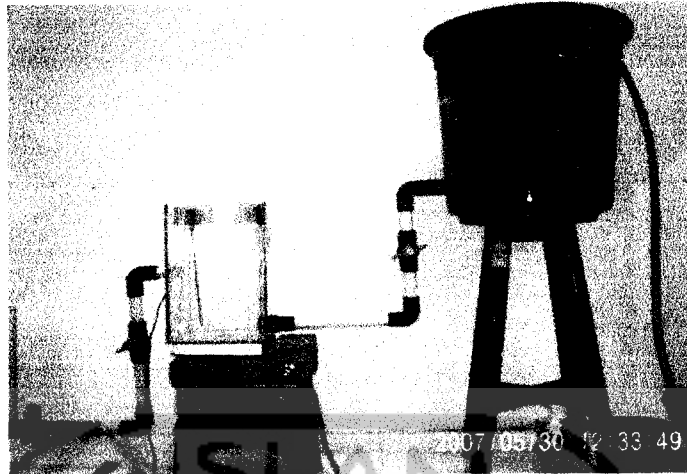
Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah bak Elektrokoagulasi, bak *baffle channel flocculator*, bak sedimentasi, dan bak Filtrasi.

a. Bak Elektrokoagulasi

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 kutup negatif sedangkan elektroda positif (Cu) akan teroksidasi menjadi $[CuOH)_3]$ yang berfungsi sebagai kogulan.

Elektrokoagulasi adalah bagian dari elektrokimia yang dapat mendestabilisasikan agen pencemar yang mana pencemar tersebut dapat di reduksi. Elektrokoagulasi selain bagian dari elektrokimia juga merupakan bagian dari flokulasi dan koagulasi serta penggunaan elektroda untuk mengaliri listrik di dalam larutan yang bersifat elektrolit yang biasa disebut elektrolisis.

Pengolahan elektrokoagulasi ini diharapkan bertujuan untuk menurunkan kandungan-kandungan yang ada dalam lindi seperti BOD, COD, nitrat, nitrit, logam berat, serta TSS dan TDS.



Gambar 4.1 Bak Elektrokoagulasi dan *magnetic steer barr*

Dimensi Bak elektrokoagulasi ini adalah panjang 20 cm, lebar 20 cm, serta tinggi 30 cm. Bak elektrokoagulasi ini digunakan sebagai pengaduk menggunakan *magnetic steer barr* didalamnya. Pengadukan dilakukan dengan kecepatan 10 rpm

b. Bak *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 umumnya flokulasi hidrolis mempunyai kekurangan dalam hal fleksibilitas pengaturan kehilangan tekanan(hf) yang diperlukan sebagai energi untuk proses. Selain itu pada flokulator hidrolis, perbedaan kecepatan aliran yang terjadi pada bagian tepi dan tengah reaktor sangat besar, sehingga seringkali flok yang terjadi pecah kembali.

Bak ini bertujuan menghasilkan gerakan air yang mendorong kontak antar partikel tanpa menyebabkan pecahnya gabungan partikel yang telah terbentuk ini bisa tercapai bila energi hidrolik yang diharapkan cukup kecil. Flokulator jenis ini umumnya dibuat secara seri seiring penurunan nilai G agar diperoleh

pencampuran sempurna, yaitu partikel dapat saling berkontak, sehingga diperoleh hasil akhir yang memuaskan.

Jumlah sekat dalam bak flokulator ini (aliran vertikal), ditentukan dengan rumus berikut :

$$n = \left\{ \left[\frac{2\mu t}{\rho(1.44 + f)} \right] \left[\frac{W.L.G}{Q} \right]^2 \right\}$$

Dimana : W = lebar bak (m)

L = panjang bak flokulator (m)

G = konstanta gravitasi (9,81 m/det²)

Q = debit aliran (m³/det)

μ = viskositas absolut (kg/m.det)

ρ = berat jenis air (kg/m³)

f = koefisien gesek sekat

t = waktu flokulasi (det)



Gambar 4.2 Bak *baffle channel flocculator*

Dimensi bak *baffle channel flocculator* adalah panjang 60 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 30 cm. Bak *baffle channel flocculator* ini terdiri dari beberapa sekat dengan 3 buah kompartemen.



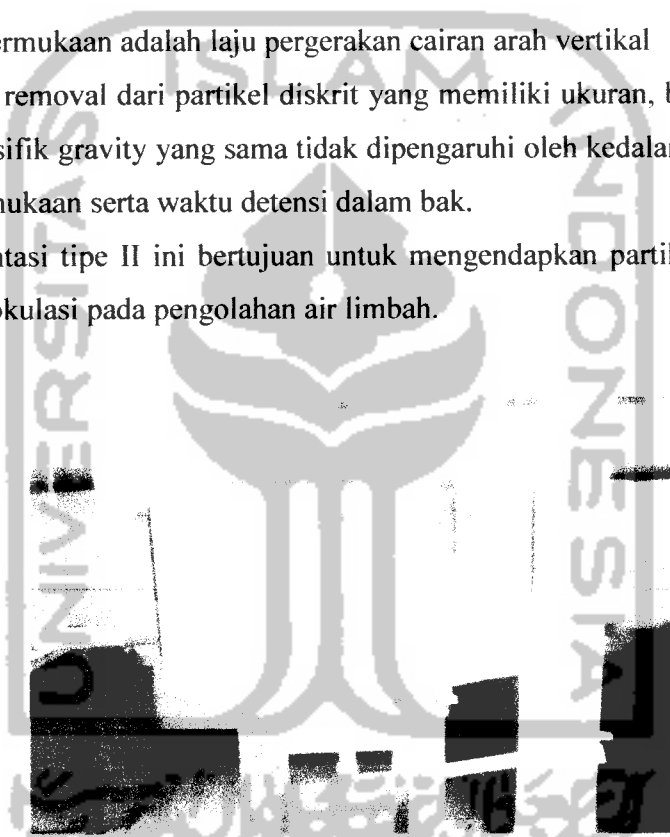
c. Bak Sedimentasi

Pada umumnya, sedimentasi digunakan juga pada pengolahan air limbah selain tentunya juga pada pengolahan air minum. Pada penelitian ini digunakan sedimentasi tipe II, yang mana selama dalam operasi pengendapannya, ukuran partikel flokulen bertambah besar, sehingga kecepatannya juga meningkat.

Konsep sedimentasi :

- ❖ Kecepatan yang mengendap partikel adalah jarak yang ditempuh partikel persatuan waktu.
- ❖ Beban permukaan adalah laju pergerakan cairan arah vertikal
- ❖ Efisiensi removal dari partikel diskrit yang memiliki ukuran, bentuk, densitas serta spesifik gravity yang sama tidak dipengaruhi oleh kedalaman, melainkan luas permukaan serta waktu detensi dalam bak.

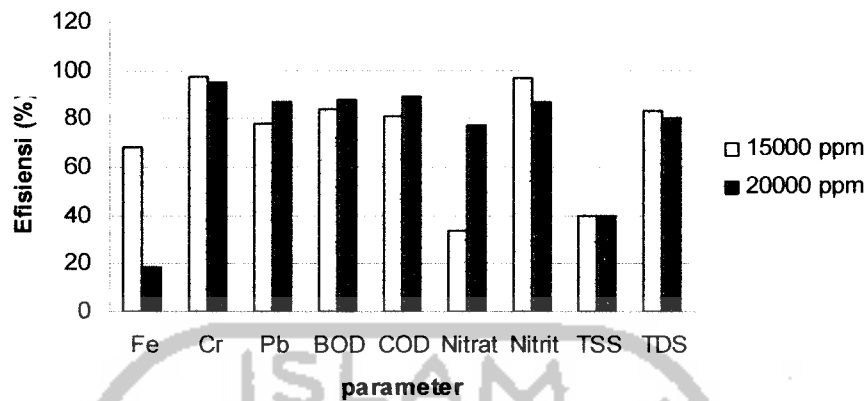
Bak sedimentasi tipe II ini bertujuan untuk mengendapkan partikel hasil proses koagulasi-flokulasi pada pengolahan air limbah.



Gambar 4.3 Bak sedimentasi

Dimensi bak sedimentasi adalah panjang 60 cm, lebar 40 cm dan tinggi 40 cm. Bentuk sedimentasi ini adalah limas yang terpancung.

Efisiensi Bak Sedimentasi



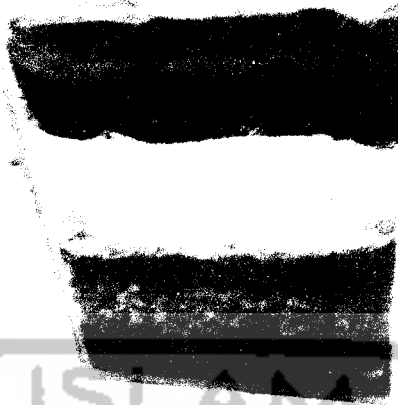
Gambar 4.4 Efisiensi bak sedimentasi pada waktu kontak 100 menit

Pada gambar 4.4 Efisiensi dari bak ini yang umumnya berkisar antara 40-90%, dapat dilihat pada parameter BOD dan TSS sebagai contohnya besar efisiensi pada bak ini adalah 88% dan 40 %. Penurunan BOD ini tidak semata dipengaruhi oleh bak ini tetapi penambahan koagulan serta proses elektrokoagulasi juga sangat mempengaruhi.

Efisiensi bak sedimentasi ini berdasarkan kriteria desain, untuk parameter BOD sebesar 30-40 % sedangkan untuk parameter TSS sebesar 30-75%. Pada parameter TSS efisiensi yang dihasilkan kecil hanya sebesar 40%, hal itu sudah sesuai dengan kriteria desain. Efisiensi TSS yang masih tergolong kecil ini tidak sesuai dengan harapan, hal ini disebabkan karena aliran air pada bak sedimentasi ini kadang turbulen, sehingga flok-flok yang terikat oleh koagulan mengalami pemecahan. (Qasim, S. R. *Wastewater Treatment Plants*, 1985)

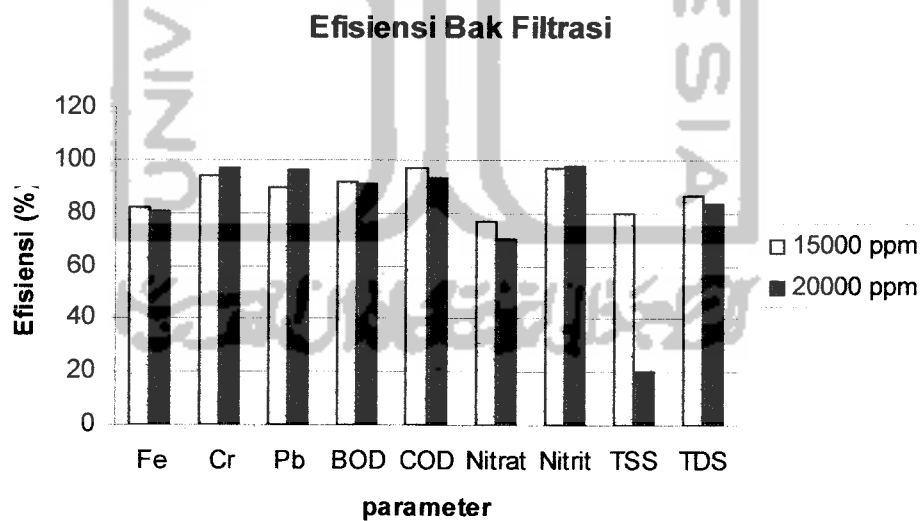
d. Bak Filtrasi

Penelitian ini menggunakan saringan pasir cepat. Saringan pasir cepat ini sebelumnya didahului dengan proses koagulasi-flokulasi dan pengendapan (sedimentasi) untuk memisahkan padatan tersuspensi yang terkandung dalam air limbah.



Gambar 4.5 Bak filtrasi

Dimensi bak filtrasi ini adalah panjang 40 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 80 cm. Bak filtrasi ini terdiri dari berbagai macam media. Pada lapisan bawah digunakan batu sebagai penyangga. Diatas lapisan batu terdiri lapisan kerikil, diatas media kerikil terdapat media ijuk, kemudian karbon aktif, dan media paling atas adalah pasir.



Gambar 4.6 Efisiensi bak filtrasi pada waktu kontak 100 menit

Pada gambar 4.6 dapat dilihat efisiensi bak filtrasi. Efisiensi bak filtrasi ini bila dikaitkan dengan beberapa parameter berkisar antara 80-90%. Efisiensi ini sangat tinggi dibandingkan dengan efisiensi bak sedimentasi. Pada dosis tawas 15000 ppm, dapat dilihat efisiensi untuk parameter TSS sebesar 80 % dan parameter COD sebesar 96 %.

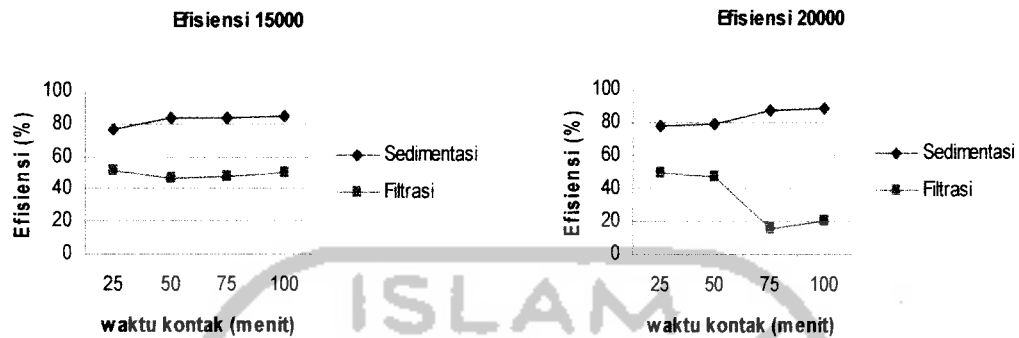
Efisiensi bak filtrasi ini berdasarkan kriteria desain, untuk parameter BOD sebesar 10-20 % sedangkan untuk parameter TSS sebesar 50-75%. Efisiensi untuk bak ini sudah sesuai dengan kriteria desain yang mana untuk efisiensi dari TSS dan COD ini sebesar 70 dan 50 %.(*Qasim, S, R, Wastewater Treatment Plants, 1985*).

4.1.2 Variasi Dosis Tawas 15000 dan 20000 ppm untuk BOD

Flokulasi suspensi- suspensi koloid yang encer (konsentrasi rendah) hanya akan menghasilkan tumbukan antar partikel yang jarang dan penggabungan atau penggumpalan tidak akan terjadi sampai tingkat yang memuaskan. Dalam hal semacam ini klarifikasi akan dapat tercapai dengan baik dengan menggunakan suatu koagulan kimia yang diikuti oleh proses flokulasi dan sedimentasi. Bilamana koagulasi digunakan sebagai pemisah tampaknya reaksi yang berlangsung akan bergantung pada pembentukan presipitat (endapan) dari kombinasi antara zat- zat organik terlarut dan koagulan. Nilai koagulan tambahan dapat dihubungkan dengan kemampuan molekul- molekul besar dalam bentuk struktur rantai panjang yang dapat memberikan suatu jembatan dan gerak mengikat antara partikel- partikel yang berdekatan sehingga menghasilkan penggabungan atau penggumpalan dan menghindarnya pecahnya flok akibat adanya geseran. Dengan koagulan tambahan yang berupa ion- ion, netralisasi muatan juga akan terjadi sebagaimana koagulan-koagulan utama walaupun pada dosis normal yang diterapkan dalam koagulan tambahan efek ini tidaklah sedemikian penting.

Berikut ini hasil pengujian konsentrasi BOD pada 15000 dan 20000 ppm tawas terhadap waktu kontak yakni dilakukan secara kontinue dan pemakaian dosis tawas 15000 dan 20000 karena didapat kesimpulan dari keseluruhan percobaan

elektrokoagulasi menggunakan aerator, perubahan warna yang dihasilkan lebih jernih dari percobaan sebelumnya sehingga digunakan tawas 15000 dan 20000 ppm sebagai dosis yang paling tepat untuk penelitian ini.



Gambar 4.7 Hubungan antara waktu Kontak dengan konsentrasi BOD pada tawas 15000 ppm dan 20000 ppm

Dari gambar 4.7 (Tabel 1 dan 2 terlampir) dapat dilihat efisiensi penurunan BOD dengan dosis 15000 pada sampel dengan waktu kontak 25 menit pada bak filtrasi sebesar 51 % sedangkan penurunan paling kecil terjadi pada sampel dengan waktu kontak 50 menit sebesar 46 % sedangkan untuk efisiensi dosis tawas 20000, penurunan konsentrasi BOD Efisiensi terendah terjadi pada waktu kontak 75menit yaitu sebesar 16 % sedangkan efisiensi tertinggi terjadi pada waktu kontak 25 menit pada bak yaitu sebesar 49 %. Efisiensi bak sedimentasi ini berdasarkan kriteria desain, untuk parameter BOD sebesar 30-40 % sedangkan efisiensi bak filtrasi ini berdasarkan kriteria desain, sebesar 10-20 %. Efisiensi ini sudah sesuai dengan kriteria desain.

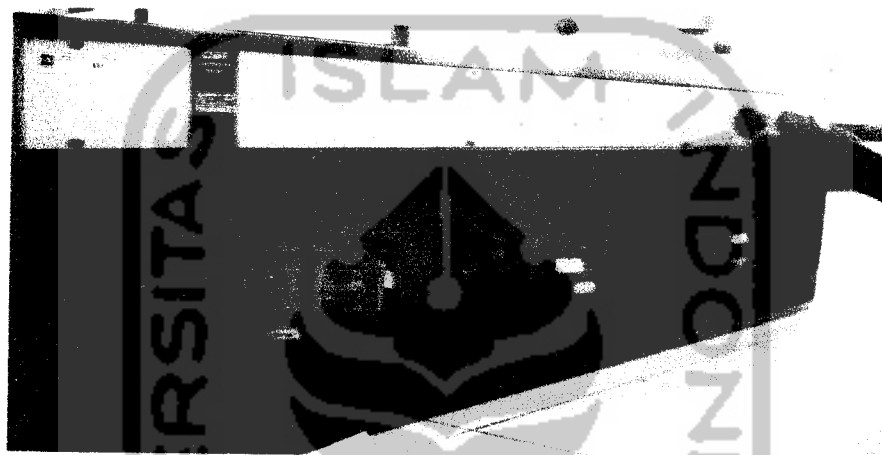
Ada beberapa hal yang dilakukan sebelum melakukan penelitian sesungguhnya. Pada penelitian ini dilakukan penelitian awal, hal ini dilakukan untuk mengetahui Jenis dan dosis koagulan, batangan elektroda dan waktu kontak yang tepat.

4.1.3 Jenis dan dosis koagulan

Pada penelitian ini, dilakukan penelitian awal untuk mengetahui jenis dan dosis koagulan yang tepat. Sebagai perbandingan, dilakukan dua macam teknik koagulasi skala laboratorium, yaitu dengan menggunakan *jar test* dan Elektrokoagulasi.

a. *Jar Test*

Pada percobaan awal ini, *jar test* dilakukan dengan menggunakan beberapa macam koagulan serta variasinya.



Gambar 4.8 Percobaan *jar test*

- a. Tawas (Al_2SO_4)
 - b. Ferro Sulfat
 - c. Ferro Sulfat + Kapur Tohor
1. Tawas (Al_2SO_4)
 Di ambil contoh air limbah masing-masing sebanyak 500 ml, kemudian dimasukkan kedalam beaker jar test yang berkapasitas 1000 ml sebanyak 3 buah. Beaker jar test yang berisi air baku tadi diletakkan diatas mesin pengaduk. Kemudian ditambahkan pada masing-masing beaker jar test Aluminium sulfat (alum) dengan konsentrasi 1, 3, dan 5 gr/500ml. Kemudian dilakukan pengadukan dengan kecepatan 200 rpm selama 2 menit. Setelah 2 menit, kecepatan pengadukan diturunkan menjadi 80 rpm dan diaduk selama 4

menit. Setelah 4 menit berakhir, dilakukan slow mix II dengan menurunkan kecepatan putar sampai 20 rpm dan diaduk lagi selama 4 menit. Setelah slow mix II selesai, mesin pengaduk dimatikan. Kemudian hasil percobaan tadi dimasukkan ke dalam tabung imhoff. Setelah itu waktu pengendapan, pH, serta suhu diukur. Waktu pengendapan = 30 menit; pH = 8; suhu = 27 °C.



Gambar 4.9 Percobaan *jar test* dengan menggunakan tawas

2. Ferro Sulfat (FeSO_4)

Di ambil contoh air limbah masing-masing sebanyak 500 ml, kemudian dimasukkan kedalam beaker jar test yang berkapasitas 1000 ml sebanyak 3 buah. Beaker jar test yang berisi air baku tadi diletakkan diatas mesin pengaduk. Kemudian ditambahkan pada masing-masing beaker jar test Ferro Sulfat dengan konsentrasi 1, 3, dan 5 gr/500ml. Kemudian dilakukan pengadukan dengan kecepatan 200 rpm selama 2 menit. Setelah 2 menit, kecepatan pengadukan diturunkan menjadi 80 rpm dan diaduk selama 4 menit. Setelah 4 menit berakhir, dilakukan slow mix II dengan menurunkan kecepatan putar sampai 20 rpm dan diaduk lagi selama 4 menit. Setelah slow mix II selesai, mesin pengaduk dimatikan. Kemudian hasil percobaan tadi dimasukkan ke dalam tabung imhoff. Setelah itu waktu pengendapan, pH, serta suhu diukur. Waktu pengendapan = 20 menit; pH = 8; suhu = 27 °C



Gambar 4.10 Percobaan *jar test* dengan menggunakan Ferro sulfat

3. Ferro Sulfat (FeSO_4) + Kapur Tohor (CaOH)

Di ambil contoh air limbah masing-masing sebanyak 500 ml, kemudian dimasukkan kedalam beaker jar test yang berkapasitas 1000 ml sebanyak 3 buah. Beaker jar test yang berisi air baku tadi diletakkan diatas mesin pengaduk. Kemudian ditambahkan pada masing-masing beaker jar test Ferro Sulfat dengan konsentrasi 3 gr/500ml dan Kapur Tohor (CaOH) dengan variasi konsentrasi 4, 5, 6 gr/500ml. Kemudian dilakukan pengadukan dengan kecepatan 200 rpm selama 5 menit. Setelah 5 menit, kecepatan pengadukan diturunkan menjadi 80 rpm dan diaduk selama 10 menit. Setelah 10 menit berakhir, dilakukan slow mix II dengan menurunkan kecepatan putar sampai 20 rpm dan diaduk lagi selama 15 menit. Setelah slow mix II selesai, mesin pengaduk dimatikan. Kemudian hasil percobaan tadi dimasukkan ke dalam tabung imhoff. Setelah itu waktu pengendapan, pH, serta suhu diukur. Waktu pengendapan = 25 menit; pH = 8; suhu = 27 °C



Gambar 4.11 Percobaan *jar test* dengan menggunakan variasi ferro sulfat dan kapur tohor

Kesimpulan dari *jar test* ini, pH awal limbah bersifat stabil, begitu juga suhu pada semua jenis koagulan yang dipakai, sedangkan yang mengalami perubahan adalah hanya pada waktu pengendapan. Waktu pengendapan yang paling cepat adalah jenis koagulan Ferro sulfat begitu juga dengan variasi penambahan Ferro Sulfat dan Kapur Tohor. Warna air limbah bila dilihat secara visual yang agak jernih yaitu penggunaan koagulan tawas dengan konsentrasi dosis 5 gr/500ml.

Tabel 4.1 Tabel percobaan *jar test* dengan variasi koagulan

Parameter	<i>Jar Test</i>		
	Tawas (Al_2SO_4)	Ferro Sulfat ($FeSO_4$)	Ferro Sulfat ($FeSO_4$) + Kapur Tohor ($CaOH$)
pH	8	8	8
Suhu	27 °C	27 °C	27 °C
Warna	Agak Jernih	Kurang Jernih	Kurang Jernih
Waktu Pengendapan	30 menit	20 menit	25 menit

b. Elektrokoagulasi

Pada penelitian awal yang menggunakan *jar test* dihasilkan koagulan dan dosis yang bagus yaitu tawas dengan dosis 5 gr/500ml. Maka, untuk percobaan selanjutnya fokus penggunaan koagulan lebih ditekankan ke jenis koagulan tawas. Pada penelitian awal selanjutnya digunakan Elektrokoagulasi dengan tambahan aerator. Diharapkan dengan adanya aerator ini dapat meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air dan membantu pengadukan air.

Pada percobaan ini digunakan 5, 10, 15 gr/500ml tanpa aerator, dan 4, 6, 8 gr/500ml tawas dengan menggunakan aerator.



Gambar 4.12 Percobaan elektrokoagulasi

1. Dosis tawas 5, 10, 15 gr/500 ml tanpa aerator

Ketiga percobaan ini dilakukan selama 20 menit, pada tegangan 40 volt. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengambil air 500ml kemudian dimasukan kedalam *beaker glass* 1000 ml. Setelah itu letakkan diatas *magnetic steer barr* kemudian masukan *steer barr* ke dalam *beaker glass*. Celupkan batangan aluminium ke dalam *beaker glass*. Batangan aluminium satu disambungkan ke kutub positif adaptor sebagai anoda dan satu batang aluminium lainnya disambungkan ke kutub negatif adaptor sebagai katoda. Setelah semua siap, dimasukan 5 gr/500 ml dosis tawas, begitupun untuk

dosis tawas selanjutnya. Kemudian adaptor dinyalakan di set ke tegangan sebesar 40 volt, serta *magnetic steer barr* dihidupkan dengan putaran sebesar 10 rpm. Ditunggu selama 20 menit. Setelah 20 menit, adaptor serta *magnetic steer barr* dimatikan. Sampel diambil, kemudian dimasukkan kedalam tabung imhoff. Hasil yang dicapai :

- a. Dosis tawas 5 gr/500ml
pH = 7; suhu 40°C, waktu pengendapan = 40 menit
 - b. Dosis tawas 10 gr/500ml
pH = 7; suhu 40°C, waktu pengendapan = 35 menit
 - c. Dosis tawas 15 gr/500ml
pH = 5; suhu 44°C, waktu pengendapan = 42 menit
2. Dosis tawas 4, 6, 8 gr/500 ml dengan aerator
- Sama halnya dengan percobaan diatas, tetapi disini ada penambahan aerator serta dosis tawas yang berbeda. Ketiga percobaan ini dilakukan selama 50 menit, pada tegangan 40 volt. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengambil air 500ml kemudian dimasukan kedalam *beaker glass* 1000 ml. Setelah itu letakkan diatas *magnetic steer barr* kemudian masukan *steer barr* ke dalam *beaker glass*. Celupkan batangan aluminium ke dalam *beaker glass*. Batangan aluminium satu disambungkan ke kutub positif adaptor sebagai anoda dan satu batang aluminium lainnya disambungkan ke kutub negatif adaptor sebagai katoda. Setelah semua siap, dimasukan 4 gr/500 ml dosis tawas, begitupun untuk dosis tawas selanjutnya. Kemudian adaptor dinyalakan di set ke tegangan sebesar 40 volt, serta *magnetic steer barr* dihidupkan dengan putaran sebesar 10 rpm. Ditunggu selama 50 menit. Setelah 50 menit, adaptor serta *magnetic steer barr* dimatikan. Sampel diambil, kemudian dimasukkan kedalam tabung imhoff. Hasil yang dicapai :
- a. Dosis tawas 4 gr/500ml
pH = 8; suhu 50°C, waktu pengendapan = 30 menit
 - b. Dosis tawas 6 gr/500ml
pH = 8; suhu 53°C, waktu pengendapan = 41 menit

c. Dosis tawas 8 gr/500ml

pH = 8; suhu 64°C, waktu pengendapan = 45 menit



Gambar 4.13 Percobaan elektrokoagulasi menggunakan tawas 8 gr/500ml

Kesimpulan dari keseluruhan percobaan elektrokoagulasi diatas, perubahan warna yang paling krusial terjadi pada dosis tawas 8 gr/500ml dengan menggunakan aerator. Warna yang dihasilkan lebih jernih dari 5 percobaan lainnya yang menggunakan elektrokoagulasi. Disimpulkan juga penggunaan batang aluminium dengan hantaran listrik akan memicu kenaikan suhu yang tinggi seperti yang terlihat pada dosis tawas 8 gr/500ml sebesar 64°C. Serta tidak terjadi perubahan pH pada saat percobaan dengan menggunakan aerator, sebaliknya terjadi variasi perubahan pH pada saat percobaan yang tidak menggunakan aerator. Batangan anoda pada keseluruhan percobaan ini mengalami pengikisan, peristiwa ini dinamakan "*sacrificial electrodes*"

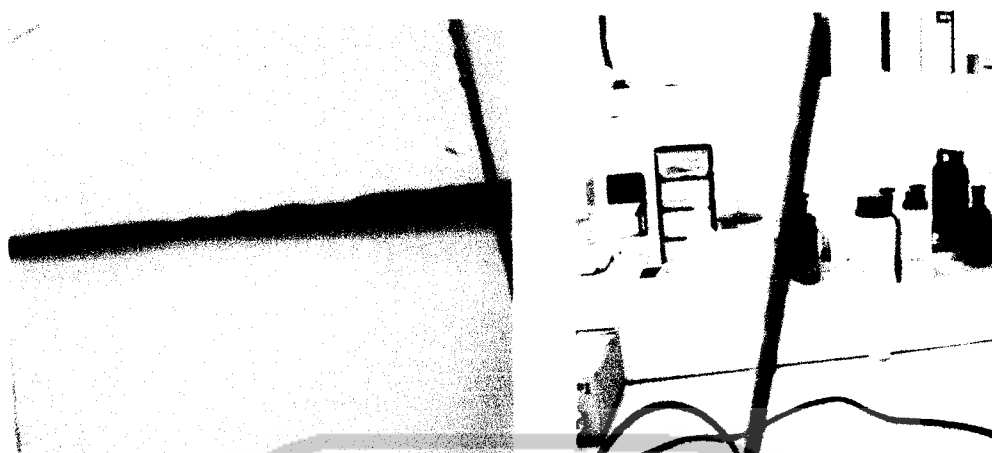
Tabel 4.2 Tabel percobaan elektrokoagulasi dengan variasi dosis tawas

Parameter	Elektrokoagulasi					
	Tanpa Aerator (gr/500ml)			Dengan Aerator (gr/500ml)		
	5	10	15	4	6	8
pH	7	7	5	8	8	8
Suhu	40°C	40°C	44°C	50°C	53°C	64°C
Warna	Agak jernih	Agak jernih	Agak jernih	Agak jernih	Agak jernih	Jernih
Waktu pengendapan	40 menit	35 menit	42 menit	30 menit	41 menit	45 menit

Dari kesimpulan diatas, digunakan tawas 8 gr/500ml dengan elektrokoagulasi-aerator sebagai dosis yang paling tepat untuk penelitian selanjutnya, dan sebagai perbandingan digunakan tawas 10 gr/500ml.

4.1.4 Elektroda

Elektroda terdiri dari 2 buah kutub, yaitu kutub positif sebagai anoda dan kutub negatif sebagai katoda. Ketika kedua batangan elektroda ini dialiri listrik maka kutub positif sebagai anoda akan mengalami korosi karena terjadi oksidasi, sedangkan kutub negatif sebagai katoda akan bersifat pasif. Peristiwa korosi ini disebut dengan "*sacrificial electrodes*". Pada penelitian ini digunakan variasi batangan tembaga sebagai kutub positif (anoda), dan batangan aluminium sebagai kutub negatif (katoda).



Gambar 4.14 Batangan anoda dari tembaga dan katoda dari aluminium

4.1.5 Waktu Kontak

Waktu kontak yang dipakai dalam percobaan ini adalah 25 menit, 50 menit, 75 menit dan 100 menit. Pada penelitian sebelumnya digunakan variasi rentang waktu kontak yaitu:

1. 20 menit, 40 menit, 60 menit, 80 menit dan 100 menit

Pada waktu kontak diatas pengolahannya menggunakan percobaan elektrokoagulasi, pada waktu kontak 20 menit menggunakan koagulan tawas warna yang dihasilkan kurang bagus. Sehingga kurang memenuhi kriteria desain.

2. 25 menit, 50 menit, 75 menit dan 100 menit

Pada waktu kontak diatas secara visual parameter yang dipantau adalah perubahan warna, berdasarkan pada percobaan elektrokoagulasi dengan menggunakan aerator pada waktu 50 menit perubahan warna menjadi lebih jernih.

3. 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit

Pada waktu kontak diatas secara visual parameter yang dipantau adalah perubahan warna, berdasarkan pada penelitian awal pada percobaan *jar test* dengan koagulan Ferro sulfat + kapur tohor selama 30 menit perubahan warna yang dihasilkan tidak terlalu bagus. Sehingga waktu kontak ini tidak memenuhi kriteria.

Berdasarkan beberapa percobaan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa waktu kontak 25 menit, 50 menit, 75 menit dan 100 menit ini paling efektif sehingga pada saat penelitian digunakan waktu 25 menit, 50 menit, 75 menit dan 100 menit.

4.2 Parameter Fisik

4.2.1 pH

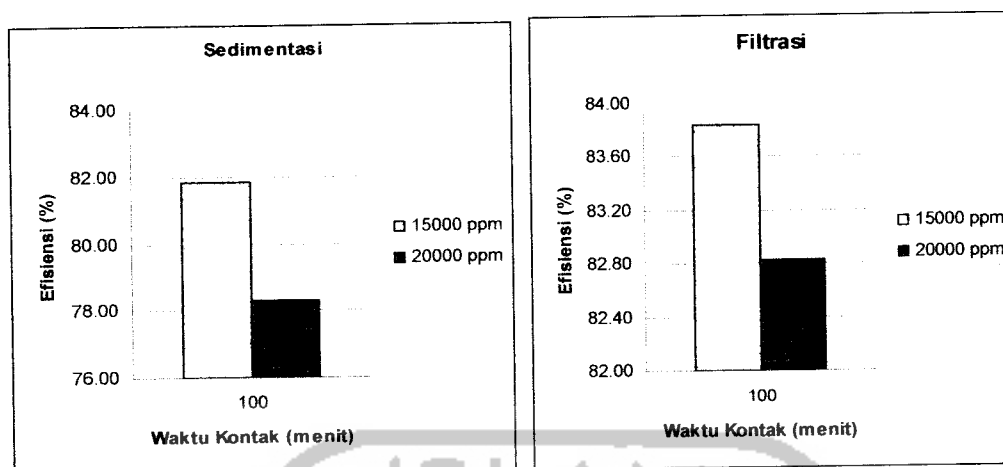
pH mempengaruhi toksisitas senyawa kimia. Mackereth *et al.* (1989) berpendapat bahwa pH juga berkaitan erat dengan karbondioksida dan alkalinitas. Tokisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah (Novotny dan Olem dalam Effendi, 2003).

Pada tabel 4.3, pH mengalami penurunan dari 8 menjadi 7. pH ini sangat berpengaruh besar dengan parameter lain seperti logam berat, COD, BOD, nitrat, DO dan lain-lain. Salah satu contoh pengaruh pH adalah perubahan logam berat, ion Fe^{2+} , Pb^{2+} , Cr^{2+} akan mengalami oksidasi menjadi Fe^{3+} , Pb^{3+} , Cr^{3+} . pH juga berpengaruh besar terhadap COD, bila dalam keadaan asam COD dapat mengoksidasikan semua zat organik menjadi CO_2 dan H_2O hampir sebesar 85% dan berpengaruh terhadap BOD juga karena jika pH asam maka BOD nya tinggi.

Nilai pH juga sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah. Dengan adanya proses elektrokoagulasi serta daya hantar listrik menyebabkan penurunan pH dari kondisi basa menjadi asam yakni dari pH 8 Menjadi pH 7.

4.2.2 Daya Hantar Listrik (DHL)

Konduktivitas (daya Hantar listrik/ DHL) adalah gambaran numerik dari kemampuan air untuk meneruskan aliran listrik. Oleh karena itu, semakin banyak garam-garam terlarut yang dapat terionisasi, semakin tinggi pula nilai DHL. Nilai DHL dapat diperkirakan dengan mengalikan nilai TDS dengan bilangan 0,55-0,75 (*Canadian Water Quality Guidelines, 1987* dalam Effendi, 2003). Nilai DHL biasanya lebih besar dari nilai TDS.

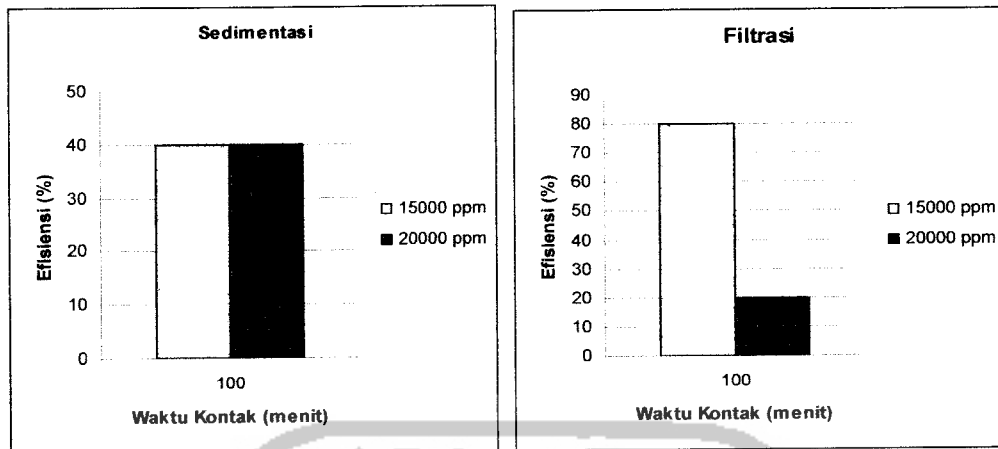


Gambar 4.15 Efisiensi DHL dengan variasi waktu kontak terhadap variasi dosis tawas

Berdasarkan gambar 4.14 diatas, terlihat nilai penurunan DHL, penurunan DHL ini dibarengi dengan penurunan nilai TDS. Penurunan ini ditandai dengan meningkatnya efisiensi. Efisiensi ini hampir 99 %. Peningkatan efisiensi ini jelas berpengaruh besar terhadap parameter lain. DHL ini membantu proses elektrokoagulasi yakni pengaruhnya terhadap elektroda. ketika batangan anoda dialiri listrik akan terjadi proses reduksi sebaliknya apabila batangan katoda dialiri listrik maka akan terjadi proses oksidasi. Proses redoks ini akan sangat berpengaruh terhadap parameter-parameter lain seperti COD, BOD, Nitrat dan terutama logam berat.

4.2.3 Total Suspended Solid (TSS)

Pengujian Konsentrasi TSS pada pengujian ini menggunakan metode penguapan dengan hasil uji limbah dari proses elektrokoagulasi dengan menggunakan dosis 15000 ppm dan 20000 ppm dan waktu kontak 100 menit di dapatkan hasil yang sangat signifikan yaitu konsentasi TSS pada limbah pada dosis 15000 ppm dan 20000 ppm dibawah batas maksimal sesuai dengan SK Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta nomor 281/KPTS/1998 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri di Propinsi DIY yaitu sebesar 200 ppm.



Gambar 4.16 Efisiensi TSS dengan variasi waktu kontak terhadap variasi dosis tawas

Perlakuan limbah pada saat proses elektrokoagulasi pada setiap unit juga mempengaruhi nilai TSS misalnya pada unit elektrokoagulasi pemberian dosis mempengaruhi ukuran flok yang terbentuk karena dalam hal ini tawas sebagai koagulan dan di pengaruhi oleh arus listrik dapat mengikat lumpur halus, pasir halus dan jasad- jasad renik sebagai pembentuk TSS terbentuk menjadi flok, proses ini merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi turunnya nilai TSS. Selain itu pada bak sedimentasi aliran limbah mempengaruhi nilai TSS karena jika aliran pada bak sedimentasi laminar maka flok yang berasal dari proses sebelumnya yaitu elektrokoagulasi akan mudah mengendap dan untuk flok yang tidak terendap akan mengalir bersama air limbah. Unit terakhir sebagai outlet yaitu filtrasi pada unit ini efisiensi penurunan nilai TSS pada dosis 15000 ppm lebih besar dari pada pada dosis 20000 ppm. Karena memakai unit filtrasi hanya satu sehingga media dalam filtrasi tersebut tidak dicuci lagi sehingga dalam filtrasi tersebut masih terdapat bekas clogging yang memakai dosis tawas 15000 ppm dan menyebabkan efisiensi penurunan TSS pada dosis tawas 20000 kecil, Sebagaimana di jelaskan di atas dosis koagulan mempengaruhi efisiensi penurunan TSS.

4.2.4 Total Dissolved Solid (TDS)

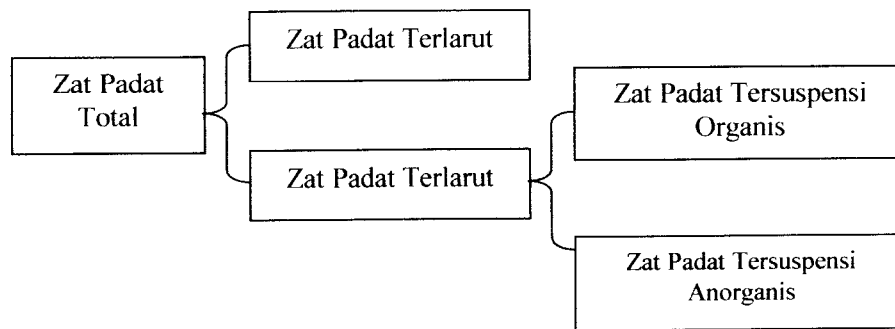
Dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam, dan molekul organis, dan zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, kwarts. Perbedaan utama antara kedua zat tersebut adalah ditentukan melalui ukuran/diameter partikel-partikel tersebut.

Analisa zat padat dalam air, sangat penting bagi penentuan komponen-komponen air secara lengkap, juga untuk perencanaan serta pengawasan proses-proses pengolahan data dalam bidang air minum maupun dalam bidang air buangan. Zat-zat padat yang berada dalam suspensi dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloidal (partikel koloid) dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi).

Jenis partikel koloid tersebut adalah penyebab kekeruhan dalam air (efek tyndall) yang disebabkan oleh penyimpangan sinar nyata yang menembus suspensi tersebut. Partikel-partikel koloid tidak terlihat secara visual sedangkan larutannya (tanpa partikel koloid) yang terdiri dari ion-ion dan molekul-molekul tidak pernah keruh. Larutan menjadi keruh bila terjadi pengendapan yang merupakan komponen kejenuhan dari suatu senyawa kimia.

Partikel-partikel tersuspensi biasanya, mempunyai ukuran lebih besar dari partikel koloid dan dapat menghalangi sinar yang akan menembus suspensi, sehingga suspensi tidak dapat dikatakan keruh, karena sebenarnya air diantara partikel-partikel tersuspensi tidak keruh dan sinar tidak menyimpang seperti halnya ion-ion dan molekul-molekul (zat yang terlarut), zat padat koloidal dan zat padat tersuspensi dapat bersifat inorganis (tanah liat, kwarts) dan organis (protein, sisa tanaman).

Dalam metode analisa zat padat, pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air didalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut, dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organis dan inorganis seperti pada skema dibawah ini :

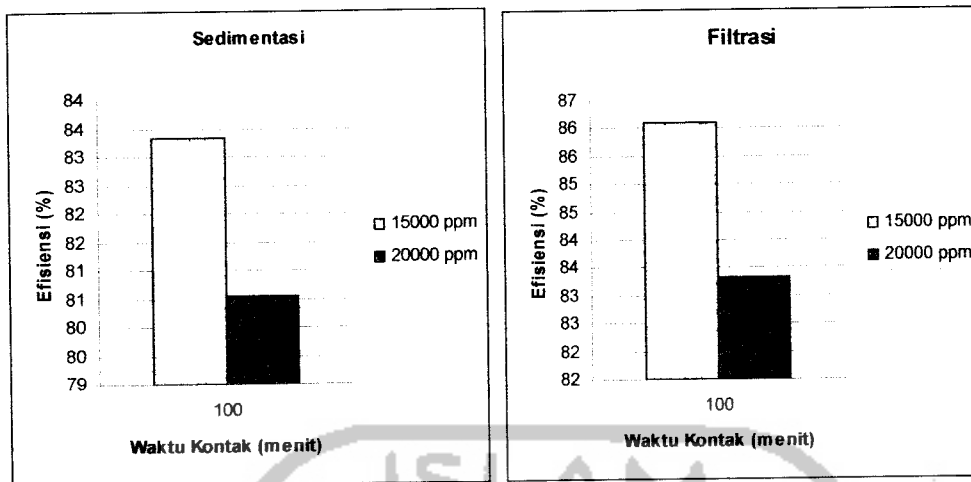


Gambar 4.17 Skema Zat Padat Total

Zat padat tersuspensi sendiri dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi antara lain zat padat terapung yang selalu bersifat organik dan zat padat terendap yang dapat bersifat organik dan inorganik. Zat padat terendap adalah zat padat dalam keadaan suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya.

Penentuan zat padat ini dapat melalui volumenya, yang disebut analisa volume lumpur (sludge volume), dan dapat melalui beratnya disebut analisa lumpur kasar atau umumnya disebut zat padat terendap (*settleable solids*). Dimensi dari zat-zat padat tersebut diatas adalah dalam mg/L atau g/L, namun sering pula ditemui ” % berat ” yaitu kg zat padat / kg larutan, atau ” % volume ” yaitu dalam dm^3 zat padat / liter larutan.

Padatan terlarut total (*Total Dissolved Solids*) adalah bahan-bahan terlarut (diameter $> 10^{-6}$ mm) dan koloid (diameter $> 10^{-6} - 10^{-3}$ mm) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain, yang tidak tersaring pada kertas saring berdiameter $0,45 \mu\text{m}$ (Rao dalam Effendi, 2003). TDS berhubungan erat dengan nilai DHL. Nilai DHL biasanya lebih besar dari nilai TDS.



Gambar 4.18 Efisiensi TDS dengan variasi waktu kontak terhadap variasi dosis tawas

4.2.5 Warna

Warna adalah senyawa yang dapat dipergunakan dalam bentuk larutan sehingga penampangnya berwarna. Warna air limbah dapat dibedakan menjadi dua, yaitu warna sejati dan warna semu. Warna yang disebabkan oleh warna organik yang mudah larut dan beberapa ion logam ini disebut warna sejati, jika air tersebut mengandung kekeruhan atau adanya bahan tersuspensi dan juga oleh penyebab warna sejati maka warna tersebut dikatakan warna semu (Benny Chatib, 1990 dalam Effendi, 2003) dan juga karena adanya bahan-bahan yang tersuspensi yang termasuk koloid (Tchobanoglous, 1985). Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Black dan Christman (1979) ditemukan bahwa organik didalam air limbah adalah koloid yang bermuatan negatif.

Warna akibat suatu bahan terlarut atau tersuspensi dalam air, disamping adanya bahan pewarna tertentu yang kemungkinan mengandung logam berat. Warna air limbah menunjukkan kualitasnya, air limbah yang baru akan berwarna abu – abu, dan air limbah yang sudah basi atau busuk akan berwarna gelap (Mahida, 1984). Warna tertentu dapat menunjukkan adanya logam berat yang terkandung dalam air buangan (Tinsley dan Fransini, 1991).

Kecerahan dipengaruhi oleh warna lain, semakin dalam penetrasi sinar matahari dapat menembus air, semakin produktif pula perairan tersebut. Hal ini seiring dengan banyaknya fitoplankton di perairan tersebut. Kekeruhan ialah suatu istilah yang digunakan untuk menyatakan derajat kegelapan didalam air yang disebabkan oleh bahan-bahan yang melayang. Kekeruhan sangat berhubungan erat dengan warna perairan, sedangkan konsentrasinya sangat memengaruhi kecerahan dengan cara membatasi transmisi sinar matahari kedalamnya (Swingle, 1968 dalam Effendi, 2003).

Penggolongan zat warna

Menurut Soeparman (1967), jenis zat warna ada dua, yaitu:

1. Zat Warna Alam

Zat warna alam adalah zat warna yang berasal dari alam, baik yang berasal dari tanaman, hewan, maupun bahan metal.

A. Zat warna yang berasal dari tumbuhan

Zat warna yang berasal dari tumbuhan antara lain : Alzarin, Indanthreen dan Indigosol.

B. Zat warna yang berasal dari hewan

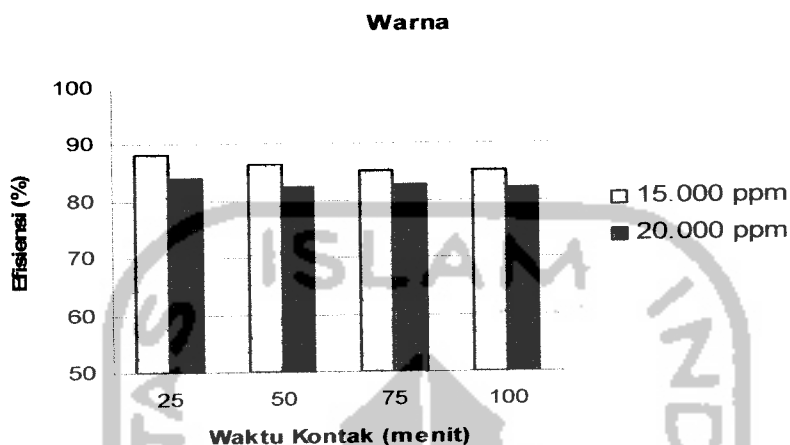
Jenis hewan yang biasa dijadikan zat warna misalnya: Kerang (Tyran Purple), Insekta (Coechikal) dan Insekta merah (Loe)

2. Zat Warna Sintesis

Zat Warna Sintesis adalah zat warna buatan dengan bahan dasar buatan misalnya: Hidrokarbon Aromatik dan naftalena yang berasal dari batu bara.

Warna dapat diamati secara visual (langsung) ataupun diukur berdasarkan skala platinum kobalt (dinyatakan dengan satuan PtCo), dengan membandingkan warna air sampel dengan warna standar. Air yang memiliki nilai kekeruhan rendah biasanya memiliki nilai warna tampak dan warna sesungguhnya yang sama dengan standar (APHA, 1976; Davis dan Cornwell, 1991). Intensitas warna cenderung meningkat dengan meningkatnya nilai pH (Sawyer dan McCarty, 1978 dalam Effendi, 2003).

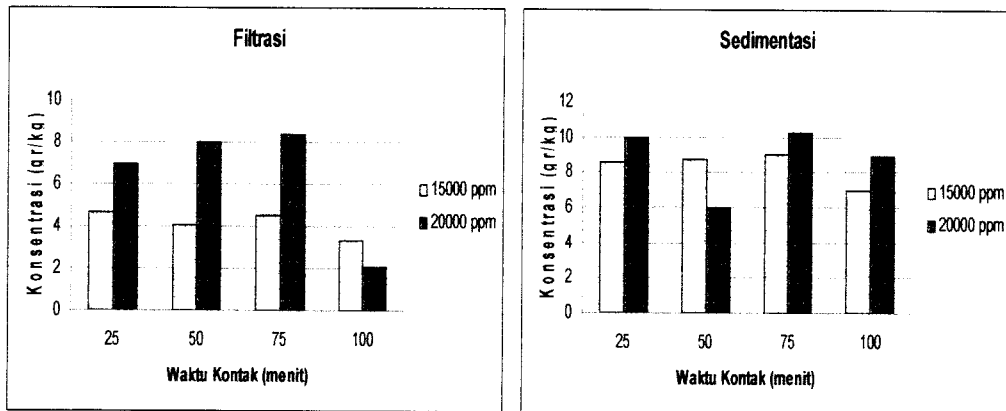
Efisiensi Penurunan warna diperoleh dari pengalihan konsentrasi yang diperoleh dari data hasil laboratorium yang menggunakan Spektrofotometri dengan jumlah pengenceran. Hasil penurunan kadar warna pada lindi dapat dilihat dalam tabel sebagai berikut :



Gambar 4.19 Efisiensi Warna dengan variasi waktu kontak terhadap variasi dosis tawas

Dari gambar 4.20 terlihat persentase penurunan kadar warna yang cukup besar setelah melalui proses elektrokoagulasi dan sedimentasi. Penurunan yang optimum terjadi pada 25 menit di filtrasi, pada dosis tawas 15000 ppm sebesar 88.17% dan dosis tawas 20000 ppm sebesar 83.90%.

Seperti yang telah ditunjukkan pada tabel 4.3 ternyata kadar warna yang telah mengalami pengolahan secara elektrokoagulasi dan dilanjutkan sedimentasi serta filtrasi, mengalami penurunan. Hasil pengolahan yang optimum didapatkan pada pengolahan filtrasi, yaitu dari 3799.55 PtCo menjadi 453.075 PtCo pada 25 menit filtrasi dengan dosis tawas 15.000 ppm dan 611.85 PtCo pada 25 menit filtrasi dengan dosis tawas 20.000 ppm. Dari pengolahan tersebut dapat diamati secara visual karena terjadi perubahan warna dari yang berwarna coklat kehitam-hitaman menjadi berwarna kuning bening. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan koagulan tawas. Warna yang timbul pada perairan disebabkan oleh buangan industri di hulu sungai atau dapat juga berasal dari bahan hancuran sisi-sisi tumbuhan oleh bakteri.



Gambar 4.20 Variasi waktu kontak terhadap konsentrasi salinitas

Pada dosis tawas 15000 ppm menunjukkan bahwa sebelum adanya proses elektrokoagulasi nilai konsentrasi salinitas sangat tinggi yaitu 6,1 mg/l. Pada sedimentasi mengalami kenaikan, dengan adanya proses elektrokoagulasi ini belum dapat menurunkan kadar salinitas hingga mencapai hasil yang sesuai dengan baku mutu. Pada filtrasi dengan waktu kontak 25 menit sampai waktu kontak 100 menit mengalami penurunan kadar salinitas (garam NaCl).

Pada dosis tawas 20000 ppm menunjukkan bahwa sebelum adanya proses elektrokoagulasi nilai konsentrasi salinitas sangat tinggi yaitu 6,1 mg/l. Pada sedimentasi dengan waktu kontak 25 menit sampai waktu kontak 100 menit mengalami kenaikan, pada filtrasi dengan waktu kontak 25 menit sampai waktu kontak 75 menit juga mengalami kenaikan. Proses elektrokoagulasi ini belum dapat menurunkan kadar salinitas hingga mencapai hasil yang sesuai dengan baku mutu. Pada filtrasi dengan waktu kontak 25 menit sampai waktu kontak 100 menit mengalami penurunan kadar salinitas (garam NaCl).

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan proses elektrokoagulasi mampu menurunkan kadar salinitas (garam NaCl) pada air lindi. Variasi waktu kontak dan dosis koagulan, memiliki kemampuan yang berbeda untuk menurunkan kadar salinitas (NaCl). Pada sedimentasi hasilnya belum dapat menurunkan kadar salinitas (garam NaCl) hingga mencapai hasil yang sesuai dengan baku mutu air bersih sesuai dengan peraturan Menteri Kesehatan No. 416/Menkes/Per/IX/1990 karena dengan

variasi waktu kontak dan dosis koagulan yang berbeda maka mengalami kenaikan dan penurunan yang berbeda yang masih belum maksimal dan dengan adanya aliran air yang turbulen juga dapat mengakibatkan kenaikan kadar salinitas, maka sesudah dari pengolahan sedimentasi dilanjutkan kembali pada proses filtrasi sehingga kadar salinitas mengalami penurunan, sehingga didapatkan hasil yang memenuhi baku mutu air bersih.

4.2.7 Suhu

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, waktu dalam hari, sirkulasi udara, dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu ini sangat berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Pada penelitian ini, terjadi variasi perbedaan suhu. Variasi perbedaan itu ditandai dengan peningkatan dan penurunan suhu pada tiap waktu kontak. Peningkatan suhu mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi, dan volatilisasi (Effendi, 2003). Kenaikan suhu ini dipengaruhi oleh tegangan listrik, pada penelitian awal, dengan menggunakan tegangan 40 volt suhu air mencapai 64 °C, sehingga pada penelitian selanjutnya, tegangan coba diturunkan menjadi 10 volt, agar suhu tidak mengalami kenaikan yang tajam. Pada penelitian ini suhu awal 27°C naik menjadi 28°C.

4.2.8 Disolved Oksigen (DO)

Oksigen terlarut merupakan parameter untuk mengetahui kandungan oksigen dalam air maupun air buangan. Jumlah oksigen terlarut juga dipengaruhi oleh suhu. Hubungan suhu dan DO berbanding terbalik yaitu bila suhu tinggi kandungan oksigen terlarut rendah dan sebaliknya bila suhu rendah DO tinggi. Dari hasil penelitian, pada saat proses pengujian sampel awal didapat hasil DO nya 9,66 mg/l, hasil DO segera awal pengencer = 8,17 mg/l. Kemudian di dapat hasil pemeriksaan DOsegera sampel dengan kadar tawas sebesar 15.000 ppm di sedimentasi pada waktu 25 menit = 8.75 mg/l; pada waktu 50 menit = 6.44 mg/l; pada waktu 75 menit = 7.9 mg/l; pada waktu 100 menit = 6.44 mg/l. selanjutnya di Rapid sand filter didapatkan hasil pada waktu 25 menit = 7,43 mg/l ; pada waktu 50 menit = 7,18 mg/l ; pada

waktu 75 menit = 6,19 mg/l; pada waktu 100 menit = 6,19 mg/l, dapat dilihat dari hasil diatas terlihat penurunan pada media sedimentasi ke Rapid sand filter.

Selanjutnya DO segera sampel dengan kadar tawas sebesar 20.000 ppm di sedimentasi pada waktu 25 menit = 13.36 mg/l; pada waktu 50 menit = 13.04 mg/l; pada waktu 75 menit = 9.74 mg/l; pada waktu 100 menit = 9.4 mg/l. selanjutnya di Rapid sand filter didapatkan hasil pada waktu 25 menit = 10.24 mg/l ; pada waktu 50 menit = 9.4 mg/l ; pada waktu 75 menit = 9.74 mg/l; pada waktu 100 menit = 8.08 mg/l, dapat dilihat dari hasil diatas terlihat penurunan pada media sedimentasi ke Rapid sand filter. Nilai yang didapat diatas selanjutnya untuk mengetahui kandungan BOD yang di inkubasikan selama 5 hari dalam suhu 20°C.

Hubungan antara BOD dengan DO dalam perairan yakni jika DO di dalam air tersebut tinggi maka kandungan BOD nya rendah. Test BOD sesungguhnya dimaksudkan untuk menirukan atau memodelkan keadaan yang terjadi apabila air limbah memasuki sungai namun hanya ada sedikit hubungan antara kondisi test dan yang berlangsung dalam instalasi pengolahan limbah secara biologi. Test BOD menggunakan biakan (kultur) mikroorganisme yang sedikit untuk menstabilkan material- material organik dalam kondisi diam dan suhu tetap dengan suplai DO yang terbatas. Dalam instalasi pengolahan limbah secara biologi, mikroorganisme dengan konsentrasi tinggi di aduk terus menerus supaya terjadi kontak dengan substrat dan DO disuplai dalam jumlah yang berlebihan.

Peningkatan suhu sebesar 1°C akan meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 10%(Brown, 1987 dalam Effendi, 2003). Dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai nol(anaerob). Hubungan antara kadar oksigen terlarut jenuh dan suhu yakni bahwa semakin tinggi suhu, kelarutan oksigen semakin berkurang. Kelarutan oksigen dan gas-gaslain juga berkurang dan meningkatnya salinitas sehingga kadar oksigen di laut cenderung lebih rendah daripada kadar oksigen diperairan tawar.

Tabel 4.3 Ringkasan Kualitas Air untuk Parameter fisik

No.	Waktu Kontak	Parameter Pendukung							
		TDS (ppm)	TSS (ppm)	DHL / Tegangan (S/m)	pH	DO (ppm)	Suhu (°C)	Warna (PtCO)	Salinitas (gr/kg)
1	Sampel Awal	0.36	0.05	0.198	8	9,66	27	3800	6,1
Koagulan tawas 15000 ppm									
2	25 mnt sedimentasi				7	8.7	26	1191	8,6
3	50 mnt sedimentasi				7	6.4	26	1414	8,7
4	75 mnt sedimentasi				7	7.9	27	1418	9,0
5	100 mnt sedimentasi	0.06	0.03	0.036	7	6.4	27	1285	7,0
6	25 mnt filtrasi				7	7.4	27	453	4,7
7	50 mnt filtrasi				7	7.2	27.5	514	4,1
8	75 mnt filtrasi				7	6.2	27.5	561	4,5
9	100 mnt filtrasi	0.05	0.01	0.03	7	6.2	28	563	3,3
Koagulan tawas 20000 ppm									
10	25 mnt sedimentasi				7	13.4	26	907	10
11	50 mnt sedimentasi				7	13.04	26	1094	6,0
12	75 mnt sedimentasi				7	9.7	26	1032	10,2
13	100 mnt sedimentasi	0.07	0.03	0.04	7	9.4	27	1136	8,9
14	25 mnt filtrasi				7	10.2	27	612	7,0
15	50 mnt filtrasi				7	9.4	27	665	8,0
16	75 mnt filtrasi				7	9.7	27	655	8,4
17	100 mnt filtrasi	0.06	0.04	0.03	7	8.1	27	675	2,1

4.3 Konsentrasi BOD dalam lindi TPA Piyungan

BOD adalah banyaknya oksigen dalam mg/l yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik oleh bakteri, sehingga air buangan tersebut menjadi jernih kembali (Sugiharto, 1987)

Bila zat organik sedikit maka kebutuhan oksigen kecil dan nilai BOD juga kecil. Nilai BOD dapat dijadikan indikator pencemar bahan organik dalam air. BOD atau kebutuhan oksigen biologi merupakan analisa empiris yang mencoba mendekati secara global proses- proses mikroorganisme yang terjadi dalam air. Semakin banyak zat organik yang terdapat dalam air buangan maka makin besar kebutuhan oksigen, sehingga BOD juga makin besar dan begitu pula sebaliknya bila zat organik kecil, kebutuhan oksigen kecil sehingga BOD juga kecil (Sumestri & Alaerts, 1987)

Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri, dan untuk mendesain sistem pengolahan biologis bagi air yang tercemar tersebut. Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah. Apabila sesuatu badan air dicemari oleh zat organik, bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses oksidasi tersebut yang bisa mengakibatkan kematian ikan. Keadaan menjadi anaerobik dan dapat menimbulkan bau busuk pada air.

Proses dekomposisi secara aerob memerlukan pasokan oksigen secara terus menerus. Proses dekomposisi juga dapat berlangsung pada kondisi anaerob. Mikroorganisme yang dapat melakukan dekomposisi bahan organik, baik pada kondisi aerob dan anaerob, disebut *fakultatif anaerobic organism*; sedangkan mikroorganisme yang hanya dapat melakukan dekomposisi pada kondisi anaerob disebut *obligate anaerobic organism*. Jenis dan jumlah dari beraneka ragam mikroorganisme yang terdapat dalam air akan berhubungan dengan kualitas air dan faktor- faktor lingkungan lainnya. Dalam pengolahan air limbah , mikroorganisme berperan penting dan kebanyakan spesies yang ditemukan dalam air dan air limbah adalah tidak berbahaya bagi manusia. Akan tetapi, beberapa mikroorganisme dapat menjadi penyebab berbagai macam penyakit dan kehadirannya di dalam air merupakan problem kesehatan. Organisme- organisme mempunyai perbedaan dalam

kaitannya dengan oksigen. Organisme aerob membutuhkan hadirnya oksigen bebas sedangkan organisme anaerob tumbuh dalam lingkungannya tanpa oksigen bebas.

Banyak persoalan yang berhubungan dengan pengendalian kualitas air disebabkan hadirnya material- material organik yang berasal dari sumber- sumber alami atau dalam bentuk air limbah. Zat organik ini biasanya distabilkan secara biologi dan mikroorganisme yang terlibat didalamnya memanfaatkan system oksidasi baik secara aerobic atau anaerobic.

Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengujian awal terhadap kandungan BOD pada lindi TPA Piyungan. Tes BOD digunakan untuk menentukan tingkat pencemar oleh senyawa organik yang dapat diuraikan oleh bakteri., pengukuran BOD terdiri dari 100 kali pengenceran sampel, inkubasi selama 5 hari pada suhu 20°C dan pengukuran oksigen terlarut sebelum dan sesudah inkubasi. Penurunan oksigen terlarut selama inkubasi menunjukkan banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh sampel air. Oksigen terlarut dianalisa dengan menggunakan metode titrasi winkler. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh kuat arus dan waktu kontak dalam pengolahan yang menggunakan metode elektrokoagulasi sedimentasi dan filtrasi serta mengetahui tingkat efisiensi penurunan kadar BOD yang terkandung dalam Lindi setelah melalui proses elektrokoagulasi.

Penentuan BOD sebagai bahan organik dapat dilakukan terpisah dengan menambahkan suatu zat kimia penghambat oksidasi nitrogen. Banyaknya oksigen yang dibutuhkan tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah dan jenis bahan organik, tetapi juga dipengaruhi oleh waktu dan suhu inkubasi. Para ahli kualitas air telah sepakat bahwa waktu 5 hari dan suhu 20 °C dipakai sebagai standart inkubasi. Oleh karena penguraian bahan organik sukar terurai (persisten) membutuhkan waktu yang sangat lama, maka waktu inkubasi selama 5 hari hanya untuk bahan organik yang mudah diurai.

Dengan menggunakan pengukuran diatas, diperkirakan sekitar 75% - 95% bahan organik dapat dioksidasi. Dekomposisi bahan organik pada dasarnya terjadi melalui dua tahap. Pada tahap pertama, bahan organik diuraikan menjadi bahan anorganik. Pada tahap kedua, bahan anorganik yang tidak yang tidak stabil mengalami

oksidasi menjadi nitrit dan nitrat (nitrifikasi). Pada penentuan nilai BOD, hanya dekomposisi tahap pertama yang berperan, sedangkan oksidasi bahan anorganik (nitrifikasi) dianggap sebagai pengganggu secara tidak langsung.

Pada proses dekomposisi bahan organik, mikroba memanfaatkan bahan organik sebagai sumber makanan dari suatu rangkaian reaksi biokimia yang kompleks. Pada penentuan nilai BOD, selama lima hari diperkirakan oksidasi bahan organik sederhana, misalnya glukosa, berlangsung sempurna.

Konsentrasi awal BOD dalam limbah lindi TPA Piyungan dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini:

Setelah pengambilan sampel maka dilakukan pengujian awal untuk mengetahui konsentrasi BOD pada lindi (leachate) dengan metode titrimetri yang mengacu pada SNI M – 69 – 1990 – 03 dan didapat konsentrasi awal BOD pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Awal Konsentrasi BOD

No	Konsentrasi BOD awal (mg/L)	❖ PP No 82 Thn 2001 golongan empat (mg/L)	Metode Uji
1	3223	12	SNI M – 69 – 1990 – 03 Metode Titrimetri

Sumber : Data Primer 2007

❖ *PP No 82 Thn 2001 golongan empat (mg/L)*

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kualitas air limbah lindi TPA Piyungan untuk parameter BOD belum memenuhi syarat untuk dapat dibuang ke badan air karena masih jauh di batas ambang sebesar 12 mg/l berdasarkan PP No 82 Thn 2001 golongan empat

Pada penelitian ini digunakan metode elektrokoagulasi yang mana elektrokoagulasi ini diharapkan mampu menurunkan konsentrasi BOD di badan air. Dalam penelitian ini menggunakan tawas dengan konsentrasi yang bervariasi yaitu sebesar 15000 ppm dan 20000 ppm. Penambahan tawas pada penelitian ini dimaksudkan untuk membantu dalam pembentukan flok dimana flok – flok yang

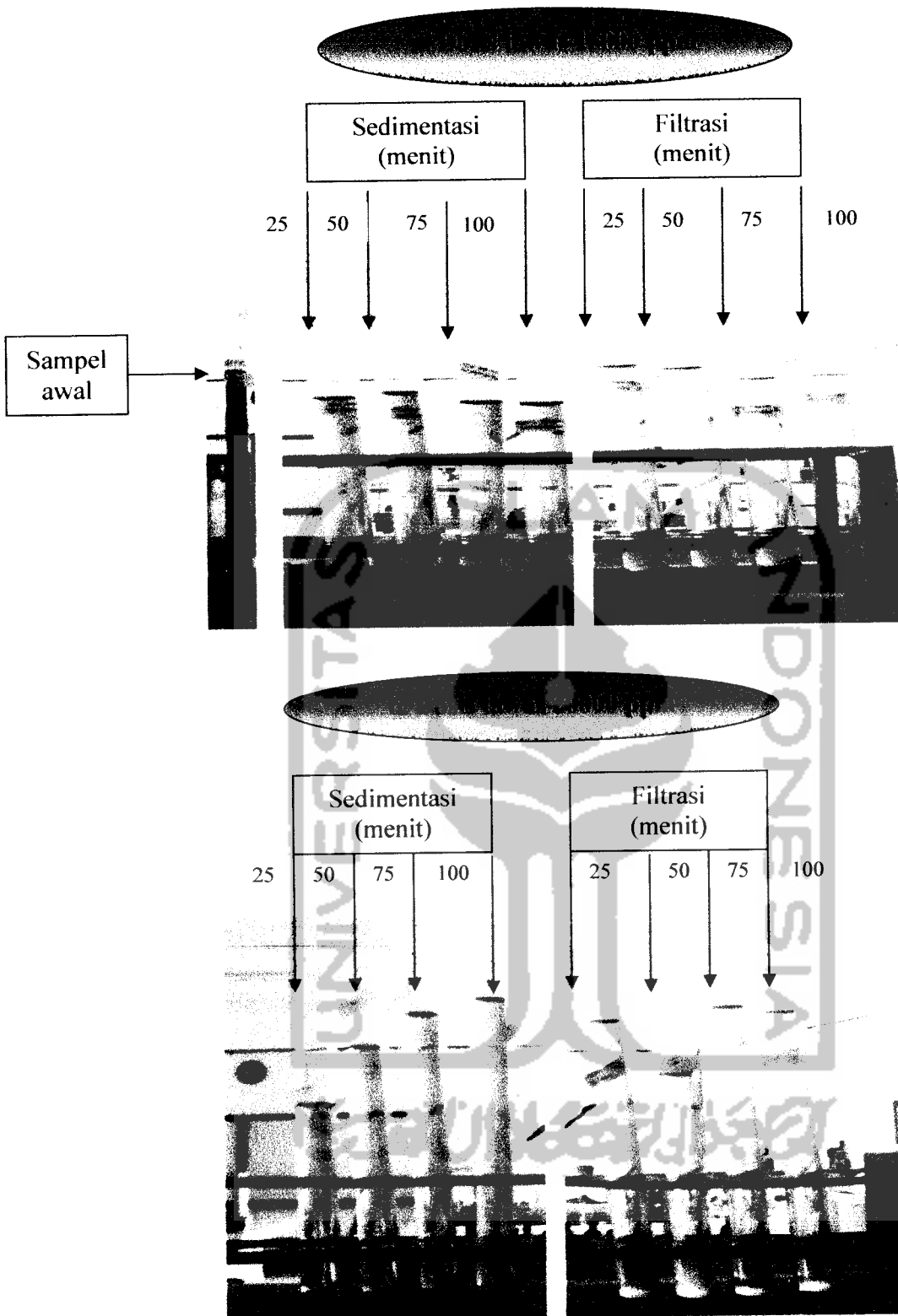
terbentuk dapat menurunkan kandungan TSS, TDS, kekeruhan, warna serta BOD yang terdapat pada limbah. Penambahan aerator pada alat elektrokoagulasi pada proses pengadukan tawas di dalam limbah bertujuan untuk membantu penambahan suply oksigen dimana oksigen merupakan senyawa utama untuk membantu dalam menurunkan BOD, selain itu aerator juga membantu dalam memacu terjadinya penurunan pH dimana pH mempengaruhi sifat keasaman atau basanya suatu limbah, pH awal limbah sebesar 8 dan limbah dalam keadaan basa namun setelah di uji pH limbah turun menjadi 6-7 sehingga tingkat keasaman limbah pun meningkat karena pengaruh dari perubahan pH setelah pengolahan, jika limbah dalam keadaan asam senyawa yang ada di dalamnya mudah untuk di uraikan.

Sebagai pengaduk lambatnya, digunakan *Baffle Chanell Flocculator*, yang bertujuan untuk menghasilkan gerakan air secara perlahan sehingga terjadi kontak antar partikel untuk membentuk gabungan partikel berukuran besar, partikel – partikel yang berukuran besar akan terendap di dalam *baffel chanell flocculator* dan untuk partikel yang berukuran kecil akan ikut terbawa oleh air menuju pengolahan berikutnya. Selanjutnya digunakan juga bak sedimentasi yang berfungsi sebagai bak pengendap flok hasil koagulasi-flokulasi, khususnya sebelum disaring dengan filter cepat flok yang mengendap pada sedimentasi ini merupakan partikel yang berukuran kecil yang terbawa oleh air yang berasal dari pengolahan sebelumnya. Sebagai pengolahan selanjutnya digunakan bak filtrasi berfungsi untuk menyaring air hasil dari proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi, penyaringan air hasil dari proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi pada bak filtrasi merupakan proses yang sangat penting karena air limbah yang di hasilkan pada unit terahir ini akan terlihat lebih jernih dari sebelumnya sehingga dapat di simpulkan nilai TSS, TDS Kekeruhan,Warna dan BOD turun

Untuk analisa BOD limbah lindi TPA Piyungan, pada penelitian kali ini di lakukan pengujian sebanyak 2 kali yang pertama yaitu pengujian dengan penggunaan tawas 15000 ppm dan yang ke dua yaitu menggunakan tawas dengan dosis 20000 ppm sebagai koagulan. Penggunaan tawas pada penelitian kali ini sebagai koagulan karena tawas merupakn koagulan yang paling efektif untuk mendapatkan hasil yang

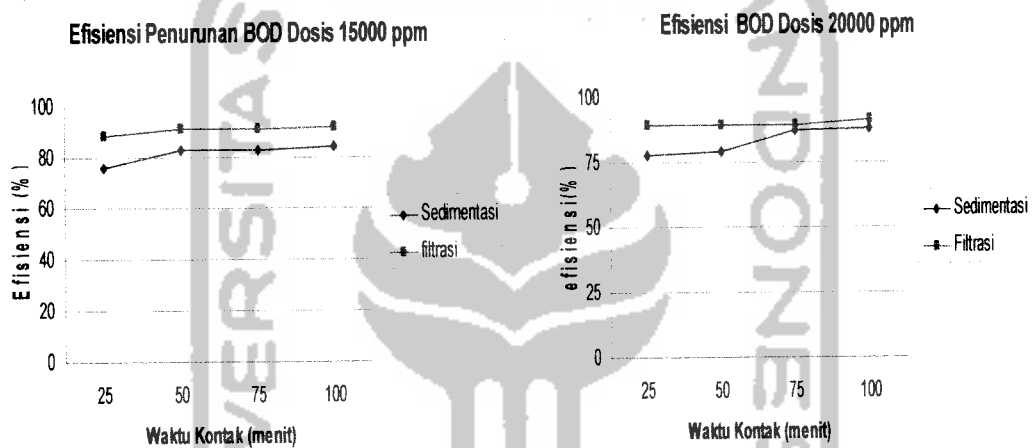
maximal dalam pembentukan flok untuk membantu menurunkan parameter BOD seperti yang di inginkan. Sebagaimana telah di jelaskan pada pembahasan sebelumnya, sebelum melakukan penelitian di lakukan pengujian awal untuk mengetahui jenis dan dosis dari pada koagulan yang di gunakan di dapatkan tawas dengan dosis 8gr/500ml limbah menghasilkan nilai yang maximal yaitu bila dilihat secara visual air limbah terlihat jernih hal ini disebabkan karena flok yang terbentuk, pembentukan flok pada pengujian ini sangat bagus selain ukurannya besar warna dari pada flok terlihat coklat ini sangat berpengaruh terhadap penurunan kadar TSS, TDS Kekeruhan dan Warna pada limbah selain itu yang lebih penting yaitu dengan menurunnya TSS, TDS Kekeruhan, dan Warna maka nilai BOD akan turun juga sehingga disimpulkan dengan menggunakan dosis 15000 ppm dan 20000 ppm dengan volume limbah yang di sesuaikan akan mendapatkan hasil yang maximum juga dan dapat menurunkan TSS, TDS Kekeruhan, Warna dan BOD secara optimal .





Gambar 4.21 Lindi hasil proses elektrokoagulasi a). dosis tawas 15000 dan b). 20000 ppm.

Pada penelitian di gunakan tawas dengan dosis 15000 ppm dan 20000 ppm dengan volume limbah 34 liter penelitian ini dilakukan secara kontinyu selama 24 jam bertujuan untuk mendapatkan kerja elektrokoagulasi yang maximal. Penggunaan koagulan tawas dengan dosis 15000 ppm dan 20000 ppm yaitu setelah di lakukan perhitungan dosis tawas sesuai dengan dosis pada percobaan awal akan tetapi dosis tawas yang akan di gunakan pada pengujian ini disesuaikan dengan volume limbah yang akan di olah serta besarnya reservoir yang di gunakan untuk menampung air limbah tersebut. Dibawah ini terdapat gambar efisiensi penurunan konsentrasi BOD pada dosis 15000 dan 20000 ppm.



Gambar 4.22 Efisiensi penurunan konsentrasi BOD pada dosis 15000 dan 20000 ppm

Berdasarkan gambar 4.8 diatas (Tabel 4 dan 6 terlampir), dapat dilihat efisiensi penurunan BOD dengan dosis 15000. Penurunan signifikan terjadi pada sampel dengan waktu kontak 75 menit pada bak filtrasi sebesar 91 % dengan konsentrasi limbah 527.1 mg/l menjadi 277.1, dan waktu kontak 100 menit pada bak Filtrasi sebesar 92 % dengan konsentrasi limbah 504.6 mg/l menjadi 255,2 mg/l sedangkan penurunan paling kecil terjadi pada sampel dengan waktu kontak 25 dan 50 menit pada bak sedimentasi sedangkan untuk efisiensi dosis tawas 20000, dapat dilihat penurunan konsentrasi BOD Efisiensi penurunan terendah terjadi pada waktu kontak 25 menit pada bak sedimentasi yaitu sebesar 78 % dengan konsentrasi sebesar

692.9mg/l menjadi 350, sedangkan efisiensi tertinggi terjadi pada waktu kontak 100 menit pada bak filtrasi yaitu sebesar 91 % dengan konsentrasi sebesar 359.3 menjadi 289.07 mg/l.

Walaupun penurunan konsentrasi bervariasi, tetapi penurunan konsentrasi ini merupakan penurunan yang paling bagus. Kuat arus dan tegangan berpengaruh pada hasil konsentrasi setelah di elektrokoagulasi. Semakin tinggi kuat arus disertai dengan peningkatan tegangan sehingga memicu naiknya suhu dan berubahnya pH air. Suhu yang awalnya suhu normal 27 °C, begitu mengalami elektrokoagulasi meningkat dengan suhu rata-rata sebesar 30 °C. pH air awal yang tadinya 8 begitu mengalami proses elektrokoagulasi menurun menjadi 6-7.

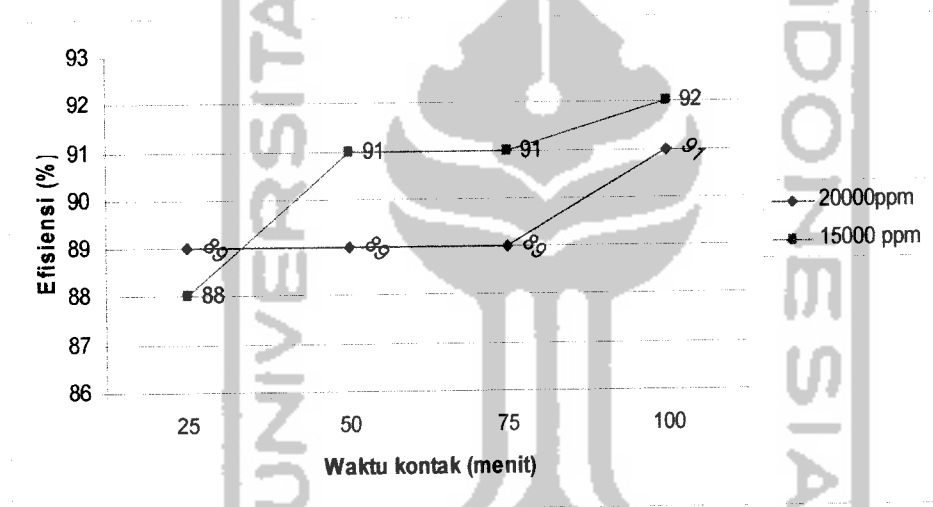
Pada pengujian ini dosis tawas sangat mempengaruhi proses yang terjadi karena tawas yang di gunakan sebagai koagulan apabila tercampur dengan air limbah dan diaduk dengan pelan dan di tambahkan aerator sebagai penyupplay oksigen akan membantu mengikat partikel - partikel yang terdapat pada limbah tersebut menjadi flok yang berukuran lebih besar. Jika dosis tawas terlalu sedikit maka pembentukan flok tidak akan maksimal flok yang akan terbentuk berukuran kecil – kecil sehingga akan melayang pada air limbah dan mudah terbawa pada saat air limbah dialirkan ke unit selanjutnya, hal ini yang akan mengganggu proses penurunan tingkat BOD ataupun parameter lainnya yang disebabkan oleh kekeruhan karena partikel- partikel pembentuk flok berukuran sangat kecil dan ringan yang susah untuk mengendap. Pada penggunaan koagulan dosis 15000 ppm dan 20000 ppm ini pembentukan flok cukup baik sehingga pada saat melewati *Baffle Chanell Flocculator* flok – flok yang terbentuk cepat mengendap pada bak tersebut sehingga penurunan parameter seperti TSS, TDS, Warna dan BOD pada bak selanjutnya mudah terjadi dikarenakan air limbah yang mengalir dari *Baffle Chanell Flocculator* lebih jernih. Penggunaan dosis berpengaruh terhadap penuruna TSS yang akan terjadi, jika nilai TSS tinggi maka nilai BOD akan tinggi karena pada limbah yang memiliki kadar TSS yang tinggi akan sangat sulit sekali di temukannya oksigen karena sinar matahari tidak bisa menembus perairan ataupun limbah yang memiliki kadar kekeruhan yang tinggi sehingga mikroorganisme yang ada di dalam limbah tersebut tidak bisa melakukan proses

fotosintesis dimana pada proses tersebut mikroorganisme akan menghasilkan oksigen.

4.4 Efisiensi BOD

Penggunaan koagulan dengan dosis yang lebih besar akan menghasilkan flok yang lebih banyak pula karena flok yang terbentuk berasal dari koagulan yang digunakan akan berinteraksi dengan partikel – partikel yang ada di limbah dan membentuk flok dengan ukuran yang lebih besar sehingga mudah untuk mengendap. Pengendapan flok bisa dilihat di dalam *Baffle Chanell Flocculator*.

Dari kesimpulan diatas dapat digambarkan dari output efisiensi penurunan BOD pada konsentrasi tawas 15000 dan 20000 ppm pada gambar dibawah ini:



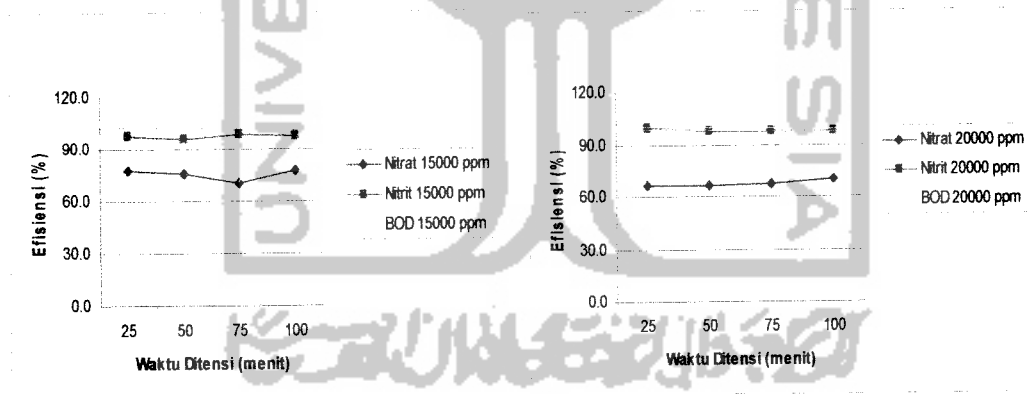
Gambar 4.23 Efisiensi BOD pada dosis tawas 15000 dan 20000 ppm

Dari gambar 4.23 di atas dapat dilihat efisiensi penurunan konsentrasi BOD. Efisiensi paling tinggi terjadi pada dosis tawas 15000 ppm pada bak filtrasi dengan waktu kontak 100 menit sebesar 92 % sedangkan efisiensi paling rendah terjadi pada dosis tawas 15000 ppm dengan waktu kontak 25 menit sebesar 88 % pada bak sedimentasi. Walaupun penurunan konsentrasi bervariasi, tetapi penurunan konsentrasi ini merupakan penurunan yang paling bagus. Kuat arus dan tegangan berpengaruh pada hasil konsentrasi setelah di elektrokoagulasi. Semakin tinggi kuat

arus disertai dengan peningkatan tegangan sehingga memicu naiknya suhu dan berubahnya pH air. Suhu yang awalnya suhu normal 27°C , begitu mengalami elektrokoagulasi meningkat dengan suhu rata-rata sebesar 30°C . pH air awal yang tadinya 8 begitu mengalami proses elektrokoagulasi menurun menjadi 6-7. Dari pengukuran pH dapat diketahui bahwa keadaan limbah dalam reaktor relatif basa.

Akan tetapi jika dilihat dari gambar 4.23 hal ini menunjukkan bahwa proses elektrokoagulasi benar-benar mampu menurunkan konsentrasi BOD walaupun rata-rata penurunan dari setiap waktu pengadukan dan dosis belum memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan yaitu sebesar 12 mg/L menurut Peraturan Pemerintah No 82 thn 2001 tentang penggolongan air dalam kelas empat yaitu untuk kegiatan pertanian.

Nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) adalah ion-ion anorganik alami, yang merupakan bagian dari siklus nitrogen. Aktifitas mikroba di tanah atau air menguraikan sampah yang mengandung nitrogen organik pertama-pertama menjadi ammonia, kemudian dioksidasikan menjadi nitrit dan nitrat. Oleh karena nitrit dapat dengan mudah dioksidasikan menjadi nitrat, maka nitrat adalah senyawa yang paling sering ditemukan di dalam air bawah tanah maupun air yang terdapat di permukaan.



Gambar 4.24 Efisiensi BOD dengan Nitrat dan Nitrit dengan dosis 15000 dan 20000 ppm

Berdasarkan gambar 4.26 dapat dilihat penurunan konsentrasi Nitrat (NO_3^-) Efisiensi penurunan terendah terjadi pada waktu kontak 25 menit pada bak filtrasi yaitu sebesar 66 %, sedangkan efisiensi tertinggi terjadi pada waktu kontak 75 menit pada bak sedimentasi yaitu sebesar 79 % sedangkan untuk penurunan konsentrasi Nitrit (NO_2^-) Efisiensi penurunan terendah terjadi pada waktu kontak 75 menit pada

bak sedimentasi yaitu sebesar 82 % sedangkan efisiensi tertinggi terjadi pada waktu kontak 25 menit pada bak filtrasi yaitu sebesar 99 % dan efisiensi penurunan konsentrasi BOD paling tinggi terjadi waktu kontak 100 menit sebesar 92 % pada bak sedimentasi. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa hubungan BOD dengan Nitrat yang terkandung dalam lindi TPA Piyungan berbanding lurus karena dalam proses Elektrokoagulasi ada penambahan aerasi dan koagulan sehingga partikel dapat mengendap, mikroorganisme dengan nitrat sama- sama senyawa organik yang berkoagulan sehingga membentuk flok- flok.

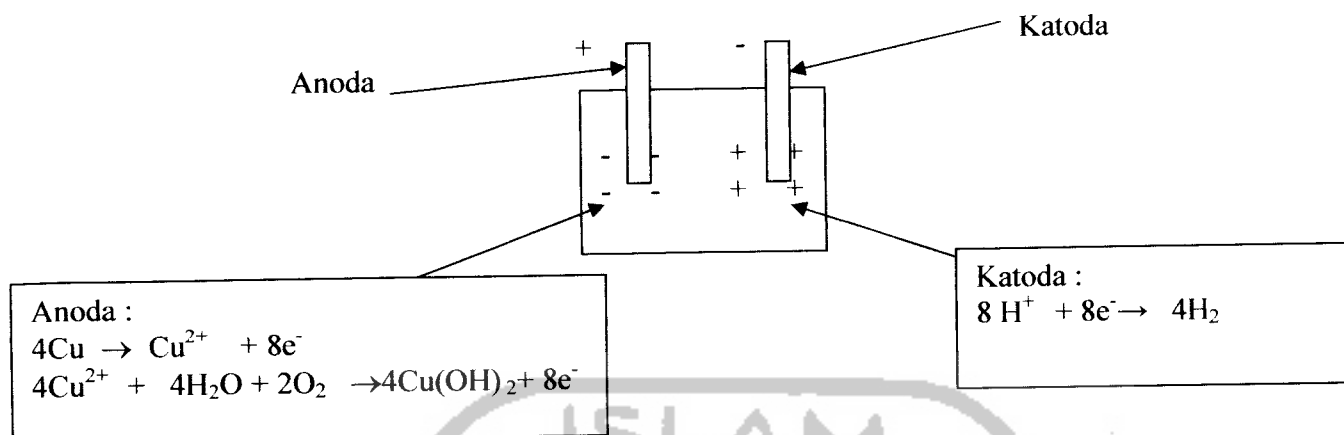
Elektrokoagulasi adalah bagian dari elektrokimia yang dapat mengdestabilisasikan agen-agen pencemar yang mana nantinya pencemar ini dapat di reduksi. Elektrokoagulasi selain bagian dari elektrokimia juga merupakan bagian dari flokulasi dan koagulasi serta penggunaan elektroda untuk mengaliri listrik di dalam larutan yang bersifat elektrolit yang biasa disebut elektrolisis. Elektroda dalam proses elektrolisis sangat penting, karena elektroda merupakan salah satu alat untuk menghantarkan atau menyampaikan arus listrik kedalam larutan agar larutan tersebut terjadi reaksi redoks. Pemilihan elektroda ini didasarkan pada deret volta atau deret potensial redoks, karena hal ini sangat mempengaruhi proses elektrokoagulasi. 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, Co, Ni, Sn, Pb, (H), Sb, Bi, Cu, Hg, Ag, Pt, Au.

Logam Cu sebagai elektroda positif dipilih karena logam Cu berada disamping kanan unsur H, sehingga logam Cu sukar mengalami oksidasi, ini artinya makin ke kanan letak suatu logam dalam deret volta, harga E° makin besar. Hal ini berarti bahwa logam- logam di sebelah kanan mudah mengalami reduksi serta sukar mengalami oksidasi, sedangkan logam Al bila dibandingkan dengan deret volta berada di sebelah kiri, ini berarti logam Al lebih mudah mengalami oksidasi, sehingga memiliki kekurangan dibandingkan dengan logam Cu. Bila didasarkan pada peristiwa yang terjadi pada batangan tembaga semakin lama waktu kontak maka batangan tembaga semakin lama teroksidasi.

Efek voltase dan waktu kontak sangat berpengaruh terhadap penurunan dalam proses Elektrokoagulasi ini. Voltase sangat berpengaruh terhadap kuat arus dan dari penelitian sebelumnya, telah diadakan penelitian yang mana sebagai variabel penelitian adalah kuat arus (*A.K. Golder dkk*). Kombinasi kuat arus akan memberi efek terhadap kuat sel dan permukaan area elektroda.

Penambahan koagulan tawas ini adalah bagian dari peristiwa koagulasi. Pada proses koagulasi, didalamnya terjadi suatu mekanisme untuk mendestabilisasi partikel koloid. Pada umumnya hampir semua partikel koloid dalam air bermuatan listrik, dimana muatan itu cenderung menghasilkan gaya tolak-menolak antara partikel sehingga untuk menggumpalkan partikel koloid harus dilakukan usaha mendestabilisasikan koloid tersebut. Aluminium sulfat atau tawas $Al_2(SO_4)_3$ merupakan salah satu jenis koagulan yang biasa digunakan dalam proses koagulasi. Pada umumnya partikel koloid penyebab kekeruhan bersifat hydrophobic yang bermuatan negatif. Agar terjadi penggabungan diperlukan destabilisasi yang hanya dapat dicapai dengan penambahan elektrolit yang bermuatan positif, sehingga diharapkan gaya tolak menolak antar partikel dapat diperkecil. Selanjutnya diperlukan suatu gaya yang dapat memperkecil jarak antar partikel yakni dengan mengadakan tumbukan antar partikel yakni dengan mengadakan tumbukan antar partikel. Oleh karena itu dalam proses elektrokoagulasi diperlukan turbulensi yang cukup tinggi untuk meratakan koagulan ke seluruh bagian zat cair dan memungkinkan terbentuknya inti-inti flok.

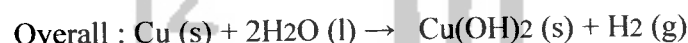
Pada saat elektrolisis, penggunaan batang metal seperti besi, aluminium, tembaga dan lain-lain, pada umumnya digunakan sebagai *sacrificial electrodes* untuk melanjutkan produksi ion dalam sistem. Ion-ion yang terlepas akan mengalami reduksi kontaminan dengan reaksi kimia dan presipitasi. Pada sel elektrolisis terjadi reaksi oksidasi-reduksi pada kedua elektroda.



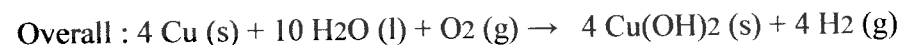
Gambar 4.25 Proses Reduksi Oksidasi pada elektrokoagulasi

Dari gambar 4.24 di jelaskan bahwa prinsip kerja elektrokoagulasi dalam membantu menurunkan BOD yaitu dengan pembentukan reaksi koagulasi dan flokulasi, mekanisme pembentukan terjadi pada batangan anoda dan katoda hal ini dapat ditunjukkan pada reaksi sebagai berikut:

(a) Mechanism 1 :



(b) Mechanism 2 :



(R. Ramesh Babu, N.S. Bhadrinarayana, K.M.Meera Sheriffa Begum , 2007)

Dari hasil reaksi di atas diketahui bahwa molekul - molekul yang ada pada limbah akan terbentuk menjadi flok dimana partikel - partikel koloid pada limbah bersifat *adsorpsi* (penyerapan) terhadap partikel atau ion atau senyawa yang lain yang

ada pada limbah misalnya koloid $\text{Cu}(\text{OH})_3$ bermuatan positif karena permukaannya menyerap ion H^+ . Adanya zat terlarut dalam suatu pelarut akan menghasilkan bermacam-macam sistem tergantung dari ukuran (diameter) partikel yang dilarutkan. Sistem dapat terbagi menjadi:

- a. Larutan sejati, diameter partikel kurang dari 10^{-8}
- b. Koloid, diameter partikel antara 10^{-7} dan 10^{-4} cm
- c. Dispersi kasar dengan partikel berukuran lebih besar dari 10^{-4} cm.

Beberapa sifat penting koloid:

- a. Tidak dapat disaring dengan kertas saring biasa, karena ukuran yang kecil
- b. Keruh, karena adanya efek Tyndall
- c. Luas permukaan yang besar, maka koloid mempunyai sifat yang disebabkan oleh fenomena permukaan ini yaitu daya adsorpsi
- d. Bermuatan listrik, dapat bermuatan positif maupun negatif

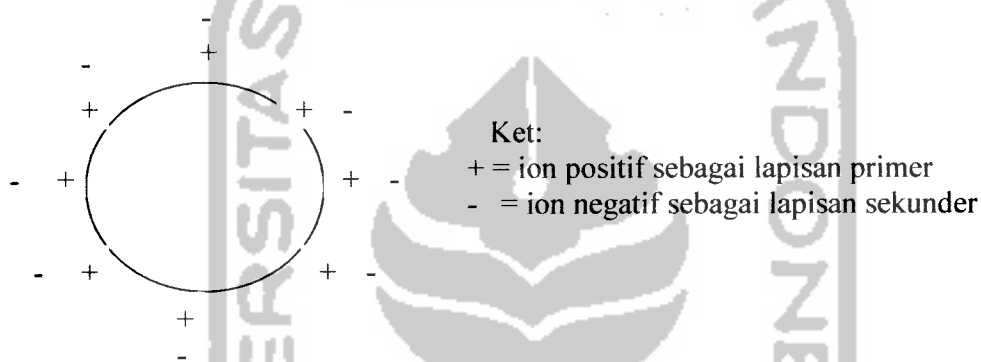
Koagulasi dan flokulasi merupakan suatu metode pengolahan limbah secara kimia. Tujuannya untuk mengurangi konsentrasi zat pencemar dalam limbah melalui proses pemisahan kotoran-kotoran halus (partikel- partikel tersuspensi dan koloid) yang menyebabkan warna dan kekeruhan dalam air buangan dengan penambahan koagulan. Teori ini didasarkan pada kenyataan bahwa untuk mengkoagulasikan partikel- partikel koloid harus dihancurkan terlebih dahulu. Stabilitas koloid banyak disebabkan karena muatan listrik yang dimiliki partikel koloid. Muatan listrik koloid dapat diperoleh dari:

- a. Adsorpsi selektif ion- ion dalam larutan oleh partikel koloid.
- b. Ionisasi dari partikel koloid itu sendiri misalnya protein

Ion – ion positif maupun negatif dalam larutan dapat diadsorpsi oleh partikel- partikel koloid. Ion- ion yang teradsorpsi ini membentuk suatu lapisan ion di sekeliling partikel koloid, disebut lapisan primer. Kemudian lapisan primer ini akan menarik ion- ion yang berlawanan muatan untuk membentuk lapisan sekunder. Ion- ion pada lapisan sekunder tidak sebanyak pada lapisan primer, sehingga lapisan ini

kurang kuat diikat daripada lapisan primer. Lapisan primer dan sekunder ini membentuk lapisan ganda listrik atau disebut *electrical double layer*.

Electrical double layer ini stasioner, sedangkan ion-ion dalam larutan di luar lapisan ganda listrik ini bebas bergerak. Antara partikel koloid dan larutan terbentuk beda potensial yang disebut *zeta potensial*. Dengan adanya lapisan ganda listrik ini, partikel-partikel koloid akan saling tolak-menolak apabila berdekatan, melawan gumpalan. Apabila tidak terdapat lapisan ganda listrik ini, tentu gaya Van der Waals akan menjadikan partikel-partikel tarik menarik dan menjadi satu membentuk materi yang lebih besar



Gambar 4.26 Lapisan ganda listrik partikel koloid

Kestabilan suspensi koloid tergantung pada kesetimbangan antara gaya tarik menarik kovalen dan tolak menolak elektrostatis antara partikel. (Julianto, S, T, 1999)

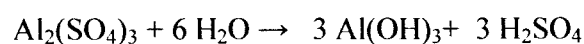
Pada Aluminium sulfat terjadi reaksi:

1. Reaksi penguraian (Disosiasi)



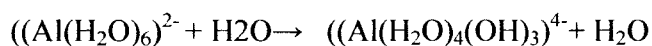
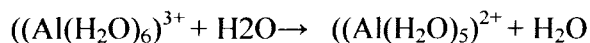
Al^{3+} berperan sebagai elektrolit positif pada distabilisasi koloid sehingga Al^{3+} akan terdifusi di dalam koloid membentuk adanya muatan didalam koloid tersebut.

2. Reaksi Hidrolis



$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ merupakan presipitat atau endapan halus yang membentuk inti flok.

3. Reaksi Polimerisasi ion kompleks

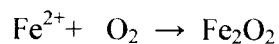


Ion Al^{3+} berperan sebagai elektrolit positif dalam destabilisasi partikel koloid. Berdasarkan uraian diatas merupakan teori proses yang menyebabkan pembentukan flok pada saat proses elektrokoagulasi yang dapat membantu dalam menurunkan senyawa organik dalam lindi.

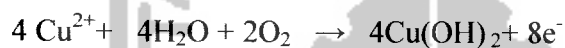
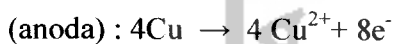
Lapisan difusi yang berperan adalah molekul air yang mengalami hidrasi (pada permukaan koloid) dan lapisan difusi mempunyai dua fungsi yang saling membantu sehingga koloid dikatakan stabil, yaitu:

1. Akan menimbulkan tenaga yang dapat mengalami usaha pendekatan antar partikel koloid yang bermuatan sama (gaya tolak- menolak elektrostatis)
2. Akan menimbulkan gaya tarik- menarik (attractive force) antar partikel yang disebut sebagai gaya tarik menarik *van der waals* yang disebabkan oleh tenaga kohesif atom tersebut

Hal ini menunjukkan bahwa proses elektrokoagulasi benar-benar mampu menurunkan konsentrasi BOD karena dalam waktu pengadukan terdapat proses aerasi yang sangat membantu yang bertujuan agar O_2 diudara dapat bereaksi dengan kation yang ada didalam air olahan dan tujuan aerasi ini yakni Menurunkan konsentrasi materi-materi penyebab rasa dan bau, Menghilangkan senyawa- senyawa pengganggu, contoh penghilangan hidrogen sulfida sebelum khlorinasi dan menghilangkan karbon dioksida sebelum pelunakan sehingga terjadi pengendapan yang disebabkan karena Reaksi kation dan oksigen menghasilkan oksigen logam yang sukar larut dalam air. Dalam proses elektrokoagulasi pada saat aerasi terjadi perubahan warna pada limbah dari warna hitam menjadi coklat berkarat, hal ini menunjukkan bahwa limbah tersebut tereduksi oleh Fe sehingga terjadi reaksi dibawah ini:



Reaksi diatas menunjukkan bahwa ion- ion yang ada di limbah akan terikat oleh oksigen menjadi senyawa (Fe_2O_2) dan flok yang sudah terbentuk akan menarik partikel- partikel yang dapat dibuat berkoagulasi / berflokulasi yakni saling mendekati dan membentuk gumpalan flok yang lebih besar yang akan mengendap dari dalam air limbah. Selain itu dosis tawas juga sangat menentukan terjadinya penurunan konsentrasi BOD karena tawas yang dipakai sebagai koagulan mempunyai fungsi mengikat partikel- partikel yang tersuspensi. Mekanisme dari proses elektrokoagulasi sangat kompleks. Oksidasi dari proses elektrokoagulasi terjadi pada batangan anoda dan katoda dimana elektroda yang digunakan pada anoda yaitu Cu dan pada katoda adalah Al. Reaksinya dapat dilihat dibawah ini:



Produksi H_2 yang dihasilkan dari reaksi redoks akan menyebabkan *dissolved organic* atau material terpendam dapat tereduksi. bagaimanapun, ion Cu^{2+} akan mengalami hidrasi dan bergantung pada pH sebagai solusi. Sebagian molekul yang kecil yang terdapat pada zat terlarut pada limbah akan ditangkap pada ion $\text{Cu}(\text{OH})_2$ dan $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang kemudian di removal oleh H_2 sebagai senyawa organik membentuk gelembung yang dapat menurunkan BOD tetapi penurunan yang terjadi disini tidak signifikan karena belum memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan yaitu sebesar 12 mg/L menurut Peraturan Pemerintah No 82 thn 2001 tentang penggolongan air dalam kelas empat yaitu untuk kegiatan pertanian.

Adapun penurunan konsentrasi BOD dalam hal ini tidak hanya karena proses elektrokoagulasi namun banyak hal yang mempengaruhi dalam penurunannya diantaranya parameter – parameter seperti TDS, warna, TSS, daya hantar listrik (DHL), suhu, pH, DO, dan salinitas. Secara garis besar hubungan BOD dengan COD akan berbanding lurus karena jika COD nya turun maka BOD nya juga pasti turun. Dari hasil penelitian kita ketahui kadar warna 3800 PtCO yakni termasuk tinggi dan warna tersebut bisa kita simpulkan warna tersebut dari zat organik berarti BOD yang

terkandung tinggi. BOD dengan TSS yakni dari hasil penelitian kita ketahui kadar TSS sebesar 0.05 ppm yakni kadar TSS nya termasuk rendah sehingga Konsentrasi DO/ Oksigen terlarut nya rendah karena tidak mendapat suplai oksigen dan menyebabkan konsentrasi BOD tinggi, sedangkan BOD dengan TDS: Dari hasil penelitian kita ketahui kadar TDS sebesar 0.36 ppm yakni kadar TDS termasuk rendah sehingga BOD dapat dikatakan rendah tapi kalau didalam proses elektrokoagulasi terdapat bahan kimia maka BOD bisa tinggi dan semakin banyak mikroorganisme/ senyawa- senyawa kimia, semakin banyak logam yang terkandung dalam proses Elektrokoagulasi, Daya Hantar Listrik(DHL) nya tinggi dan hambatan/ resistensinya rendah.

